



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
NOSNÁ KONSTRUKCE AUTOSALONU

02 STATICKÝ VÝPOČET

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

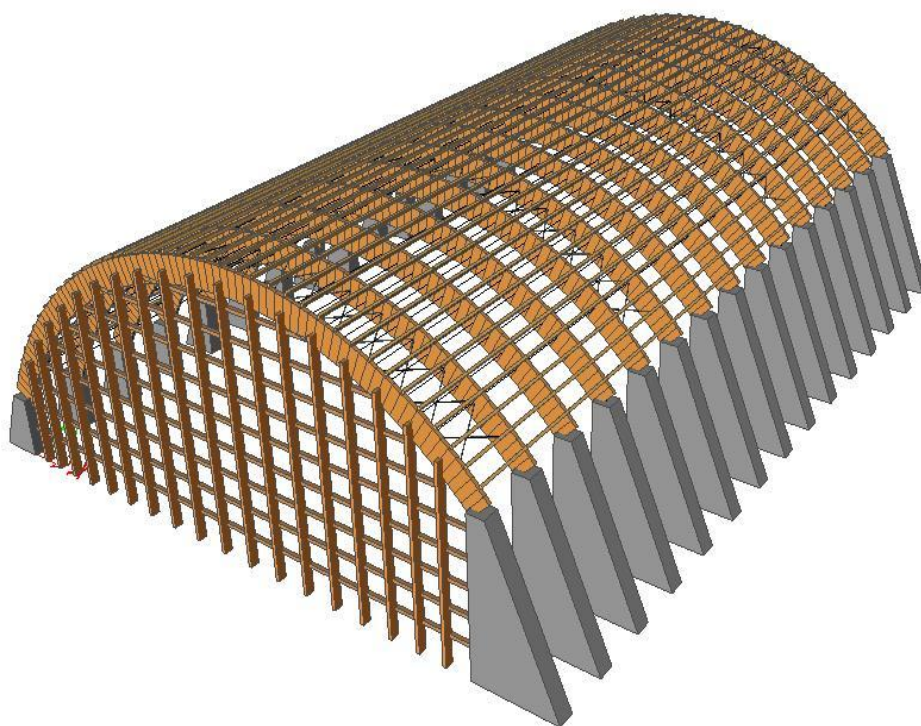
LENKA TROJANOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA

# STATICKÝ VÝPOČET

## NOSNÁ KONSTRUKCE AUTOSALONU



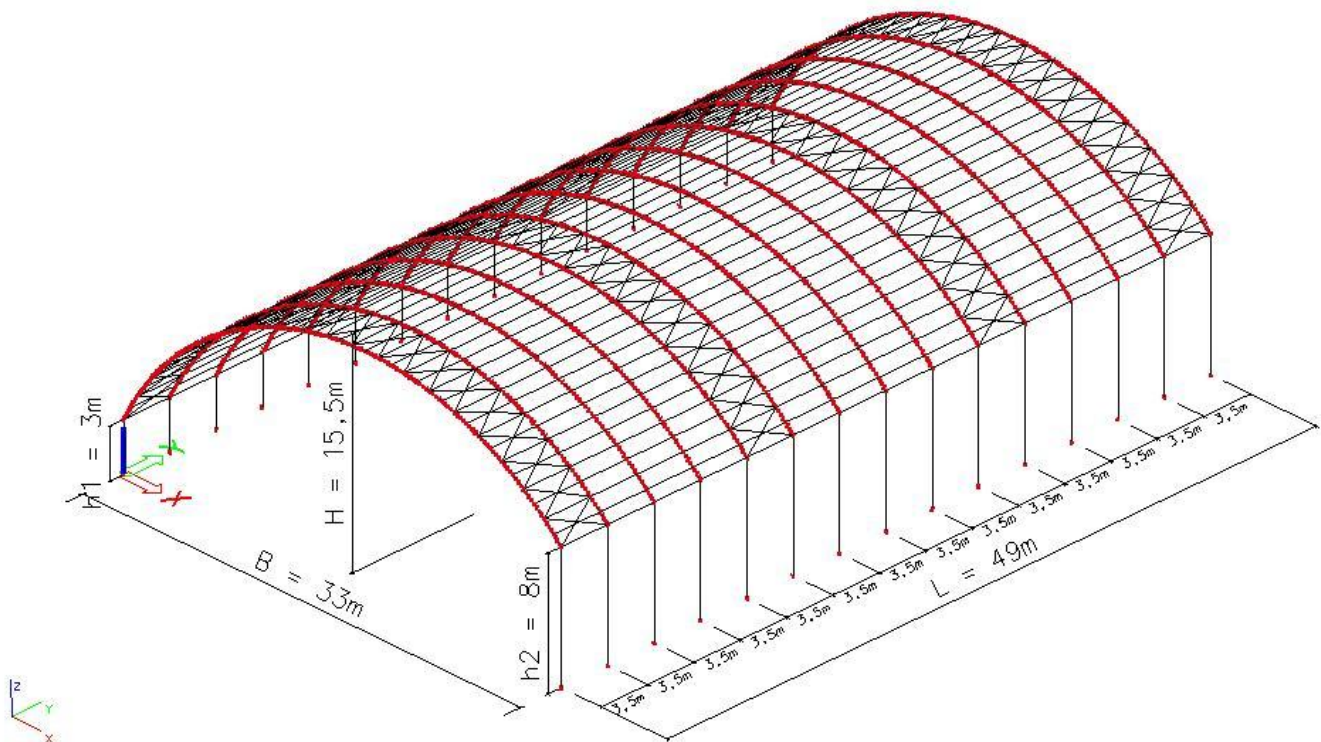
## **OBSAH:**

<b>NÁVRH ROZMĚRŮ KONSTRUKCE</b>	<b>2</b>
<b>1. VAZNÍK</b>	<b>3</b>
1.1 Statický model konstrukce	3
1.2 Zatížení	3
1.2.1 Zatížení stálá	3
1.2.2 Zatížení proměnná	4
1.3 Kombinace zatížení	16
1.3.1 Výpis zatěžovacích stavů	16
1.4 Průběh vnitřních sil na vazníku	18
1.5 Průřezové charakteristiky	19
1.6. Posouzení vazníku	20
1.6.1 MSÚ	20
1.6.2 MSP	23
<b>2. VAZNICE</b>	<b>24</b>
2.1 Průřezové charakteristiky	24
2.2 Vaznice č. 1	25
2.2.1 Zatížení	25
2.2.2 MSÚ – mezní stav únosnosti	25
2.2.3 MSP – mezní stav použitelnosti	27
2.3 Vaznice č. 7	28
2.3.1 Zatížení	28
2.3.2 MSÚ – mezní stav únosnosti	28
2.3.3 MSP – mezní stav použitelnosti	30
2.4 Vaznice č. 23	31
2.4.1 Zatížení	31
2.4.2 MSÚ – mezní stav únosnosti	31
2.4.3 MSP – mezní stav použitelnosti	33
2.5 Vaznice č. 39	34
2.5.1 Zatížení	34
2.5.2 MSÚ – mezní stav únosnosti	34
2.5.3 MSP – mezní stav použitelnosti	36
<b>3. SLOUPKY</b>	<b>43</b>
3.1 Zatížení	43
3.1.1 Vítr	43
3.2 Vnitřní síly na prutech	44
3.3 Průřezové charakteristiky	45
3.4 MSP	46
3.4.1 Posouzení na kombinaci tlaku a ohybu	46
3.4.2 Ověření příčné a torzní stability	47
3.5 MSÚ	48

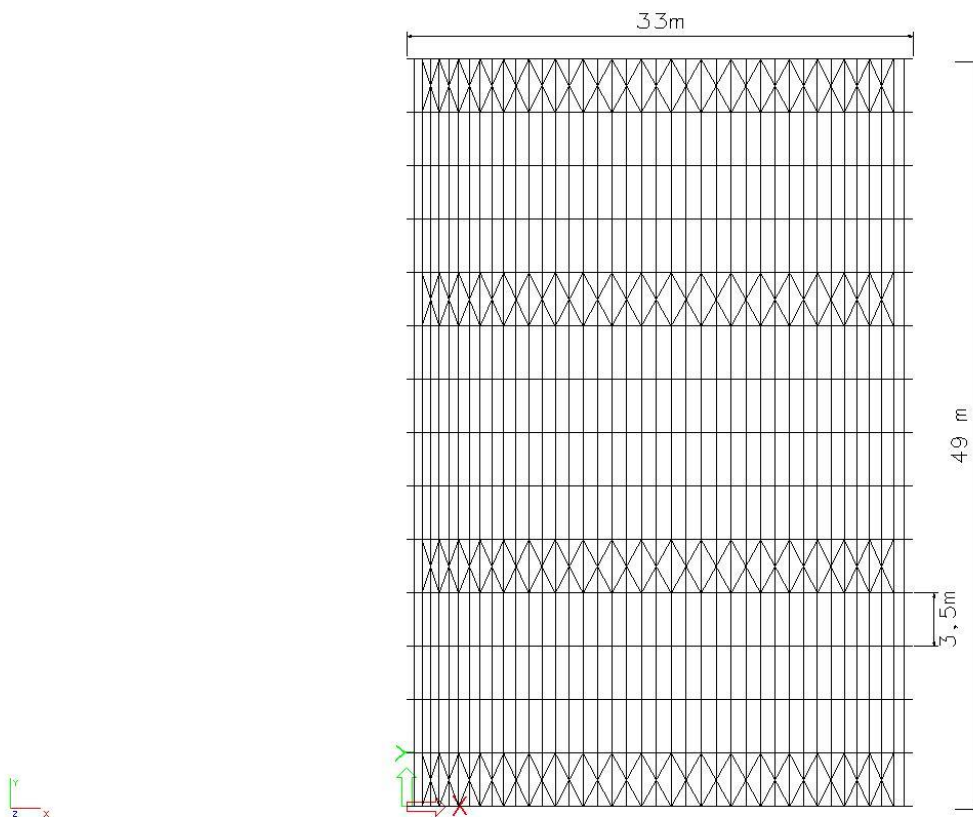
<b>4. PAŽDÍKY (PŘÍČKY)</b>	<b>49</b>
4.1 Průřezové charakteristiky	49
4.2 Zatížení	50
4.2.1 Posouzení na kombinaci tahu a ohybu	50
4.2.2 Posouzení na kombinaci tlaku a ohybu	50
4.2.3 Ověření příčné a torzní stability	50
<b>5. ZTUŽIDLO</b>	<b>51</b>
5.1 Zatížení	51
<b>6. SPOJE</b>	<b>53</b>
6.1 Tangenciální ložisko v patě	53
6.1.1 Napětí ve smyku	53
6.1.2 Posouzení únosnosti	53
6.1.3 Osová síla je přenesena pomocí ocel.desky	53
6.1.4 Posouzení únosnosti	53
6.1.5 Posouvající síla je přenesena pomocí bočních ocel.desek	54
6.1.6 Posouzení únosnosti	54
6.1.7 Pevnost dřeva v otláčení stěny otvoru	54
6.1.8 Návrhová hodnota únosností na stříhovou plochu svorní	55
6.1.9 Charakteristická únosnost kolíků pro stříh ocel – dřevo	55
6.2 Přípoj vaznice – vazník . var. 1	56
6.2.1 Hřebíky	56
6.2.2 Vruty	57
6.3 Ztužidlo	57
6.3.1 Minimální rozteče od krajů	58
6.3.2 Posouzení pro ½ vrutů namáhaných silou $N_{Ed}$	58
6.3.3 Posouzení na stříh	58
6.3.4 Posouzení na kombinaci namáhání	59
6.3.5 Posouzení svarů plechu	59
6.4 Montážní spoj vazníku	60
6.4.1 Schéma	60
6.4.2 Posouzení střednicového plechu vzdorující $v_{z,d}$	60
6.4.3 Pevnost v otláčení stěny otvoru s předvrtanými otvory	61
6.4.4 Rozhodující návrhová únosnost na stříhovou plochu	61
6.4.5 Posouzení krajních plechů vzdorující normálové síle $N_d$ a momentu $M_{y,d}$	61
6.5 Připojení vaznice – vazník – var. 2	62
6.5.1 Posouzení na stříh C24	62
6.5.2 Posouzení na stříh G24H	63
6.6 Připojení vaznice – sloupek	64
6.6.1 Pevnost dřeva v otláčení stěny otvoru	64
6.6.2 Namáhaných silou $V_z$	65
<b>7. ÚDAJE NA ZÁKLADY</b>	<b>65</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>66</b>

# NÁVRH ROZMĚRŮ KONSTRUKCE

Axonometrie



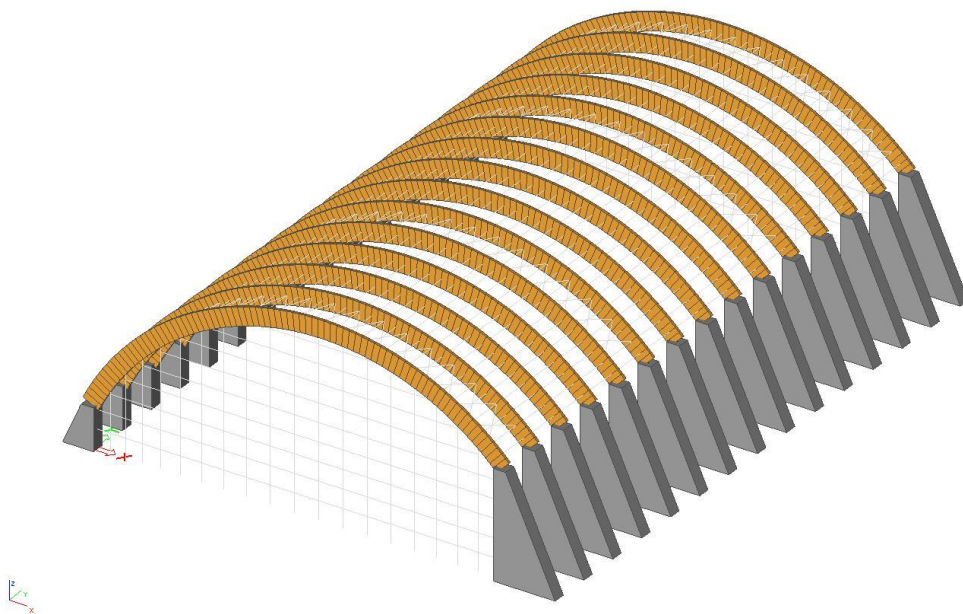
Půdorys



# 1. VAZNÍK

## 1.1 STATICKÝ MODEL KONSTRUKCE

Model je vytvořen pomocí statického programu SCIA ENGINEER 2011



## 1.2 ZATÍŽENÍ

Zatížení je počítáno pro celou konstrukci v charak. hodnotách ČSN EN 1991 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí“  
ČSN EN 1990 „Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí“

### 1.2.1 Zatížení stálá

Dle ČSN 1991-1-1  
(příznivá  $\gamma_G=1,0$ ; nepříznivá  $\gamma_G=1,35$ )

#### 1.2.1.1 Vlastní tíha konstrukce

##### **1.ZS - STÁLÉ**

$g_{0,k} = \text{SCIA}$

vl. tíha konstrukce je generována programem SCIA ENGINEER 2011

#### 1.2.1.2 Osvětlení + vzduchotechnika +požární zař. + ozvučení

(odhad)

##### **2.ZS – OSTATNÍ STÁLÉ**

$g_{2,k} = 0,1 \text{ kN/m}^2$

#### 1.2.1.3 Střešní plášť

##### **2.ZS – OSTATNÍ STÁLÉ**

$g_{1,k} = 0,577 \text{ kN/m}^2$

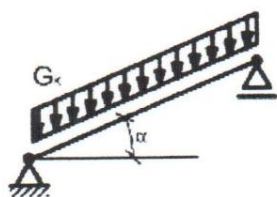
Přepočet

OSTATNÍ STÁLÉ

$$v = g_{2,k} * \Delta S * 3,5$$

$\Delta S = 1\text{m}$  (vzd.vaznic)

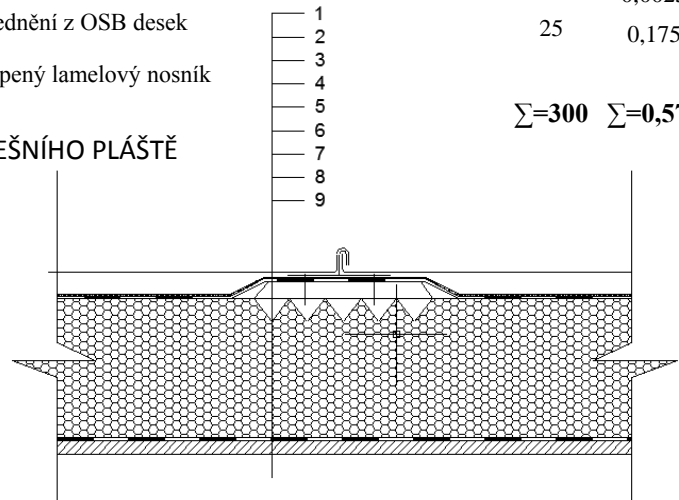
V rovině střechy



	tl [mm]	qk [kN/m <sup>2</sup> ]
1-Plechová krytina titan - zinek	0,6	0,043
2-Separační vrstva	0,3	0,0015
3Podkladní asfaltový modifikovaný hydroizolační pás - celoplošně natavený	5	0,0025
4-Kotevní plech ( 150x150 mm)		
5-Lepidlo PC 500 - cca 4kg/m <sup>2</sup>		0,04
6-Tep.izolace FOAMGLAS T4 READY BLOCK	260	0,312
7-Nahřebíkový podkladní asfaltový pás s vložkou ze skelné tkaniny	5	0,0025
8-Dřevěná konstrukce - bednění z OSB desek	25	0,175
9-Dřevěná konstrukce - lepený lamelový nosník		

$\Sigma=300$   $\Sigma=0,577$

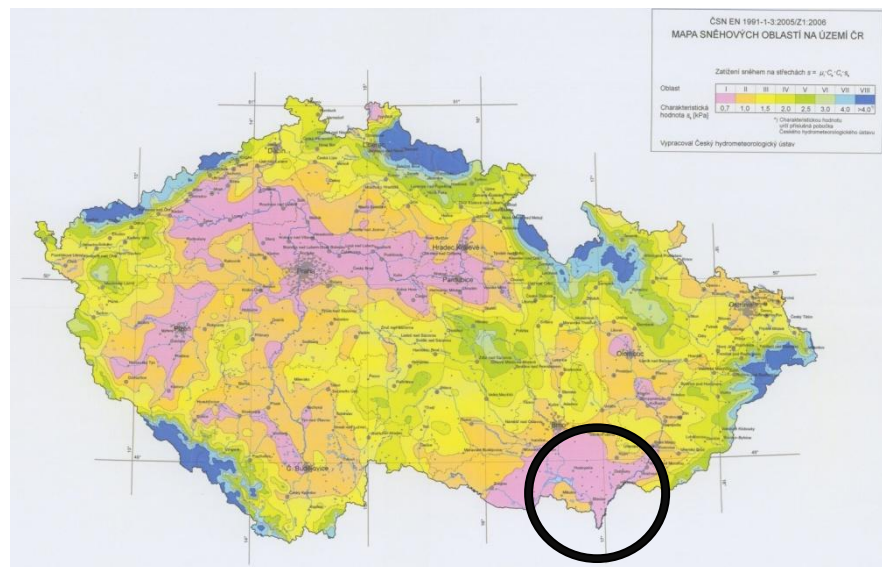
### SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ



## 1.2.2 Zatížení proměnná

### 1.2.2.1 Snih

Dle ČSN 1991-1-3



Lokalita – BRNO

Sněhová oblast – I

charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi **S<sub>k</sub>=0,7**

Typ krajiny – OTEVŘENÁ

Součinitel okolního prostředí **c<sub>e</sub>=0,8**

Tepelný součinitel **c<sub>t</sub> = 1,0**

charakteristické zatížení

$$s = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$
$$s = \mu_i \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,7$$
$$s = \mu_i \cdot 0,56$$

