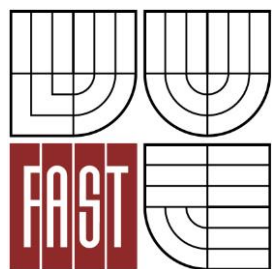




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## **ŽELEZOBETONOVÝ MONTOVANÝ OBJEKT**

PRECAST CONCRETE BUILDING

**P1 – STATICKÝ VÝPOČET**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**RADIM HUBENÝ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. JAN PERLA**

BRNO 2015

## OBSAH

1.	Zatížení konstrukce:	1
1.1	Zatížení stálé	1
1.2	Zatížení proměnné – užitné	1
1.3	Zatížení proměnné - sníh	2
1.4	Zatížení proměnné - Vitr	2
2.	Předběžný návrh prvků	5
2.1	Návrh obvodového pláště:	6
3.	Statický model:	8
3.1	ZS1:VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE	9
3.2	ZS2: OSTATNÍ STÁLÉ	14
3.3	ZS3: PROMĚNNÉ - TECHNOLOGICKÉ PODVĚSY	23
3.4	ZS4: PROMĚNNÉ – 2NP	28
3.5	ZS5: PROMĚNNÉ - SNÍH PLNÝ	29
3.6	ZS6: VÍTR JIŽNÍ – (TLAK NA STŘECHU)	33
3.7	ZS7: VÍTR JIŽNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)	42
3.8	ZS8: VÍTR ZÁPADNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)	43
3.9	ZS9: VÍTR ZÁPADNÍ – (TLAK NA STŘECHU)	53
3.10	ZS10: VÍTR SEVERNÍ – (TLAK NA STŘECHU)	55
3.11	ZS11: VÍTR SEVERNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)	62
3.12	ZS12: VÍTR VÝCHODNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)	63
3.13	ZS13: VÍTR VÝCHODNÍ – (TLAK NA STŘECHU)	71
4.	Statický výpočet vaznice:	72
4.1	Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:	72
4.2	Kombinace	72
4.3	Posouzení vaznice V3 - MSÚ	73
4.4	Návrh smykové výztuže:	74
	Návrhová hodnota únosnosti ve smyku – vliv normálové síly se neprojeví:	74
4.5	Rozdělení podélné tahové výztuže vaznice:	75
4.6	Dimenzování náběhů vaznice (D-oblast):	77
4.7	Mezní stav použitelnosti:	80
4.8	Vaznice ve výrobě, skladování, přeprava:	83
4.9	Uložení na elastomerová ložiska:	85
4.10	Posouzení montážních trnů:	85
5.	Statický výpočet průvlatu P2:	86
5.1	Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:	86
5.2	Kombinace vnitřních sil:	86
5.3	Posouzení průvlatu P2 - MSÚ	87
5.4	Rozdělení podélné tahové výztuže vaznice:	88
5.5	Návrh smykové výztuže:	91
5.6	Dimenzování náběhů průvlatu (D-oblast):	91
5.7	Mezní stav použitelnosti:	94
5.8	Průvlak ve výrobě, skladování, přeprava:	98
5.9	Uložení na elastomerová ložiska:	100
5.10	Posouzení montážních trnů:	100
6.	Statický výpočet sloupu S6:	101
6.1	Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:	101
6.2	Kombinace zatížení	101
6.3	Posouzení sloupu v příčném směru– S6	102
6.4	Posouzení sloupu – S6	106
6.5	Ověření konstrukčních zásad:	108
6.6	Návrh vyztužení konzoly na sloupu:	109
6.7	Sloup ve výrobě, skladování, přeprava	112
7.	PŘÍLOHY	112

## 1. Zatížení konstrukce:

### 1.1 Zatížení stálé

#### - od skladby střešního pláště

Materiál	Hmotnost	Tloušťka	objemová tíha	$g_{k_{sp}}$	Součinitel zatížení	$g_{d_{sp}}$
	[kg/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Střešní folie	0,60	0,0015		0,01	1,35	0,01
Min. vlna Rockwool		0,10	1,70	0,17	1,35	0,23
Min. vlna Rockwool		0,10	1,70	0,17	1,35	0,23
Parotěsná zábrana jutfol N						
Trap. plech 150/280 tl.0,75		0,15		0,11	1,35	0,15
				0,46		0,62

#### - od podlahy nad 2.NP

Materiál	Hmotnost	Tloušťka	objemová tíha	$g_k$	Součinitel zatížení	$g_d$
	[kg/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
Litá podlaha Sadurit		0,0050			1,35	0,00
Cementový potěr		0,025	20,00	0,50	1,35	0,68
Spřahovací žb membrána		0,07	25,00	1,75	1,35	2,36
Stropní panely Spiroll				1,50	1,35	2,03
				3,75		5,06

#### - vlastní tíha nosných prvků

Prvek	Objem prvku	Objemová hmotnost	Hmotnost
	[m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg]
Průvlak P2 – P3	4,402	2500,00	11005,00
Průvlak P1	3,806	2500,00	9515,00
Průvlak P4-P7	4,487	2500,00	11217,50
Průvlak P8-P11	1,651	2500,00	4127,50
Průvlak P4	1,302	2500,00	3255,00
Průvlak P4a	0,906	2500,00	2265,00
Průvlak P5	1,139	2500,00	2847,50
Průvlak P5a	0,793	2500,00	1982,50
Vaznice V2-V7	3,189	2500,00	7972,50
Vaznice V1	2,461	2500,00	6152,50
Vaznice V8-V9	1,126	2500,00	2815,00
Ztužidlo Z1	0,879	2500,00	2197,50
Nosník N1	0,905	2500,00	2262,50

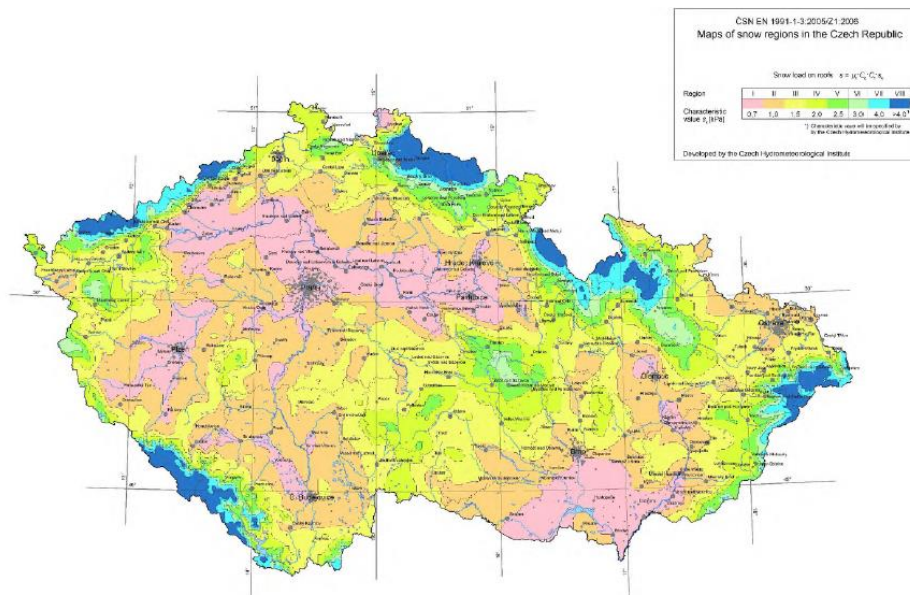
### 1.2 Zatížení proměnné – užitné

Užitné zatížení na střeše – dle kategorie H – střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav. V zatěžovacích stavech neuvažuji.

V místě druhého nadzemního podlaží jsou obchodní prostory, uvažujem s hodnotou  $q_{k1} = 5 \text{ kN/m}^2$ . Přídavné užitné zatížení za SDK příčky  $q_{k1} = 0,5 \text{ kN/m}^2$ .

### 1.3 Zatížení proměnné - sníh

Slavkov u Brna – sněhová oblast II.;



Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi  $s_k = 1,0 \text{ kPa}$ ;

Tvarový součinitel závislý na sklonu střechy  $\mu_1 = 0,8$ ;

Součinitel expozice závislý na typu krajiny  $C_e=1$ ;

Tepelný součinitel  $C_t=1$

### Intenzita zatížení sních plný:

$$S = \mu_1 * Ce * Ct * sk = 0,8 * 1 * 1 * 1 = \mathbf{0,8 \text{ kN/m}^2}$$

**Intenzita zatížení u atik:**

Tvarový součinitel:

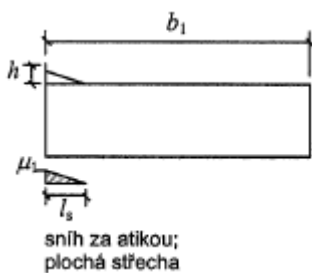
$$\mu_1 = 2h/sk = 0,3 \quad \mu_1 < 0,8 \text{ - intenzita zatížení u atik je stejná jako sníh plný}$$

$$\mu_1 = 2b/l_s = 100$$

kde  $b$  je větší z hodnot  $b_1$  a  $b_2$

$\mu_1 = 8$

Délka návěje  $l_s$  se uvažuje jako nejmenší hodnota z  $5h$ ,  $b_1$  nebo 15 m.



$$h = 0,15\text{m}; l_s = 5h = 0,75\text{m}$$

$b = 37,56\text{m}$

parametr drsnosti

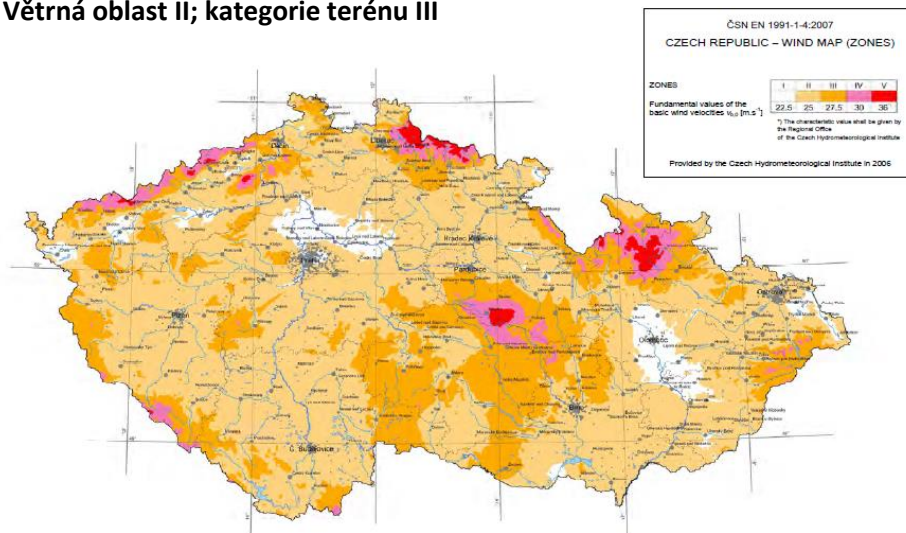
$$z_0 = 0,3\text{m}$$

výška budovy

$z = 7,6\text{m}$

## 1.4 Zatížení proměnné - Vítr

### Větrná oblast II; kategorie terénu III



Výchozí základní rychlost větru  $V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

### Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

$c_{dir}$  - součinitel směru větru

$c_{season}$  - součinitel ročního období

### Střední rychlost větru

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} * c_{0(z)} * v_b = 0,695 * 1 * 25 = 17,375 \text{ m/s}$$

$c_{0(z)}$  - součinitel orografie

Součinitel drsnosti terénu

$$c_{r(z)} = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 * \ln\left(\frac{7,6}{0,3}\right) = 0,695$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

### Turbulence větru

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_{0(z)} * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{7,6}{0,3}\right)} = 0,31$$

### Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = \left[1 + 7 * l_v(z)\right] * \frac{1}{2} * \rho * v_{m(z)}^2$$

$$= [1 + 7 * 0,31] * \frac{1}{2} * 1,25 * 17,375^2 = 0,598 \text{ kN/m}^2$$

### Tlak na stěnu – vítr příčný ( $h < b$ – nízký objekt)

$$b = 41,92 \text{ m}$$

$$2h = 15,2 \text{ m} = e$$

$$h/d = 0,2$$

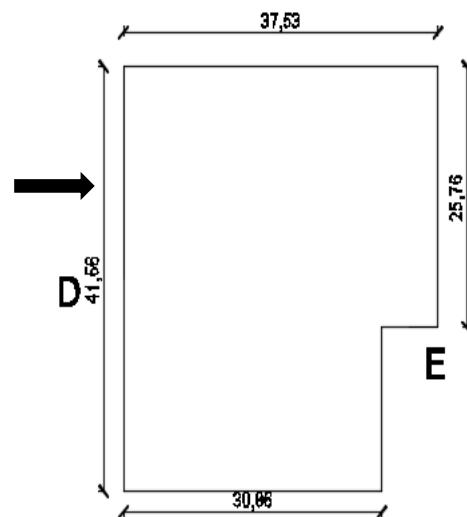
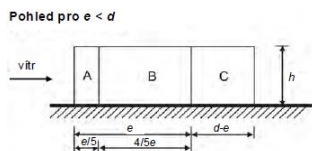
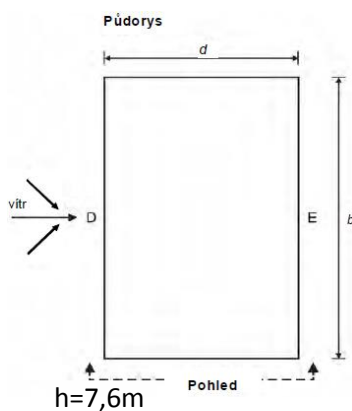
$$w_e = q_p(z) * C_{pe}$$

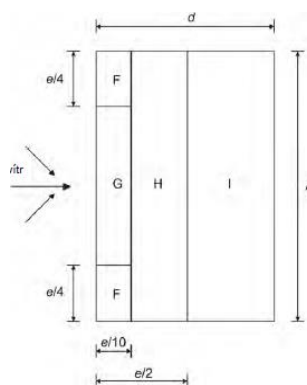
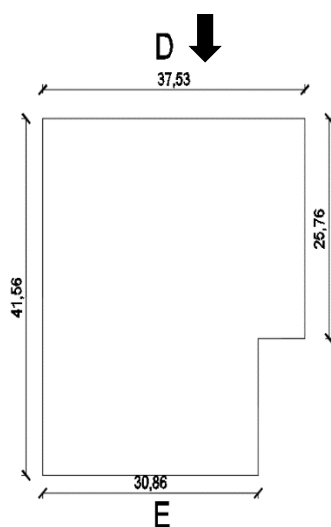
OBLAST	$q_p(z)$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$C_{pe}$	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
A	0,598	-1,2	-0,718
B	0,598	-0,8	-0,478
C	0,598	-0,5	-0,299
D	0,598	0,7	0,419
E	0,598	-0,3	-0,179

$$A = 3,04 \text{ m}$$

$$B = 12,16 \text{ m}$$

$$C = 22,33 \text{ m}$$





$e/4=3,8\text{m}$   
 $e/2=7,6\text{m}$   
 $e/10=1,52$

### Tlak na stěnu – vítr podélný ( $h < b$ – nízký objekt)

$b=37,61\text{m}$

$2h=15,2=e$        $h/d=0,18$

OBLAST	$q_p(z)$	$C_{pe}$	$w_{e,k}$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
A	0,598	-1,2	-0,718
B	0,598	-0,8	-0,478
C	0,598	-0,5	-0,299
D	0,598	0,7	0,419
E	0,598	-0,3	-0,179