Uvažujeme - 2 případy zatížení sněhem na střechu

$$H1 = 15,5 - 8 = 7,5\text{m}$$
$$H2 = 15,5 - 3 = 12,5\text{m}$$

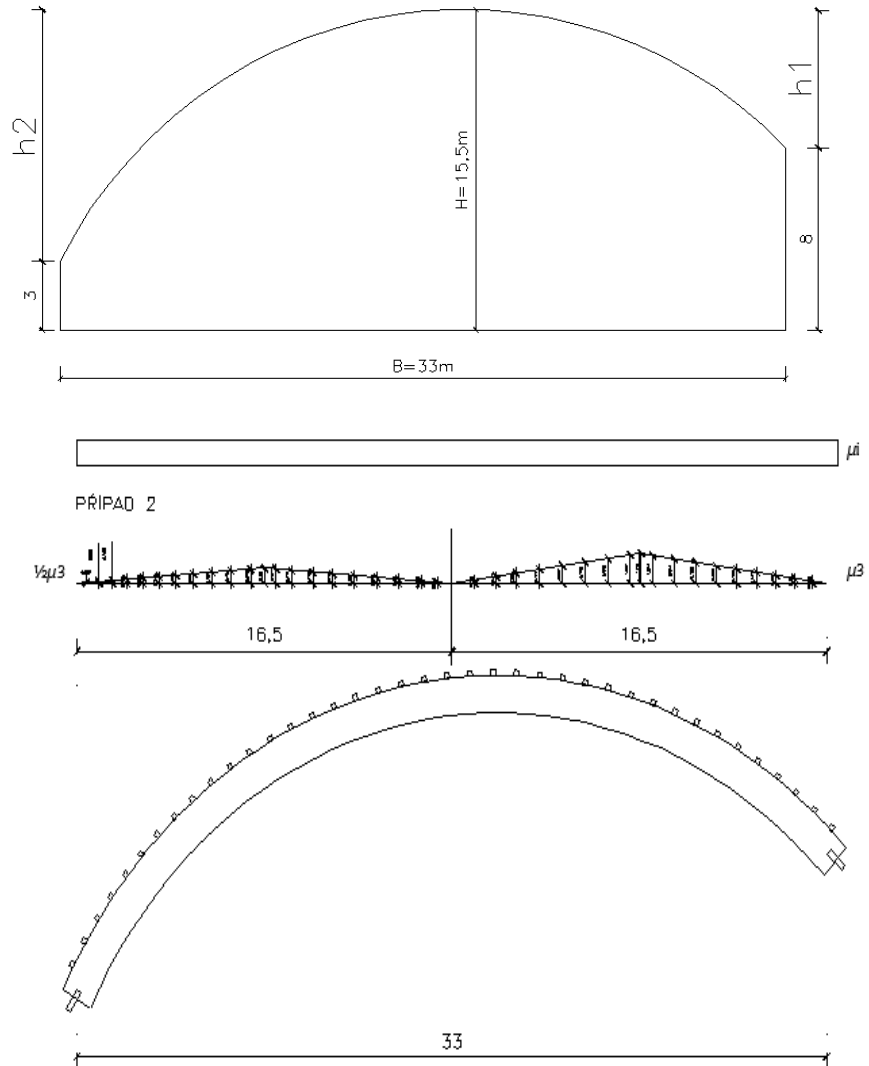
$$\mu_i = 0,8$$

$$\mu_{32} = 0,2 + 10 \cdot \frac{H1}{B} =$$
$$0,2 + 10 \cdot \frac{7,5}{33}$$
$$= 3,98 > 2,0$$

$$\mu_3 = 2$$

$$\mu_{31} = 0,2 + 10 \cdot \frac{H2}{B} =$$
$$0,2 + 10 \cdot \frac{12,5}{33}$$
$$= 3,47 > 2,0$$

$$\mu_3 = 2$$

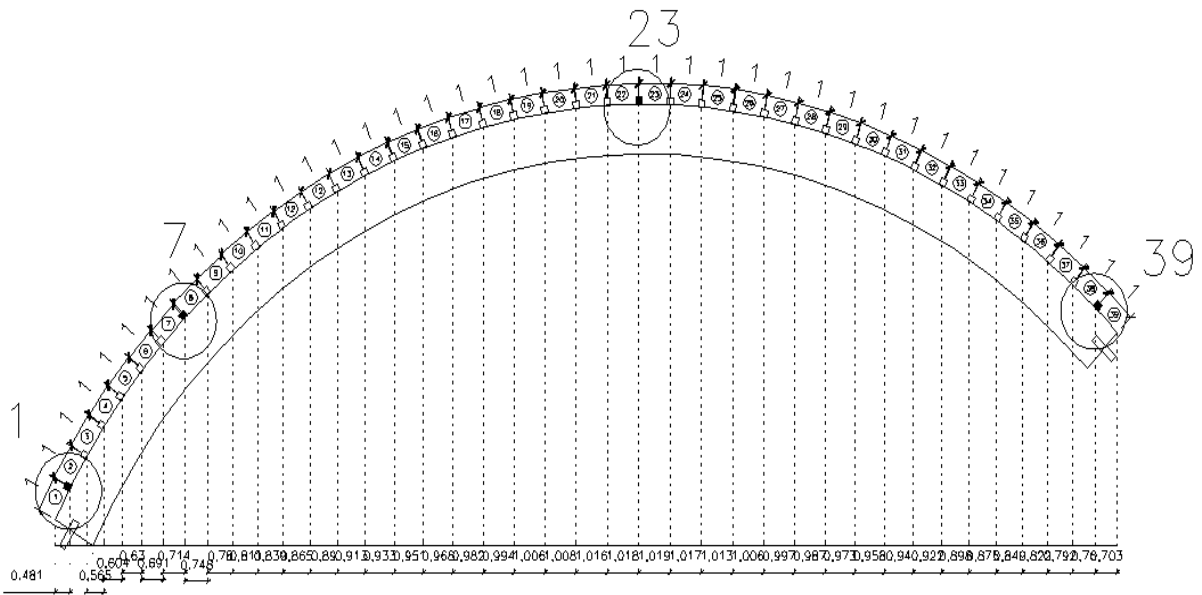


Uvažujeme všude NÁVĚJE – jediný úhel  $> 60^\circ$  (pro  $\alpha > 60^\circ = 0$ )

1. PŘÍPAD -  $s_{1k} = 0,56 \cdot \mu_i = 0,56 \cdot 0,8 = 0,448 \text{ kN/m}^2$
2. PŘÍPAD -  $s_{2k} = 0,56 \cdot \mu_3 = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ kN/m}^2$   
 $s_{2k/2} = 0,56 \cdot \mu_{3/2} = 0,56 \cdot 1 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Přepočítání zatížení pro zadání do SCIA ENGINEERING 2011 – 2D model

- NAVÁTÝ - zatížení na dílčí konstantní části
- NENAVÁTÝ - přepočítání zatížení na sílu do vaznic



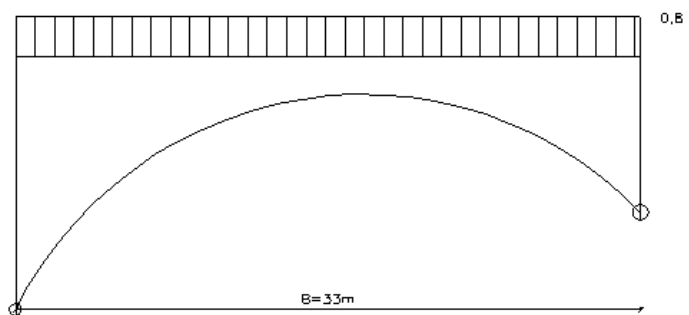
**3.ZS - SNÍH - NENAVÁTÝ - CELÝ**  $s_{1k} = 0,448 \text{ kN/m}^2$   
**4.ZS - SNÍH - NENAVÁTÝ - POLOVIČNÍ (L+P)**  $s_{1k/2} = 0,224 \text{ kN/m}^2$

**$F = s_{1k} * \Delta X * 3,5$**   $F_v = \varnothing \cos \alpha_i * F$   
 $Z\check{S} = 3,5\text{m}$   
 $\Delta s = (x_n + x_{n+1})/2$

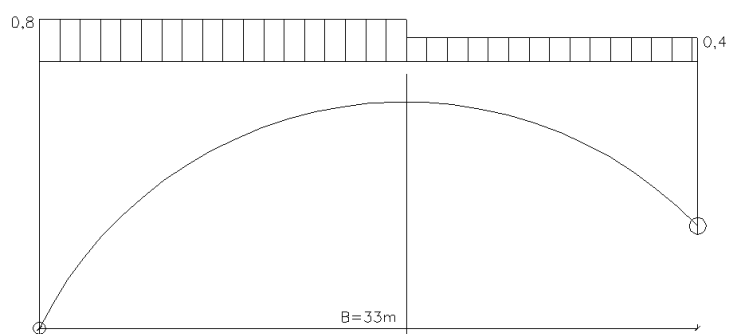
				SVISLÉ SÍLY V OSE VAZNICE		PŘEPOČET POMOCÍ ÚHLU NOSNÍKU $\alpha$ [°]			SVISLÉ V ROVINĚ STŘECHY V OSE VAZNICE	
ČÍSLO NOSNÍ KU	PŮD. DÉLKA nos. X [m]	číslo VAZNI CE	$\Delta X$ [m]	F [kN]	F/2 [kN]	$\alpha$	$\sin \alpha_i$	$\cos \alpha_i$	$F_v$ [kN]	$F_v/2$ [kN]
<b>1</b>	<b>0,481</b>	<b>1</b>	<b>0,502</b>	<b>0,787</b>	<b>0,394</b>	<b>63</b>	<b>0,891</b>	<b>0,454</b>	<b>0,375</b>	<b>0,188</b>
2	0,523	2	0,544	0,885	0,442	60	0,866	0,500	0,462	0,231
3	0,565	3	0,585	0,942	0,471	57	0,839	0,545	0,533	0,267
4	0,604	4	0,617	1,002	0,501	54	0,809	0,588	0,603	0,301
5	0,630	5	0,661	1,069	0,534	52	0,788	0,616	0,679	0,340
6	0,691	6	0,703	1,124	0,562	49	0,755	0,656	0,752	0,376
<b>7</b>	<b>0,714</b>	<b>7</b>	<b>0,731</b>	<b>1,172</b>	<b>0,586</b>	<b>47</b>	<b>0,731</b>	<b>0,682</b>	<b>0,821</b>	<b>0,411</b>
8	0,748	8	0,764	1,223	0,611	44	0,695	0,719	0,901	0,451

9	0,780	9	0,796	1,270	0,635	41	0,656	0,755	0,980	0,490
10	0,811	10	0,825	1,327	0,663	38	0,616	0,788	1,059	0,530
11	0,839	11	0,867	1,379	0,690	36	0,588	0,809	1,136	0,568
12	0,895	12	0,893	1,406	0,703	33	0,545	0,839	1,199	0,599
13	0,890	13	0,902	1,430	0,715	30	0,500	0,866	1,257	0,628
14	0,913	14	0,923	1,462	0,731	27	0,454	0,891	1,314	0,657
15	0,933	15	0,942	1,491	0,745	25	0,423	0,906	1,367	0,683
16	0,951	16	0,960	1,517	0,758	22	0,375	0,927	1,420	0,710
17	0,968	17	0,975	1,539	0,769	19	0,326	0,946	1,467	0,734
18	0,982	18	0,988	1,559	0,779	16	0,276	0,961	1,505	0,753
19	0,994	19	1,000	1,577	0,788	14	0,242	0,970	1,539	0,769
20	1,006	20	1,011	1,590	0,795	11	0,191	0,982	1,568	0,784
21	1,016	21	1,017	1,596	0,798	8	0,139	0,990	1,585	0,793
22	1,018	22	1,019	1,597	0,798	5	0,087	0,996	1,592	0,796
<b>23</b>	<b>1,019</b>	<b>23</b>	<b>1,018</b>	<b>1,594</b>	<b>0,797</b>	<b>3</b>	<b>0,052</b>	<b>0,999</b>	<b>1,593</b>	<b>0,796</b>
24	1,017	24	1,015	1,587	0,794	0	0,000	1,000	1,586	0,793
25	1,013	25	1,010	1,577	0,788	3	0,052	0,999	1,573	0,786
26	1,006	26	1,002	1,563	0,781	5	0,087	0,996	1,554	0,777
27	0,997	27	0,992	1,546	0,773	7	0,122	0,993	1,529	0,764
28	0,987	28	0,980	1,525	0,763	10	0,174	0,985	1,494	0,747
29	0,973	29	0,966	1,501	0,750	13	0,225	0,974	1,456	0,728
30	0,958	30	0,949	1,474	0,737	15	0,259	0,966	1,413	0,706
31	0,940	31	0,931	1,443	0,722	18	0,309	0,951	1,360	0,680
32	0,922	32	0,910	1,408	0,704	21	0,358	0,934	1,301	0,650
33	0,898	33	0,887	1,371	0,685	24	0,407	0,914	1,242	0,621
34	0,875	34	0,862	1,331	0,665	26	0,438	0,899	1,180	0,590
35	0,849	35	0,836	1,288	0,644	29	0,485	0,875	1,109	0,555
36	0,822	36	0,807	1,241	0,621	32	0,530	0,848	1,035	0,517
37	0,792	37	0,776	1,182	0,591	35	0,574	0,819	0,956	0,478
38	0,760	38	0,732	1,117	0,559	37	0,602	0,799	0,874	
<b>39</b>	<b>0,703</b>	<b>39</b>	<b>0,694</b>	<b>1,081</b>	<b>0,540</b>	<b>40</b>	<b>0,643</b>	<b>0,766</b>	<b>0,809</b>	<b>0,404</b>
<b>40</b>	0,684		0,684		0,000	43	0,682	0,731	0,000	0,000

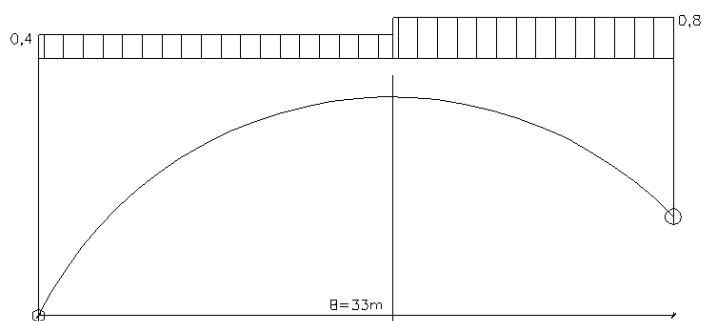
3.ZS - SNÍH - NENAVÁTÝ  
CELÝ



4.ZS.L. SNÍH -  
NENAVÁTÝ  
P - POLOVIČNÍ - V - PLNÝ



4.ZS.P. SNÍH -  
NENAVÁTÝ  
L - POLOVIČNÍ - P - PLNÝ



**5.ZS.P- SNÍH - NAVÁTÝ - CELÝ**  
**5.ZS.P- SNÍH - NAVÁTÝ - POLOVIČNÍ**

$$F_v = 3,5 * \text{Nové } s_{\eta 3,k} * \Delta X * \cos \alpha$$

$$Z.Š. = 3,5\text{m}$$

Nové  $s_{\eta 3,k}$  = odečteno z AutoCAD

**PŘEPOČET  $S_{\eta 3,k}$  na kolmou sílu  $F$**

číslo VAZNICE	NOVÉ $S_{\eta 3,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	PŮDORYSNÁ DÉLKA [m]	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA VAZNICE $\Delta X$ [m]	$\alpha$	$\cos \alpha_i$	SVISLÁ $F_v$ [kN]
<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,481</b>	<b>0,502</b>	<b>63</b>	<b>0,477</b>	<b>0,000</b>
2	0,053	0,523	0,544	60	0,522	0,053
3	0,130	0,565	0,585	57	0,566	0,151
4	0,212	0,604	0,617	54	0,602	0,276
5	0,298	0,630	0,661	52	0,636	0,438
6	0,392	0,691	0,703	49	0,669	0,645
<b>7</b>	<b>0,489</b>	<b>0,714</b>	<b>0,731</b>	<b>47</b>	<b>0,701</b>	<b>0,877</b>
8	0,590	0,748	0,764	44	0,737	1,163
9	0,696	0,780	0,796	41	0,772	1,495
10	0,806	0,811	0,825	38	0,799	1,859
11	0,919	0,839	0,867	36	0,824	2,298
12	1,038	0,895	0,893	33	0,853	2,765
13	1,081	0,890	0,902	30	0,879	2,997
14	0,958	0,913	0,923	27	0,899	2,782
15	0,831	0,933	0,942	25	0,917	2,513
16	0,702	0,951	0,960	22	0,937	2,208
17	0,570	0,968	0,975	19	0,954	1,855
18	0,437	0,982	0,988	16	0,966	1,460
19	0,302	0,994	1,000	14	0,976	1,032
20	0,166	1,006	1,011	11	0,986	0,579
21	0,028	1,016	1,017	8	0,994	0,099
22	0,055	1,018	1,019	5	0,998	0,19P
<b>23</b>	<b>0,124</b>	<b>1,019</b>	<b>1,018</b>	<b>3</b>	<b>1,000</b>	<b>0,442</b>
24	0,193	1,017	1,015	0	1,000	0,685
25	0,262	1,013	1,010	3	0,998	0,923
26	0,331	1,006	1,002	5	0,995	1,154
27	0,399	0,997	0,992	7	0,989	1,370
28	0,467	0,987	0,980	10	0,980	1,570
29	0,534	0,973	0,966	13	0,970	1,751
30	0,520	0,958	0,949	15	0,959	1,656
31	0,455	0,940	0,931	18	0,943	1,398
32	0,391	0,922	0,910	21	0,924	1,151
33	0,329	0,898	0,887	24	0,906	0,925

34	0,268	0,875	0,862	26	0,887	0,717
35	0,209	0,849	0,836	29	0,862	0,527
36	0,150	0,822	0,807	32	0,834	0,353
37	0,095	0,792	0,776	35	0,809	0,209
38	0,041	0,760	0,732	37	0,783	0,082
<b>39</b>	<b>0,000</b>	<b>0,703</b>	<b>0,694</b>	<b>40</b>	<b>0,749</b>	<b>0,000</b>
40	0,000	0,684	0,684	43	0,731	0,000

**5.ZS.L- SNÍH - NAVÁTÝ - CELÝ**  
**5.ZS.L- SNÍH - NAVÁTÝ - POLOVIČNÍ**

$$F_v = 3,5 * \text{Nové } s_{\eta 3,k} * \Delta X * \cos \alpha$$

$$Z.Š. = 3,5\text{m}$$

Nové  $s_{\eta 3,k}$  = odečteno z AutoCAD

**PŘEPOČET  $s_{\eta 3,k}$  na kolmou sílu  $F$**

číslo VAZNICE	NOVÉ $s_{\eta 3,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	PŮDORYSNÁ DÉLKA [m]	ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA VAZNICE X [m]	$\alpha$	$\cos \alpha_i$	SVISLÁ $F_v$ [kN]
<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,481</b>	<b>0,502</b>	<b>63</b>	<b>0,477</b>	<b>0,000</b>
2	0,002	0,523	0,544	60	0,522	0,002
3	0,065	0,565	0,585	57	0,566	0,075
4	0,106	0,604	0,617	54	0,602	0,138
5	0,149	0,630	0,661	52	0,636	0,219
6	0,196	0,691	0,703	49	0,669	0,322
<b>7</b>	<b>0,244</b>	<b>0,714</b>	<b>0,731</b>	<b>47</b>	<b>0,701</b>	<b>0,438</b>
8	0,295	0,748	0,764	44	0,737	0,582
9	0,348	0,780	0,796	41	0,772	0,748
10	0,403	0,811	0,825	38	0,799	0,929
11	0,460	0,839	0,867	36	0,824	1,150
12	0,519	0,895	0,893	33	0,853	1,382
13	0,541	0,890	0,902	30	0,879	1,500
14	0,477	0,913	0,923	27	0,899	1,385
15	0,415	0,933	0,942	25	0,917	1,255
16	0,351	0,951	0,960	22	0,937	1,104
17	0,284	0,968	0,975	19	0,954	0,924
18	0,219	0,982	0,988	16	0,966	0,731
19	0,150	0,994	1,000	14	0,976	0,513
20	0,082	1,006	1,011	11	0,986	0,286
21	0,014	1,016	1,017	8	0,994	0,050
22	0,109	1,018	1,019	5	0,998	0,388
<b>23</b>	<b>0,247</b>	<b>1,019</b>	<b>1,018</b>	<b>3</b>	<b>1,000</b>	<b>0,880</b>
24	0,386	1,017	1,015	0	1,000	1,371
25	0,524	1,013	1,010	3	0,998	1,847
26	0,661	1,006	1,002	5	0,995	2,304
27	0,798	0,997	0,992	7	0,989	2,740
28	0,933	0,987	0,980	10	0,980	3,136

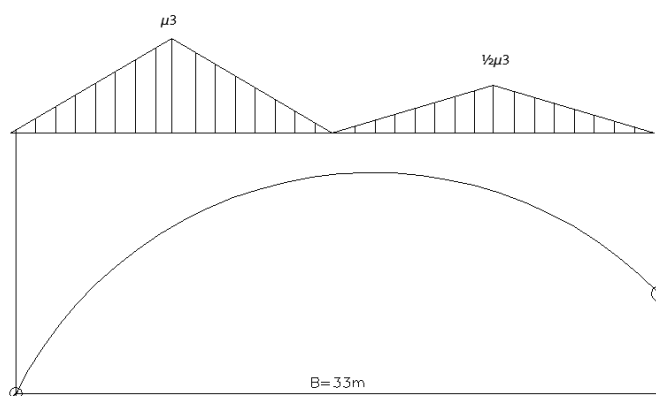
5.ZS.L-SNÍH-NAVÁTÝ-poloviční

NAVÁTÝ-

29	1,067	0,973	0,966	13	0,970	3,499
30	1,041	0,958	0,949	15	0,959	3,315
31	0,911	0,940	0,931	18	0,943	2,798
32	0,783	0,922	0,910	21	0,924	2,304
33	0,658	0,898	0,887	24	0,906	1,850
34	0,536	0,875	0,862	26	0,887	1,434
35	0,417	0,849	0,836	29	0,862	1,051
36	0,302	0,822	0,807	32	0,834	0,711
37	0,190	0,792	0,776	35	0,809	0,417
38	0,083	0,760	0,732	37	0,783	0,166
<b>39</b>	<b>0,000</b>	<b>0,703</b>	<b>0,694</b>	<b>40</b>	<b>0,749</b>	<b>0,000</b>

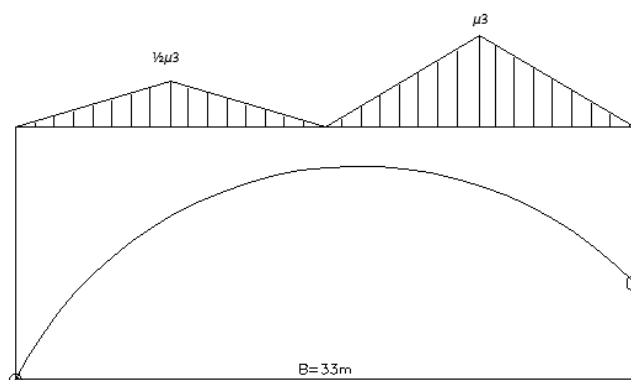
5.ZS.L.  
SNÍH-NAVÁTÝ

P – POLOVIČNÍ-L-PLNÝ

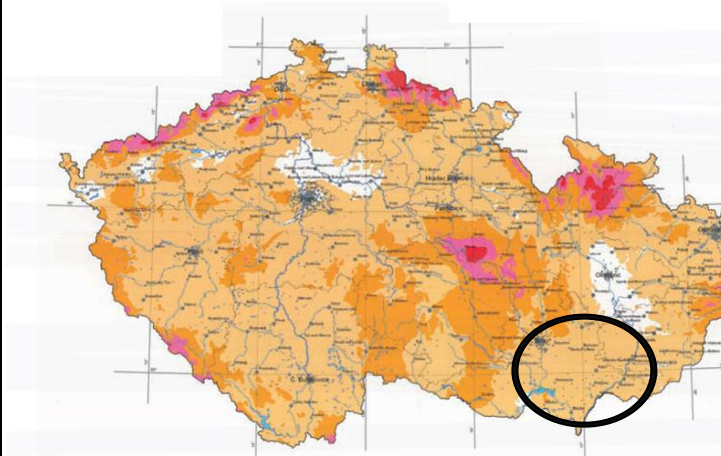


5.ZS. P.  
SNÍH - NAVÁTÝ

L – POLOVIČNÍ P-PLNÝ



### 1.2.2.2 Vítr



Stavba se nachází ve větrové oblasti II. - BRNO  
Vypočteno dle ČSN EN 1991-1-4

BRNO - větrová oblast II.

výchozí základní rychlost větru

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

součinitel směru větru a součinitel ročního období

$$c_{dir} = c_{season} = 1,0$$

základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25$$

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

součinitel orografie

$$c_o(z) = 1,0$$

střední rychlost větru  $v_m(z)$  ve výšce „z“ nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 25$$

součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} =$$

$$= 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,3}\right)^{0,07}$$

$$k_r = 0,19$$

součinitel drsnosti terénu

pro  $z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 15,5 \leq 200$  počítáme  $c_r(z)$ :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln \frac{z}{z_0} = 0,19 \cdot \ln \frac{15,5}{0,3}$$

$$c_r(z) = 0,75$$

parametr drsnosti terénu  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

-  $z_{0,II} = 0,3$  pro kategorii terénu III.

Maximální dynamický tlak  
součinitel expozice x základní  
dynamický tlak větru

Maximální dynamický tlak

součinitel turbulence

$$k_1 = 1,0$$

měrná hmotnost

vzduchu pro danou oblast  
 $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

$$q_p(z) = \left[ [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \right] =$$

$$= [1 + 7 \cdot 0,25] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18,75^2$$

Intenzita turbulence ve výšce

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_o(z) \cdot \ln \frac{z}{z_0}} = \frac{1}{1,0 \cdot \ln \frac{15,5}{0,3}}$$

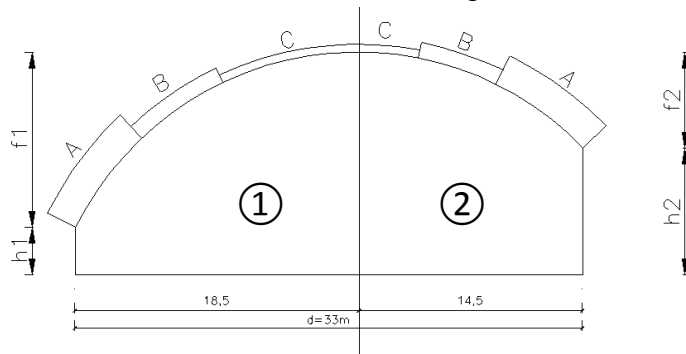
$$I_v(z) = 0,25$$

$$q_p(z) = 0,604 \text{ kN/m}$$

## PŘÍČNÝ VÍTR

Stanovení zatížení větrem na střešní plášť – viz.GRAF

$$\begin{aligned} h_1 &= 3\text{m} \\ h_2 &= 8\text{m} \\ h &= 15,5\text{m} \\ d &= 33\text{m} \\ f_1 &= h - h_1 = 15,5 - 3 = 12,5\text{m} \\ f_2 &= h - h_2 = 15,5 - 8 = 7,5\text{m} \end{aligned}$$

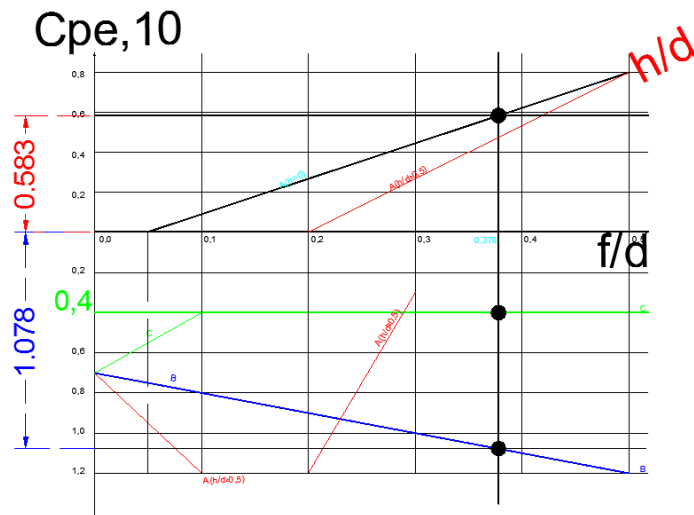


$$\text{tlak větru: } w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10}$$

pro  $A \leq 10\text{m}^2$   $c_{pe,10} = c_{pe}$  pro  $0 < h/d < 0,5$  se  $c_{pe,10}$  získá lineární interpolací

$$\textcircled{1} \quad \frac{f_1}{d} = \frac{12,5}{33} = 0,378$$

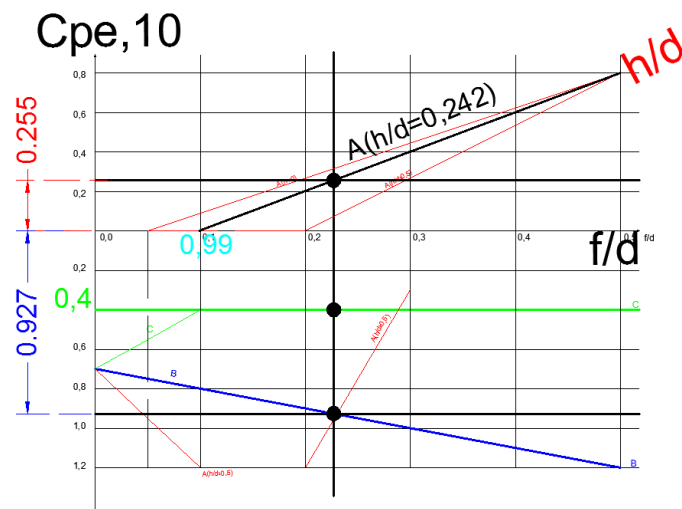
$$\frac{h_1}{d} = \frac{3}{33} = 0,09$$



pro  $0,2 \leq f/d \leq 0,3$  a  $h/d \geq 0,5$  musí být uváženy dvě hodnoty  $c_{pe,10}$

$$\textcircled{2} \quad \frac{f_1}{d} = \frac{7,5}{33} = 0,227$$

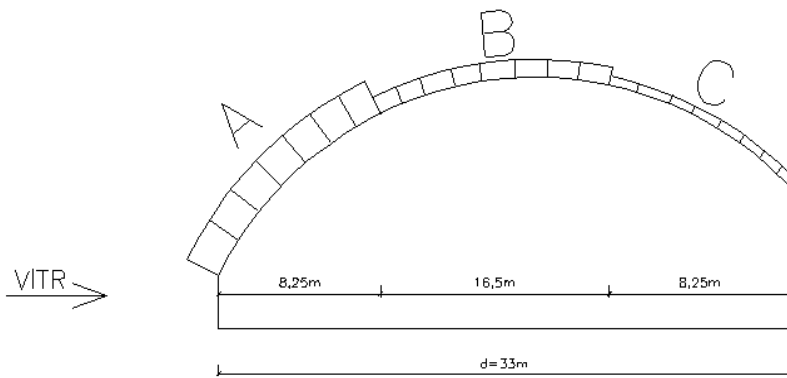
$$\frac{h_2}{d} = \frac{8}{33} = 0,242$$



6.ZS. - ①  
PŘÍČNÝ VÍTR

$A=C=33/4=8,25\text{m}$

$B=33/2=16,5\text{m}$

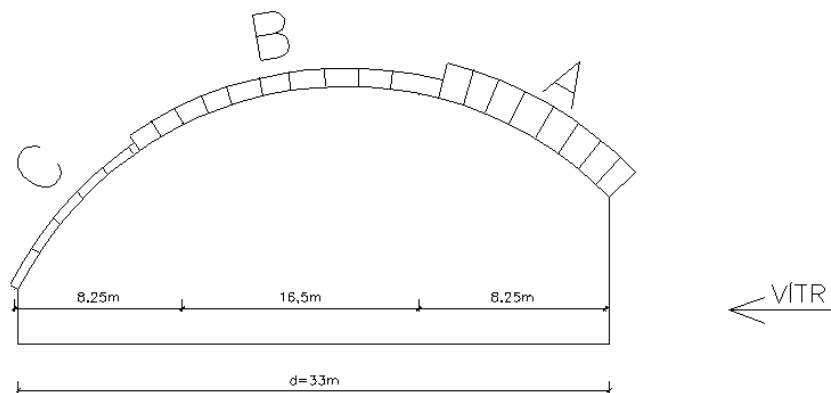


OBLAST	VÍTR - PŘÍČNÝ - PŘÍPAD 1 $F_w=we*1,0*3,5$ v.v. = 1,0m z.š. = 3,5m		
	$C_{pe,10}$	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ] ]	$F_w$ [kN]
A	0,255	0,154	<b>0,539</b>
B	-0,927	-0,560	<b>-1,960</b>
C	-0,4	-0,242	<b>-0,846</b>

7.ZS - ②  
PŘÍČNÝ VÍTR

$A=C=33/4=8,25\text{m}$

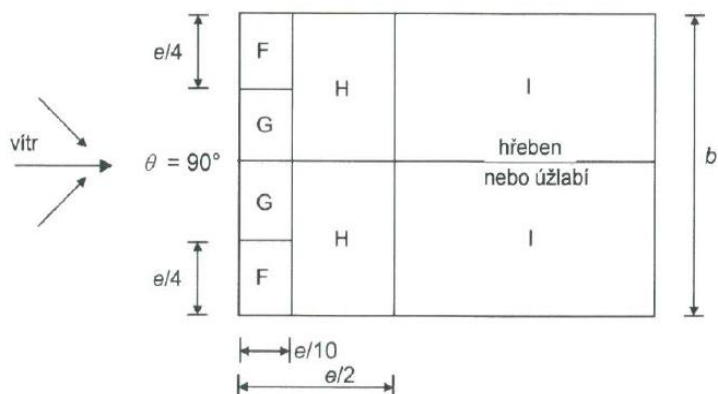
$B=33/2=16,5\text{m}$



OBLAST	VÍTR - PŘÍČNÝ - PŘÍPAD 2 $F_w=we*1,0*3,5$ v.v. = 1,0m z.š. = 3,5m		
	$C_{pe,10}$	$W_{e,k}$ [kN/ m <sup>2</sup> ]	$F_w$ [kN]
A	0,583	0,352	<b>1,232</b>
B	-1,078	-0,651	<b>-2,279</b>
C	-0,4	-0,242	<b>-0,846</b>

## PODÉLNÝ VÍTR

Pro směr větru rovnoběžný se směrem podélné osy klenbové střechy nejsou v Eurokódu uvedeny pokyny pro stanovení zatížení → členění sedlové střechy se sklonem  $\alpha > 0$  pro směr  $\theta = 90^\circ$



c) Směr větru  $\theta = 90^\circ$

$$\begin{aligned} h &= 15,5\text{m} \\ b &= 33\text{m} \\ d &= 49\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h/d &= 15,5/49 = 0,32 \\ e &= \min(b; 2h) = 31\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{oblast F} = e/4 = 31/4 = 7,75\text{m}$$

$$e/10 = 31/10 = 3,1\text{m}$$

$$\text{oblast G} = b - e/2 = 33 - 31/2 = 17,5\text{m}$$

$$\text{oblast H} = e/2 = 30/2 = 15,0\text{m}$$

$$\text{oblast I} = d - e/2 = 49 - 15 = 34,0\text{m}$$

## 8.ZS

### PODÉLNÝ VÍTR

#### HORŠÍ VARIANTA

$$\alpha = 44^\circ (62^\circ)$$

OBLAST	VÍTR -PODÉLNÝ - ZPRAVA $F_w = w_e * 1,0 * 3,5$ v.v. = 1,0m z.š. = 3,5m		
	$C_{pe,10}$	$W_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$F_w$ [kN]
F	-1,1	-0,664	<b>-2,325</b>
G	-1,4	-0,846	<b>-2,960</b>
H	-0,9	-0,544	<b>-1,903</b>
I	-0,5	-0,302	<b>-1,057</b>

## 1.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

### 1.3.1 Výpis zatěžovacích stavů

**1.ZS - Stálé**

**2.ZS - Ostatní stálé**

**3.ZS - SNÍH – NENAVÁTÝ - CELÝ**

**4.ZS.L - SNÍH – NENAVÁTÝ - P- POLOVIČNÍ – V - PLNÝ**

**4.ZS.P - SNÍH - NENAVÁTÝ - L - POLOVIČNÍ – P - PLNÝ**

**5.ZS.L - SNÍH-NAVÁTÝ - P – POLOVIČNÍ–L-PLNÝ**

**5.ZS.P - SNÍH – NAVÁTÝ - L – POLOVIČNÍ P- PLNÝ**

**6.ZS - PŘÍČNÝ VÍTR – PŘÍPAD 1**

**7.ZS - PŘÍČNÝ VÍTR – PŘÍPAD 2**

**8.ZS - PODÉLNÝ VÍTR**

### 1.3.2 Pravidla pro sestavování kombinací pro mezní stav únosnosti (MSÚ)

Typ STR/GEO  
Varianta B

Rovnice 6.10.:

KOMBINACE PŘÍZNIVÁ:

$$\sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

KOMBINACE NEPŘÍZNIVÁ

$$\sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Součinitel spolehlivosti:

$\gamma_{G,sup} = 1,35$  stálé zatížení nepříznivé

$\gamma_{G,inf} = 1,00$  stálé zatížení příznivé

$\gamma_{Q,i} = 1,5$  proměnné zatížení

Kombinace provedené programem SCIA ENGINEER 2011

## MSÚ

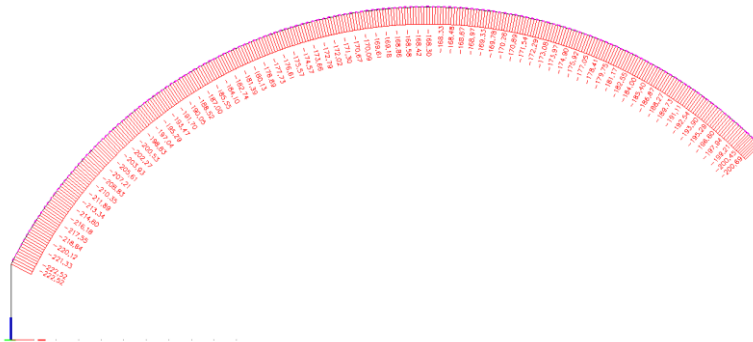
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
*Studentská verze* MSÚ	*Studentská verze* EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	*Studentská verze* 1.ZS - VL.TIHA 2.ZS - OS.STALE 3.ZS - SNIH_NENAVATY-PLNY 4.ZS.L - SNIH_NENAVATY-VLEVO 4.ZS.P - SNIH_NENAVATY-VPRAVO 5.ZS.P - SNIH_NAVATY-VPRAVO 5.ZS.L - SNIH_NAVATY-VLEVO 6.ZS - VÍTR-PŘÍČNÝ_případ1 7.ZS - VÍTR-PŘÍČNÝ_případ2 8.ZS - VÍTR-PODÉLNÝ	*Studentská verze* 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

## MSP

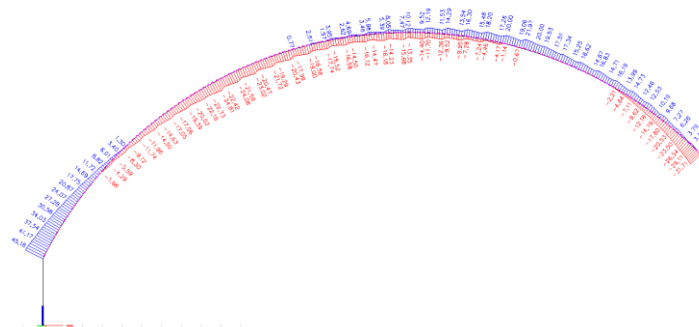
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
*Studentská verze* MSÚ	*Studentská verze* EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	*Studentská verze* 1.ZS - VL.TIHA 2.ZS - OS.STALE 3.ZS - SNIH_NENAVATY-PLNY 4.ZS.L - SNIH_NENAVATY-VLEVO 4.ZS.P - SNIH_NENAVATY-VPRAVO 5.ZS.P - SNIH_NAVATY-VPRAVO 5.ZS.L - SNIH_NAVATY-VLEVO 6.ZS - VÍTR-PŘÍČNÝ_případ1 7.ZS - VÍTR-PŘÍČNÝ_případ2 8.ZS - VÍTR-PODÉLNÝ	*Studentská verze* 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

## 1.4 PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL NA VAZNÍKU

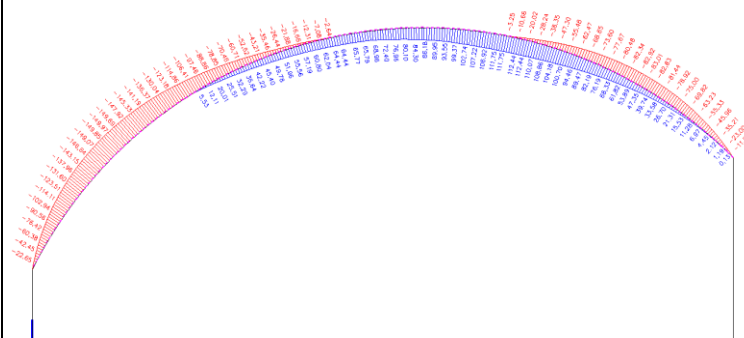
**N**

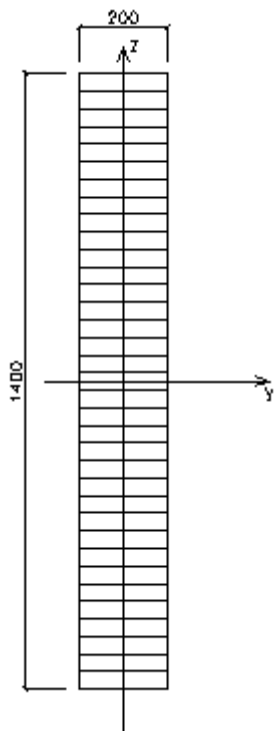


**Vz**



**My**





Lepené lamelové dřevo  
**GL 24h**

Dílčí součinitel zatížení  
 $\gamma_M = 1,25$

Třída vlhkosti I  
 $k_{mod} = 0,9$   
Součinitel k redistribuci napětí

Obdélníkový průřez  
 $k_m = 0,7$

## 1.5 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Šířka profilu	b	200 mm
Výška profilu	h	1400 mm
Plocha průřezu	A	280000 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>y</sub>	280000 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>z</sub>	280000 mm <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti k ose y	I <sub>y</sub>	4,57E+10 mm <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti k ose z	I <sub>z</sub>	9,33E+08 mm <sup>4</sup>
Poloměr setrvačnosti k ose y	i <sub>y</sub>	404,145 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i <sub>z</sub>	57,7 mm
Hmotnost průřezu	G	140 kg/m
Průřezový modul k ose y	W <sub>y</sub>	6,53E+10 mm <sup>3</sup>
Průřezový modul k ose z	W <sub>z</sub>	9,33E+09 mm <sup>3</sup>

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11600 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 390 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 325 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{16,5}{1,25} = 11,88 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = k_{mod} \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{0,4}{1,25} = 0,288 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

## 1.6 POSOUZENÍ VAZNÍKU

### 1.6.1 MSÚ

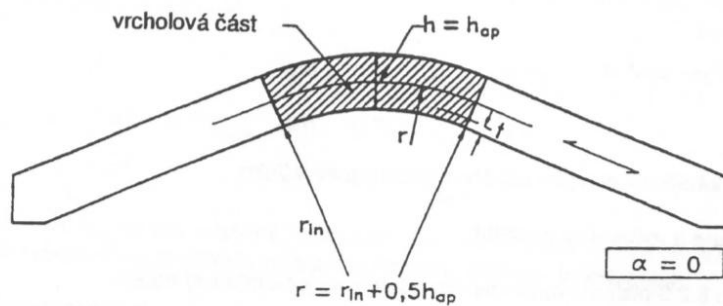
Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B45	MSÚ/1	0,381	<b>-222,52</b>	0,00	22,18	0,00	-16,52	0,00
B91	MSÚ/7	0,126	<b>-56,68</b>	0,00	-1,77	0,00	25,05	0,00
B44	MSÚ/3	0,525	-170,55	<b>0,00</b>	<b>45,18</b>	0,00	0,00	0,00
B91	MSÚ/4	0,372	-167,70	<b>0,00</b>	-6,76	0,00	54,28	0,00
B1	MSÚ/5	0,000	-153,94	0,00	<b>-31,71</b>	0,00	0,00	0,00
B89	MSÚ/6	0,000	-159,46	0,00	-6,20	<b>0,00</b>	47,86	0,00
B1	MSÚ/7	0,000	-78,54	0,00	-2,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00
B58	MSÚ/3	0,251	-155,25	0,00	-0,31	0,00	<b>-149,97</b>	0,00
B99	MSÚ/8	0,000	-122,60	0,00	1,50	0,00	<b>112,44</b>	0,00
B103	MSÚ/4	0,372	-173,45	0,00	5,56	0,00	55,23	<b>0,00</b>
B54	MSÚ/3	0,372	-160,83	0,00	11,40	0,00	-139,39	<b>0,00</b>

#### 1.6.1.1 Napětí za OHYBU ve vrcholové části

$$\sigma_{m,d} = k_l \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \leq k_r \cdot f_{m,g,d}$$

$$k_l = k_1 + k_2 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right) + k_3 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right)^2$$

$h = 1,4\text{m}$   
 $b = 0,2\text{m}$   
 $r = 20\text{m}$   
 $r_{in} = 19,3\text{m}$   
 $\alpha = 0$   
 $t = 40\text{mm}$



Pro  $\alpha = 0 \rightarrow$

$k_1 = 1$   
 $k_2 = 0,35$   
 $k_3 = 0,6$   
 $k_4 = 0$

$h_{ap} = h = 1,4\text{m}$   
 $r_{in}/t = 643 > 240 \rightarrow$   
 $k_r = 1,0$

$$k_l = 1 + 0,35 \left( \frac{1,4}{20} \right) + 0,6 \left( \frac{1,4}{20} \right)^2 = 1,027$$

$$\sigma_{m,d} = 1,027 \cdot \frac{6 \cdot 149,9710^6}{200 \cdot 1400^2} \leq 1 \cdot 17,28$$

$$\sigma_{m,d} = 2,39 \text{ MPa} \leq 17,28 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Pro zakřivený nosník  
 $k_{dis} = 1,4$

$V_b =$  celkový objem

$$V_b = 40 \cdot 1,4 \cdot 0,2 = 11,2 \text{ m}^3$$

$$\beta = r/h = 20/1,4$$

$$\beta = 14,286$$

srovnávací objem

$$V_0 = 0,01 \text{ m}^3$$

Pro  $\alpha = 0 \rightarrow$

$$k_5 = 0$$

$$k_6 = 0,25$$

$$k_7 = 0$$

### 1.6.1.2 Napětí v TAHU kolmo k vláknům ve vrcholové části

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \leq k_{dis} \cdot \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} f_{t,90,d}$$

$V$  – objem vrcholové části

Délka nejnamáhavější části – 10m

$$\text{Přibližně } V = 10 \cdot 1,4 \cdot 0,2 = 2,8 \text{ m}^3$$

$$\text{max se uvažuje } V_{\max} = \frac{2}{3} V_b = \frac{2}{3} 11,2 = 7,47 \text{ m}^3 > V = 2,8 \text{ m}^3$$

Pro nosníky konst.výšky

$$V = \frac{\beta \cdot \pi}{180} \cdot b \cdot (h_{ap}^2 + 2 \cdot r_{in} \cdot h_{ap})$$

$$V = \frac{14,286 \cdot \pi}{180} \cdot 0,2 \cdot (1,4^2 + 2 \cdot 19,3 \cdot 1,4)$$

$$V = 2,8 \text{ m}^3$$

$$\left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} = \left(\frac{0,01}{2,8}\right)^{0,2} = 0,324$$

$$k_p = k_5 + k_5 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) + k_6 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right)^2$$

$$k_p = 0,25 \left(\frac{h_{ap}}{r}\right) = 0,25 \left(\frac{1,4}{20}\right) =$$

$$k_p = 0,018$$

$$\sigma_{t,90,d} = 0,018 \cdot \frac{6 \cdot 14910^6}{200 \cdot 1400^2} \leq 1,4 \cdot 0,324 \cdot 0,288$$

$$\sigma_{t,90,d} = 0,041 \text{ MPa} \leq 0,131 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