$A=3,04\text{m}$

$B=12,16\text{m}$

$C=26,36\text{m}$

### Tlak na střechu – vítr příčný, podélný (plochá střecha, úhel sklonu menší jak 5°)

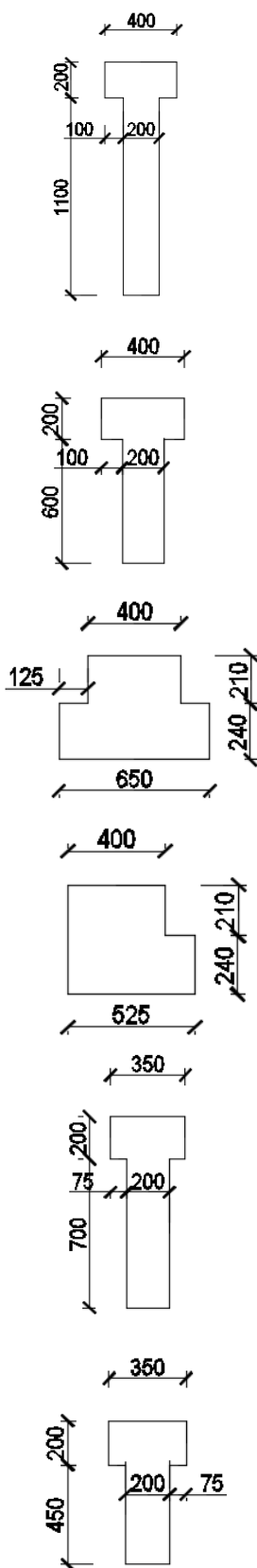
$b=41,92\text{m}$

$d=37,61\text{m}$

$2h=15,2\text{m} = e$

$h_p/h=0,15/7,6=0,033$

OBLAST	$q_p(z)$	$C_{pe}$	$w_{e,k}$
	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]
F	0,598	-1,536	-0,919
G	0,598	-1,036	-0,620
H	0,598	-0,7	-0,419
I	0,598	-0,2	-0,120
J	0,598	0,2	0,120



## 2. Předběžný návrh prvků

### Průvlak P1 - P10:

Výška

$$\left(\frac{l}{15} - \frac{l}{12}\right) = \left(\frac{16,160}{15} - \frac{16,160}{12}\right) = (1,07 - 1,30) \rightarrow \text{volím } 1,3m$$

Šířka

$$(0,3 - 0,5)h = (0,39 - 0,65) \rightarrow \text{volím } 0,4m$$

$$A = 0,4 * 0,2 + 0,2 * 1,1 = 0,3m^2$$

### Průvlak P8 a P11 :

Výška

$$\left(\frac{l}{15} - \frac{l}{12}\right) = \left(\frac{8,800}{15} - \frac{8,800}{12}\right) = (0,59 - 0,73) \rightarrow \text{volím } 0,8m$$

Šířka

$$(0,3 - 0,5)h = (0,21 - 0,35) \rightarrow \text{volím } 0,4m$$

$$A = 0,4 * 0,2 + 0,2 * 0,6 = 0,2m^2$$

### Průvlak P14-15 :

$$\left(\frac{l}{12} - \frac{l}{10}\right) = \left(\frac{4,825}{12} - \frac{4,825}{10}\right) = (0,402 - 0,483) \rightarrow \text{volím } 0,45m$$

Šířka

$$(0,3 - 0,5)h = (0,135 - 0,225) \rightarrow \text{volím } 0,4m + \text{uložení } 0,125m$$

$$A = 0,4 * 0,21 + 0,24 * 0,65 = 0,24 m^2$$

### Průvlak P12-13 :

$$A = 0,4 * 0,21 + 0,24 * 0,525 = 0,21 m^2$$

### Vaznice V1-V6:

Výška

$$\left(\frac{l}{17} - \frac{l}{14}\right) = \left(\frac{15,03}{17} - \frac{15,03}{14}\right) = (0,88 - 1,07) \rightarrow \text{volím } 0,9m$$

Šířka

$$(0,3 - 0,5)h = (0,27 - 0,45) \rightarrow \text{volím } 0,35m$$

$$A = 0,35 * 0,2 + 0,2 * 0,7 = 0,21m^2$$

### Vaznice V7-V9:

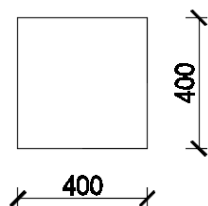
Výška

$$\left(\frac{l}{17} - \frac{l}{14}\right) = \left(\frac{6,67}{17} - \frac{6,67}{14}\right) = (0,39 - 0,48) \rightarrow \text{volím } 0,65m$$

Šířka

$$(0,3 - 0,5)h = (0,195 - 0,325) \rightarrow \text{volím } 0,35m$$

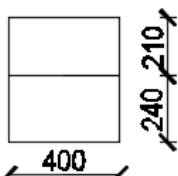
$$A = 0,35 * 0,2 + 0,2 * 0,45 = 0,16m^2$$



### Sloup:

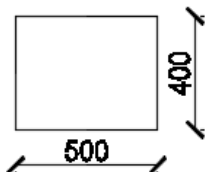
Volím 0,4x0,4 m

$$A = 0,4 * 0,4 = 0,16 \text{ m}^2$$



### Ztužidlo Z1:

$$A = 0,4 * 0,45 = 0,18 \text{ m}^2$$



### Nosník N1:

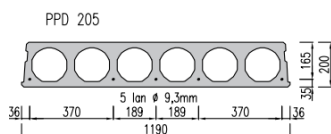
$$A = 0,4 * 0,5 = 0,2 \text{ m}^2$$

### Panely SPIROLL

Pro potřebné zatížení  $q_k = 5,5 \text{ kN/m}^2$ , od podlahy  $g_k = 3,75 \text{ kN/m}^2$ .

Rozpětí 4,61 m.

SPIROLL  $h=200\text{mm}$  (PPD 207)



Délka panelu [m]	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
PPD 205	26,03	19,41	13,86	10,10	7,45
PPD 207	32,19	24,22	17,51	12,97	9,76

V tabulce charakteristické hodnoty v  $\text{kN/m}^2$

Vlastní tíha panelu :  $1,5 \text{ kN/m}^2$

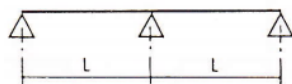
## 2.1 Návrh obvodového pláště:

### 2.1.1 Trapézový plech pro střechu:

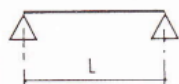
Pro největší rozpětí 4,6m a zatížení (od střešního pláště a sněhu).

$$g_{d,sp} + S * 1,5 = 0,62 + 0,8 * 1,5 = 1,82 \text{ kN/m}^2$$

Trapézový plech TRAPEX 150/280 tl.0,75 (Vlastní tíha:  $0,107 \text{ kN/m}^2$ )



Tloušťka mm	m	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25
0.75	1	3.12	2.86	2.59	2.35	2.15
	2					
	3					



Tloušťka mm	m	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
0.75	1	3.28	2.91	2.59	2.33	2.10
	2					
	3	3.17	2.64	2.22	1.89	1.62

Hodnoty v tabulce v  $\text{kN/m}^2$



Trapézový plech bude montován jako spojitý nosník o dvou polích a bude dodrženo střídavé pokládání jednotlivých plechů.

### 2.1.2 Stěny:

Sendvičové panely KINGSPAN pro největší rozpětí 6,67m a zatížení od větru 0,6 kN/m<sup>2</sup>. Minimální uložení je 70mm.

Stěnový panel KS1000 AWP 120.

AA – min. šířka krajní podpory  
X,XX – max. rozpon

Systém	Skupina barev	charakteristické proměnné zatížení, tlak větru [kN/m <sup>2</sup> ]													
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
Prostý nosník	I, II, III (f)	40	54	71	82	92	100	108	116	123	129	136	142	148	150
		11,38	9,17	7,99	6,93	6,20	5,66	5,24	4,90	4,92	4,38	4,18	4,00	3,85	3,62

Vlastní tíha panelu: 13,63 kg/m<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Skleněná fasáda:

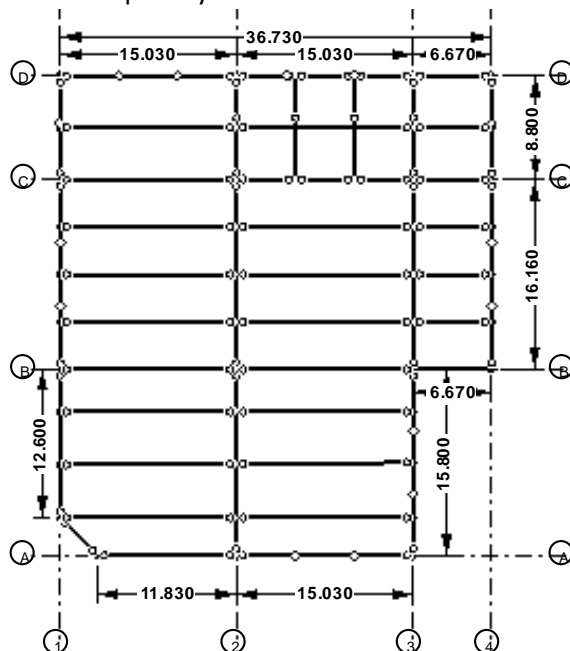
Roštová konstrukce. Konstrukce z hliníkových profilů s výplňovými panely.

Na skleněné výplně uvažováno dvojsklo – vlastní tíha 40 kg/m<sup>2</sup>.

Hliníkové profily – vlastní tíha 5kg/m<sup>2</sup>.

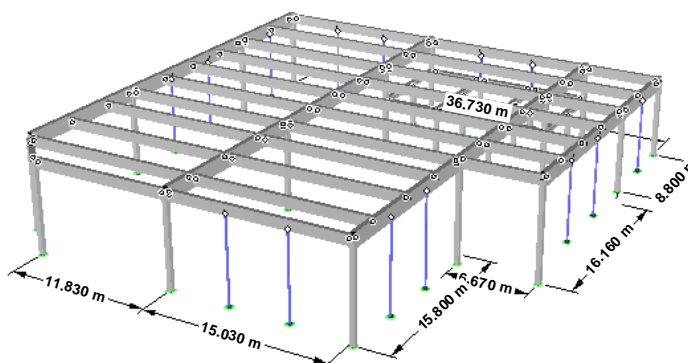
### 3. Statický model:

Schéma – půdorys:

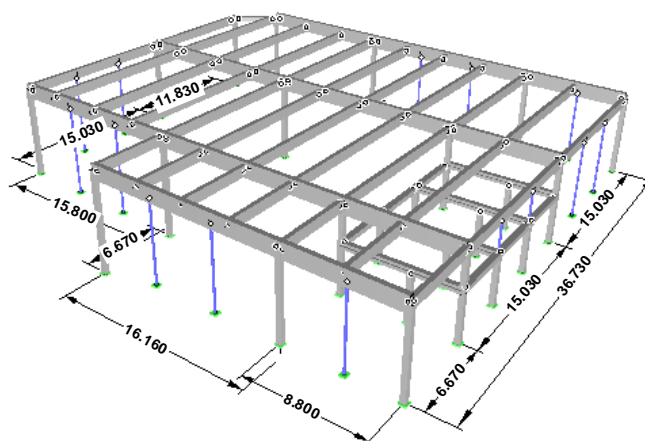


Axonometrie:

Severozápadní pohled



Jihozápadní pohled



### 3.1 ZS1:VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE

#### 3.1.1 Prvky konstrukce

Prvek	Objem prvku	Obejmová hmotnost	Hmotnost
	[m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg]
Průvlak P2-P3	4,402	2500,00	11005,00
Průvlak P1	3,806	2500,00	9515,00
Průvlak P4-P7	4,487	2500,00	11217,50
Průvlak P8-P11	1,651	2500,00	4127,50
Průvlak P14	1,302	2500,00	3255,00
Průvlak P15	0,906	2500,00	2265,00
Průvlak P12	1,139	2500,00	2847,50
Průvlak P13	0,793	2500,00	1982,50
Vaznice V2-V7	3,189	2500,00	7972,50
Vaznice V1	2,461	2500,00	6152,50
Vaznice V8-V9	1,126	2500,00	2815,00
Ztužidlo Z1	0,879	2500,00	2197,50
Nosník N1	0,905	2500,00	2262,50

- Sloupy

Plocha prvku = 0,16 m<sup>2</sup>

Vlastní tíha sloupu na metr:  $0,16 \cdot 25 = 4 \text{ kN/m}$

#### Zatížení od vlastní tíhy prvků střešní konstrukce

Vlastní tíha prvku je rovnoměrně rozpočítaná na délku ve statickém modelu.

Průvlaky:

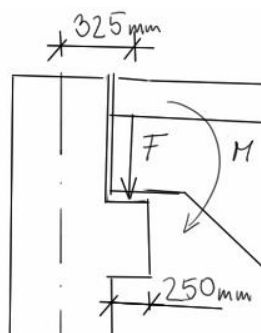
Prvek	Vlastní tíha	Délka v modelu	Zatížení gp,k	Zatížení na sloup Fp,k	Excentricita	Moment na sloup
	[kg]	[m]	[kN/m]	[kN]	[m]	[kNm]
Průvlak P2-P3	11005,00	15,80	6,97	55,03	0,325	17,88
Průvlak P1	9515,00	12,60	7,55	47,58	0,325	15,46
Průvlak P4-P7	11217,50	16,16	6,94	56,09	0,325	18,23
Průvlak P8-P11	4127,50	8,80	4,69	20,64	0,325	6,71

Vaznice:

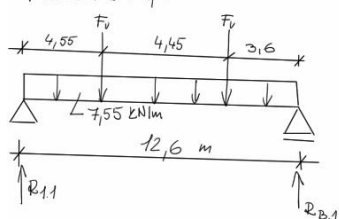
Prvek	Vlastní tíha	Délka v modelu	Zatížení gp,k	Zatížení na průvlak Fv,k	Excentricita	Moment na průvlak
	[kg]	[m]	[kN/m]	[kN]	[m]	[kNm]
Vaznice V2-6	7972,50	15,03	5,30	39,86	0,1	3,99
Vaznice V1	6152,50	11,83	5,20	30,76	0,1	3,08
Vaznice V8-9	2815,00	6,67	4,22	14,08	0,1	1,41

Krajní vaznice jsou na průvlaky uloženy centricky – nevzniká ohybový moment.