### 1.6.1.3 Kombinace v TAHU kolmo k vláknům a SMYKU

$$V = 45,18 \text{ kN}$$

$$k_{dis} = 1,4$$

$$k_{vol} = 1$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d}} \leq 1$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{b \cdot h} = \frac{3}{2} \cdot \frac{45,1810^3}{200 \cdot 1400} = 0,131 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = 0,161 \text{ MPa} \leq k_{vol} \cdot f_{v,d} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$\frac{0,161}{1,944} + \frac{0,041}{0,324} \leq 1$$

$$0,4 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

#### 1.6.1.4 Stanovení součinitele vzpěrnosti -vybočení v rovině

obl.XZ

$$L_{cr,y} = 40000\text{mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{40000}{404,145} = 98,974$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\Pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{98,974}{\Pi} \sqrt{\frac{24}{9400}} = 1,592 \geq 0,5 \quad \rightarrow \text{posuzujeme na vzpěr}$$

Pro lepené lamelové dřevo

$$k_y = 0,5 \left[ 1 + \beta (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right] = 0,5 \left[ 1 + 0,1(1,592 - 0,3) + 1,592^2 \right] = 1,832$$

$$\beta = 0,1$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,832 + \sqrt{1,832^2 - 1,592^2}} = 0,235$$

#### 1.6.1.5 Stanovení součinitele vzpěrnosti -vybočení z roviny

obl.XY

$$L_{cr,z} = 2000\text{mm}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{2000}{57,7} = 34,66$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\Pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{34,66}{\Pi} \sqrt{\frac{24}{9400}} = 0,577 \geq 0,5 \quad \rightarrow \text{posuzujeme na vzpěr}$$

$$k_z = 0,5 \left[ 1 + \beta (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right] = 0,5 \left[ 1 + 0,1(0,577 - 0,3) + 0,577^2 \right] = 0,668$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{0,668 + \sqrt{0,668^2 - 0,577^2}} = 0,965$$

#### 1.6.1.6 Posouzení prutu - provedeno pro vybočení ve směru XZ

(ve směru větší štíhlosti, která vždy rozhoduje)

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{222,52 \cdot 10^3}{1400 \cdot 200} = 0,759\text{MPa}$$

$$\frac{0,759}{0,235 \cdot 17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,1 \leq 1}$$

**VYHOVUJE**

$$\sigma_{m,d} = 2,3\text{MPa}$$

$$f_{m,d} = 7,28\text{MPa}$$

#### 1.6.1.7 Kombinace TLAKU a OHYBU

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad 0,1 + \frac{2,36}{17,28} \leq 1 \quad \boxed{0,237 \leq 1}$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad 0,05 + 0,137 \leq 1 \quad \boxed{0,187 \leq 1}$$

**VYHOVUJE**

### 1.6.1.8 Ověření TORZNÍ a PŘÍČNÉ stability

$$\sigma_{crit} = \frac{\Pi b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \cdot \sqrt{\frac{G_{mean}}{E_{mean}}} = \frac{0,78 b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

$$l_{ef} = 0,9l + 2 \cdot h$$

$$0,9 \cdot 2000 + 2 \cdot 1400$$

$$l_{ef} = 4600 \text{ mm}$$

$$\sigma_{crit} = \frac{0,78 \cdot 200^2}{1400 \cdot 4600} \cdot 9400$$

$$h = 1400 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$l = 2000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{crit} = 45,54 \text{ MPa}$$

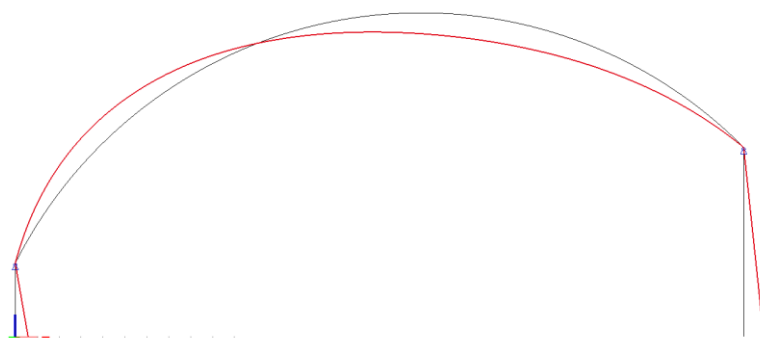
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,k}}} = \sqrt{\frac{24}{45,54}} = 0,726$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \lambda_{rel,m} > 1,4 \end{cases}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0,726 \leq 0,75 \rightarrow k_{crit} = 1$$

→ tlačný okraj je po celé délce zajištěn proti vybočení a je zamezeno torznímu natočení v podporách

### 1.6.2 MSP



L – délka oblouku

$$L = 39\,000 \text{ mm}$$

$u_z$  a  $u_y$  – vygenerované

pogramem SCIA

$$u \leq \frac{1}{300} \cdot L$$

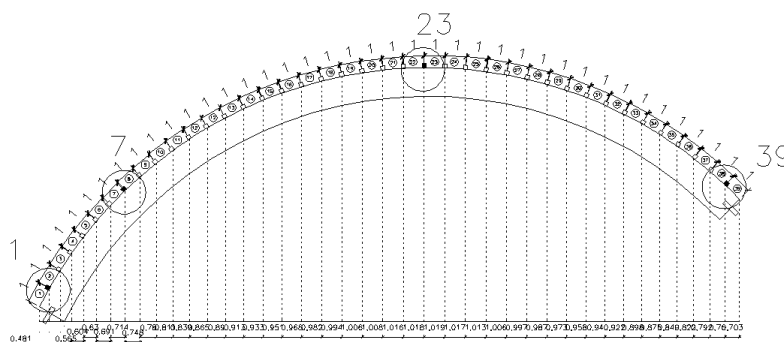
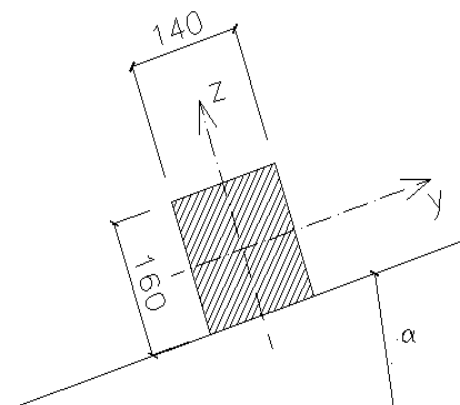
$$u_z = 7,7 \text{ mm} \leq \frac{39000}{300} \rightarrow 7,7 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$u_y = 4,4 \text{ mm} \leq \frac{39000}{300} \rightarrow 4,4 \text{ mm} \leq 130 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

→ NOSNÍK VYHOVUJE NA MSP

## 2. VAZNICE

Provedeny posudky na 4 nejvíce namáhané vaznice – zatížení převzato z výpočtu pro vazník, provedeným programem SCIA ENGINEER



Rostlé dřevo

**C24**

Dílčí součinitel zatížení

$$\gamma_M = 1,3$$

Třída vlhkosti 1

$$k_{mod} = 0,9$$

Součinitel k redistribuci napětí

Obdélníkový průřez

$$k_m = 0,7$$

### 2.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

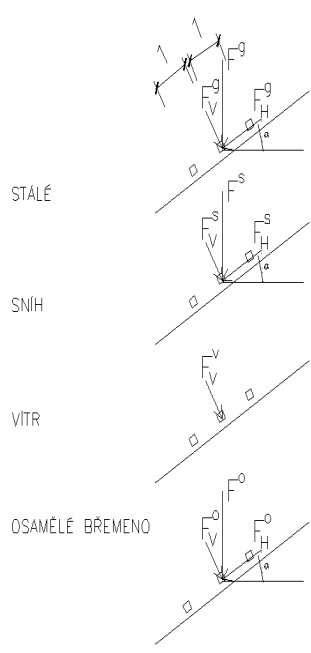
Šířka profilu	b	140 mm
Výška profilu	h	160 mm
Plocha průřezu	A	22400 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>y</sub>	22400 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>z</sub>	22400 mm <sup>2</sup>
Moment setrvačnost k ose y	I <sub>y</sub>	4,779E+07 mm <sup>4</sup>
Moment setrvačnost k ose z	I <sub>z</sub>	3,659E+07 mm <sup>4</sup>
Poloměr setrvačnost k ose y	i <sub>y</sub>	46,188 mm
Poloměr setrvačnost k ose z	i <sub>z</sub>	40,415 mm
Hmotnost průřezu	G	140 kg/m
Průřezový modul k ose y	W <sub>y</sub>	5,973E+05 mm <sup>3</sup>
Průřezový modul k ose z	W <sub>z</sub>	5,227E+05 mm <sup>3</sup>

Charakteristická únosnost v ohybu

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost v ohybu

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = f_{m,d} = 17,28 \text{ MPa}$$



## 2.2 VAZNICE č.1

### 2.2.1 Zatížení

STÁLÉ	$F_V^g = 0,315 \text{ kN/m}$ $F_H^g = 0,580 \text{ kN/m}$
SNÍH	$F_V^s = 0,107 \text{ kN/m}$ $F_H^s = 0,198 \text{ kN/m}$
VÍTR	$F_V^v = 0,154 \text{ kN/m}$ $F_H^v = 0$
OSAMĚLÉ BŘEMENO	$F_V^o = 0,715 \text{ kN/m}$ $F_H^o = 1,318 \text{ kN/m}$

### 2.2.2 MSÚ – mezní stav únosnosti

#### 2.2.2.1 Ohybové momenty

STÁLÉ

$$M_{V,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,315 \cdot 3,5^2 = 0,651 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,580 \cdot 3,5^2 = 1,199 \text{ kNm}$$

SNÍH

$$M_{V,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,107 \cdot 3,5^2 = 0,246 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,198 \cdot 3,5^2 = 0,455 \text{ kNm}$$

VÍTR

$$M_{V,d}^v = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^v \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,154 \cdot 3,5^2 = 0,354 \text{ kNm}$$

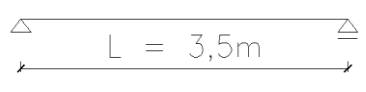
OSAMĚLÉ BŘEMENO

$$M_{V,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_V^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 0,715 \cdot 3,5 = 0,938 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_H^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,318 \cdot 3,5 = 1,730 \text{ kNm}$$

Rozhodující sních – nenavátý

Sání zanedbáváme  
 Vítr – oblast A – var. ①



Pro příznivé  
 $\gamma_G = 1,00$

### 2.2.2.2 Kombinace

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Kombinační součinitelé:

$$\text{SNÍH} - \psi_0 = 0,6$$

$$\text{VÍTR} - \psi_0 = 0,6$$

$$\psi_1 = 0,2$$

$$\psi_1 = 0,5$$

### KOMBINACE NEPŘÍZNIVÁ

$$\Sigma \gamma_{G,i} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$M_{V,d} = M_{V,d}^g + M_{V,d}^o + \psi_0 M_{V,d}^s + \psi_0 M_{V,d}^v$$

$$M_{V,d} = 0,315 + 0,938 + 0,6 \cdot 0,246 + 0,6 \cdot 0,354$$

$$M_{V,d} = 1,949 \text{ kNm}$$

$$M_{V,d} = M_{H,d}^g + M_{H,d}^g + \psi_0 0,455 + \psi_0 F_H^v$$

$$M_{H,d} = 1,199 + 1,730 + 0,6 \cdot 0,455 + 0,6 \cdot 0$$

$$M_{H,d} = 3,155 \text{ kNm}$$

### 2.2.2.3 Návrhové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,V,d} = \frac{M_{V,d}}{W_y} = \frac{1,949 \cdot 10^6}{5,973 \cdot 10^5} = 3,263 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,H,d} = \frac{M_{H,d}}{W_z} = \frac{3,155 \cdot 10^6}{5,227 \cdot 10^5} = 6,036 \text{ MPa}$$

### 2.2.2.4 Podmínka pro mezní stav

$$\text{a) } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 \cdot \frac{3,263}{17,28} + \frac{6,036}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,481 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\text{b) } \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

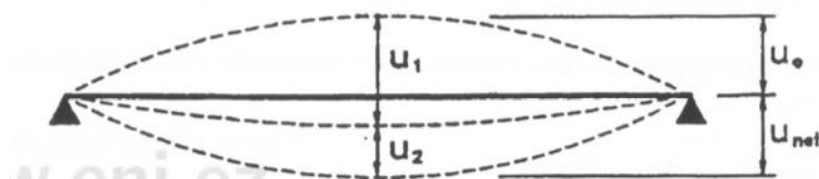
$$\frac{3,263}{17,28} + 0,7 \cdot \frac{6,036}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,433 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

## 2.2.3 MSP – mezní stav použitelnosti

$$u_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{3500}{300} = 11,67mm$$

$$E_{mean} = 11000MPa$$



Obrázek 4.3.1 – Složky průhybu

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_v \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I}$$

### STÁLÉ

$$u_{g,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,315 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,171mm$$

$$u_{g,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,580 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 2,816mm$$

$$u_g = \sqrt{u_{g,V}^2 + u_{g,M}^2} = \sqrt{1,171^2 + 2,816^2} = 3,05mm$$

### SNÍH

$$u_{s,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,107 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,398mm$$

$$u_{s,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,198 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 0,961mm$$

$$u_s = \sqrt{u_{s,V}^2 + u_{s,M}^2} = \sqrt{0,398^2 + 0,961^2} = 1,04mm$$

### VÍTR

$$u_{v,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^v \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,154 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,572mm$$

### OSAMĚLÉ BŘEMENO

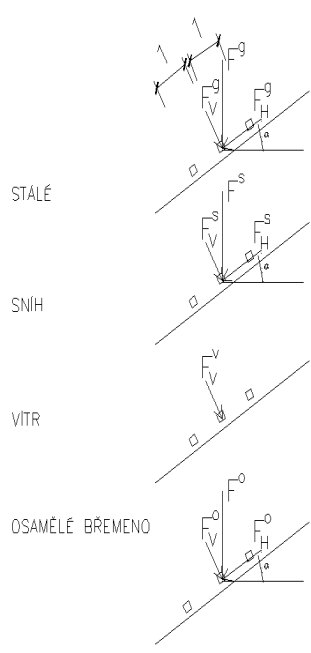
$$u_{o,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,715 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,759mm$$

$$u_{o,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,318 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 1,828mm$$

$$u_o = \sqrt{u_{o,V}^2 + u_{o,M}^2} = \sqrt{0,759^2 + 1,828^2} = 1,98mm$$

$$u_{net} = u_g + u_s + u_{v,V} + u_o = 3,05 + 1,04 + 0,572 + 1,98 =$$

$$\boxed{u_{net} = 6,642 \leq u_{lim} = 11,67mm \text{ VYHOVUJE}}$$



## 2.3 VAZNICE č.7

### 2.3.1 Zatížení

STÁLÉ	$F_V^g = 0,462 \text{ kN/m}$ $F_H^g = 0,471 \text{ kN/m}$
SNÍH	$F_V^s = 0,251 \text{ kN/m}$ $F_H^s = 0,255 \text{ kN/m}$
VÍTR	$F_V^v = 0,154 \text{ kN/m}$ $F_H^v = 0$
OSAMĚLÉ BŘEMENO	$F_V^o = 1,051 \text{ kN/m}$ $F_H^o = 1,070 \text{ kN/m}$

### 2.3.2 MSÚ – mezní stav únosnosti

#### 2.3.2.1 Ohybové momenty

STÁLÉ

$$M_{V,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,462 \cdot 3,5^2 = 0,955 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,471 \cdot 3,5^2 = 0,974 \text{ kNm}$$

SNÍH

$$M_{V,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,251 \cdot 3,5^2 = 0,576 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,255 \cdot 3,5^2 = 0,586 \text{ kNm}$$

VÍTR

$$M_{V,d}^v = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^v \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,154 \cdot 3,5^2 = 0,354 \text{ kNm}$$

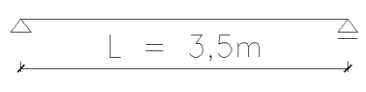
OSAMĚLÉ BŘEMENO

$$M_{V,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_V^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,051 \cdot 3,5 = 1,379 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_H^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,070 \cdot 3,5 = 1,404 \text{ kNm}$$

Rozhodující sníh – navátý

Sání zanedbáváme  
 Vítr – oblast A – var. ①



Pro příznivé  
 $\gamma_G = 1,00$

### 2.3.2.2 Kombinace

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Kombinační součinitelé:

$$\text{SNÍH} - \psi_0 = 0,6$$

$$\text{VÍTR} - \psi_0 = 0,6$$

$$\psi_1 = 0,2$$

$$\psi_1 = 0,5$$

### KOMBINACE NEPŘÍZNIVÁ

$$\Sigma \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$M_{V,d} = M_{V,d}^g + M_{V,d}^o + \psi_0 M_{V,d}^s + \psi_0 M_{V,d}^v$$

$$M_{V,d} = 0,955 + 1,379 + 0,6 \cdot 0,576 + 0,6 \cdot 0,354$$

$$M_{V,d} = 2,892 \text{ kNm}$$

$$M_{V,d} = M_{H,d}^g + M_{H,d}^g + \psi_0 0,455 + \psi_0 F_H^v$$

$$M_{H,d} = 0,974 + 1,404 + 0,6 \cdot 0,586 + 0,6 \cdot 0$$

$$M_{H,d} = 2,732 \text{ kNm}$$

### 2.3.2.3 Návrhové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,V,d} = \frac{M_{V,d}}{W_y} = \frac{2,892 \cdot 10^6}{5,973 \cdot 10^5} = 4,842 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,H,d} = \frac{M_{H,d}}{W_z} = \frac{2,732 \cdot 10^6}{5,227 \cdot 10^5} = 5,227 \text{ MPa}$$

### 2.3.2.4 Podmínka pro mezní stav

$$\text{a) } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 \cdot \frac{4,842}{17,28} + \frac{5,227}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,494 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\text{b) } \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

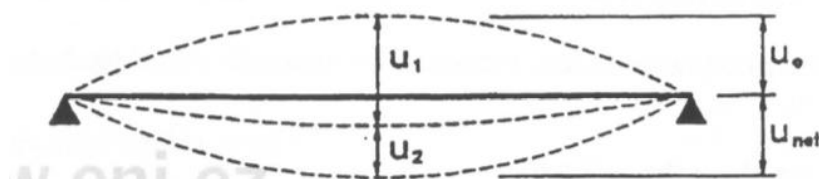
$$\frac{4,842}{17,28} + 0,7 \cdot \frac{5,227}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,492 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

### 2.3.3 MSP – mezní stav použitelnosti

$$u_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{3500}{300} = 11,67mm$$

$$E_{mean} = 11000MPa$$



Obrázek 4.3.1 – Složky průhybu

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_v \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I}$$

#### STÁLÉ

$$u_{g,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,462 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,743mm$$

$$u_{g,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,471 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 2,286mm$$

$$u_g = \sqrt{u_{g,V}^2 + u_{g,M}^2} = \sqrt{0,743^2 + 2,286^2} = 2,404mm$$

#### SNÍH

$$u_{s,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,251 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,932mm$$

$$u_{s,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,255 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 1,238mm$$

$$u_s = \sqrt{u_{s,V}^2 + u_{s,M}^2} = \sqrt{0,932^2 + 1,238^2} = 1,550mm$$

#### VÍTR

$$u_{v,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^v \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,154 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,572mm$$

#### OSAMĚLÉ BŘEMENO

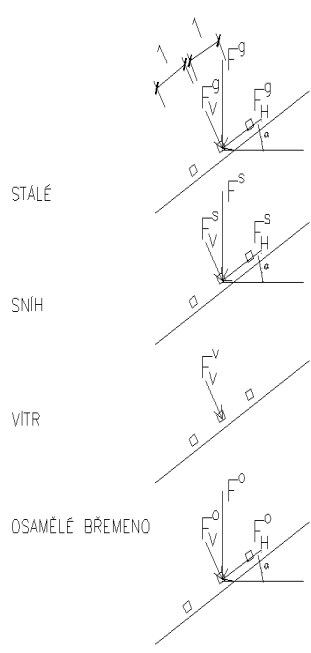
$$u_{o,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,051 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,116mm$$

$$u_{o,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,070 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 1,484mm$$

$$u_o = \sqrt{u_{o,V}^2 + u_{o,M}^2} = \sqrt{1,116^2 + 1,484^2} = 1,857mm$$

$$u_{net} = u_g + u_s + u_{v,V} + u_o = 2,404 + 1,550 + 0,572 + 1,857 =$$

$$u_{net} = 6,383mm \leq u_{lim} = 11,67mm \text{ VYHOVUJE}$$



## 2.4 VAZNICE č.23

### 2.4.1 Zatížení

STÁLÉ	STÁLÉ	$F_V^g = 0,660 \text{ kN/m}$ $F_H^g = 0,017 \text{ kN/m}$
SNÍH	SNÍH	$F_V^s = 0,455 \text{ kN/m}$ $F_H^s = 0,012 \text{ kN/m}$
VÍTR	VÍTR	$F_V^v = 0$ $F_H^v = 0$
OSAMĚLÉ BŘEMENO	OSAMĚLÉ BŘEMENO	$F_V^o = 0,715 \text{ kN/m}$ $F_H^o = 1,318 \text{ kN/m}$

### 2.4.2 MSÚ – mezní stav únosnosti

#### 2.4.2.1 Ohybové momenty

STÁLÉ

$$M_{V,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,660 \cdot 3,5^2 = 3,958 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,017 \cdot 3,5^2 = 0,103 \text{ kNm}$$

SNÍH

$$M_{V,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,455 \cdot 3,5^2 = 1,045 \text{ kNm}$$

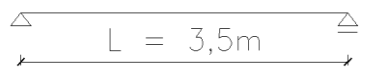
$$M_{H,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,012 \cdot 3,5^2 = 0,028 \text{ kNm}$$

OSAMĚLÉ BŘEMENO

$$M_{V,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_V^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 0,715 \cdot 3,5 = 1,967 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_H^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,318 \cdot 3,5 = 0,051 \text{ kNm}$$

Rozhodující sních – nenavátý  
Vítr zanedbáváme – jen SÁNÍ



Pro příznivé  
 $\gamma_G = 1,00$

#### 2.4.2.2 Kombinace

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Kombinační součinitelé:

$$\text{SNÍH} - \psi_0 = 0,6$$

$$\text{VÍTR} - \psi_0 = 0,6$$

$$\psi_1 = 0,2$$

$$\psi_1 = 0,5$$

#### KOMBINACE NEPŘÍZNIVÁ

$$\Sigma \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$M_{V,d} = M_{V,d}^g + M_{V,d}^o + \psi_0 M_{V,d}^s + \psi_0 M_{V,d}^v$$

$$M_{V,d} = 3,958 + 1,379 + 0,6 \cdot 1,045 + 0$$

$$M_{V,d} = 3,958 \text{ kNm}$$

$$M_{V,d} = M_{H,d}^g + M_{H,d}^g + \psi_0 0,455 + \psi_0 F_H^v$$

$$M_{H,d} = 0,103 + 0,051 + 0,6 \cdot 0,028 + 0,6 \cdot 0$$

$$M_{H,d} = 0,103 \text{ kNm}$$

#### 2.4.2.3 Návrhové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,V,d} = \frac{M_{V,d}}{W_y} = \frac{3,958 \cdot 10^6}{5,973 \cdot 10^5} = 6,622 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,H,d} = \frac{M_{H,d}}{W_z} = \frac{0,103 \cdot 10^6}{5,227 \cdot 10^5} = 0,197 \text{ MPa}$$