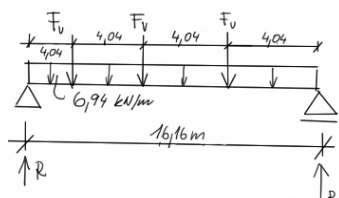
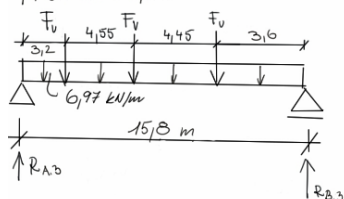
**Poznámka:** V dalších kapitolách zatížení je označení prvků ve výpočtech jiné, než označením na skladebném výkresu.



PRŮVLAK P<sub>1,1</sub>

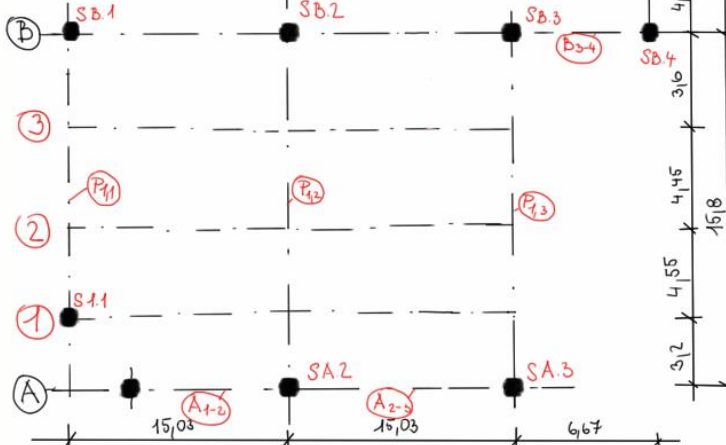


PRŮVLAK P<sub>1,3</sub> a P<sub>1,2</sub>



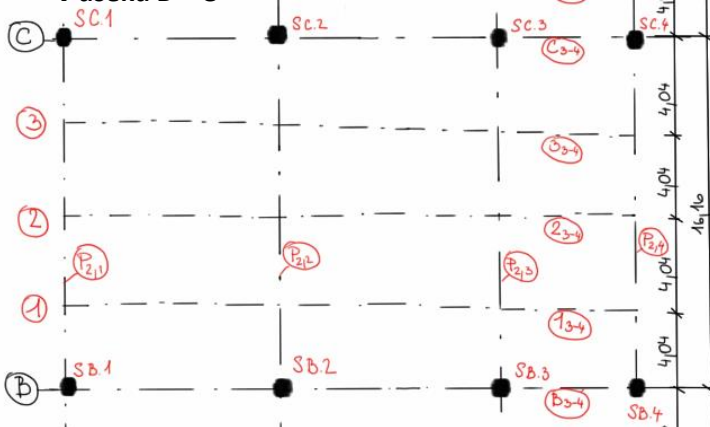
Celkový ohybový moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup:

- v úseku A – B

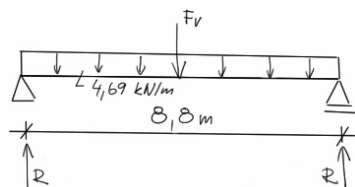


	Průvlak	Vlastní tíha průvlaku gp,k	Délka průvlaku	Zatížení od vaznice Fv,k	Sloup ozn.	Zatížení na sloup R	Excentricita uložení na sloup	My
		[kN/m]	[m]	[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
A	P1,1	7,55	12,60	39,86	S 1.1	84,09	0,325	27,33
					S B.1	90,79	0,325	29,51
	P1,2	6,97	15,80	39,86	S A.2 - 2x moment na S A.3			73,73
					S B.2 - 2x moment na S B.3			75,53
	P1,3	6,97	15,80	39,86	S A.3	113,43	0,325	36,87
					S B.3	116,21	0,325	37,77

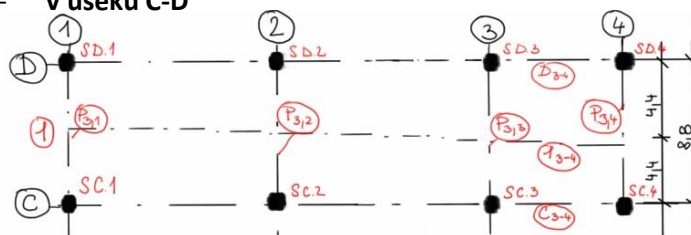
- v úseku B – C



	Průvlak	Vlastní tíha průvlaku gp,k	Délka průvlaku	Zatížení od vaznice Fv,k	Sloup ozn.	Zatížení na sloup R	Excentricita uložení na sloup	My
		[kN/m]	[m]	[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
B	P2,1	6,94	16,16	39,86	S B.1	115,88	0,325	37,66
					S C.1	115,88	0,325	37,66
	P2,2	6,94	16,16	39,86	S B.2 - 2x moment na S B.1			75,32
					S C.2 - 2x moment na S C.1			75,32
	P2,3	6,94	16,16	39,86	S B.3	136,99	0,325	44,52
				14,08	S C.3	136,99	0,325	44,52
	P2,4	6,94	16,16	14,08	S B.4	77,20	0,325	25,09
C					S C.4	77,20	0,325	25,09



- v úseku C-D



	Průvlak	Vlastní tíha průvlaku $g_{p,k}$	Délka průvlaku	Zatížení od vaznice $F_{v,k}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup R	Excentricita uložení na sloup	$M_y$
		[kN/m]	[m]	[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
C								
	P3, 1	4,69	8,80	39,86	S C.1	40,57	0,325	13,18
					S D.1	40,57	0,325	13,18
	P3,2	4,69	8,80	39,86	S C.2 - 2x moment na S C.1			26,37
					S D.2 - 2x moment na S D.1			26,37
	P3,3	4,69	8,80	39,86	S C.3	47,61	0,325	15,47
				14,08	S D.3	47,61	0,325	15,47
	P3,4	4,69	8,80	14,08	S C.4	27,68	0,325	8,99
D					S D.4	27,68	0,325	8,99

$g_{p,k}$  – Vlastní tíha průvlaku [kN/m]

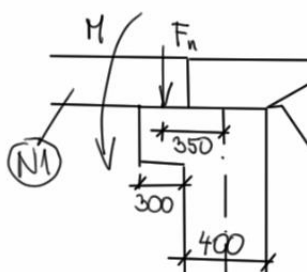
$F_{p,k}$  – zatížení od průvlaku na sloup [kN]

$g_{v,k}$  – vlastní tíha vaznice [kN/m]

$F_{v,k}$  – zatížení od vaznice na průvlak [kN]

$M_y$  – celkový moment na sloup od  $g_{v,k}$  +  $g_{p,k}$  [kNm]

R – reakce od zatížení  $F_{v,k}$  +  $F_{p,k}$



Nosník:

Prvek	Vlastní tíha	Délka v modelu	Zatížení $g_{k,n}$	Zatížení na sloup	Excentricita	Moment na sloup
	[kg]	[m]	[kN/m]	[kN]	[m]	[kNm]
Nosník N1	2262,50	4,53	5,00	11,31	0,35	3,96

### 3.1.2 Zatížení od vlastní tíhy prvků 2.NP

Průvlaky:

Prvek	Vlastní tíha	Délka v modelu	Celkové zatížení $g_{k,p2}$
	[kg]	[m]	[kN/m]
Průvlak P4	3255,00	5,225	6,23
Průvlak P4a	2265,00	3,575	6,34
Průvlak P5	2847,50	5,225	5,45
Průvlak P5a	1982,50	3,575	5,55

- Ohybový moment na krajních průvlacích:

Na sloup D.2, D.3

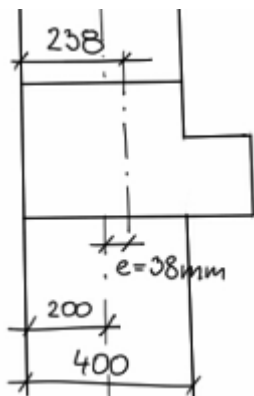
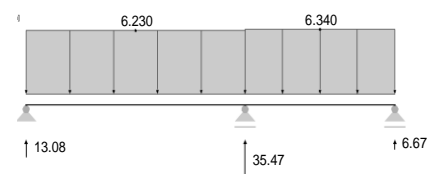
$$M = 6,67 \cdot 0,038 = 0,253 \text{ kNm}$$

Na sloup C.2, C.3

$$M = 13,08 \cdot 0,038 = 0,497 \text{ kNm}$$

Na mezilehlý sloup

$$M = 35,47 \cdot 0,038 = 1,348 \text{ kNm}$$



Ztužidlo:

Prvek	Vlastní tíha	Délka v modelu	Celkové zatížení $g_{z2,k}$	Zatížení na sloup $F_{z2,k}$	Excentricita	Moment na sloup
	[kg]	[m]	[kN/m]	[kN]	[m]	[kNm]
Ztužidlo Z1	2197,50	5,01	4,39	10,99	0,2625	2,88

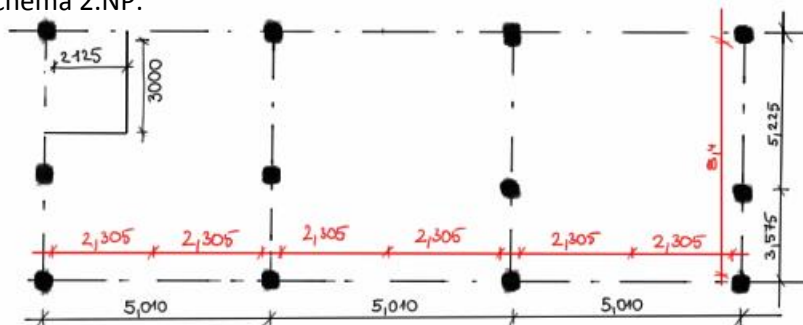
$g_{p2,k}$  – Vlastní tíha průvlaku 2.NP [kN/m]

$g_{z2,k}$  – Vlastní tíha ztužidla 2.NP [kN/m]

$F_{z2,k}$  – Zatížení od ztužidla na sloup [kN]

Panel spiroll:

Schéma 2.NP:



Vlastní tíha spirollu 1,5kN/m<sup>2</sup>

Zatížení na z.š. 2,305 :

$$g_{pl,k} = 2,305 * 1,5 = 3,458 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 8,4 m – přepočten na 8,8m:

$$3,458 * 8,4 = 29,04 \text{ kN} \rightarrow \frac{29,04}{8,8} = 3,3 \text{ kN/m}$$

Ohybový moment:

$$M_{pl,k} = 3,3 * 0,2625 = 0,866 \text{ kNm/m}$$

Vnitřní síly u prostupu na schodiště:

$$g_{pl,k} = 1,243 * 1,5 = 1,865 \text{ kN/m}$$

Zatížení na z.š. 3m:

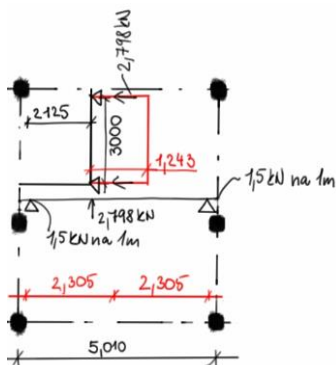
$$3 * 1,865 = 5,595 \text{ kN} \rightarrow \text{reakce na ztužidlo} = \frac{5,595}{2} = 2,798 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \text{moment} = 0,2 * 2,789 = 0,558 \text{ kNm}$$

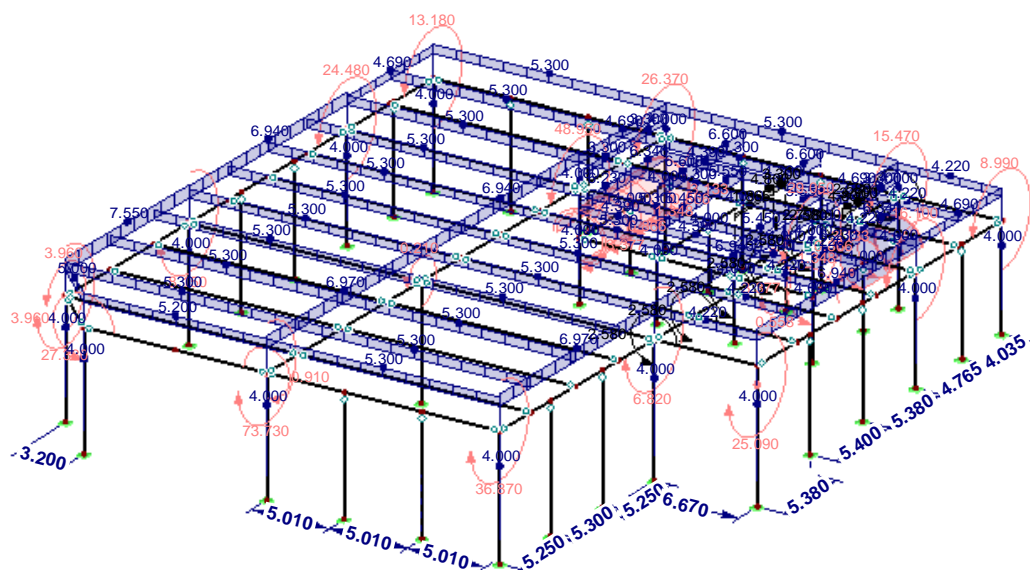
Reakce na ztužidlo je stejná jako na panel – do modelu přidavne 1,5 kN na 1m.