#### 2.4.2.4 Podmínka pro mezní stav

$$\text{a) } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 \cdot \frac{6,622}{17,28} + \frac{0,197}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,280 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\text{b) } \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

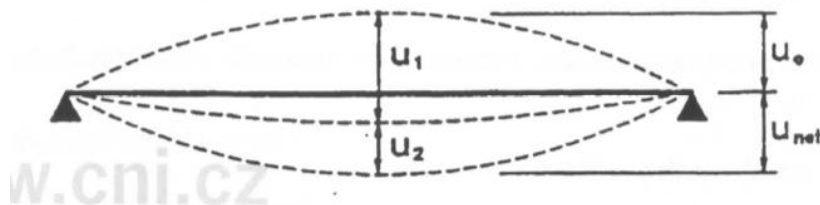
$$\frac{6,622}{17,28} + 0,7 \cdot \frac{0,197}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,391 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

### 2.4.3 MSP – mezní stav použitelnosti

$$u_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{3500}{300} = 11,67mm$$

$$E_{mean} = 11000MPa$$



Obrázek 4.3.1 – Složky průhybu

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_v \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I}$$

#### STÁLÉ

$$u_{g,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,66 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 2,453mm$$

$$u_{g,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^g \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,091 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 0,442mm$$

$$u_g = \sqrt{u_{g,V}^2 + u_{g,M}^2} = \sqrt{2,453^2 + 0,442^2} = 2,493mm$$

#### SNÍH

$$u_{s,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,455 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,691mm$$

$$u_{s,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^s \cdot L^4}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,064 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 0,311mm$$

$$u_s = \sqrt{u_{s,V}^2 + u_{s,M}^2} = \sqrt{1,691^2 + 0,311^2} = 1,719mm$$

#### OSAMĚLÉ BŘEMENO

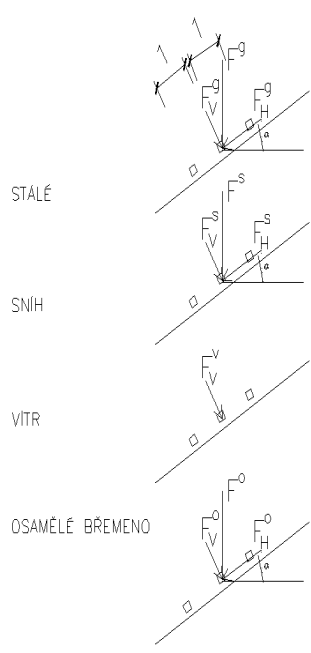
$$u_{o,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,499 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,592mm$$

$$u_{o,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^o \cdot L^3}{E_{mean} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,06 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 0,083mm$$

$$u_o = \sqrt{u_{o,V}^2 + u_{o,M}^2} = \sqrt{1,592^2 + 0,083^2} = 1,594mm$$

$$u_{net} = u_g + u_{s+}u_{v,V} + u_o = 2,493 + 1,719 + 1,594 =$$

$$\boxed{u_{net} = 5,806mm \leq u_{lim} = 11,67mm \text{ VYHOVUJE}}$$



## 2.5 VAZNICE č.39

### 2.5.1 Zatížení

STÁLÉ	$F_V^g = 0,494 \text{ kN/m}$ $F_H^g = 0,437 \text{ kN/m}$
SNÍH	$F_V^s = 0,231 \text{ kN/m}$ $F_H^s = 0,204 \text{ kN/m}$
VÍTR	$F_V^v = 0,352 \text{ kN/m}$ $F_H^v = 0$
OSAMĚLÉ BŘEMENO	$F_V^o = 1,123 \text{ kN/m}$ $F_H^o = 0,994 \text{ kN/m}$

### 2.5.2 MSÚ – mezní stav únosnosti

#### 2.5.2.1 Ohybové momenty

STÁLÉ

$$M_{V,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 494 \cdot 3,5^2 = 1,021 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^g = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^g \cdot L^2 = 1,35 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,437 \cdot 3,5^2 = 0,903 \text{ kNm}$$

SNÍH

$$M_{V,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,231 \cdot 3,5^2 = 0,531 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^s = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_H^s \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,204 \cdot 3,5^2 = 0,469 \text{ kNm}$$

VÍTR

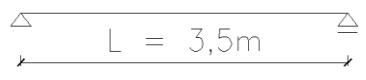
$$M_{V,d}^v = \gamma_G \cdot \frac{1}{8} \cdot F_V^v \cdot L^2 = 1,5 \cdot \frac{1}{8} \cdot 0,352 \cdot 3,5^2 = 0,809 \text{ kNm}$$

OSAMĚLÉ BŘEMENO

$$M_{V,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_V^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1,123 \cdot 3,5 = 1,474 \text{ kNm}$$

$$M_{H,d}^o = \gamma_G \cdot \frac{1}{4} \cdot F_H^o \cdot L = 1,5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 0,994 \cdot 3,5 = 1,305 \text{ kNm}$$

Rozhodující sních – nenavátý  
 Sání zanedbáváme  
 Vítr – oblast A – var. ②



Pro příznivé  
 $\gamma_G = 1,00$

### 2.5.2.2 Kombinace

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

Kombinační součinitelé:

$$\text{SNÍH} - \psi_0 = 0,6$$

$$\text{VÍTR} - \psi_0 = 0,6$$

$$\psi_1 = 0,2$$

$$\psi_1 = 0,5$$

### KOMBINACE NEPŘÍZNIVÁ

$$\Sigma \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$M_{V,d} = M_{V,d}^g + M_{V,d}^o + \psi_0 M_{V,d}^s + \psi_0 M_{V,d}^v$$

$$M_{V,d} = 1,021 + 1,474 + 0,6 \cdot 0,531 + 0,6 \cdot 0,809$$

$$M_{V,d} = 3,299 \text{ kNm}$$

$$M_{V,d} = M_{H,d}^g + M_{H,d}^g + \psi_0 0,455 + \psi_0 F_H^v$$

$$M_{H,d} = 0,903 + 1,305 + 0,6 \cdot 0,469 + 0,6 \cdot 0$$

$$M_{H,d} = 2,489 \text{ kNm}$$

### 2.5.2.3 Návrhové napětí za ohybu

$$\sigma_{m,V,d} = \frac{M_{V,d}}{W_y} = \frac{3,299 \cdot 10^6}{5,973 \cdot 10^5} = 5,520 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,H,d} = \frac{M_{H,d}}{W_z} = \frac{2,489 \cdot 10^6}{5,227 \cdot 10^5} = 4,766 \text{ MPa}$$

### 2.5.2.4 Podmínka pro mezní stav

$$\text{a) } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 \cdot \frac{5,520}{17,28} + \frac{4,766}{17,28} \leq 1$$

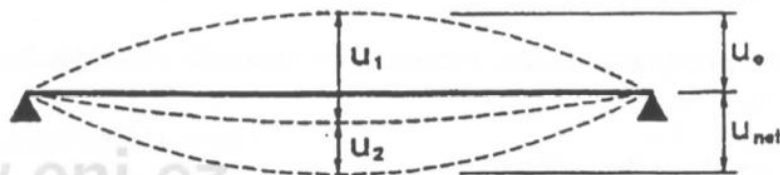
$$\boxed{0,5 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\text{b) } \frac{\sigma_{m,V,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,H,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,520}{17,28} + 0,7 \cdot \frac{4,766}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,513 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

### 2.5.3 MSP – mezní stav použitelnosti



Obrázek 4.3.1 – Složky průhybu

$$u_{\text{lim}} = \frac{L}{300} = \frac{3500}{300} = 11,67 \text{ mm}$$

$$E_{\text{mean}} = 11000 \text{ MPa}$$

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_v \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I}$$

#### STÁLÉ

$$u_{g,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^g \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,494 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,836 \text{ mm}$$

$$u_{g,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^g \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,437 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 2,121 \text{ mm}$$

$$u_g = \sqrt{u_{g,V}^2 + u_{g,M}^2} = \sqrt{1,836^2 + 2,121^2} = 2,806 \text{ mm}$$

#### SNÍH

$$u_{s,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^s \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,231 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 0,859 \text{ mm}$$

$$u_{s,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^s \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,204 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 0,990 \text{ mm}$$

$$u_s = \sqrt{u_{s,V}^2 + u_{s,M}^2} = \sqrt{0,859^2 + 0,990^2} = 1,311 \text{ mm}$$

#### VÍTR

$$u_{v,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^v \cdot L^4}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,352 \cdot 3500^4}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,308 \text{ mm}$$

#### OSAMĚLÉ BŘEMENO

$$u_{o,V} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_V^o \cdot L^3}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,123 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 4,779 \cdot 10^7} = 1,193 \text{ mm}$$

$$u_{o,M} = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_H^o \cdot L^3}{E_{\text{mean}} \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,994 \cdot 10^3 \cdot 3500^3}{11000 \cdot 3,659 \cdot 10^7} = 1,379 \text{ mm}$$

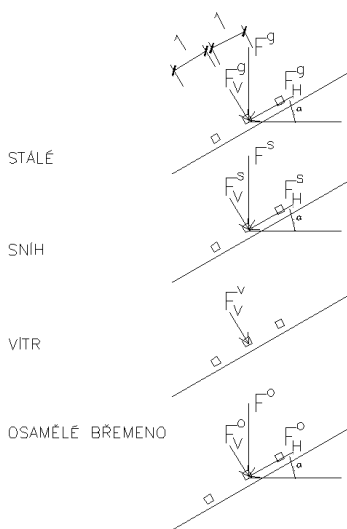
$$u_o = \sqrt{u_{o,V}^2 + u_{o,M}^2} = \sqrt{1,193^2 + 1,379^2} = 1,823 \text{ mm}$$

$$u_{\text{net}} = u_g + u_s + u_{v,V} + u_o = 2,806 + 1,311 + 1,308 + 1,823 =$$

$$u_{\text{net}} = 7,248 \text{ mm} \leq u_{\text{lim}} = 11,67 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

# TABULKA PŘEPOČTU ZATÍŽENÍ DO ROVINY STŘECHY

## PŘES $\alpha$ NA $F_V$ A $F_H$



	Ve vodorovné rovině	V rovině střechy	Kolmo na rovinu střechy
Stálé zatížení			
Zatížení sněhem			
OSAMĚLÉ BŘEMENO			

### OSTATNÍ STALÉ

$$g_{2,k} = 0,660 \text{ kN/m}^2$$

$$F_v = \cos \alpha_i \cdot F$$

$$F_H = \sin \alpha_i \cdot F$$

$$F = g_{2,k} \cdot b ; \quad b = 1,0 \text{ m}$$

číslo nosníku	SVISLÉ F [kN/m]	PŘEPOČET POMOCÍ ÚHLU $\alpha$ [°]			KOLMÉ A VODOROVNÉ SÍLY		ČÍSLO VAZNICE	F <sub>V</sub> [kN/m]	F <sub>H</sub> [kN/m]
		$\alpha$	$\sin \alpha_i$	$\cos \alpha_i$	F <sub>V</sub> [kN/m]	F <sub>H</sub> [kN/m]			
1	0,660	63	0,891	0,454	0,300	0,588	<b>1</b>	<b>0,315</b>	<b>0,580</b>
2	0,660	60	0,866	0,500	0,330	0,572			
3	0,660	57	0,839	0,545	0,359	0,554	3	0,374	0,544
4	0,660	54	0,809	0,588	0,388	0,534	4		
5	0,660	52	0,788	0,616	0,406	0,520	5	0,420	0,509
6	0,660	49	0,755	0,656	0,433	0,498	6		
7	0,660	47	0,731	0,682	0,450	0,483	<b>7</b>	<b>0,462</b>	<b>0,471</b>
8	0,660	44	0,695	0,719	0,475	0,458			
9	0,660	41	0,656	0,755	0,498	0,433	9	0,509	0,420
10	0,660	38	0,616	0,788	0,520	0,406	10		
11	0,660	36	0,588	0,809	0,534	0,388	11	0,544	0,374
12	0,660	33	0,545	0,839	0,554	0,359	12		
13	0,660	30	0,500	0,866	0,572	0,330	13	0,580	0,315
14	0,660	27	0,454	0,891	0,588	0,300	14		
15	0,660	25	0,423	0,906	0,598	0,279	15	0,605	0,263

16	0,660	22	0,375	0,927	0,612	0,247	16		
17	0,660	19	0,326	0,946	0,624	0,215	17	0,629	0,198
18	0,660	16	0,276	0,961	0,634	0,182	18		
19	0,660	14	0,242	0,970	0,640	0,160	19	0,644	0,143
20	0,660	11	0,191	0,982	0,648	0,126	20		
21	0,660	8	0,139	0,990	0,654	0,092	21	0,656	0,075
22	0,660	5	0,087	0,996	0,657	0,058	22		
23	0,660	3	0,052	0,999	0,659	0,035	23	0,660	0,017
24	0,660	0	0,000	1,000	0,660	0,000			
25	0,660	3	0,052	0,999	0,659	0,035	25	0,658	0,046
26	0,660	5	0,087	0,996	0,657	0,058	26		
27	0,660	7	0,122	0,993	0,655	0,080	27	0,653	0,098
28	0,660	10	0,174	0,985	0,650	0,115	28		
29	0,660	13	0,225	0,974	0,643	0,148	29	0,640	0,160
30	0,660	15	0,259	0,966	0,638	0,171	30		
31	0,660	18	0,309	0,951	0,628	0,204	31	0,622	0,220
32	0,660	21	0,358	0,934	0,616	0,237	32		
33	0,660	24	0,407	0,914	0,603	0,268	33	0,598	0,279
34	0,660	26	0,438	0,899	0,593	0,289	34		
35	0,660	29	0,485	0,875	0,577	0,320	35	0,568	0,335
36	0,660	32	0,530	0,848	0,560	0,350	36		
37	0,660	35	0,574	0,819	0,541	0,379	37	0,534	0,388
38	0,660	37	0,602	0,799	0,527	0,397	38		
39	0,660	40	0,643	0,766	0,506	0,424	39	0,494	0,437
40	0,660	43	0,682	0,731	0,483	0,450			

3.ZS - SNÍH - NENAVÁTÝ - CELÝ

$$s_{1k} = 0,448 \text{ kN/m}^2$$

4.ZS - SNÍH - NENAVÁTÝ - POLOVIČNÍ

$$s_{1k/2} = 0,224 \text{ kN/m}^2$$

$$F_v = \varnothing \cos \alpha_i * F$$

$$F = s_{1k} * \Delta X * 1,0$$

$$F_H = \varnothing \sin \alpha_i * F$$

$$\Delta S = (x_n + x_{n+1}) / 2$$

vazník	X [m]	vaznice	$\Delta X$ [m]	F [kN]	F/2 [kN]	$\alpha$	$\sin \alpha_i$	$\cos \alpha_i$	$F_v$ [kN/m]	$F_H$ [kN/m]
1	0,481	1	0,502	0,787	0,394	63	0,891	0,454	0,107	0,198
2	0,523	2	0,544	0,885	0,442	60	0,866	0,500	0,132	0,215
3	0,565	3	0,585	0,942	0,471	57	0,839	0,545	0,152	0,222
4	0,604	4	0,617	1,002	0,501	54	0,809	0,588	0,172	0,229
5	0,630	5	0,661	1,069	0,534	52	0,788	0,616	0,194	0,236
6	0,691	6	0,703	1,124	0,562	49	0,755	0,656	0,215	0,239
7	0,714	7	0,731	1,172	0,586	47	0,731	0,682	0,235	0,239

vaznik	X [m]	vaznice	$\Delta X$ [m]	F [kN]	F/2 [kN]	$\alpha$	$\sin\alpha_i$	$\cos\alpha_i$	$F_V$ [Kn/m]	$F_H$ [kN/m]
<b>8</b>	0,748	<b>8</b>	0,764	1,223	0,611	44	0,695	0,719	0,257	0,236
<b>9</b>	0,780	<b>9</b>	0,796	1,270	0,635	41	0,656	0,755	0,280	0,231
<b>10</b>	0,811	<b>10</b>	0,825	1,327	0,663	38	0,616	0,788	0,303	0,228
<b>11</b>	0,839	<b>11</b>	0,867	1,379	0,690	36	0,588	0,809	0,325	0,223
<b>12</b>	0,895	<b>12</b>	0,893	1,406	0,703	33	0,545	0,839	0,343	0,210
<b>13</b>	0,890	<b>13</b>	0,902	1,430	0,715	30	0,500	0,866	0,359	0,195
<b>14</b>	0,913	<b>14</b>	0,923	1,462	0,731	27	0,454	0,891	0,375	0,183
<b>15</b>	0,933	<b>15</b>	0,942	1,491	0,745	25	0,423	0,906	0,390	0,170
<b>16</b>	0,951	<b>16</b>	0,960	1,517	0,758	22	0,375	0,927	0,406	0,152
<b>17</b>	0,968	<b>17</b>	0,975	1,539	0,769	19	0,326	0,946	0,419	0,132
<b>18</b>	0,982	<b>18</b>	0,988	1,559	0,779	16	0,276	0,961	0,430	0,115
<b>19</b>	0,994	<b>19</b>	1,000	1,577	0,788	14	0,242	0,970	0,440	0,097
<b>20</b>	1,006	<b>20</b>	1,011	1,590	0,795	11	0,191	0,982	0,448	0,075
<b>21</b>	1,016	<b>21</b>	1,017	1,596	0,798	8	0,139	0,990	0,453	0,052
<b>22</b>	1,018	<b>22</b>	1,019	1,597	0,798	5	0,087	0,996	0,455	0,032
<b>23</b>	1,019	<b>23</b>	1,018	1,594	0,797	3	0,052	0,999	<b>0,455</b>	<b>0,012</b>
<b>24</b>	1,017	<b>24</b>	1,015	1,587	0,794	0	0,000	1,000	0,453	0,012
<b>25</b>	1,013	<b>25</b>	1,010	1,577	0,788	3	0,052	0,999	0,449	0,031
<b>26</b>	1,006	<b>26</b>	1,002	1,563	0,781	5	0,087	0,996	0,444	0,047
<b>27</b>	0,997	<b>27</b>	0,992	1,546	0,773	7	0,122	0,993	0,437	0,065
<b>28</b>	0,987	<b>28</b>	0,980	1,525	0,763	10	0,174	0,985	0,427	0,087
<b>29</b>	0,973	<b>29</b>	0,966	1,501	0,750	13	0,225	0,974	0,416	0,104
<b>30</b>	0,958	<b>30</b>	0,949	1,474	0,737	15	0,259	0,966	0,404	0,120
<b>31</b>	0,940	<b>31</b>	0,931	1,443	0,722	18	0,309	0,951	0,389	0,138
<b>32</b>	0,922	<b>32</b>	0,910	1,408	0,704	21	0,358	0,934	0,372	0,154
<b>33</b>	0,898	<b>33</b>	0,887	1,371	0,685	24	0,407	0,914	0,355	0,165
<b>34</b>	0,875	<b>34</b>	0,862	1,331	0,665	26	0,438	0,899	0,337	0,176
<b>35</b>	0,849	<b>35</b>	0,836	1,288	0,644	29	0,485	0,875	0,317	0,187
<b>36</b>	0,822	<b>36</b>	0,807	1,241	0,621	32	0,530	0,848	0,296	0,196
<b>37</b>	0,792	<b>37</b>	0,776	1,182	0,591	35	0,574	0,819	0,273	0,198
<b>38</b>	0,760	<b>38</b>	0,732	1,117	0,559	37	0,602	0,799	0,250	0,199
<b>39</b>	0,703	<b>39</b>	0,694	1,081	0,540	40	0,643	0,766	<b>0,231</b>	<b>0,204</b>
<b>40</b>	0,684		0,684		0,000	43	0,682	0,731	0,000	0,000

## SNÍH NAVÁTÝ

Nové  $s_{\eta 3,k}$  = odečteno z AutoCAD

$F_v = \text{Nové } s_{\eta 3,k} * \Delta X * \cos \alpha$

$F_H = \text{Nové } s_{\eta 3,k} * \Delta X * \sin \alpha$

(jenom pro plné  $s_{\eta 3,k}$ )

číslo VAZNICE	NOVÉ $s_{\eta 3,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	PŮDORYSNÁ DĚLKA [m]	$\Delta X$ [m]	$\alpha$	$\cos \alpha_i$	$\sin \alpha_i$	$F_v$ [Kn/m]	$F_H$ [Kn/m]
1	0,000	0,481	0,502	63	0,477	0,879	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
2	0,053	0,523	0,544	60	0,522	0,853	0,015	0,025
3	0,130	0,565	0,585	57	0,566	0,824	0,043	0,063
4	0,212	0,604	0,617	54	0,602	0,799	0,079	0,104
5	0,298	0,630	0,661	52	0,636	0,772	0,125	0,152
6	0,392	0,691	0,703	49	0,669	0,743	0,184	0,205
7	0,489	0,714	0,731	47	0,701	0,713	<b>0,251</b>	<b>0,255</b>
8	0,590	0,748	0,764	44	0,737	0,676	0,332	0,305
9	0,696	0,780	0,796	41	0,772	0,636	0,427	0,352
10	0,806	0,811	0,825	38	0,799	0,602	0,531	0,400
11	0,919	0,839	0,867	36	0,824	0,566	0,657	0,451
12	1,038	0,895	0,893	33	0,853	0,522	0,790	0,484
13	1,081	0,890	0,902	30	0,879	0,477	0,856	0,465
14	0,958	0,913	0,923	27	0,899	0,438	0,795	0,388
15	0,831	0,933	0,942	25	0,917	0,399	0,718	0,312
16	0,702	0,951	0,960	22	0,937	0,350	0,631	0,236
17	0,570	0,968	0,975	19	0,954	0,301	0,530	0,167
18	0,437	0,982	0,988	16	0,966	0,259	0,417	0,112
19	0,302	0,994	1,000	14	0,976	0,216	0,295	0,065
20	0,166	1,006	1,011	11	0,986	0,165	0,166	0,028
21	0,028	1,016	1,017	8	0,994	0,113	0,028	0,003
23	0,124	1,019	1,018	3	1,000	0,026	<b>0,251</b>	<b>0,007</b>
24	0,193	1,017	1,015	0	1,000	0,026	0,392	0,010
25	0,262	1,013	1,010	3	0,998	0,070	0,528	0,037
26	0,331	1,006	1,002	5	0,995	0,105	0,658	0,069
27	0,399	0,997	0,992	7	0,989	0,148	0,783	0,117
28	0,467	0,987	0,980	10	0,980	0,199	0,896	0,182
29	0,534	0,973	0,966	13	0,970	0,242	1,000	0,249
30	0,520	0,958	0,949	15	0,959	0,284	0,947	0,281
30	0,520	0,958	0,949	15	0,959	0,284	0,947	0,281

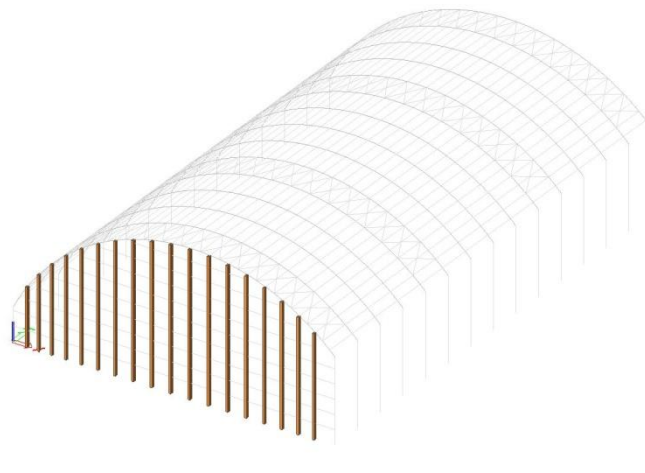
číslo VAZNICE	NOVÉ $S_{\eta 3,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	PŮDORYSNÁ DÉLKA [m]	$\Delta X$ [m]	$\alpha$	$\cos\alpha_i$	$\sin\alpha_i$	$F_V$ [Kn/m]	$F_H$ [Kn/m]
31	0,455	0,940	0,931	18	0,943	0,334	0,799	0,283
32	0,391	0,922	0,910	21	0,924	0,383	0,658	0,273
33	0,329	0,898	0,887	24	0,906	0,423	0,529	0,247
34	0,268	0,875	0,862	26	0,887	0,462	0,410	0,213
35	0,209	0,849	0,836	29	0,862	0,508	0,300	0,177
36	0,150	0,822	0,807	32	0,834	0,552	0,203	0,135
37	0,095	0,792	0,776	35	0,809	0,588	0,119	0,087
38	0,041	0,760	0,732	37	0,783	0,623	0,048	0,038
39	0,000	0,703	0,694	40	0,749	0,663	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
40	0,000	0,684	0,684	43				

<u>OSAMĚLÉ BŘEMENO</u> <b>F= 1,5 kN</b>  $F_V = \cos\alpha_i * F$ $F_H = \sin\alpha_i * F$					
číslo nosníku	KOLMÁ $F_V$ [kN/m]	VODOROVN- $F_H$ [kN/m]	ČÍSLO VAZNICE	$F_V$ [kN]	$F_h$ [kN]
1	0,681	1,337	1	0,715	1,318
2	0,750	1,299			
3	0,817	1,258	3	0,849	1,236
4	0,882	1,214	4		
5	0,923	1,182	5	0,954	1,157
6	0,984	1,132	6		
7	1,023	1,097	7	1,051	1,070
8	1,079	1,042			
9	1,132	0,984	9	1,157	0,954
10	1,182	0,923	10		
11	1,214	0,882	11	1,236	0,849
12	1,258	0,817	12		
13	1,299	0,750	13	1,318	0,715

14	1,337	0,681	14		
15	1,359	0,634	15	1,375	0,598
16	1,391	0,562	16		
17	1,418	0,488	17	1,430	0,451
18	1,442	0,413	18		
19	1,455	0,363	19	1,464	0,325
20	1,472	0,286	20		
21	1,485	0,209	21	1,490	0,170
22	1,494	0,131	22		
23	1,498	0,079	23	1,499	0,039
24	1,500	0,000			
25	1,498	0,079	25	1,496	0,105
26	1,494	0,131	26		
27	1,489	0,183	27	1,483	0,222
28	1,477	0,260	28		
29	1,462	0,337	29	1,455	0,363
30	1,449	0,388	30		
31	1,427	0,464	31	1,413	0,501
32	1,400	0,538	32		
33	1,370	0,610	33	1,359	0,634
34	1,348	0,658	34		
35	1,312	0,727	35	1,292	0,761
36	1,272	0,795	36		
37	1,229	0,860	37	1,213	0,882
38	1,198	0,903	38		
39	1,149	0,964	39	1,123	0,994
40	1,097	1,023			

### 3. SLOUPKY

Konstrukce pro skleněnou fasádu - navržen atypický tvar



#### 3.1 ZATÍŽENÍ

##### 3.1.1 Vítr

##### 3.1.1.1 Podélný vítr

Zatížení na štítovou stěnu budovy

Pro  $e < d$

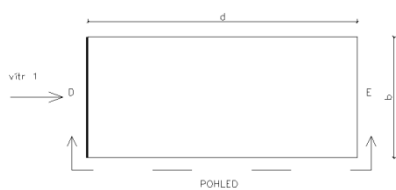
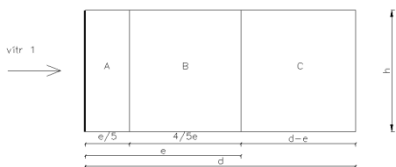
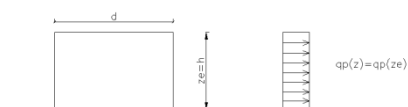
**h= 15,5m**  
**b= 33m**  
**d= 49m**

$h/d = 15,5/49 = 0,32$   
 $e = \min(b; 2h) = 31\text{m}$

oblast A =  $e/5 = 31/5 = 6,2\text{m}$

oblast B =  $4/5 \cdot e = 24,8\text{m}$

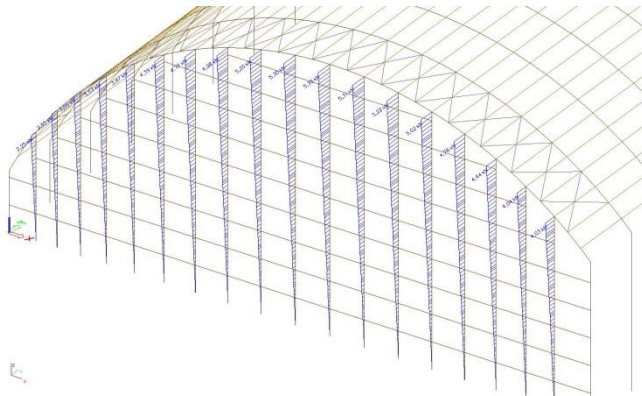
oblast C =  $d - e = 18,0\text{m}$



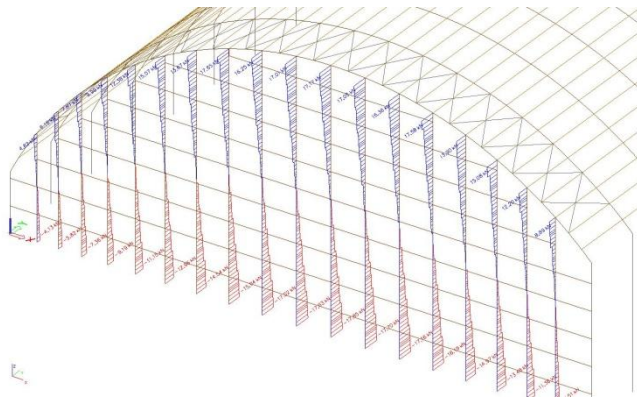
O B L A S T	PODÉLNÝ VÍTR		
	$c_{pe,10}$	$w_{e,k}[\text{kN/m}^2]$	$F_w[\text{kN/m}]$
A	-1,2	-0,725	-2,537
B	-0,856	-0,517	-1,810
C	-0,5	-0,302	-1,057
D	0,709	0,428	1,499
E	-0,318	-0,192	-0,672

### 3.2 VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTECH

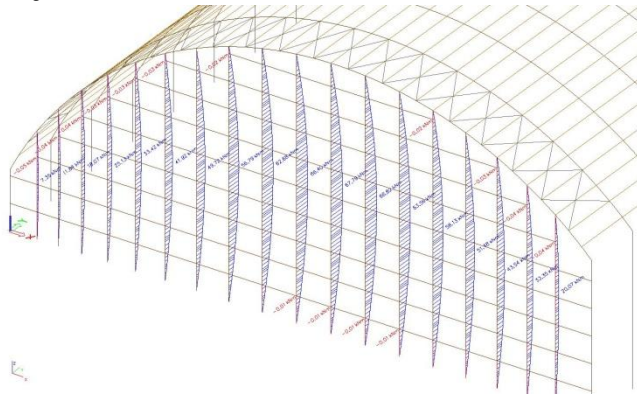
**N**



**Vz**



**My**





Lepené lamelové dřevo  
**GL 24h**

Dílčí součinitel zatížení  
 $\gamma_M = 1,25$

Třída vlhkosti 1

$k_{mod} = 0,9$   
Součinitel k redistribuci napětí

Obdélníkový průřez

$k_m = 0,7$

### 3.3 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Nesymetrický průřez - bráno v největším místě:

Šířka profilu	b	200 mm
Výška profilu	h	600 mm
Plocha průřezu	A	120000 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>y</sub>	120000 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>z</sub>	120000 mm <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti k ose y	I <sub>y</sub>	3,6E+9 mm <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti k ose z	I <sub>z</sub>	4,0E+08 mm <sup>4</sup>
Poloměr setrvačnosti k ose y	i <sub>y</sub>	173,205 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i <sub>z</sub>	57,735 mm
Hmotnost průřezu	G	600 kg/m
Průřezový modul k ose y	W <sub>y</sub>	1,2E+07 mm <sup>3</sup>
Průřezový modul k ose z	W <sub>y</sub>	4,0E+06 mm <sup>3</sup>

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11600 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 390 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 325 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{16,5}{1,25} = 11,88 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = k_{mod} \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{0,4}{1,25} = 0,288 \text{ MPa}$$

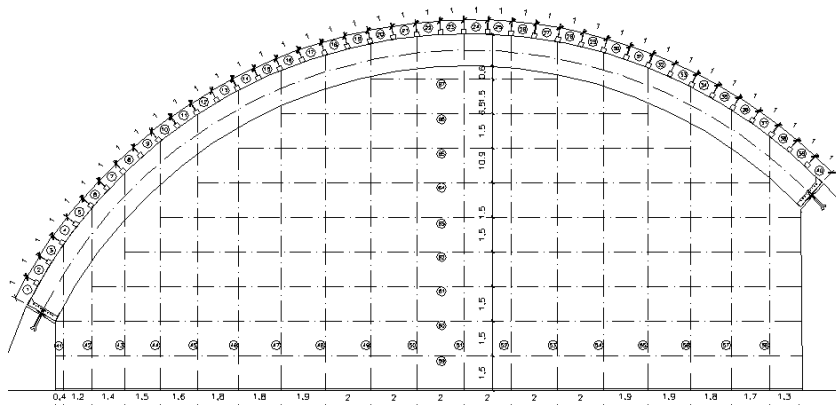
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

### 3.4 POSOUZENÍ - MSÚ



#### 3.4.1 Posouzení na kombinaci tlaku a ohybu

Stanovení součinitele vzpěrnosti:

$$L_{cr,y} = dle.TAB$$

$$i_y = 144,3mm$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\Pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

$$k_y = 0,5 \left[ 1 + \beta (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right]$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

Pro lepené lamelové dřevo

$$\beta = 0,1$$

$$L_{cr,z} = 1500mm$$

$$i_z = 57,7mm$$

$$\sigma_{m,d} = 2,3MPa$$

$$f_{m,d} = 7,28MPa$$

Č.	L <sub>cr,y</sub> (mm)	L <sub>cr,z</sub> (mm)	λ <sub>rel,</sub> y	λ <sub>rel,</sub> z	k <sub>y</sub>	k <sub>z</sub>	k <sub>c,y</sub>	k <sub>c,z</sub>
58	11358	1500	1,27	0,42	1,35	0,59	0,55	0,99
57	12385	1500	1,38	0,42	1,51	0,59	0,47	0,99
56	13354	1500	1,49	0,42	1,67	0,59	0,41	0,99
55	13066	1500	1,46	0,42	1,62	0,59	0,43	0,99
54	13983	1500	1,56	0,42	1,78	0,59	0,38	0,99
53	15130	1500	1,69	0,42	1,99	0,59	0,33	0,99
52	15393	1500	1,72	0,42	2,04	0,59	0,32	0,99
51	15500	1500	1,73	0,42	2,07	0,59	0,31	0,99
50	15358	1500	1,71	0,42	2,04	0,59	0,32	0,99
49	15036	1500	1,68	0,42	1,97	0,59	0,33	0,99
48	14779	1500	1,65	0,42	1,93	0,59	0,34	0,99
47	13619	1500	1,52	0,42	1,71	0,59	0,40	0,99
46	13085	1500	1,46	0,42	1,62	0,59	0,43	0,99
45	12185	1500	1,36	0,42	1,48	0,59	0,49	0,99
44	11129	1500	1,24	0,42	1,32	0,59	0,57	0,99
43	9926	1500	1,11	0,42	1,15	0,59	0,68	0,99
42	8589	1500	0,96	0,42	0,99	0,59	0,80	0,99
41	7131	1500	0,80	0,42	0,84	0,59	0,90	0,99

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2055	CO1/1	14,693	<b>0,00</b>	0,09	-17,81	0,03	0,00	0,00
B2095	CO1/2	0,000	<b>9,89</b>	0,02	0,31	-0,05	0,00	0,00
B2053	CO1/2	0,000	9,34	<b>-0,86</b>	-0,41	1,44	0,00	0,00
B2058	CO1/2	0,000	9,70	<b>1,03</b>	0,66	-1,35	0,00	0,00
B2056	CO1/1	14,769	0,00	0,01	<b>-17,94</b>	0,00	0,00	0,00
B2056	CO1/1	0,000	8,35	0,01	<b>18,20</b>	-0,01	0,00	0,00
B2061	CO1/2	0,000	8,36	0,50	-0,53	<b>-2,51</b>	0,00	0,00
B2051	CO1/2	0,000	8,40	-0,71	-0,46	<b>1,57</b>	0,00	0,00
B2087	CO1/2	1,431	3,18	-0,07	0,14	-0,20	<b>-0,48</b>	0,18
B2056	CO1/1	7,269	4,25	0,04	1,25	0,00	<b>69,58</b>	0,02
B2052	CO1/2	1,356	7,96	0,41	0,06	0,47	0,61	<b>-0,86</b>
B2060	CO1/2	1,219	8,22	0,91	0,78	-1,82	0,95	<b>1,11</b>

### 1. PODMÍNKA

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

### 2. PODMÍNKA

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

Č.	Ned	My,ed	$\sigma_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	1.podmínka	2.podmínka	
<b>58</b>	8,01	23,5	0,08	2,82	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	<b>≤1</b>
<b>57</b>	7,79	36,16	0,08	4,34	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<b>≤1</b>
<b>56</b>	8,4	45,37	0,08	5,45	<b>0,33</b>	<b>0,32</b>	<b>≤1</b>
<b>55</b>	8,94	52,99	0,09	6,36	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>	<b>≤1</b>
<b>54</b>	9,34	59,88	0,09	7,19	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	<b>≤1</b>
<b>53</b>	9,71	65,43	0,10	7,85	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>	<b>≤1</b>
<b>52</b>	9,84	68,67	0,10	8,24	<b>0,49</b>	<b>0,48</b>	<b>≤1</b>
<b>51</b>	9,89	69,58	0,10	8,35	<b>0,50</b>	<b>0,49</b>	<b>≤1</b>
<b>50</b>	9,83	68,32	0,10	8,20	<b>0,49</b>	<b>0,48</b>	<b>≤1</b>
<b>49</b>	9,7	64,74	0,10	7,77	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>	<b>≤1</b>
<b>48</b>	9,32	58,82	0,09	7,06	<b>0,42</b>	<b>0,41</b>	<b>≤1</b>
<b>47</b>	8,96	51,48	0,09	6,18	<b>0,37</b>	<b>0,36</b>	<b>≤1</b>
<b>46</b>	8,36	43,65	0,08	5,24	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	<b>≤1</b>
<b>45</b>	7,64	34,87	0,08	4,19	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>≤1</b>
<b>44</b>	6,83	25,84	0,07	3,10	<b>0,19</b>	<b>0,18</b>	<b>≤1</b>
<b>43</b>	5,95	18,37	0,06	2,21	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>	<b>≤1</b>
<b>42</b>	5,04	11,89	0,05	1,43	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>≤1</b>
<b>41</b>	4,43	7,17	0,04	0,86	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>≤1</b>

**VYHOVUJE**

### 3.4.2 Ověření příčné a torzní stability

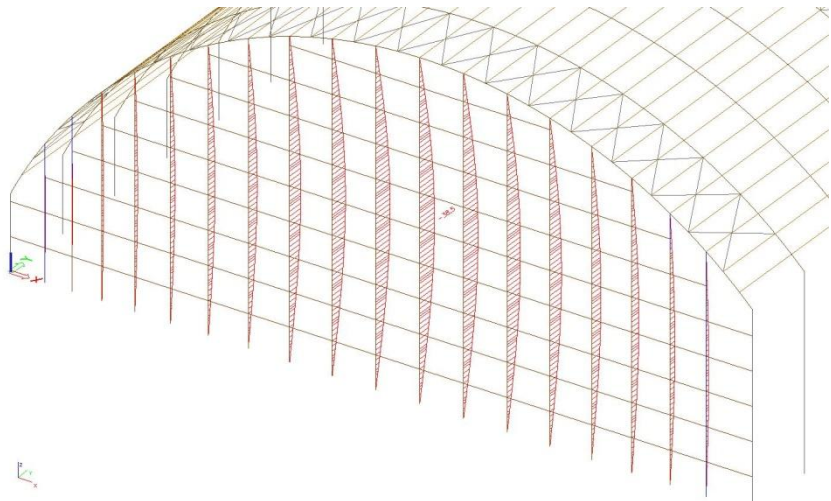
$$\sigma_{crit} = \frac{\Pi b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \cdot \sqrt{\frac{G_{mean}}{E_{mean}}} = \frac{0,78b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,k}}} =$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} & 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \end{cases}$$

Č.	l(mm)	lef(mm)	h (mm)	$\sigma_{crit}$	$\lambda_{rel,m}$	<b>k<sub>crit</sub></b>
<b>58</b>	10458	10612	600	46,06	0,72	<b>1</b>
<b>57</b>	11585	11027	600	44,33	0,74	<b>1</b>
<b>56</b>	12554	11899	600	41,08	0,76	<b>0,990</b>
<b>55</b>	13366	12629	600	38,70	0,79	<b>0,968</b>
<b>54</b>	13983	13185	600	37,07	0,80	<b>0,960</b>
<b>53</b>	14430	13587	600	35,98	0,82	<b>0,945</b>
<b>52</b>	14693	13824	600	35,36	0,82	<b>0,945</b>
<b>51</b>	14769	13892	600	35,19	0,83	<b>0,938</b>
<b>50</b>	14658	13792	600	35,44	0,82	<b>0,945</b>
<b>49</b>	14360	13524	600	36,14	0,81	<b>0,953</b>
<b>48</b>	13879	13091	600	37,34	0,80	<b>0,960</b>
<b>47</b>	13219	12497	600	39,11	0,78	<b>0,975</b>
<b>46</b>	12385	11747	600	41,61	0,76	<b>0,990</b>
<b>45</b>	11385	10847	600	45,07	0,73	<b>1</b>
<b>44</b>	10229	9806	600	49,85	0,69	<b>1</b>
<b>43</b>	8926	8633	600	56,62	0,65	<b>1</b>
<b>42</b>	7489	7340	600	66,59	0,60	<b>1</b>
<b>41</b>	5931	5938	600	82,32	0,54	<b>1</b>

### 3.4 POSOUZENÍ – MSP



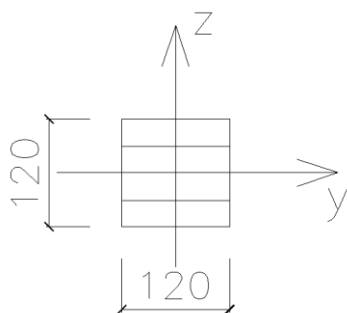
Max u sloupku č.51

$L = H_{max} = 15\,469\text{ mm}$

$u_z = 38,5\text{ mm}$

průhyb sloupků jako celku 1/300 – bereme globální maximum

$$u_z = 38,5\text{ mm} \leq \frac{L}{300} = 52\text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$



Lepené lamelové dřevo  
**GL 24h**

Dílčí součinitel zatížení  
 $\gamma_M = 1,25$

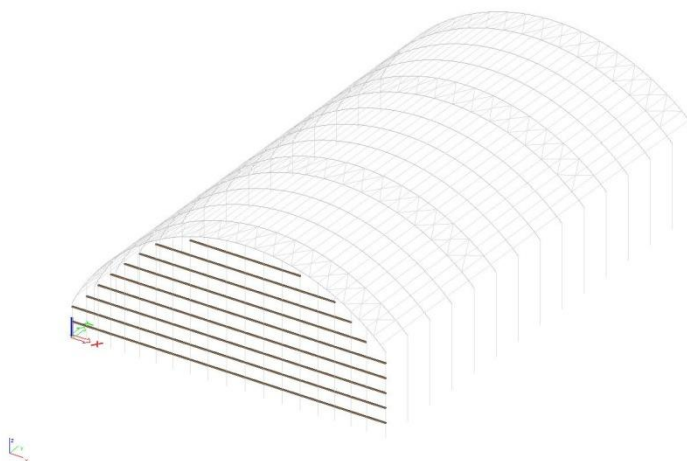
Třída vlhkosti I

$k_{mod} = 0,9$   
Součinitel k redistribuci napětí

Obdélníkový průřez

$k_m = 0,7$

## 4. PAŽDÍKY (PŘÍČKY)



### 4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Šířka profilu	b	120 mm
Výška profilu	h	120 mm
Plocha průřezu	A	14400 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>y</sub>	14400 mm <sup>2</sup>
Smyková plocha	A <sub>z</sub>	14400 mm <sup>2</sup>
Moment setrvačnosti k ose y	I <sub>y</sub>	1.728E+7 mm <sup>4</sup>
Moment setrvačnosti k ose z	I <sub>z</sub>	1.728E+7 mm <sup>4</sup>
Poloměr setrvačnosti k ose y	i <sub>y</sub>	34.641 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i <sub>z</sub>	34.641 mm
Hmotnost průřezu	G	7.2 kg/m
Průřezový modul k ose y	W <sub>y</sub>	2.88+05 mm <sup>3</sup>
Průřezový modul k ose z	W <sub>y</sub>	2.88+05 mm <sup>3</sup>

$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$   
 $f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$   
 $f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{16,5}{1,25} = 11,88 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,d} = k_{mod} \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{0,4}{1,25} = 0,288 \text{ MPa}$$