$g_{pl,k}$  – Vlastní tíha panelů na z.š. 2,305 2.NP [kN/m]

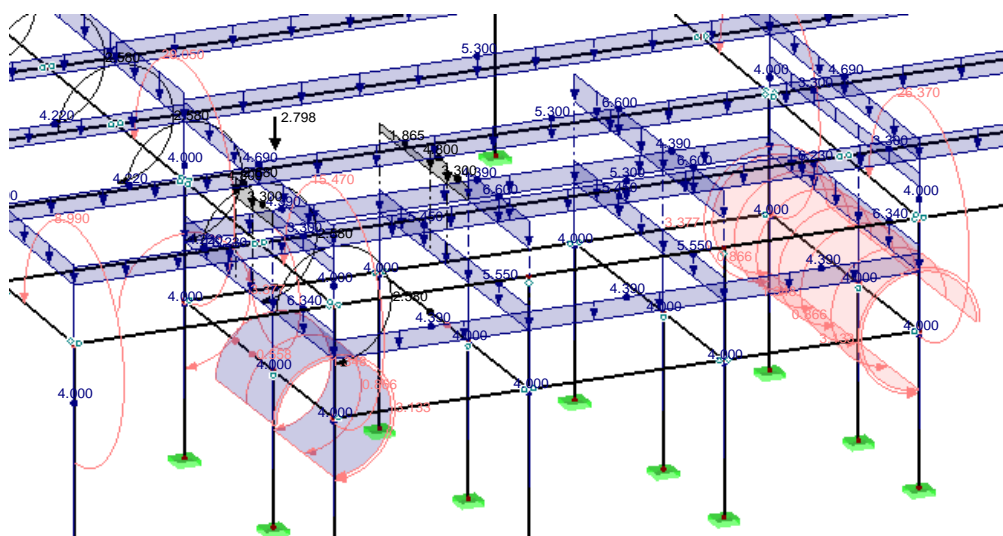
$M_{pl,k}$  – Ohybový moment od vl. tíhy panelů [kNm/m]



### ZS1 – 3D model



### 2 NP





### 3.2 ZS2: OSTATNÍ STÁLÉ

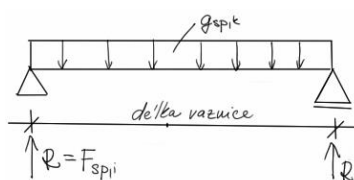
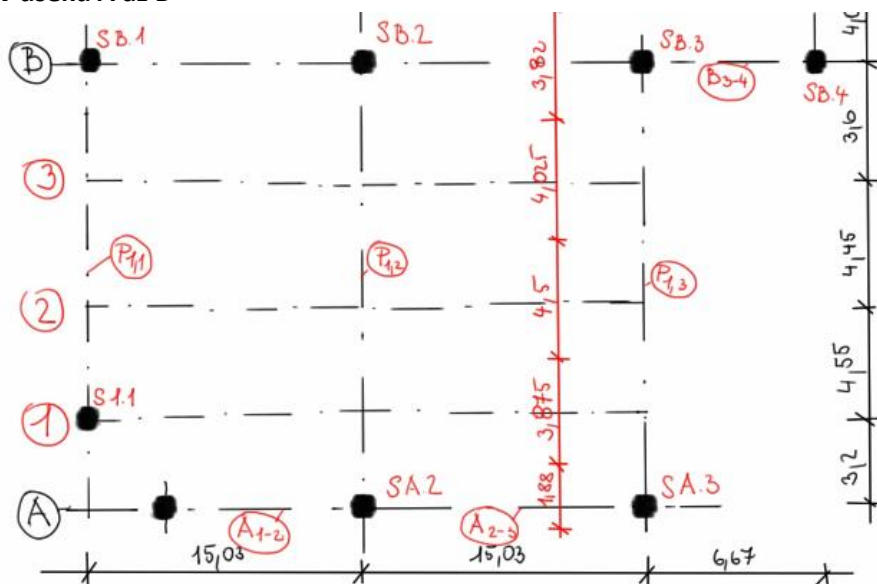
Střešní plášť –  $g_{sp,k} = 0,46 \text{ kN/m}^2$

Obvodový plášť –  $g_{op,k} = 0,1363 \text{ kN/m}^2$

Skladba podlahy 2.NP =  $g_{pod,k} = 3,75 \text{ kN/m}^2$

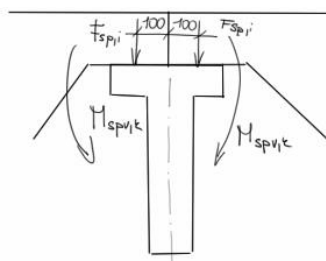
#### 3.2.1 Střešní plášť

- v úseku A až B



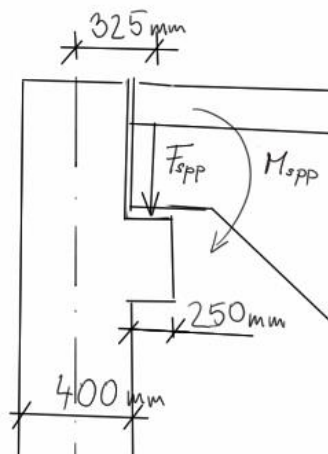
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od střechy	Zatížení na vaznici $g_{sp,k}$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
A 1-2	1,88	0,46	<b>0,86</b>	11,83	<b>5,12</b>
A 2-3	1,88	0,46	<b>0,86</b>	15,03	<b>6,50</b>
1	3,875	0,46	<b>1,78</b>	15,03	<b>13,40</b>
2	4,5	0,46	<b>2,07</b>	15,03	<b>15,56</b>
3	4,025	0,46	<b>1,85</b>	15,03	<b>13,91</b>
B	3,82	0,46	<b>1,76</b>	15,03	<b>13,21</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{spv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{spv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
<b>5,12</b>	0,10	<b>0,51</b>		
<b>6,50</b>	0,10	<b>0,65</b>		
<b>13,40</b>	0,10	<b>1,34</b>		
<b>15,56</b>	0,10	<b>1,56</b>		
<b>13,91</b>	0,10	<b>1,39</b>		
<b>13,21</b>	0,10	<b>1,32</b>	0,10	<b>1,32</b>

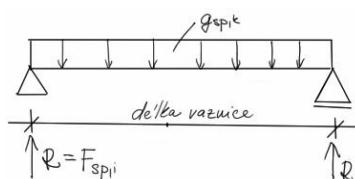
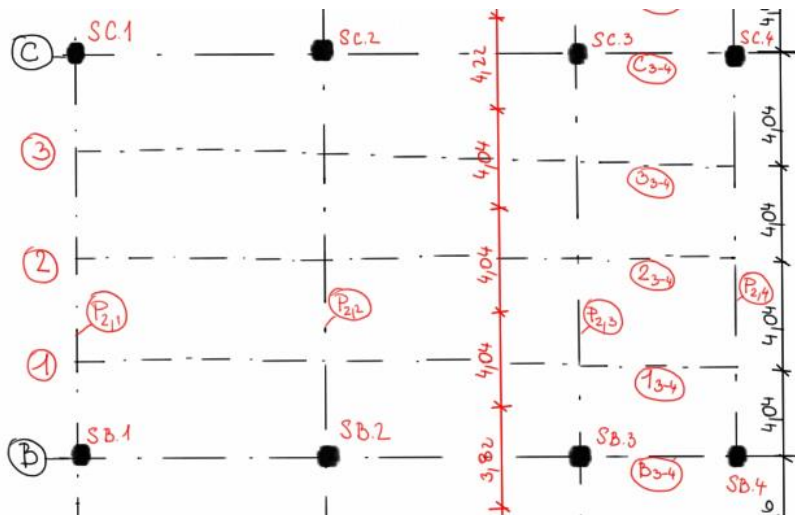




- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

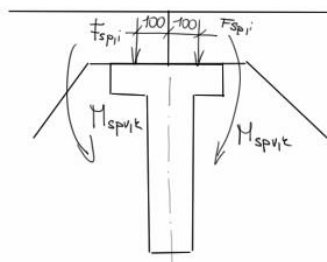
	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{sp,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{sp,k}$
A		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P1,1	12,60	2	15,56	S 1.1	13,86	0,325	4,50
			3	13,91	S B.1	15,61	0,325	5,07
	P1,2	15,80	1	13,40	S A.2 - 2x moment na S A.3			13,71
			2	15,56	S B.2 - 2x moment na S B.3			14,16
			3	13,91				
	P1,3	15,80	1	13,40	S A.3	21,09	0,325	6,85
			2	15,56	S B.3	21,78	0,325	7,08
			3	13,91				
B								

- v úseku B až C



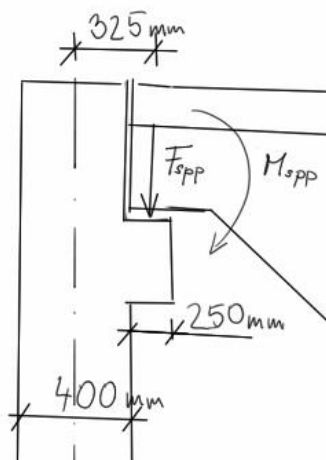
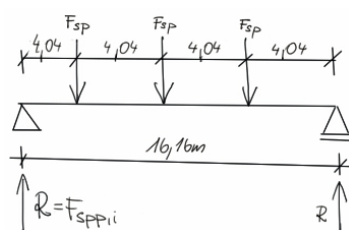
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od střechy	Zatížení na vaznici $g_{sp,k}$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
B 3-4	2,22	0,46	<b>1,02</b>	6,67	<b>3,41</b>
1	4,04	0,46	<b>1,86</b>	15,03	<b>13,97</b>
1 3-4	4,04	0,46	<b>1,86</b>	6,67	<b>6,20</b>
2	4,04	0,46	<b>1,86</b>	15,03	<b>13,97</b>
2 3-4	4,04	0,46	<b>1,86</b>	6,67	<b>6,20</b>
3	4,04	0,46	<b>1,86</b>	15,03	<b>13,97</b>
3 3-4	4,04	0,46	<b>1,86</b>	6,67	<b>6,20</b>
C	4,22	0,46	<b>1,94</b>	15,03	<b>14,59</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



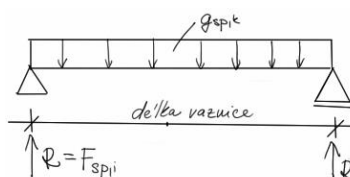
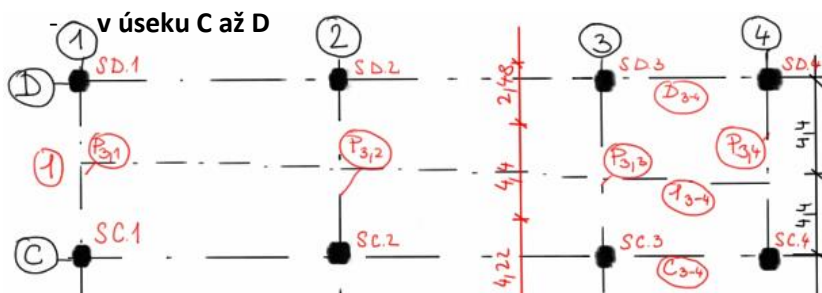
Zatížení na průvlak /sloup Fsp,i	Excentricita na průvlak v linii 2	Mspv,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mspv,k v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
3,41			0,10	0,34
13,97	0,10	1,40	0,10	1,40
6,20			0,10	0,62
13,97	0,10	1,40	0,10	1,40
6,20			0,10	0,62
13,97	0,10	1,40	0,10	1,40
6,20			0,10	0,62
14,59	0,10	1,46	0,10	1,46

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

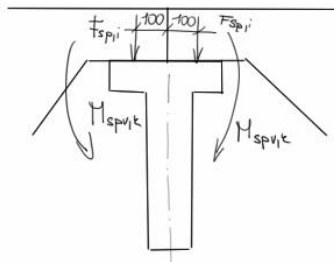


	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup Fsp,i	Sloup ozn.	Zatížení na sloup Fsp,i	Excentricita uložení na sloup	Msp,k
B		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P2,1	16,16	1,2,3	13,97	S B.1	20,95	0,325	6,81
					S C.1	20,95	0,325	6,81
	P2,2	16,16	1,2,3	13,97	S B.2 - 2x moment na S B.1			13,62
					S C.2 - 2x moment na S C.1			13,62
	P2,3	16,16	1,2,3	13,97	S B.3	30,25	0,325	9,83
			a 1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	6,20	S C.3	30,25	0,325	9,83
	P2,4	16,16	1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	6,20	S B.4	9,30	0,325	3,02
					S C.4	9,30	0,325	3,02
C								

- v úseku C až D



Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od střechy	Zatížení na vaznici gsp,k	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup Fsp,i
	[m]	[kN/m2]	[kN/m]	[m]	[kN]
C 3-4	4,22	0,46	1,94	6,67	6,47
1	4,4	0,46	2,02	15,03	15,21
1 3-4	4,4	0,46	2,02	6,67	6,75
D	2,48	0,46	1,14	15,03	8,57
D 3-4	2,48	0,46	1,14	6,67	3,80

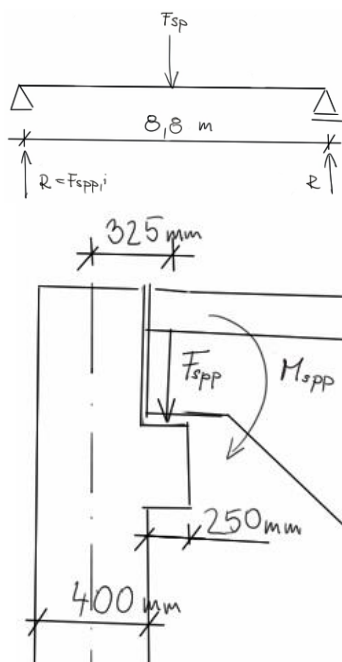


- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{spv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{spv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
6,47			0,10	0,65
15,21	0,10	1,52	0,10	1,52
6,75			0,10	0,68
8,57	0,10	0,86	0,10	0,86
3,80			0,10	0,38

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{sp,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{sp,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{sp,k}$
C		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P3,1	8,80	1	15,21	S C.1	7,61	0,325	2,47
					S D.1	7,61	0,325	2,47
	P3,2	8,80	1	15,21	S C.2 - 2x moment na S C.1			4,94
					S D.2 - 2x moment na S D.1			4,94
	P3,3	8,80	1 a 1 3-4	15,21	S C.3	10,98	0,325	3,57
				6,75	S D.3	10,98	0,325	3,57
	P3,4	8,80	1 3-4	6,75	S C.4	3,38	0,325	1,10
	D				S D.4	3,38	0,325	1,10



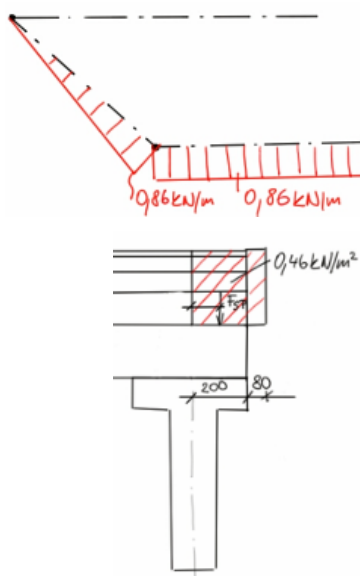
$g_{sp,k}$  – Zatížení na vaznici od střešního pláště [kN/m]

$F_{sp,k}$  – Zatížení na průvlak, sloup od střešního pláště [kN]

$M_{spv,k}$  – Moment od střešního pláště vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak [kN/m]

$M_{sp,k}$  – Moment od střešního pláště vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]

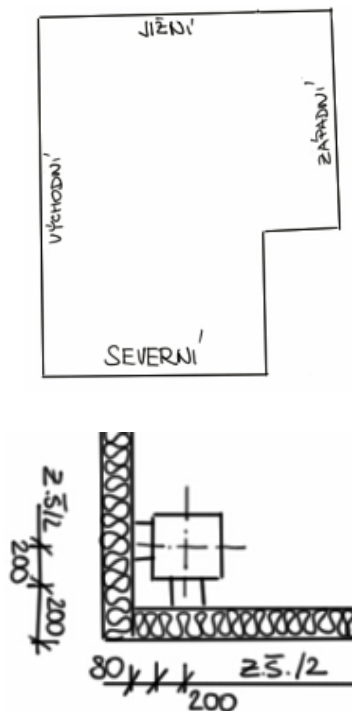
Zatížení střešního pláště na nosník N1 - trojúhelníkové o velikosti 0,86 kN/m.



Střešní plášť na krajích vaznic (mimo střednici)

$0,46 \cdot 0,28 = 0,129 \text{ kN/m}$

Jako spojité zatížení na krajní průvlaky.



### 3.2.2 Obvodový plášť:

Zatížení od profilu  $g_{kop,k} = 0,1 \text{ kN/m}$

Ohybový moment na sloup:

$$M_{kop,k} = 0,1 * 0,24 = 0,024 \text{ kNm/m}$$

- Západní strana

Sloup	Zatížení od panelu	z.š.	Zatížení $g_{op,k}$	Excentricita panelu	Moment $M_{op,k}$	Moment $M_{kop,k}$	Celkové zatížení	Celkový moment
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]
S A.3	0,1363	3,025	0,41	0,34	0,14	0,02	0,51	0,16
S B.3	0,1363	2,625	0,36	0,34	0,12	0,02	0,46	0,15
S B.4	0,1363	3,09	0,42	0,34	0,14	0,02	0,52	0,17
S C.4	0,1363	5,073	0,69	0,34	0,24	0,02	0,79	0,26
S D.4	0,1363	2,418	0,33	0,34	0,11	0,02	0,43	0,14

- Jižní strana

Kromě sloupy S D.1 a S D.4 je zatěžovací šířka pro všechny sloupy stejná.

Sloup	Zatížení od panelu	z.š.	Zatížení $g_{op,k}$	Excentricita panelu	Moment $M_{op,k}$	Moment $M_{kop,k}$	Celkové zatížení	Celkový moment
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]
S D.4	0,1363	3,615	0,49	0,34	0,17	0,02	0,59	0,19
S D.1	0,1363	2,785	0,38	0,34	0,13	0,02	0,48	0,15
Ostatní	0,1363	5,01	0,68	0,34	0,23	0,02	0,78	0,26

- Východní strana

Sloup	Zatížení od panelu	z.š.	Zatížení $g_{op,k}$	Excentricita panelu	Moment $M_{op,k}$	Moment $M_{kop,k}$	Celkové zatížení	Celkový moment
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]
S D.1	0,1363	2,418	0,33	0,34	0,11	0,02	0,43	0,14
S C.1	0,1363	5,073	0,69	0,34	0,24	0,02	0,79	0,26
S B.1	0,1363	2,69	0,37	0,34	0,12	0,02	0,47	0,15

Skleněná fasáda na sloup S B.1

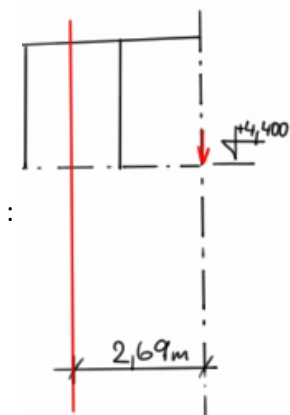
Vlastní tíha profilu – 22kg/m

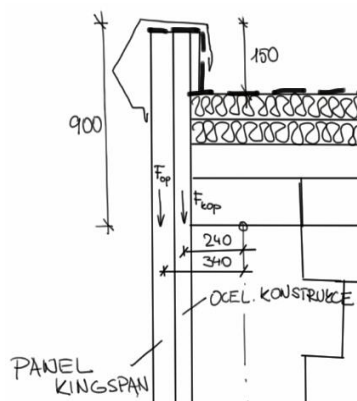
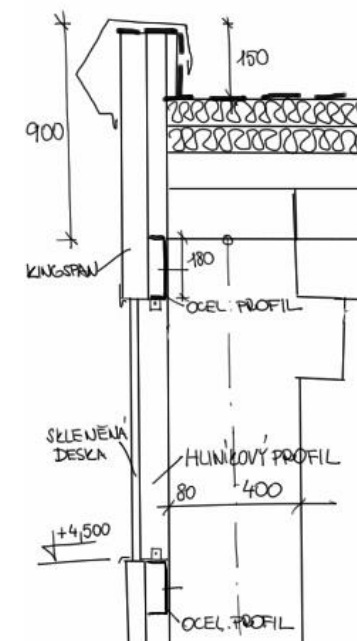
Vlastní tíha prosklení – 35kg/m<sup>2</sup> ; výška prosklení 1,7m

$$F_{sf} = 0,22 * 2,69 + 0,35 * 2,69 * 1,7 = 2,19 \text{ kN}$$

Moment na sloup od fasády:

$$M_{sf} = 0,24 * 2,19 = 0,526 \text{ kNm}$$





- Severní strana

Sloup	Zatížení od panelu [kN/m <sup>2</sup> ]	Z.š. [m]	Zatížení $g_{op}$ [kN/m]	Excentricita panelu [m]	Moment $M_{op}$ [kNm/m]	Moment $M_{kop}$ [kNm/m]	Celkové zatížení [kN/m]	Celkový moment [kNm/m]
S A.3	0,1363	2,785	0,38	0,34	0,13	0,02	0,48	0,15
S A.2	0,1363	2,505	0,34	0,34	0,12	0,02	0,44	0,14
S B.3	0,1363	3,335	0,45	0,34	0,15	0,00	0,45	0,15
S B.4	0,1363	2,97	0,40	0,34	0,14	0,00	0,40	0,14

Skleněná fasáda na sloup S A.2

Výška prosklení 1,9m.

$$F_{sf} = 0,22 * 2,505 + 0,35 * 2,505 * 1,9 = 2,22 \text{ kN}$$

Moment na sloup od fasády:

$$M_{sf} = 0,24 * 2,22 = 0,533 \text{ kNm}$$

Skleněná fasáda na sloup S A.3

Výška prosklení 1,9m.

$$F_{sf} = 1 \text{ kN}$$

Moment na sloup od fasády:

$$M_{sf} = 0,24 * 1 = 0,24 \text{ kNm}$$

Vrchní profil vynášející skleněnou fasádu – 1kN na sloup.

**Atika, zatížení na hlavu sloupu.**

Zatížení do panelu na výšku atiky 0,9m:

$$0,9 * 0,1363 = 0,123 \text{ kN/m}$$

Zatížení od profilu na výšku atiky 0,9m:

$$0,9 * 0,1 = 0,09 \text{ kN}$$

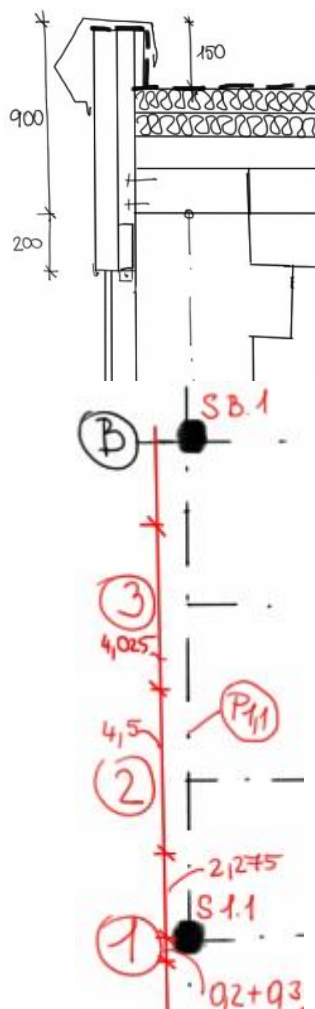
$$\text{Ohybový moment na vrch sloupu: } M_{kop,k} = 0,09 * 0,24 = 0,0216 \text{ kNm}$$

- Západní strana

Sloup	Zatížení od panelu [kN/m]	Z.š. [m]	Zatížení $F_{op}$ [kN]	Excentricita panelu [m]	Moment $M_{op}$ [kNm]	Moment $M_{kop}$ [kNm]	Celkové zatížení [kN]	Celkový moment [kNm]
S A.3	0,12267	3,025	0,37	0,34	0,13	0,022	0,46	0,15
S B.3	0,12267	2,625	0,32	0,34	0,11	0,022	0,41	0,13
S B.4	0,12267	3,09	0,38	0,34	0,13	0,022	0,47	0,15
S C.4	0,12267	5,073	0,62	0,34	0,21	0,022	0,71	0,23
S D.4	0,12267	2,418	0,30	0,34	0,10	0,022	0,39	0,12

- Jižní strana

Sloup	Zatížení od panelu [kN/m]	Z.š. [m]	Zatížení $F_{op}$ [kN]	Excentricita panelu [m]	Moment $M_{op}$ [kNm]	Moment $M_{kop}$ [kNm]	Celkové zatížení [kN]	Celkový moment [kNm]
S D.4	0,12267	3,615	0,44	0,34	0,15	0,022	0,53	0,17
S D.1	0,12267	2,785	0,34	0,34	0,12	0,022	0,43	0,14
Ostatní	0,12267	5,01	0,61	0,34	0,21	0,022	0,70	0,23



- Východní strana

Sloup	Zatížení od panelu	z.š.	Zatížení $F_{op}$	Excentricita panelu	Moment $M_{op}$	Moment $M_{kop}$	Celkové zatížení	Celkový moment
	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
S D.1	0,12267	2,418	0,30	0,34	0,10	0,022	0,39	0,12
S C.1	0,12267	5,073	0,62	0,34	0,21	0,022	0,71	0,23
S B.1	0,12267	4,49	0,55	0,34	0,19	0,022	0,64	0,21

Atika v místě skleněné fasády (mezi sloupky S 1.1 a S B.1) bude vynesena ocelovou konstrukcí na čelo vaznic 2 a 3.

Z.š. v místě 3 = 4,025 m

Zatížení od ocel. profilu na 1,1m = 0,15 kN

Moment =  $0,15 \cdot 0,24 = 0,036$  kNm

$F_{op} = 1,1 \cdot 0,1363 \cdot 4,025 = 0,603$  kN

$M_{op} = 0,34 \cdot 0,603 = 0,205$  kNm

celkové zatížení =  $0,603 + 0,15 = 0,753$  kN

celkový moment =  $0,205 + 0,036 = 0,241$  kNm

Z.š. v místě 2 = 4,5 m

$F_{op} = 1,1 \cdot 0,1363 \cdot 4,5 = 0,675$  kN

$M_{op} = 0,34 \cdot 0,675 = 0,229$  kNm

celkové zatížení =  $0,675 + 0,15 = 0,825$  kN

celkový moment =  $0,229 + 0,036 = 0,265$  kNm

Z.š. v místě 1 = 2,775 m

$F_{op} = 1,1 \cdot 0,1363 \cdot 2,775 = 0,416$  kN

$M_{op} = 0,34 \cdot 0,416 = 0,141$  kNm

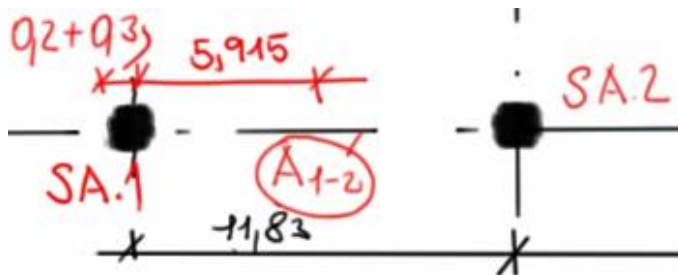
celkové zatížení =  $0,416 + 0,15 = 0,566$  kN

celkový moment =  $0,141 + 0,036 = 0,177$  kNm

- Severní strana

Sloup	Zatížení od panelu	z.š.	Zatížení $F_{op}$	Excentricita panelu	Moment $M_{op}$	Moment $M_{kop}$	Celkové zatížení	Celkový moment
	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]
S A.3	0,12267	2,785	0,34	0,34	0,12	0,022	0,43	0,14
S A.2	0,12267	5,463	0,67	0,34	0,23	0,022	0,76	0,25
S B.3	0,12267	3,335	0,41	0,34	0,14	0,022	0,50	0,16
S B.4	0,12267	2,97	0,36	0,34	0,12	0,022	0,45	0,15

Atika v místě skleněné fasády bude vynesena ocelovou konstrukcí na čelo vaznice A 2-3.



Z.Š. v místě S A.1 = 3,46 m

$$F_{op} = 1,1 * 0,1363 * 3,46 = 0,519 \text{ kN}$$

$$M_{op} = 0,34 * 0,519 = 0,176 \text{ kNm}$$

$$\text{celkové zatížení} = 0,519 + 0,15 = 0,669 \text{ kN}$$

$$\text{celkový moment} = 0,176 + 0,036 = 0,212 \text{ kNm}$$

Z.Š. vztažená k atice v polovině vaznice = 5,915 m

$$F_{op} = 1,1 * 0,1363 * 5,915 = 0,887 \text{ kN}$$

$$M_{op} = 0,34 * 0,887 = 0,302 \text{ kNm}$$

$$\text{celkové zatížení} = 0,887 + 0,15 = 1,037 \text{ kN}$$

$$\text{celkový moment} = 0,302 + 0,036 = 0,338 \text{ kNm}$$

Zatížení atiky na nosník N1

Z.Š. na nosník = 2,9 m

Síla na dvě konstrukce atiky:

$$F_{op} = 0,9 * 0,1363 * 3,9 = 0,356 \text{ kN}$$

Síla na jednu konstrukci:

$$F_{op} = \frac{0,356}{2} = 0,178 \text{ kN}$$

Moment na nosník od obvodového pláště:

$$M_{op} = 0,39 * 0,178 = 0,069 \text{ kNm}$$

$$\text{celkové zatížení} = 0,178 + 0,09 = 0,268 \text{ kN}$$

$$\text{celkový moment} = 0,069 + 0,0216 = 0,0906 \text{ kNm}$$

Ohybový moment na sloup vyvolaný excentrickým uložením nosníku:

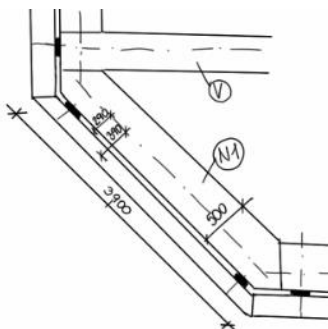
$$M_{opn} = \text{celkové zat.} * e = 0,268 * 0,35 = 0,094 \text{ kNm}$$

$g_{op,k}$  – Zatížení na vaznici od obvodového pláště [kN/m]

$F_{op,k}$  – Zatížení na hlavu sloupu od obvodového pláště [kN]

$M_{op,k}$  – Moment od obvodového pláště na sloup [kNm/m]

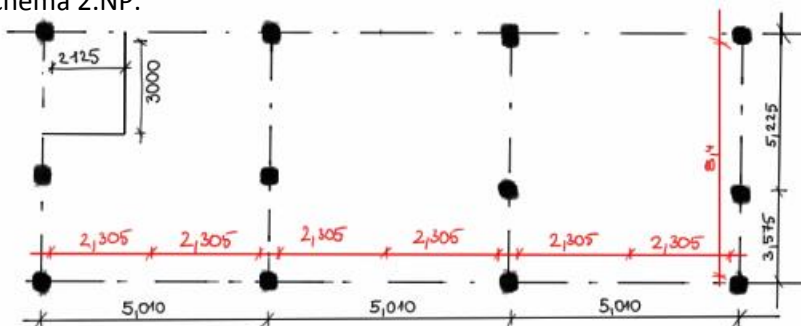
$M_{kop,k}$  – Moment od konstrukce obvodového pláště na sloup [kNm/m]





### 3.2.3 Zatížení od podlahy 2NP - $g_{pod,k} = 3,75 \text{ kN/m}^2$

Schéma 2.NP:



Zatížení na z.š. 2,305 m :

$$g_{pod,k} = 2,305 \cdot 3,75 = 8,644 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 8,4 m – přepočít na 8,8m:

$$8,644 \cdot 8,4 = 72,61 \text{ kN} \rightarrow \frac{72,61}{8,8} = 8,25 \text{ kN/m}$$

Ohybový moment:

$$M_{pod,k} = 8,25 \cdot 0,2625 = 2,166 \text{ kNm/m}$$

Vnitřní síly u prostupu na schodiště:

$$g_{pod,k} = 1,243 \cdot 3,75 = 4,66 \text{ kN/m}$$

Zatížení na z.š. 3m:

$$3 \cdot 4,66 = 13,98 \text{ kN} \rightarrow \text{reakce na ztužidlo} = \frac{13,98}{2} = 6,99 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \text{moment} = 0,2 \cdot 6,99 = 1,398 \text{ kNm}$$

Reakce na ztužidlo je stejná jako na panel – do modelu přidavné 3,5 kN na 1m.