## 4.2 ZATÍŽENÍ

Bráno viz. Sloupek – posudek na největší namáhání

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z}$$

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2067	CO1/1	16,361	-1,97	-0,81	0,05	0,01	-0,03	0,02
B2080	CO1/1	5,825	4,45	-0,69	0,00	0,01	0,00	-0,21
B2079	CO1/1	0,000	0,73	-3,52	0,29	-0,06	-0,25	3,05
B2079	CO1/1	18,976	1,38	3,51	-0,33	0,06	-0,30	3,02
B2067	CO1/3	31,167	1,73	-0,57	-0,38	-0,10	-0,28	-1,08
B2079	CO1/3	0,000	0,73	-3,50	0,29	-0,06	-0,25	3,03
B2067	CO1/3	29,551	1,73	-2,12	-0,31	-0,10	0,27	1,09
B2067	CO1/3	7,163	0,30	0,08	0,25	0,08	-0,19	-0,51
B2079	CO1/3	18,976	1,38	3,50	-0,33	0,06	-0,30	3,01
B2079	CO1/1	17,175	1,38	1,77	-0,26	0,06	0,23	-1,74
B2069	CO1/1	31,692	-0,21	3,06	-0,10	-0,02	-0,09	3,68

### 4.2.1 Posouzení na kombinaci tahu a ohybu

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,7 \cdot \frac{0,309}{17,28} + \frac{12,778}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,752 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,309}{17,28} + 0,7 \cdot \frac{12,778}{17,28} \leq 1$$

$$\boxed{0,535 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}}$$

### 4.2.2 Posouzení na kombinaci tlaku a ohybu

Stanovení součinitele vzpěru:

$$L_{cr,y} = 2000 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2000}{28,868} = 69,280$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\Pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{69,280}{\Pi} \sqrt{\frac{24}{9400}} = 1,11 \geq 0,5$$

→ posuzujeme na

vzpěr

$$k_y = 0,5 \left[ 1 + \beta (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right] = 0,5 \left[ 1 + 0,1 (1,11 - 0,3) + 1,11^2 \right] = 1,157$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,157 + \sqrt{1,157^2 - 1,11^2}} = 0,67$$

### 4.2.3 Ověření příčné a torzní stability

$$l_{ef} = 0,9l + 2h$$

$$0,9 \cdot 2000 + 2 \cdot 100$$

$$l_{ef} = 2000 \text{ mm}$$

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

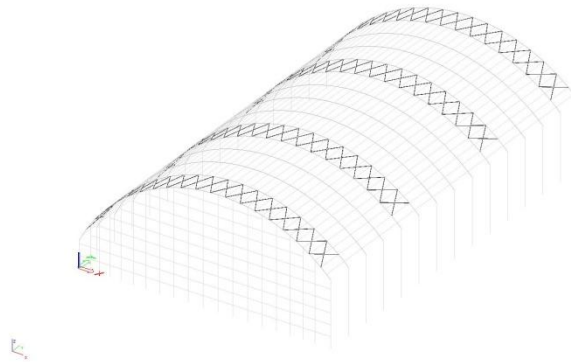
$$\sigma_{crit} = \frac{\Pi b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} \cdot \sqrt{\frac{G_{mean}}{E_{mean}}} = \frac{0,78 b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05}$$

$$\sigma_{crit} = \frac{0,78 \cdot 100^2}{100 \cdot 2000} \cdot 9400 = 366,6 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{crit}}} = \sqrt{\frac{24}{366,6}} = 0,256 \leq 0,75$$

$$\rightarrow k_{crit} = 1$$

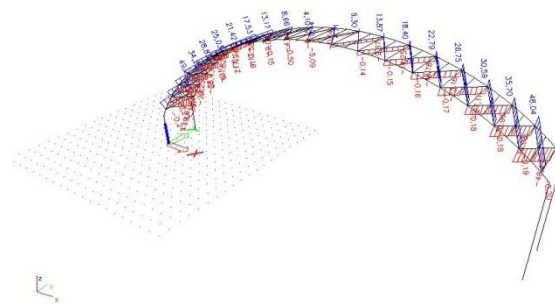
## 5. ZTUŽIDLO



### 5.1 ZATÍŽENÍ

Vygenerováno programem SCIA ENGINEER 2011

Zatížení – viz.VAZNÍK + podélný vítr – viz SLOUPEK

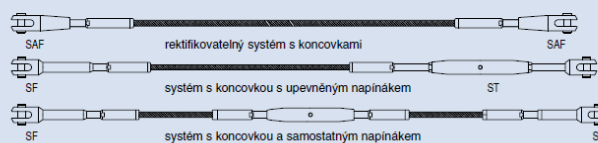


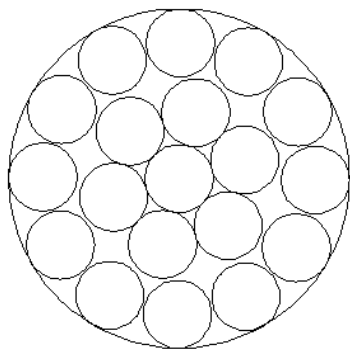
Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B381	MSÚ/1	4,016	<b>-49,67</b>	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00
B344	MSÚ/2	4,016	<b>49,22</b>	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00
B362	MSÚ/1	0,000	-48,41	<b>0,00</b>	0,01	0,00	-0,01	0,00
B381	MSÚ/3	0,000	-49,65	<b>0,00</b>	0,01	0,00	-0,01	0,00
B370	MSÚ/4	4,016	-0,13	0,00	<b>-0,02</b>	0,00	-0,01	0,00
B355	MSÚ/5	0,000	5,51	0,00	<b>0,02</b>	0,00	<b>-0,01</b>	0,00
B348	MSÚ/3	0,000	21,37	0,00	0,01	<b>0,00</b>	-0,01	0,00
B357	MSÚ/6	0,000	18,38	0,00	0,01	<b>0,00</b>	-0,01	0,00
B370	MSÚ/5	2,008	-5,85	0,00	0,00	0,00	<b>0,01</b>	0,00
B362	MSÚ/1	4,013	-48,42	0,00	-0,01	0,00	-0,01	<b>0,00</b>
B363	MSÚ/7	0,000	48,00	0,00	0,01	0,00	-0,01	<b>0,00</b>

### Navrhnutý lana od firmy – MACALLOY

Tabulka 5: Maximální zatížení lanového systému Macalloy

Průměr lana	mm	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	26
Jednostranně vinutá lana 1 x 19	kN	7,1	12,6	19,6	28,2	34,8	45,5	71,1	102,0	139,0	182,0	212,0	285,0	398,0
Kompaktní pramen	kN	17,4	23,9	34,8	48,1	60,3	95,0	141,2	189,2	251,0	313,7			
Šestipramenné lana s drátěnou duží	kN	5,0	8,9	13,9	20,0	27,3	35,6	55,6	80,0	109,0	143,1			





1 x 19 pramenné lano

Parametry od dodavatele  
Ocel **S316**

Pro třídu pevnosti 1,2 a 3  
 $\gamma_{M,0} = 1,15$   
empirické  
 $E = 107 \text{ kN/mm}^2$

Max. NORMÁLOVÁ SÍLA

$$N_d = 49,67 \text{ kN}$$

Dle TAB. → NÁVRH  $\varnothing 10 \text{ mm}$

Jednoprámenné visuté lano 1x19

$$Z_d = 71,1 \text{ kN}$$

Elastické protažení d:  $d = \frac{\text{zatížení (kN)} \times \text{délka (mm)}}{E \text{ (kN/mm}^2) \times \text{průřezová plocha (mm}^2)}$

$$d = \frac{N_d \cdot L}{E \cdot A} = \frac{49,67 \cdot 4000}{107 \cdot 78,54} = 24,47 \text{ mm}$$

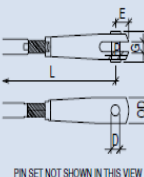
Dle TAB. pro  $\varnothing 10 \text{ mm}$

Styčnickový plech – GP16

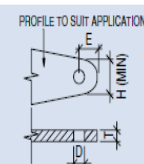
Kotvicí systém – SAF 10

Tabulka 6: Rozměrové parametry kotvicího spojovacího systému

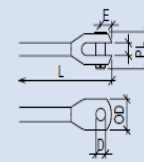
Průměr lana	mm	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	19	22	26
Rektifikovatelná vílicová koncovka	SAF3	SAF4	SAF5	SAF6	SAF7	SAF8	SAF10	SAF12	SAF14	SAF16	SAF19	SAF22	SAF26	
L	mm	111	122	150	180	201	213	282	332	350	400	434	509	572
Rektifikovatelnost	mm	12	12	16	20	22	22	32	36	36	45	45	55	60
G	mm	7	7	8,5	10	12	12	17	21	21	26,5	26,5	35	36,5
D Dia.	mm	6,9	6,9	8,5	9,5	11,8	11,8	16,4	19,5	19,5	26,0	26,0	33,6	36,0
E	mm	8,5	8,5	11,5	12,0	18,0	18,0	21,0	26,5	26,5	36,0	36,0	48,0	52,0
OD	mm	16,0	16,0	19,0	22,2	28,6	28,6	38,1	47,5	47,5	57,2	57,2	76,2	82,5
P Dia.	mm	6,4	6,4	8,0	9,0	11,4	11,4	15,5	18,8	18,8	25,5	25,5	32,0	35,2
PL	mm	21,6	21,6	25,3	27,7	34,1	34,1	44,6	56,1	56,1	69,8	69,8	92,0	98,0
Styčnickový plech	GP6	GP6	GP8	GP10	GP11	GP11	GP16	GP19	GP19	GP25	GP25	GP32	GP35	
T (tloušťka mat.)	mm	6	6	6	8	10	10	15	16	16	25	25	30	35
D Dia.	mm	7	7	9	10	12,5	12,5	16,5	19	19	26,5	26,5	33	36,5
E	mm	11	11	15	17	20	20	23	30	30	32	32	40	44
H	mm	17	17	24	27	30	30	36	46	46	52	52	66	71
Viřicová koncovka	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF10	SF12	SF14	SF16	SF19	SF22	SF26	
L	mm	70	83	97	113	128	140	174	227	258	295	342	391	451
G	mm	6,3	8	10	11	12,7	12,7	16	19	22,2	25,4	28,6	32	35
D Dia.	mm	6,1	8,1	9,7	11,2	12,1	12,1	16,1	19,2	22,4	26,7	28,5	32,2	35,2
E	mm	7	9	11	12	15	15	18	23	26	31	33	39	43
OD	mm	14,3	18	22,2	25,4	28,6	28,6	38,1	47,6	54	63,5	69,9	76,2	82,5
P Dia.	mm	5,9	7,9	9,5	10,8	11,8	11,8	15,8	18,7	21,9	25,1	27,9	31,6	34,6
PL	mm	20,4	24,3	29,6	33	37	37	47,6	57,6	63,7	75	81,1	91,1	97,7



PIN SET NOT SHOWN IN THIS VIEW



PROFILE TO SUIT APPLICATION



PIN SET NOT SHOWN IN THIS VIEW

## 6. SPOJE

Ocel **S355**

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M,0} = 1,00$$

$$\gamma_{M,0} = 1,25 \text{ spoje}$$

$$B = 180 \text{ mm}$$

$$H = 1400 \text{ mm}$$

Rozměry patní desky

$$B = 160 \text{ mm}$$

$$H = 180 \text{ mm}$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$G = 81000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11600 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 390 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 720 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 325 \text{ MPa}$$

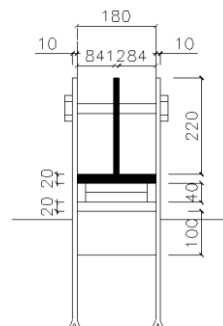
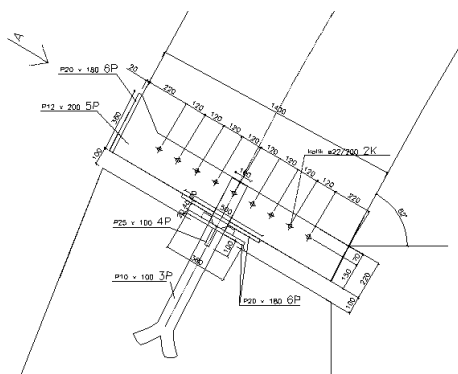
$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{24}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 \frac{2,7}{1,25} = 1,944 \text{ MPa}$$

### 6.1 TANGENCIÁLNÍ LOŽISKO V PATĚ



Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	Podpora	Stav	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]
*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Sn5/N1	MSÚ/7	-134,42	0,21	337,07	Sn5/N1	MSP/17	-103,50	0,18	287,72
Sn5/N1	MSÚ/1	99,44	-39,29	156,99	Sn5/N1	MSP/12	46,57	-26,14	194,16
Sn5/N1	MSÚ/8	-126,09	0,25	387,32	Sn5/N1	MSP/18	-101,00	0,18	296,29
Sn5/N1	MSÚ/9	-112,77	0,24	395,68	Sn5/N1	MSP/19	-92,11	0,18	301,86
Sn7/N85	MSÚ/1	-52,78	-37,73	14,89	Sn7/N85	MSP/12	-15,47	-25,11	64,84
Sn7/N85	MSÚ/2	123,14	0,16	243,47	Sn7/N85	MSP/13	95,98	0,14	200,98
Sn7/N85	MSÚ/3	110,19	0,18	265,51	Sn7/N85	MSP/14	90,24	0,14	207,15

V<sub>d</sub> – průměrná reakce – Max R<sub>x</sub> a odpovídající R<sub>z</sub> a naopak

$$V_{d,R_{x,max}} = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} = \sqrt{134,42^2 + 337,07^2} = 362,88 \text{ kN}$$

$$V_{d,R_{z,max}} = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} = \sqrt{112,77^2 + 395,68^2} = 411,44 \text{ kN}$$

#### 6.1.1 Napětí ve smyku

$$\tau_d = \frac{1,5 R_{y,max}}{b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot 39,29 \cdot 10^3}{200 \cdot 1400} = 0,210 \text{ MPa}$$

#### 6.1.2 Posouzení únosnosti

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\boxed{0,210 \text{ MPa} \leq 1,944 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

#### 6.1.3 Osová síla je přenesena prostřednictvím ocel. patní desky

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{V_{d,R_{x,max}}}{A} = \frac{411,44 \cdot 10^3}{28800} = 14,286 \text{ MPa}$$

#### 6.1.4 Posouzení únosnosti

$$\sigma_{c,o,d} \leq f_{c,o,d}$$

$$\boxed{14,286 \text{ MPa} \leq 17,28 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

6.1.5 Posouvající síla je přenesena prostřednictvím bočních ocel. desek

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{R_{y,max}}{A} = \frac{39,29 \cdot 10^3}{360(180 - 20)} = 0,682 \text{MPa}$$

6.1.6 Posouzení únosnosti

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

$$\boxed{0,682 \text{MPa} \leq 1,944 \text{MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

NÁVRH OCELOVÝCH KOLÍKŮ:

### KOLÍKY - S355

$$f_u = 510 \text{MPa}$$

$$d = 22 \text{mm}$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,25$$

### DŘEVO – GL24h

$$\rho_k = 380 \text{kg/m}^3$$

$$t_1 = 84 \text{mm}$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,3 \text{ spoje}$$

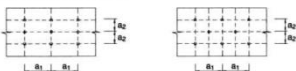
### DESKA – S355

$$f_u = 510 \text{MPa}$$

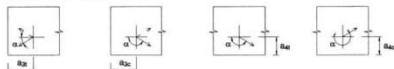
$$t = 12 \text{mm}$$

$$\alpha = 6^\circ$$

Rozteče rovnoběžné a kolmo k vláknům:



Vzdálenosti od okrajů a konců:



Kde  $\alpha$  je úhel mezi směrem síly a směrem vláken.

6.1.7 Pevnost dřeva v otláčení stěny otvoru

Pro svorníky a kolíky do  $\varnothing 30 \text{mm}$  lze uvažovat:

$$f_{h,1,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$$

$$f_{h,1,k} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 22)380 = 24,305 \text{MPa}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,o,k}}{k_a \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{24,305}{1,68 \cdot \sin^2 6 + \cos^2 6} = 24,126 \text{MPa}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 22 = 1,68$$

$$k_a = \sqrt{\frac{a_1}{(3 + 4|\cos \alpha|)d}}$$

Moment kluzu spojovacích prostředků

$$M_{y,k} = 0,3f_u \cdot d^{2,6} =$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot 510 \cdot 22^{2,6} = 473,14 \text{kNm}$$

$$a_1 = (3 + 4|\cos \alpha|)d = (3 + 4|\cos 6|)22 = 153 \text{mm}$$

$$a_2 = 3d = 3 \cdot 22 = 66 \text{mm}$$

$$a_{3,t} = 7d = 7 \cdot 22 = 154 \text{mm}$$

$$a_{3,c} = 3d = 66 \text{mm}$$

$$a_{4,t} = (2 + 2 \cdot \sin \alpha)d = (2 + 2 \cdot \sin 6)22 = 49 \text{mm}$$

$$a_{4,c} = 3d = 66 \text{mm}$$

$$\frac{F_{ax,Rk}}{4} = 0$$

Třída vlhkosti I  
 $k_{mod} = 0,9$

### 6.1.8 Návrhová hodnota únosnosti na stříhovou plochu svorní – pro tlustou desku jednotřížně namáhanou

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 24,305 \cdot 84 \cdot 22 \\ 24,305 \cdot 84 \cdot 22 \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot 473140}{24,305 \cdot 84^2 \cdot 22}} \right] + 0 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 473140 \cdot 24,305 \cdot 22} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 44,916kN \\ 26,123kN \\ 51,736kN \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{26,123}{1,3} = 18,085kN$$

### 6.1.9 Charakteristická únosnost kolíků pro jeden stříh ocel – deska

$$F_{v,Rd,2} = 2 \cdot 0,6 \cdot f_u \cdot A / \gamma_{M2} =$$

$$2 \cdot 0,6 \cdot 510 \cdot 310^{-4} / 1,25 = 146,88kN$$

$$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot 2t / \gamma_{M2}$$

$$F_{b,Rd} = 2,5 \cdot 0,83 \cdot 510 \cdot 22 \cdot 2 \cdot 12 / 1,25 = 447,005kN$$

Moment přenášený pomocí ocelových kolíků

$$M_d = V_{Ed} \cdot h_1 = 45180 \cdot 240 = 10,843kNm$$

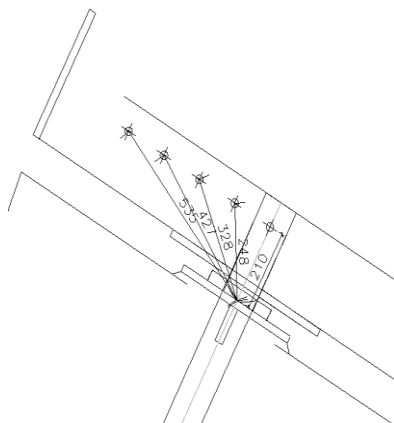
$$F_{Ed} = F_1 \cdot M_d = M_d \cdot r_1 / \sum r_i^2 = 10,843 \cdot 0,535 / 1,319 = 4,398kN$$

$$\sum r_i^2 = 0,210^2 + (0,248^2 + 0,328^2 + 0,427^2 + 0,535^2) \cdot 2$$

$$\sum r_i^2 = 1,319$$

$$2 \cdot F_{v,Rd,1} > F_{Ed}$$

$$\boxed{2 \cdot 18,085 = 36,17kN > F_{Ed} = 4,398k \text{ VYHOVUJE}}$$



$$F_{Ed} = 5,33kN$$

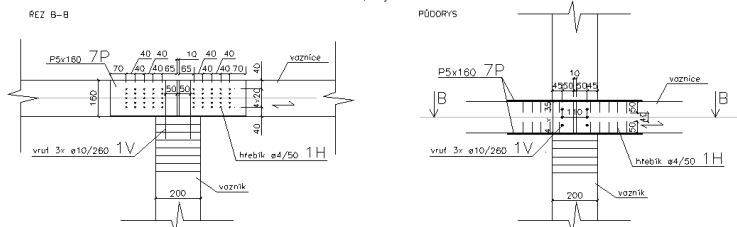
$$F_{ax,Ed} = V_{Ed} = 45,18kN$$

## 6.2 PŘÍPOJ VAZNICE – VAZNÍK – VAR. 1

Přípoj vaznic pouze na nosnících č. – 4,8,12

→jinak přípoj pomocí spoje VAR. 2

PŘÍPOJENÍ VAZNÍK – VAZNICE – montážní spojení vaznic



### 6.2.1 HŘEBÍKY

#### 6.2.1.1 Minimální rozteče od krajů

$$a_1 = 10d = 10 \cdot 4 = 40mm$$

$$a_2 = 5d = 5 \cdot 4 = 20mm$$

$$a_{3,t} = (10 + 5 \cdot \cos \alpha)d = (10 + 5 \cdot \cos 6)22 = 60mm$$

$$a_{3,c} = 10d = 40mm$$

$$a_{4,t} = (5 + 5 \cdot \sin \alpha)d = (5 + 5 \cdot \sin 6)4 = 20mm$$

$$a_{4,c} = 5d = 20mm$$

#### 6.2.1.2 Návrh hřebíkového přípoje

Ověření únosnosti hřebíkového spoje na stříh

únosnost spoje ocel-dřevo je závislá na tloušťce ocelových desek.