Zatížení na průvlaky:

Zatížení na z.š. 0,4m :

$$g_{pod,k} = 0,4 \cdot 3,75 = 1,5 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 8,4 m – přepočít na 8,8m:

$$1,5 \cdot 8,4 = 12,6 \text{ kN} \rightarrow \frac{12,6}{8,8} = 1,43 \text{ kN/m}$$

- Ohybový moment nasloupech – excentrické uložení krajních průvlaků:

Na sloup D.2, D.3

$$M = 1,49 \cdot 0,038 = 0,057 \text{ kNm}$$

Na sloup C.2, C.3

$$M = 3,01 \cdot 0,038 = 0,114 \text{ kNm}$$

Na mezilehlý sloup

$$M = 8,09 \cdot 0,038 = 0,307 \text{ kNm}$$

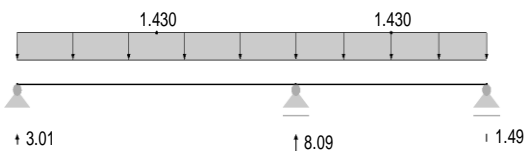
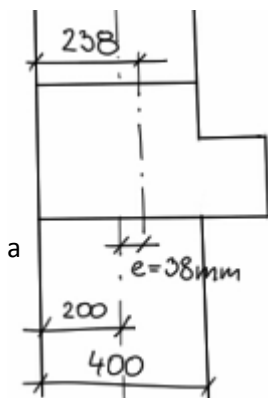
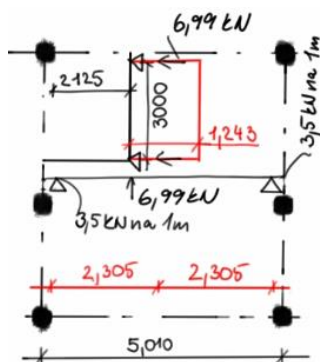
Zatížení na ztužidla:

Zatížení na z.š. 0,4m :

$$g_{pod,k} = 0,4 \cdot 3,75 = 1,5 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 4,61 m – přepočít na 5,01 m:

$$1,5 \cdot 4,61 = 6,915 \text{ kN} \rightarrow \frac{6,915}{5,01} = 1,38 \text{ kN/m}$$





- Ohybový moment na sloupech –excentrické uložení ztužidel:

Reakce na sloup:

$$R = 6,915/2 = 3,458 \text{ kN}$$

Moment na sloupy D.2, D.3 a C.2, C.3

$$M = 3,458 * 0,2625 = 0,908 \text{ kNm}$$

Celkový ohybový moment na D.2, D.3

$$M = 0,965 \text{ kNm}$$

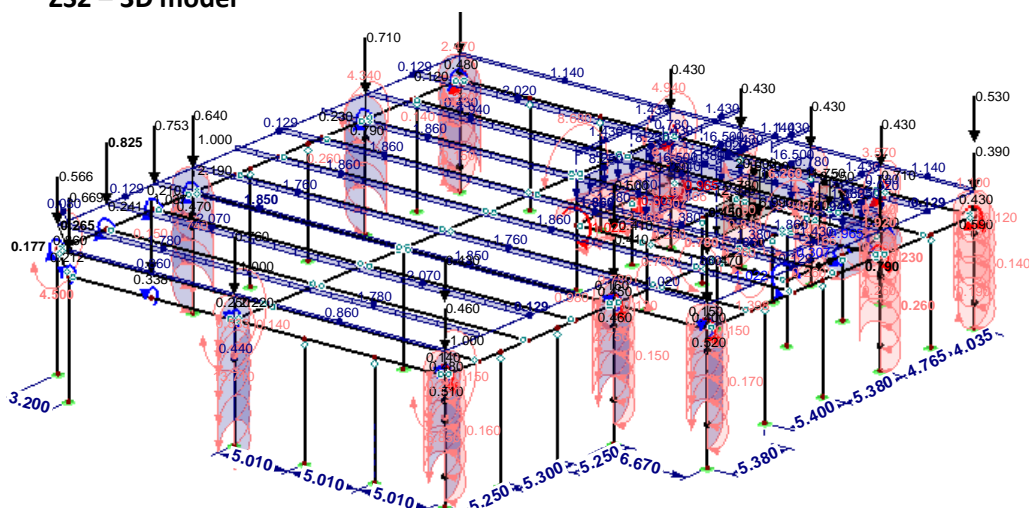
Celkový ohybový moment na C.2, C.3

$$M = 1,022 \text{ kNm}$$

 $g_{pod,k}$  – Vlastní tíha podlahy [kN/m]

$M_{pod,k}$  – Ohybový moment od vl. tíhy podlahy na průvlak [kNm/m]

## ZS2 – 3D model



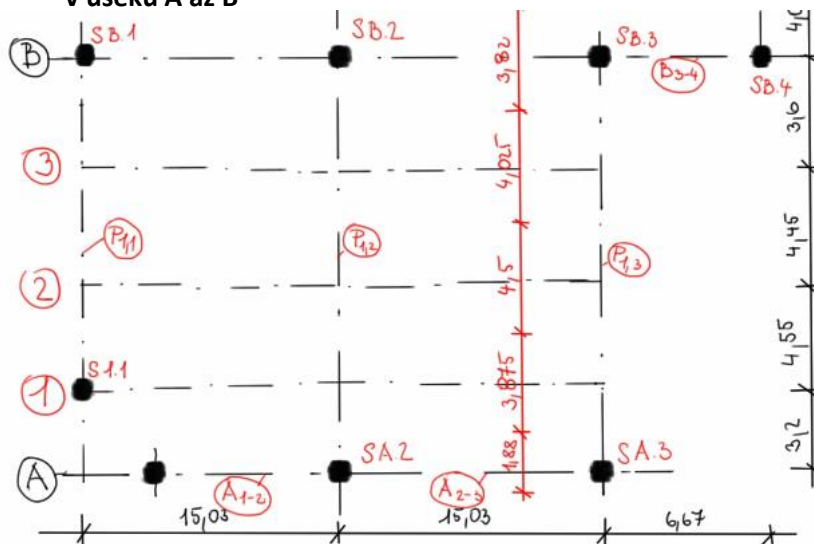
### 3.3 ZS3: PROMĚNNÉ - TECHNOLOGICKÉ PODVĚŠY

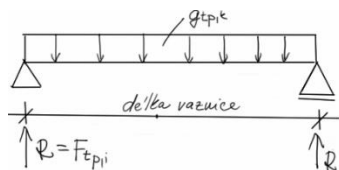
Zatížení 1 - od vzduchotechniky: 20kg/m<sup>2</sup>

Zatížení 2 - od podhledových konstrukcí  $10\text{kg/m}^2$

$$g_{tp,k} = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

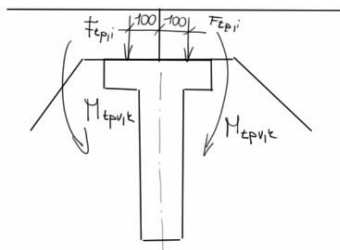
- v úseku A až B





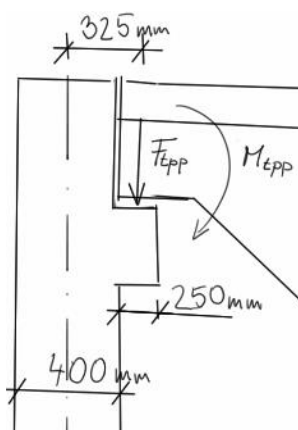
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení $g_{tp,k}$	Zatížení na vaznici	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{tp,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
A 1-2	1,88	0,30	<b>0,56</b>	11,83	3,34
A 2-3	1,88	0,30	<b>0,56</b>	15,03	4,24
1	3,875	0,30	<b>1,16</b>	15,03	8,74
2	4,5	0,30	<b>1,35</b>	15,03	10,15
3	4,025	0,30	<b>1,21</b>	15,03	9,07
B	3,82	0,30	<b>1,15</b>	15,03	8,61

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



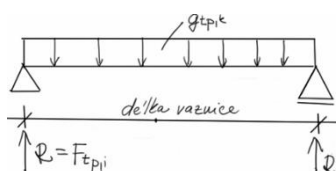
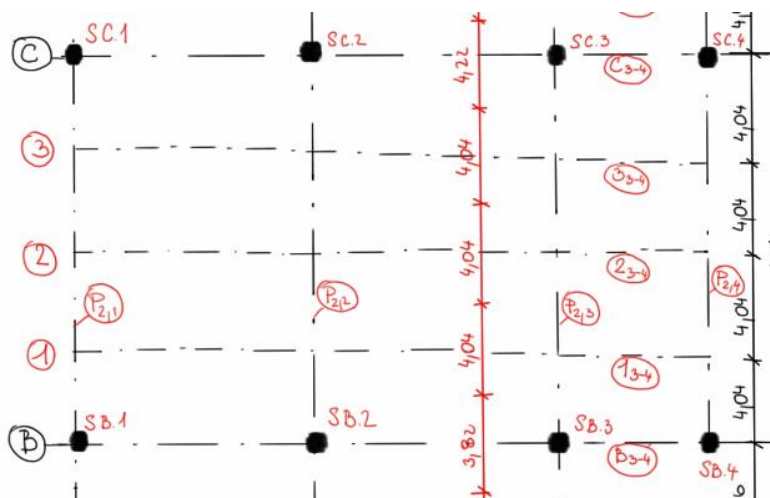
Zatížení na průvlak /sloup $F_{tp,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{tpv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{tpv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
3,34	0,10	<b>0,33</b>		
4,24	0,10	<b>0,42</b>		
8,74	0,10	<b>0,87</b>		
10,15	0,10	<b>1,01</b>		
9,07	0,10	<b>0,91</b>		
8,61	0,10	<b>0,86</b>	0,10	<b>0,86</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup



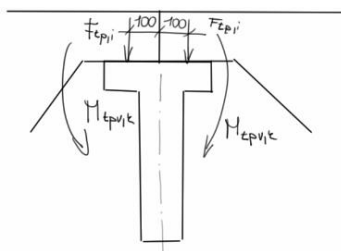
	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup Ftp,i	Sloup ozn.	Zatížení na sloup Ftp,i	Excentricita uložení na sloup	Mtp,k
A		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P1,1	12,60	2	10,15	S 1.1	9,04	0,325	2,94
			3	9,07	S B.1	10,18	0,325	3,31
	P1,2	15,80	1	8,74	S A.2 - 2x moment na S A.3			8,94
			2	10,15	S B.2 - 2x moment na S B.3			9,23
			3	9,07				
	P1,3	15,80	1	8,74	S A.3	13,75	0,325	4,47
			2	10,15	S B.3	14,20	0,325	4,62
			3	9,07				
B								

- v úseku B až C

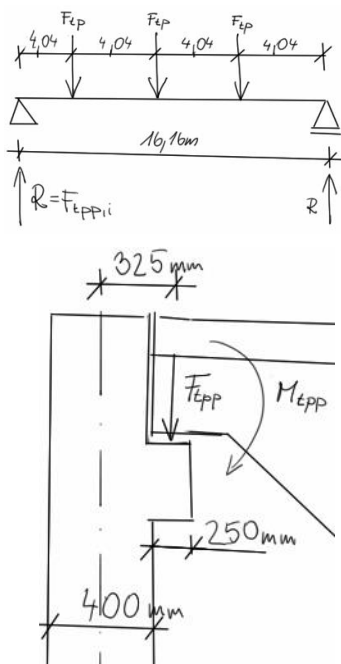


Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení $g_{tp,k}$	Zatížení na vaznici	Délka vaznice	Zatížení na průvlak / sloup $F_{tp,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
B 3-4	2,22	0,30	<b>0,67</b>	6,67	2,22
1	4,04	0,30	<b>1,21</b>	15,03	9,11
1 3-4	4,04	0,30	<b>1,21</b>	6,67	4,04
2	4,04	0,30	<b>1,21</b>	15,03	9,11
2 3-4	4,04	0,30	<b>1,21</b>	6,67	4,04
3	4,04	0,30	<b>1,21</b>	15,03	9,11
3 3-4	4,04	0,30	<b>1,21</b>	6,67	4,04
C	4,22	0,30	<b>1,27</b>	15,03	9,51

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



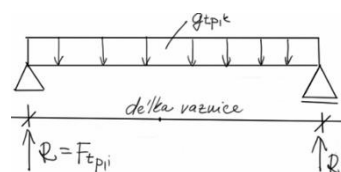
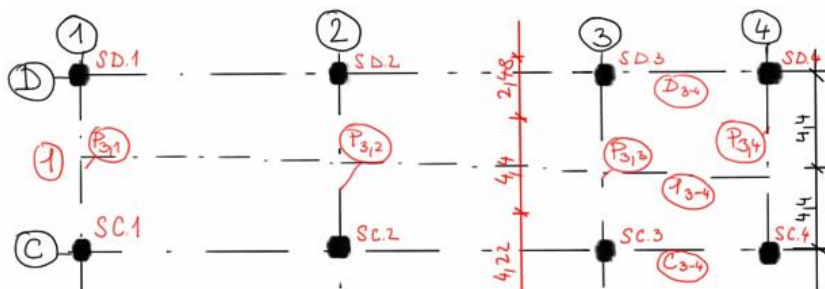
Zatížení na průvlak / sloup $F_{tp,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{tpv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{tpv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
2,22			0,10	<b>0,22</b>
9,11	0,10	<b>0,91</b>	0,10	<b>0,91</b>
4,04			0,10	<b>0,40</b>
9,11	0,10	<b>0,91</b>	0,10	<b>0,91</b>
4,04			0,10	<b>0,40</b>
9,11	0,10	<b>0,91</b>	0,10	<b>0,91</b>
4,04			0,10	<b>0,40</b>
9,51	0,10	<b>0,95</b>	0,10	<b>0,95</b>



- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

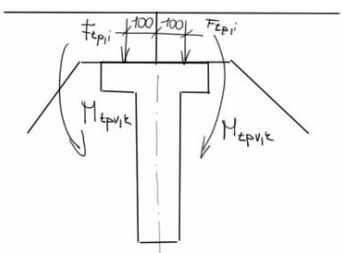
	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{tp,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{tp,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{tp,k}$
B		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P2,1	16,16	1,2,3	9,11	S B.1	13,66	0,325	4,44
					S C.1	13,66	0,325	4,44
	P2,2	16,16	1,2,3	9,11	S B.2 - 2x moment na S B.1			8,88
					S C.2 - 2x moment na S C.1			8,88
	P2,3	16,16	1,2,3	9,11	S B.3	19,73	0,325	6,41
			a 1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	4,04	S C.3	19,73	0,325	6,41
	P2,4	16,16	1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	4,04	S B.4	6,06	0,325	1,97
C					S C.4	6,06	0,325	1,97

- v úseku C až D

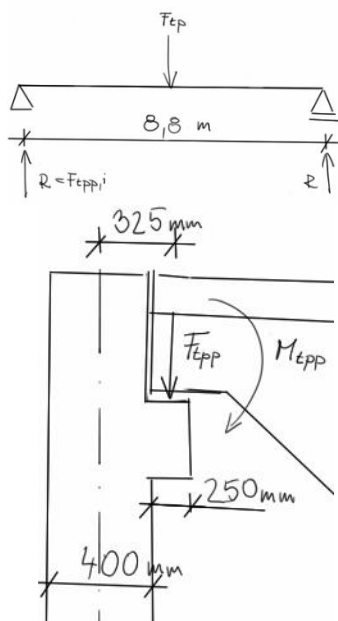


Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení $g_{tp,k}$	Zatížení na vaznici	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{tp,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
C 3-4	4,22	0,30	<b>1,27</b>	6,67	4,22
1	4,4	0,30	<b>1,32</b>	15,03	9,92
1 3-4	4,4	0,30	<b>1,32</b>	6,67	4,40
D	2,48	0,30	<b>0,74</b>	15,03	5,59
D 3-4	2,48	0,30	<b>0,74</b>	6,67	2,48

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



Zatížení na průvlak /sloup $F_{tp,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{tpv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{tpv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
4,22			0,10	<b>0,42</b>
9,92	0,10	<b>0,99</b>	0,10	<b>0,99</b>
4,40			0,10	<b>0,44</b>
5,59	0,10	<b>0,56</b>	0,10	<b>0,56</b>
2,48			0,10	<b>0,25</b>



- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /slop Ftp,i	Slop ozn.	Zatížení na slop Ftp,i	Excentricita uložení na slop	Mtp,k
C		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P3,1	8,80	1	9,92	S C.1	4,96	0,325	1,61
					S D.1	4,96	0,325	1,61
	P3,2	8,80	1	9,92	S C.2 - 2x moment na S C.1			3,22
					S D.2 - 2x moment na S D.1			3,22
	P3,3	8,80	1 a 1 3-4	9,92	S C.3	7,16	0,325	2,33
				4,40	S D.3	7,16	0,325	2,33
	P3,4	8,80	1 3-4	4,40	S C.4	2,20	0,325	0,72
D					S D.4	2,20	0,325	0,72

 $g_{tp,k}$  – Zatížení na vaznici od technologických podvěsů [kN/m]

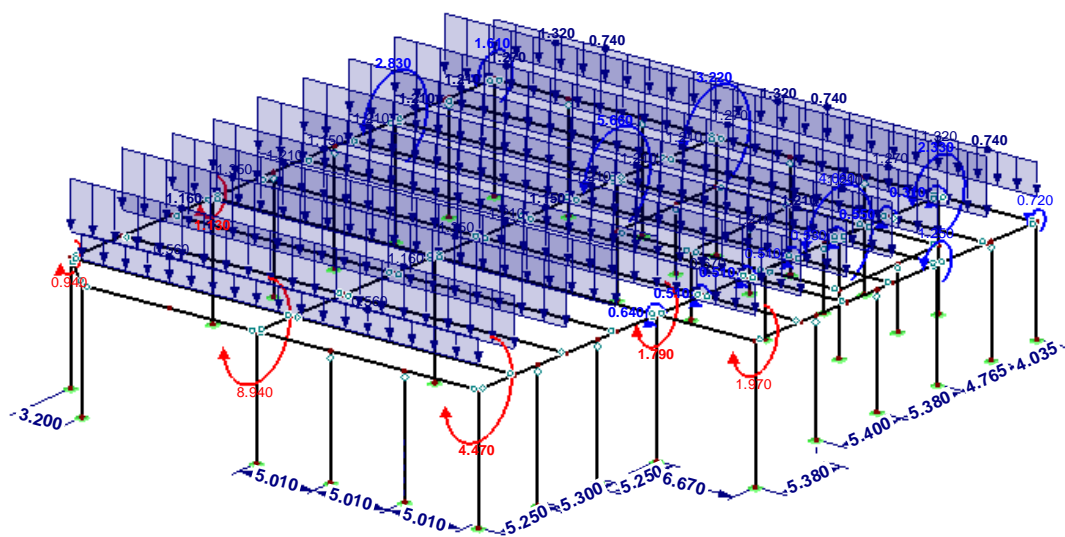
$F_{tp,k}$  – Zatížení na průvlak, sloup od technologických podvěsů [kN]

$M_{tp,k}$  – Moment od technologických podvěsů vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak[kN/m]

$$F_{\text{tp},k} - \text{Zatížení přenesené průvlakem na sloup od technologických podvěsů [kN]}$$

$M_{spp,k}$  – Moment od technologických podvěsů vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]

### ZS3 – 3D model

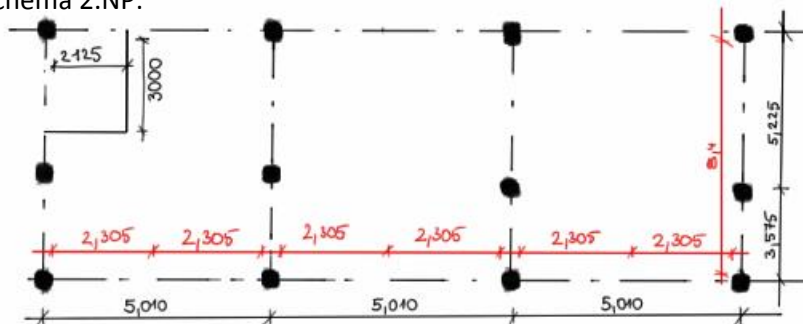


### 3.4 ZS4: PROMĚNNÉ – 2NP

Zatížení od příček –  $q_{sd,k} = 0,5 \text{ kN/m}^2$

Zatížení skladovacích prostorů a rozveden –  $q_{sp,k} = 5 \text{ kN/m}^2$

Schéma 2.NP:



Zatížení na z.š. 5,010m :

$$q_{užit} = 5,010 \cdot 5,5 = 27,56 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 8,4 m – přepočít na 8,8m:

$$27,56 \cdot 8,4 = 231,504 \text{ kN} \rightarrow \frac{231,504}{8,8} = 26,3 \text{ kN/m}$$

Ohybový moment:

$$M_{užit} = 26,3 \cdot 0,2625 = 6,91 \text{ kNm/m}$$

Zatížení na ztužidla:

Zatížení na z.š. 0,4m :

$$q_{užit} = 0,4 \cdot 5,5 = 2,2 \text{ kN/m}$$

Zatížená délka je 4,61 m – přepočít na 5,01 m:

$$2,2 \cdot 4,61 = 10,142 \text{ kN} \rightarrow \frac{10,142}{5,01} = 2,02 \text{ kN/m}$$

- Ohybový moment na sloupech – excentrické uložení ztužidel:

Reakce na sloup:

$$R = 10,142/2 = 5,07 \text{ kN}$$

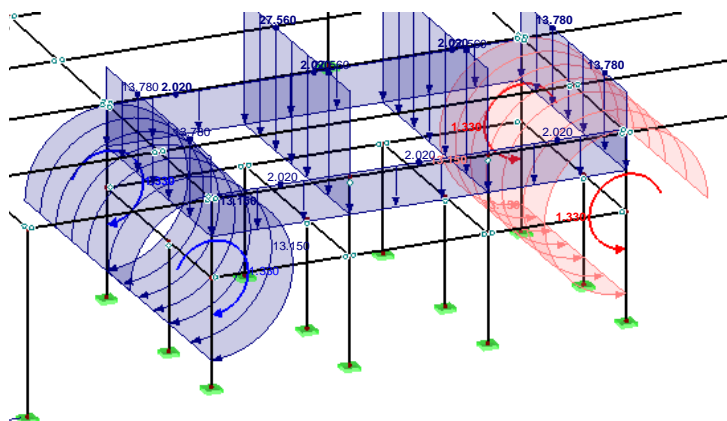
Moment na sloupy D.2, D.3 a C.2, C.3

$$M = 5,07 \cdot 0,2625 = 1,33 \text{ kNm}$$

$q_{užit}$  – Užité zatížení na danou ZŠ [kN/m]

$M_{užit}$  – Ohybový moment od užitého zatížení na průvlak [kNm/m]

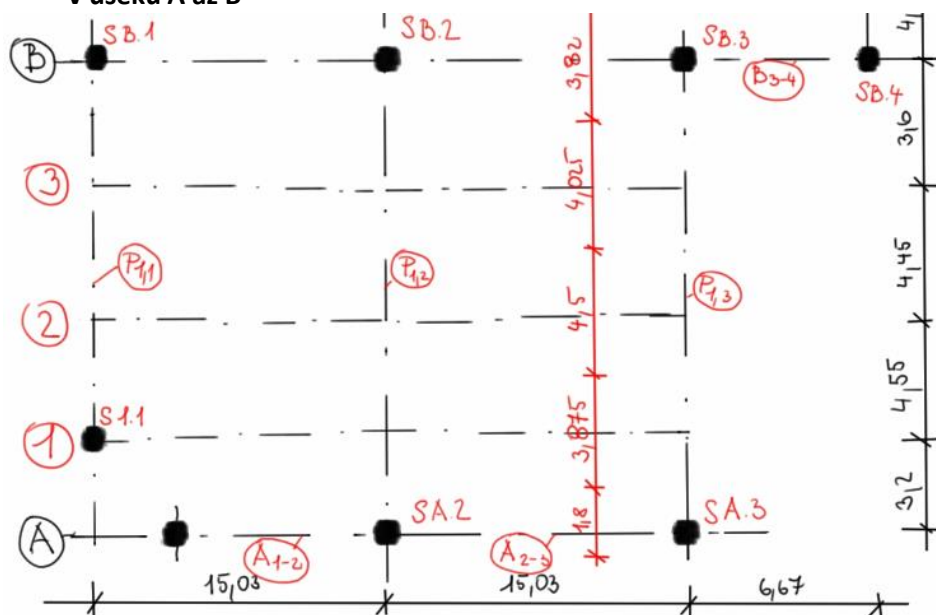
ZS4 – 3D model



### 3.5 ZS5: PROMĚNNÉ - SNÍH PLNÝ

$$S_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

- v úseku A až B



Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od sněhu $S_k$	Zatížení na vaznici $q_{s,k}$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
A 1-2	1,8	0,80	<b>1,44</b>	11,83	<b>8,52</b>
A 2-3	1,8	0,80	<b>1,44</b>	15,03	<b>10,82</b>
1	3,875	0,80	<b>3,10</b>	15,03	<b>23,30</b>
2	4,5	0,80	<b>3,60</b>	15,03	<b>27,05</b>
3	4,025	0,80	<b>3,22</b>	15,03	<b>24,20</b>
B	3,82	0,80	<b>3,06</b>	15,03	<b>22,97</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

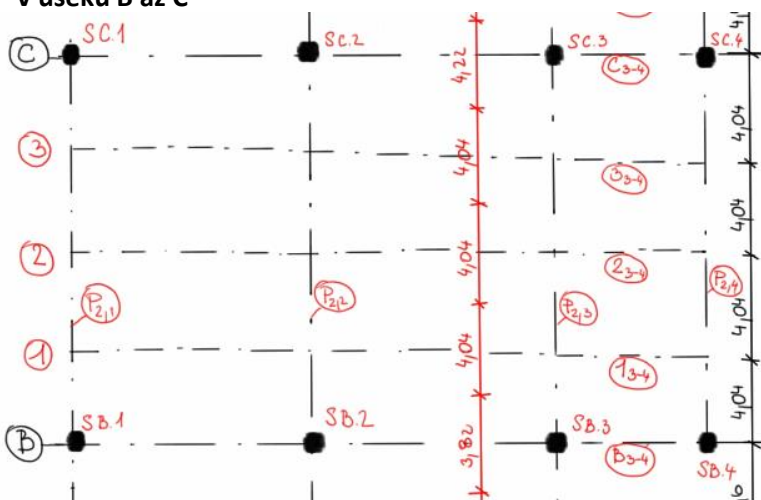
Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{sv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{sv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
<b>8,52</b>	0,10	<b>0,85</b>		
<b>10,82</b>	0,10	<b>1,08</b>		
<b>23,30</b>	0,10	<b>2,33</b>		
<b>27,05</b>	0,10	<b>2,71</b>		
<b>24,20</b>	0,10	<b>2,42</b>		
<b>22,97</b>	0,10	<b>2,30</b>	0,10	<b>2,30</b>



- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{spr,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{spr,k}$
A		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P1,1	12,60	2	27,05	S 1.1	24,10	0,325	7,83
			3	24,20	S B.1	27,15	0,325	8,82
	P1,2	15,80	1	23,30	S A.2 - 2x moment na S A.3			23,84
			2	27,05	S B.2 - 2x moment na S B.3			24,62
			3	24,20				
	P1,3	15,80	1	23,30	S A.3	36,67	0,325	11,92
			2	27,05	S B.3	37,88	0,325	12,31
			3	24,20				
B								

- v úseku B až C



Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od sněhu $S_k$	Zatížení na vaznici $q_{s,k}$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
B 3-4	2,22	0,80	<b>1,78</b>	6,67	<b>5,92</b>
1	4,04	0,80	<b>3,23</b>	15,03	<b>24,29</b>
1 3-4	4,04	0,80	<b>3,23</b>	6,67	<b>10,78</b>
2	4,04	0,80	<b>3,23</b>	15,03	<b>24,29</b>
2 3-4	4,04	0,80	<b>3,23</b>	6,67	<b>10,78</b>
3	4,04	0,80	<b>3,23</b>	15,03	<b>24,29</b>
3 3-4	4,04	0,80	<b>3,23</b>	6,67	<b>10,78</b>
C	4,22	0,80	<b>3,38</b>	15,03	<b>25,37</b>