Pro  $t \leq 0,5d$  - tenké desky

$t > 0,5d$  - tlusté desky  $5mm > 2mm \rightarrow$  tlusté desky

Pro tlusté ocelové desky jako vnější prvky dvojstřížných spojů:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 18,93 \cdot 50 \cdot 4 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 6617 \cdot 18,93 \cdot 4 + 0} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,893kN \\ 2,3kN \end{array} \right.$$

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \cdot 4^{-0,3} = 18,93MPa$$

$$M_{y,Rk} = 180 \cdot d^{2,6} = 180 \cdot 4^{2,6} = 6617Nmm$$

### HŘEBÍKY

$$f_u = 600 MPa$$

$$d = 22 mm$$

$$l = 50 mm$$

### DŘEVO – C24

$$\rho_k = 350kg/m^3$$

$$t_1 = 84mm$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,3 \text{ spoje}$$

$$k_{mod} = 0,9$$

### DESKA –S355

$$f_u = 510MPa$$

$$t = 5mm$$

### VRUTY

$$f_u = 510 MPa$$

$$d = 10 mm$$

$$l = 260mm$$

$$l_{ef} = 250 mm$$

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

n - počet hřebíků v řadě

$$n = 10$$

$k_{ef} = 0,85$  - pro hřebíky

$n_{ef}$  - účinný počet hřebíků

$$n_{ef} = 10^{0,85} = 7,08$$

$n_s$  - počet rovin stříhu

$$n_s = 2$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{1,893}{1,3} = 1,311kN$$

$$F_{V,Ed} = \frac{F_{Ed}}{n_s \cdot n_{ef}} = \frac{5,33}{2 \cdot 7,08} = 0,376kN$$

### 6.2.1.3 Posouzení

$$F_{v,Rd,1} > F_{V,Ed}$$

**1,311kN > F<sub>Ed</sub> = 0,376kN VYHOVUJE**

## 6.2.2 VRUTY

### 6.2.2.1 Návrh přípoje pomocí vrutů

$$F_{ax,Rk} = n_{ef} \cdot (\pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,k} = 2,7 \cdot (\pi \cdot 10 \cdot 250)^{0,8} \cdot 23,6 = 83,24$$

$$f_{ax,Rk} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 350^{1,5} = 23,6MPa$$

$$n_{ef} = n^{k_{ef}} = 3^{0,9} = 2,7$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{83,243}{1} = 73,919kN$$

$$F_{ax,Ed} < F_{ax,Rd}$$

**45,18kN < 73,919kN VYHOVUJE**

### VRUTY

$$f_{u,k} = 510 MPa$$

$$d = 10 mm$$

$$l = 100 mm$$

$$\gamma_M = 1,0$$

### DŘEVO – GL24h

$$\rho_k = 380 kg/m^3$$

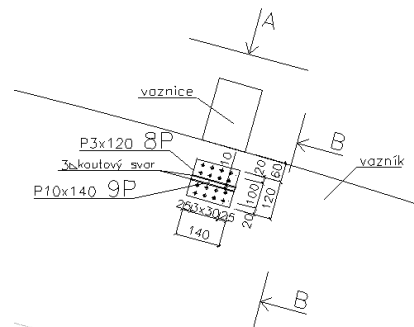
$$t_2 = 97 mm$$

$$n = 8$$

$$n_{ef} = 8^{0,9} = 6,498$$

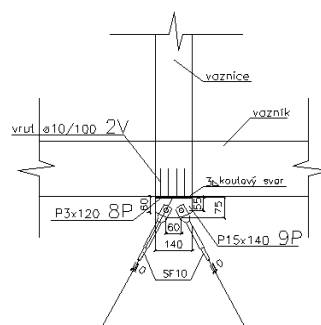
### DESKA – str.51

## 6.3 ZTUŽIDLO

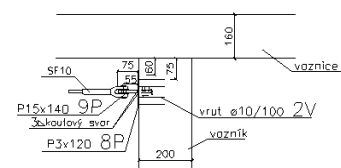


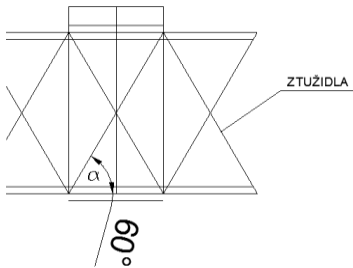
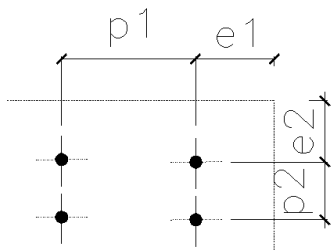
PŘIPOJENÍ ZTUŽIDLA

POHLED A



POHLED B





### 6.3.1 Minimální rozteče od krajů

$$p_1 = 2,2 \cdot d = 2,2 \cdot 10 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 1,2d_0 = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$$

$$p_2 = 2,4 \cdot d = 2,4 \cdot 10 = 24 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2d_0 = 1,2 \cdot 10 = 12 \text{ mm}$$

Vnitřní síly ze str.:51

$$N_d = \quad \quad \quad \mathbf{49,67 \text{ kN}}$$

$$N_{d, \sin \alpha} = \quad \quad \quad \mathbf{43,015 \text{ kN}}$$

$$N_{d, \cos \alpha} = \quad \quad \quad \mathbf{24,835 \text{ kN}}$$

### 6.3.2 Posouzení pro 1/2vrutů namáhaných silou $N_{Ed}$

$$F_{ax, Rk} = n_{ef} \cdot (\Pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax, k} = 6,498 \cdot (\Pi \cdot 10 \cdot 90)^{0,8} \cdot 26,7$$

$$F_{ax, Rk} = 100,093 \text{ kN}$$

$$f_{ax, Rk} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 380^{1,5} = 26,7 \text{ MPa}$$

$$F_{v, Rd, 1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v, Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{100,093}{1} = 90,084 \text{ kN}$$

$$F_{ax, Ed} < F_{ax, Rd}$$

$$\mathbf{43,015 \text{ kN} < 90,084 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

### 6.3.3 Posouzení na střiž

$$F_{v, Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h, 2, k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot M_{y, Rk} \cdot f_{h, 2, k} \cdot d} + \frac{F_{ax, Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v, Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 97 \cdot 28,044 \cdot 10 \\ 1,15 \sqrt{2 \cdot 60910 \cdot 28,044 \cdot 10} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v, Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 13,6 \text{ MPa} \\ 6,721 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

$$f_{h, 2, k} = 0,082(1 - 0,0110)380 = 28,044 \text{ MPa}$$

$$M_{y, k} = 0,3 f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 510 \cdot 10^{2,6} = 60910 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{6,721}{1,3} = 4,653kN$$

$$F_{v,Ed} = N_{d,cos\alpha}/n = 24,85/8 = 3,608kN$$

### 6.3.3.1 Posouzení

$$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$$

$$\boxed{3,608kN < 4,653kN \quad \text{VYHOVUJE}}$$

### 6.3.4 Posouzení na kombinaci namáhání

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{43,015}{73,919}\right)^2 + \left(\frac{3,608}{4,653}\right)^2 \leq 1$$

$$\boxed{0,94 \leq 1 \quad \text{VYHOVUJE}}$$

### 6.3.5 Posouzení svarů plechu

Minimální délka svaru pro přenášení zatížení:

$$L = \max \{30mm; 6a\} = \{30mm; 6 \cdot 4\} = \{30mm; 24mm\} = 30mm$$

$$L \rightarrow 140mm$$

$$A_w = \sum a \cdot l = 4 \cdot 140 = 560mm^2$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{Ed}}{2\sqrt{2} A_w} = \frac{N_{d,sin\alpha}}{2\sqrt{2} A_w} = \frac{43015}{560} = 27,157MPa$$

$$\tau_{\parallel} = N_{d,cos\alpha}/A_w = 24835/560 = 44,348MPa$$

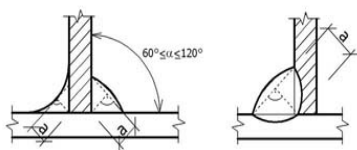
$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_M}$$

$$27,157MPa \leq 367,2MPa \quad \text{VYHOVUJE}$$

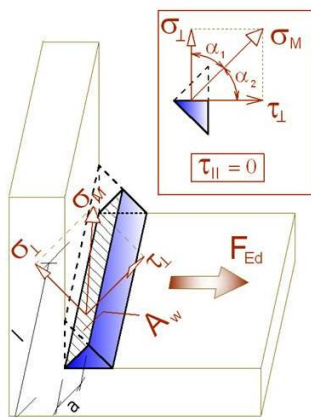
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M,2}}$$

$$\sqrt{27,157^2 + 3(27,157^2 + 44,348^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M,2}}$$

$$\boxed{94,076MPa \leq 453,33MPa \quad \text{VYHOVUJE}}$$



t [mm]	a <sub>min</sub> [mm]
< 10	3
11 - 20	4
21 - 30	5
> 31	6



## 6.4 MONTÁŽNÍ SPOJ VAZNÍKU

Pro přepravu na stavbu –  $L_{max}=15m$

### VRUTY

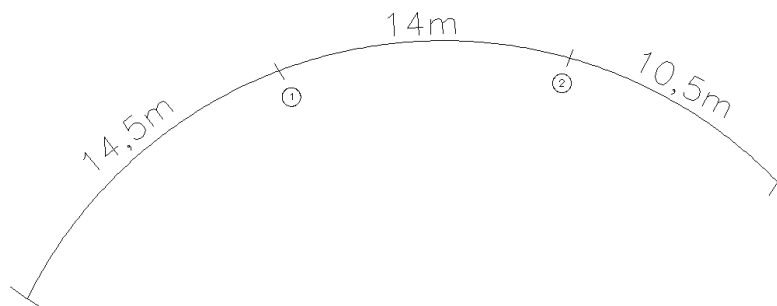
$$\begin{aligned} f_{u,k} &= 510 \text{ MPa} \\ d &= 22 \text{ mm} \\ l &= 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

### KOLÍKY

$$\begin{aligned} f_{u,k} &= 510 \text{ MPa} \\ d &= 22 \text{ mm} \\ l &= 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

Třída vlhkosti 1

$$k_{mod} = 0,9$$



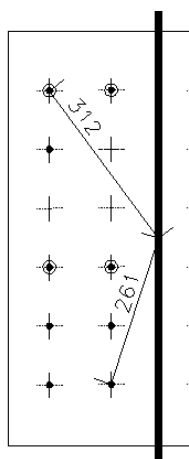
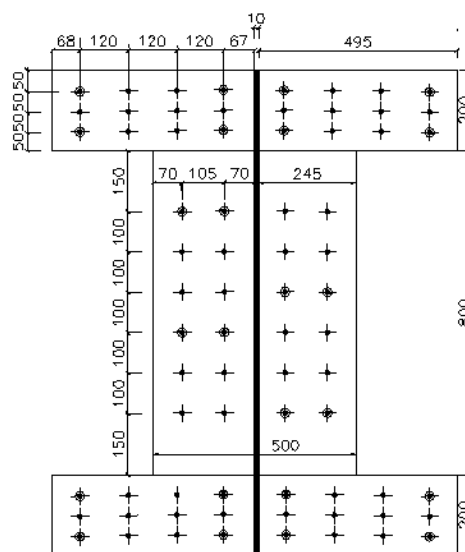
Vnitřní síly z PŘÍLOHA 1: Pro spoj v řezu 1,2

$$\textcircled{1} M_{y,d} = 52,67 \text{ kNm} \quad \textcircled{2} M_{y,d} = 107,89 \text{ kNm}$$

$$N_d = 181,39 \text{ kN} \quad N_d = 170,89 \text{ kN}$$

$$V_d = 23,020 \text{ kN} \quad V_d = 20,47 \text{ kN}$$

### 6.4.1 Schéma



### 6.4.2 Posouzení střednicového plechu vzdorující $v_{z,d}$

$$F_{v,z,d} = \frac{v_{z,d}}{n} = \frac{23,02}{12} = 1,918 \text{ kN}$$

$$\sum r_i^2 = 2 \cdot (261^2 + 312^2) = 0,331 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$$

$$M_{y,d} = V_{z,d} \cdot e = 23020 \cdot 125 = 2,878 \text{ kNm}$$

$$F_{m,d} = \frac{M_{y,d} \cdot r_1}{\sum r_i^2} = \frac{2878 \cdot 0,309}{0,331 \cdot 10^{-6}}$$

$$F_{m,d} = 2,703 \text{ kN}$$

### 6.4.3 Pevnost v otláčení stěny otvoru – s předvrtanými otvory

$$f_{h,1,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k = 0,082(1 - 0,01 \cdot 22)380 = 24,305 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = 0,3f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 510 \cdot 22^{2,6} = 473141 \text{ Nmm}$$

### 6.4.4 Rozhodující návrhová únosnost na stříhovou plochu

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 12,153 \cdot 200 \cdot 22 \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot 473140}{12,153 \cdot 200^2 \cdot 22}} \right] + 0 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 473140 \cdot 12,153 \cdot 22} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 53,471 \text{ kN} \\ 25,424 \text{ kN} \\ 25,868 \text{ kN} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} =$$

$$F_{v,Rd,1} = 0,9 \cdot \frac{25,424 \text{ kN}}{1} = 22,922 \text{ kN}$$

$$F_{m,d} \leq F_{v,Rd,1}$$

$$\boxed{2,703 \text{ kN} \leq 22,922 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

### 6.4.5 Posouzení krajních plechů vzdorující normálové síle $N_d$ a momentu $M_{y,d}$

$$F_{M,d} = \frac{M_{y,d}}{r} = \frac{107,22}{1,2} = 89,35 \text{ kN}$$

$$F_{N,d} = \frac{N_d}{2} = \frac{181,39}{2} = 90,695 \text{ kN}$$

$$F_{1,d} = \frac{F_{M,d} + F_{N,d}}{n} = \frac{89,35 + 90,695}{12} = 15 \text{ kN}$$

$$F_{1,d} = 15 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 2 \cdot 17,601 = 35,2 \text{ kN}$$

$$F_{1,d} \leq F_{v,Rd}$$

$$\boxed{15 \text{ kN} \leq 35,2 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

## HŘEBÍKY

Kotvicí hřebík R 20 4,0x60 NK



### DŘEVO – C24/GL24h

$$\rho_{k,C24} = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{k,GL24h} = 380 \text{ kg/m}^3$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,3 \text{ spoje}$$

$$k_{mod} = 0,9 \text{ tř.vlh.1}$$

### DESKA - viz BeA

$$t = 3 \text{ mm}$$

### VRUTY

$$f_u = 510 \text{ MPa}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

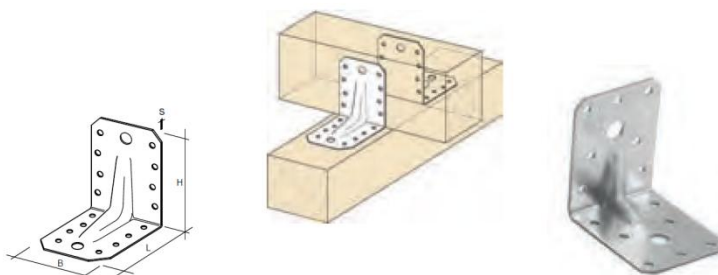
$$l = 60 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = 50 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l - d = 60 - 10$$

## 6.5 PŘIPOJENÍ VAZNICE – VAZNÍK – VAR. 2

### Úhelník od firmy BeA – NÁVRH – typ4



BeA úhelníky 90° typ 4



Rozměry [H x L x S x B]	Počet otvorů Ø 5 / Ø 11 mm	Hmotnost 1 kusu	Kusů v balení	Objednací číslo
70 x 70 x 2 x 55 o.R.	14 / 2	0,120	100	17400356
70 x 70 x 2 x 55 m.R.	14 / 2	0,120	50	17400355
70 x 70 x 2,5 x 55 o.R.	14 / 2	0,136	50	17400234
70 x 70 x 2,5 x 55 m.R.	14 / 2	0,136	50	17400233
90 x 90 x 2,5 x 65 o.R.	18 / 2	0,200	50	17400218
90 x 90 x 2,5 x 65 m.R.	16 / 2	0,200	50	17400394
105 x 105 x 3,0 x 90 o.R.	26 / 6	0,400	50	17400220
105 x 105 x 3,0 x 90 m.R.	22 / 4	0,400	50	17400395

### 6.5.1 Posouzení na stříh C24

#### HŘEBÍKY:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 18,93 \cdot 60 \cdot 4 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 6617 \cdot 18,93 \cdot 4 + 0} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,893 \text{ kN} \\ 2,3 \text{ kN} \end{array} \right.$$

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \cdot 4^{-0,3} = 18,93 \text{ MPa}$$

$$M_{y,Rk} = 180 \cdot d^{2,6} = 180 \cdot 4^{2,6} = 6617 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{1,893}{1,3} = 1,311 \text{ kN}$$

#### VRUTY:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 18,93 \cdot 60 \cdot 10 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 60910 \cdot 18,93 \cdot 10 + 0} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 5,679\text{kN} \\ 11,045\text{kN} \end{cases}$$

$$F_{v,Rd,2} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{5,679}{1,3} = 3,932\text{kN}$$

$$F_{Ed,1} = F_{V,Ed} - 22 \cdot F_{v,Rd,1} = 45,18 - 26 \cdot 1,311 = 11,094\text{kN}$$

$$F_{Ed} = \frac{F_{Ed,1}}{n_{vrutu}} = \frac{11,094}{6} = 1,849\text{kN}$$

$$F_{Ed} < F_{v,Rd,2}$$

**1,849kN < 3,932kN VYHOVUJE**

## 6.5.2 Posouzení na střih GL24h

HŘEBÍKY:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 20,56 \cdot 60 \cdot 4 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 6617 \cdot 20,56 \cdot 4} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 2,467\text{kN} \\ 2,4\text{kN} \end{cases}$$

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 380 \cdot 4^{-0,3} = 20,56\text{MPa}$$

$$M_{y,Rk} = 180 \cdot d^{2,6} = 180 \cdot 4^{2,6} = 6617\text{Nmm}$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{2,4}{1,3} = 1,292\text{kN}$$

VRUTY:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot 20,56 \cdot 60 \cdot 10 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 60910 \cdot 20,56 \cdot 10} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 9,252\text{kN} \\ 11,510\text{kN} \end{cases}$$

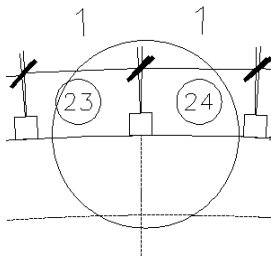
$$F_{v,Rd,2} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{9,252}{1,3} = 6,405\text{kN}$$

$$F_{Ed,1} = F_{V,Ed} - 22 \cdot F_{v,Rd,1} = 45,18 - 26 \cdot 1,292 = 11,588kN$$

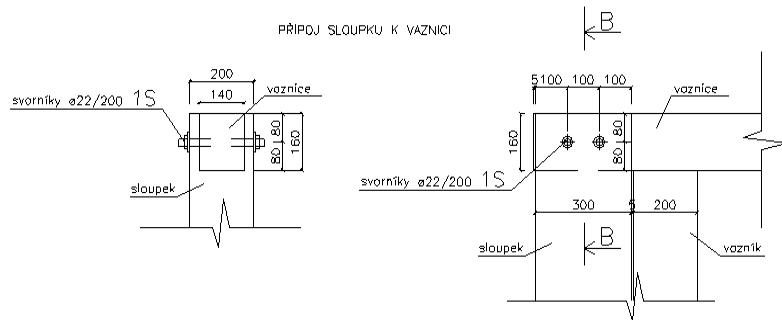
$$F_{Ed} = \frac{F_{Ed,1}}{n_{vrutu}} = \frac{16,756}{6} = 1,931kN$$

$$F_{Ed} < F_{v,Rd,2}$$

**1,931kN < 6,405kN VYHOVUJE**



## 6.6 PŘIPOJENÍ VAZNICE - SLOUPEK



### SVORNÍKU S355

$$f_u = 510MPa$$

$$d = 22mm$$

$$l = 200mm$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,25$$

### DŘEVO – GL24h

$$\rho_k = 380kg/m^3$$

$$t_1 = 200mm$$

Dílčí součinitel materiálu

$$\gamma_{M0} = 1,3 \text{ spoje}$$

$$V_z = 17,17kN$$

$$N_d = 5,33kN$$

### 6.6.1 Pevnost dřeva v otláčení stěny otvoru

Pro svorníky a kolíky do Ø30mm lze uvažovat:

$$f_{h,1,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$$

$$f_{h,1,k} = 0,082(1 - 0,01 \cdot 22)380 = 24,305MPa$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_a \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 0$$

Moment kluzu spojovacích prostředků

$$M_{y,k} = 0,3f_u \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 510 \cdot 22^{2,6} = 473,14kNm$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot t_1^2 \cdot d}} \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{24,305 \cdot 200 \cdot 22}{24,305 \cdot 200 \cdot 22} \cdot \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot 473140}{24,305 \cdot 200^2 \cdot 22}} \right] + 0 \\ 2,3 \sqrt{2 \cdot 473140 \cdot 24,305 \cdot 22} + 0 \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 1061,942kN \\ 47,605kN \\ 51,736kN \end{cases}$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{47,605}{1,3} = 32,957kN$$

$$F_{v,Ed} = \frac{1,86}{2} = 0,93kN \leq F_{v,Rd,1} = 32,957kN \text{ VYHOVUJE}$$

### 6.6.2 Namáhaných silou Vz

$$F_{ax,Rk} = n_{ef} \cdot (\Pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,k} = 1,866 \cdot (\Pi \cdot 22 \cdot 178)^{0,8} \cdot 26,7$$

$$l_{ef} = 200 - 22 = 178mm$$

$$F_{ax,Rk} = 93,2kN$$

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

n - počet hřebíků v řadě

$$n = 2$$

$$k_{ef} = 0,9$$

$n_{ef}$  - účinný počet hřebíků

$$n_{ef} = 2^{0,9} = 1,866$$

$$f_{ax,Rk} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 380^{1,5} = 26,7MPa$$

$$F_{v,Rd,1} = k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{93,2}{1} = 83,88kN$$

$$F_{ax,Ed} < F_{ax,Rd}$$

$$17,17kN < 83,88kN \text{ VYHOVUJE}$$

## 7. ÚDAJE NA ZÁKLADY

Výsledné reakce

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*	*Studentská verze*
Sn5/N1	MSÚ/7	<b>-134,42</b>	0,21	337,07
Sn5/N1	MSÚ/1	<b>99,44</b>	<b>-39,29</b>	<b>156,99</b>
Sn5/N1	MSÚ/8	-126,09	<b>0,25</b>	387,32
Sn5/N1	MSÚ/9	-112,77	0,24	<b>395,68</b>
Sn7/N85	MSÚ/1	<b>-52,78</b>	<b>-37,73</b>	<b>14,89</b>
Sn7/N85	MSÚ/2	<b>123,14</b>	0,16	243,47
Sn7/N85	MSÚ/3	110,19	<b>0,18</b>	<b>265,51</b>

## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### **Normy:**

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení  
objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb (2004)
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Zatížení konstrukcí – Obecná  
zatížení – Zatížení sněhem(2005)
- [3] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Zatížení konstrukcí – Obecná  
zatížení – Zatížení větrem (2005)
- [4] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a  
pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Navrhování styčnicků

### **Skripta a publikace:**

- [6] Kuklík, P.; Kuklíková, A.; Mikeš, K. : Dřevěné konstrukce. Cvičení, ES ČVUT, Praha, 2005
- [7] Straka, B.: Navrhování dřevěných konstrukcí, CERM, s.r.o. Brno, 1996
- [8] Dutko, P.; Chomová, E.; Draškovic, F.; Lapos, J.: Drevené koňstrukcie. Príklady, SVŠT,  
Bratislava, 1982
- [9] překlad Koželouh, B.: Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 1, ČKAIT, Praha, 2004,
- [10] Překlad Koželouh, B.: Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, STEP 2, ČKAIT, Praha, 2004,
- [11] Kuklík, P.: Příručka 2 – Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5, TEMTIS, 2008

### **Internetové stránky:**

- [12] <<http://www.izolas.cz>>
- [13] <[http://www.ckait.cz/sites/default/files/EC5\\_Seminar\\_drevo\\_2.pdf](http://www.ckait.cz/sites/default/files/EC5_Seminar_drevo_2.pdf)>
- [14] <<http://www.ocel.wz.cz>>
- [15] <<http://www.tension.cz>>
- [16] <<http://www.izolas.cz>>