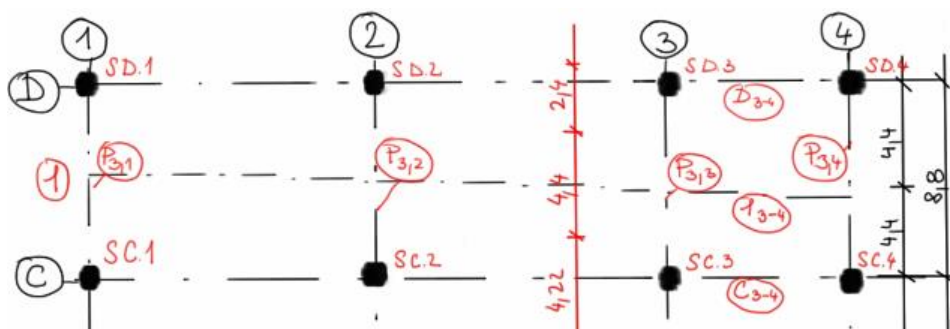
- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{sv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{sv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
5,92			0,10	0,59
24,29	0,10	2,43	0,10	2,43
10,78			0,10	1,08
24,29	0,10	2,43	0,10	2,43
10,78			0,10	1,08
24,29	0,10	2,43	0,10	2,43
10,78			0,10	1,08
25,37	0,10	2,54	0,10	2,54

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{spr,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{spr,k}$
B		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P2,1	16,16	1,2,3	24,29	S B.1	36,43	0,325	11,84
					S C.1	36,43	0,325	11,84
	P2,2	16,16	1,2,3	24,29	S B.2 - 2x moment na S B.1			23,68
					S C.2 - 2x moment na S C.1			23,68
	P2,3	16,16	1,2,3	24,29	S B.3	52,60	0,325	17,10
			a 1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	10,78	S C.3	52,60	0,325	17,10
	P2,4	16,16	1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	10,78	S B.4	16,17	0,325	5,25
C					S C.4	16,17	0,325	5,25

- v úseku C až D



Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od sněhu $S_k$	Zatížení na vaznici $q_{s,k}$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
C 3-4	4,22	0,80	<b>3,38</b>	6,67	<b>11,26</b>
1	4,4	0,80	<b>3,52</b>	15,03	<b>26,45</b>
1 3-4	4,4	0,80	<b>3,52</b>	6,67	<b>11,74</b>
D	2,4	0,80	<b>1,92</b>	15,03	<b>14,43</b>
D 3-4	2,4	0,80	<b>1,92</b>	6,67	<b>6,40</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	$M_{sv,k}$ v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	$M_{sv,k}$ v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
<b>11,26</b>			0,10	<b>1,13</b>
<b>26,45</b>	0,10	<b>2,65</b>	0,10	<b>2,65</b>
<b>11,74</b>			0,10	<b>1,17</b>
<b>14,43</b>	0,10	<b>1,44</b>	0,10	<b>1,44</b>
<b>6,40</b>			0,10	<b>0,64</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{s,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{spr,i}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{spr,k}$
C		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P3,1	8,80	1	26,45	S C.1	13,23	0,325	4,30
					S D.1	13,23	0,325	4,30
	P3,2	8,80	1	26,45	S C.2 - 2x moment na S C.1			8,60
					S D.2 - 2x moment na S D.1			8,60
	P3,3	8,80	1 a 1 3-4	26,45	S C.3	19,10	0,325	6,21
				11,74	S D.3	19,10	0,325	6,21
	P3,4	8,80	1 3-4	11,74	S C.4	5,87	0,325	1,91
D					S D.4	5,87	0,325	1,91

$q_{s,k}$  – Zatížení na vaznici od sněhu [kN/m]

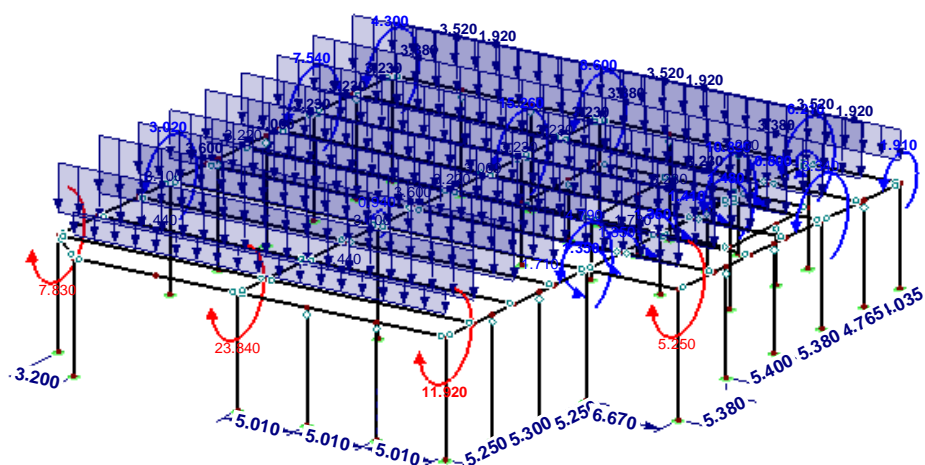
$F_{s,k}$  – Zatížení na průvlak, sloup od sněhu [kN]

$M_{sv,k}$  – Moment od sněhu vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak [kN/m]

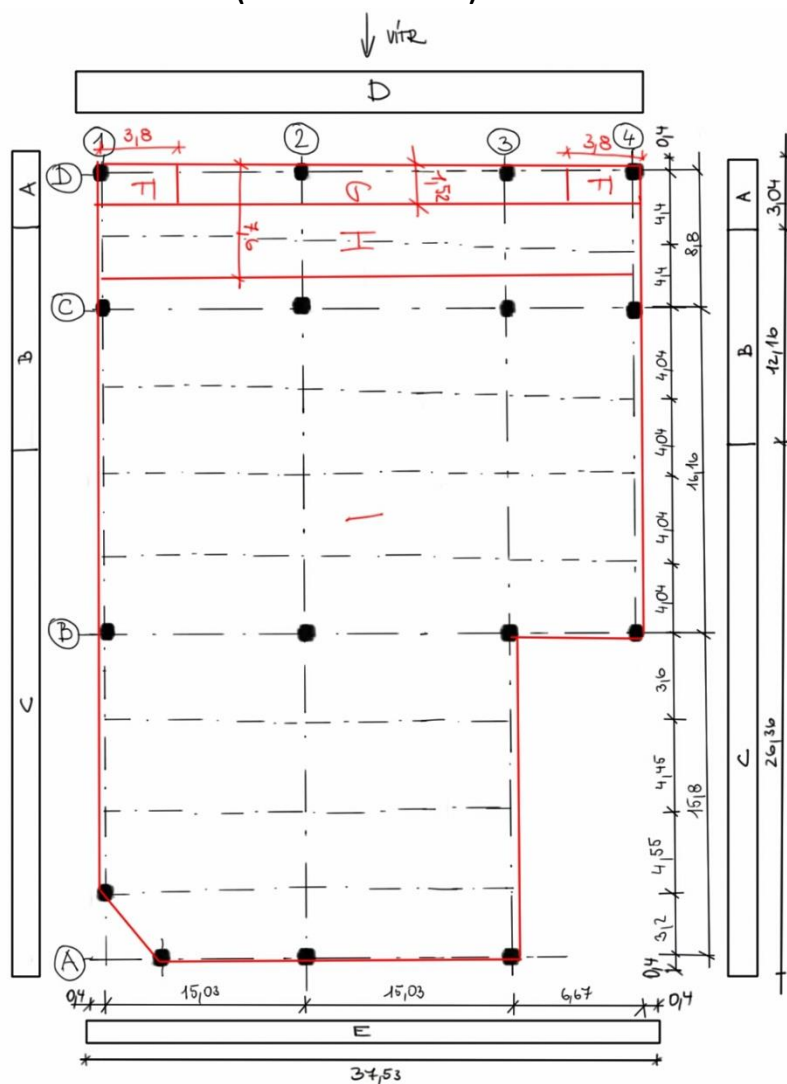
$F_{spr,k}$  – Zatížení přenesené průvlakem na sloup od sněhu [kN]

$M_{spr,k}$  – Moment od sněhu vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]

### ZS5 – 3D model

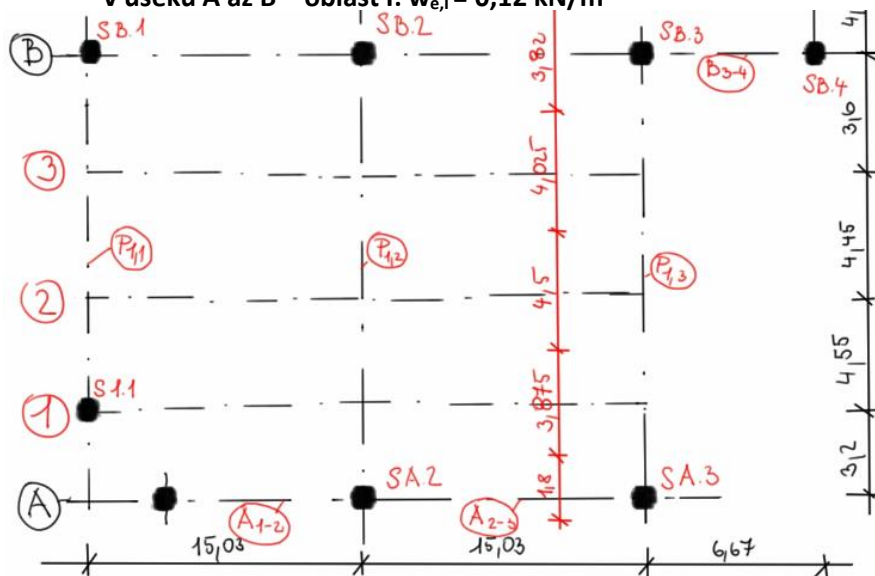


### 3.6 ZS6: VÍTR JIŽNÍ – (TLAK NA STŘECHU)



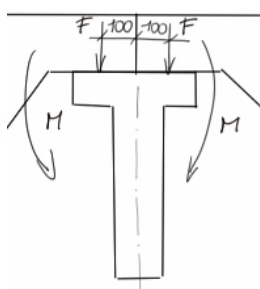
### 3.6.1 Účinky větru na střechu

- v úseku A až B – oblast I:  $w_{e,I} = 0,12 \text{ kN/m}^2$

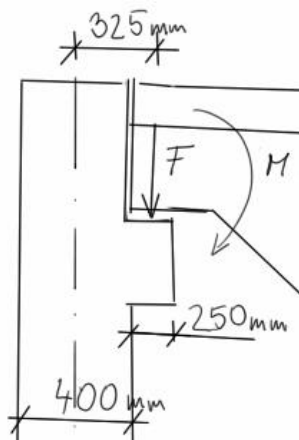


Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,I}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
A 1-2	1,8	0,12	<b>0,22</b>	11,83	<b>1,28</b>
A 2-3	1,8	0,12	<b>0,22</b>	15,03	<b>1,62</b>
1	3,875	0,12	<b>0,47</b>	15,03	<b>3,49</b>
2	4,5	0,12	<b>0,54</b>	15,03	<b>4,06</b>
3	4,025	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,63</b>
B	3,82	0,12	<b>0,46</b>	15,03	<b>3,44</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



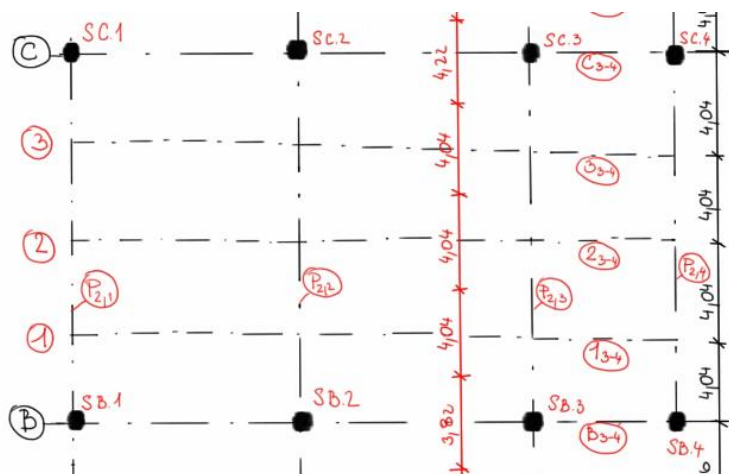
Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
<b>1,28</b>	0,10	<b>0,13</b>		
<b>1,62</b>	0,10	<b>0,16</b>		
<b>3,49</b>	0,10	<b>0,35</b>		
<b>4,06</b>	0,10	<b>0,41</b>		
<b>3,63</b>	0,10	<b>0,36</b>		
<b>3,44</b>	0,10	<b>0,34</b>	0,10	<b>0,34</b>



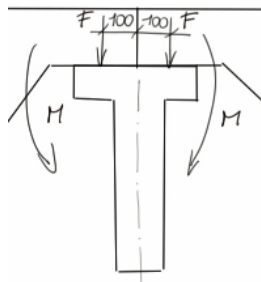
- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,I}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
A		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P1,1	12,60	2	4,06	S 1.1	3,62	0,325	1,17
			3	3,63	S B.1	4,07	0,325	1,32
	P1,2	15,80	1	3,49	S A.2 - 2x moment na S A.3			3,58
			2	4,06	S B.2 - 2x moment na S B.3			3,69
			3	3,63				
	P1,3	15,80	1	3,49	S A.3	5,50	0,325	1,79
			2	4,06	S B.3	5,68	0,325	1,85
			3	3,63				
B								

- v úseku B až C – oblast I:  $w_{e,I} = 0,12 \text{ kN/m}^2$



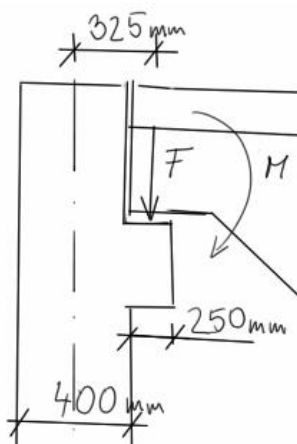
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,I}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]
B 3-4	2,22	0,12	<b>0,27</b>	6,67	<b>0,89</b>
1	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>
1 3-4	4,04	0,12	<b>0,48</b>	6,67	<b>1,62</b>
2	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>
2 3-4	4,04	0,12	<b>0,48</b>	6,67	<b>1,62</b>
3	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>
3 3-4	4,04	0,12	<b>0,48</b>	6,67	<b>1,62</b>



- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
0,89			0,10	0,09
3,64	0,10	0,36	0,10	0,36
1,62			0,10	0,16
3,64	0,10	0,36	0,10	0,36
1,62			0,10	0,16
3,64	0,10	0,36	0,10	0,36
1,62			0,10	0,16

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

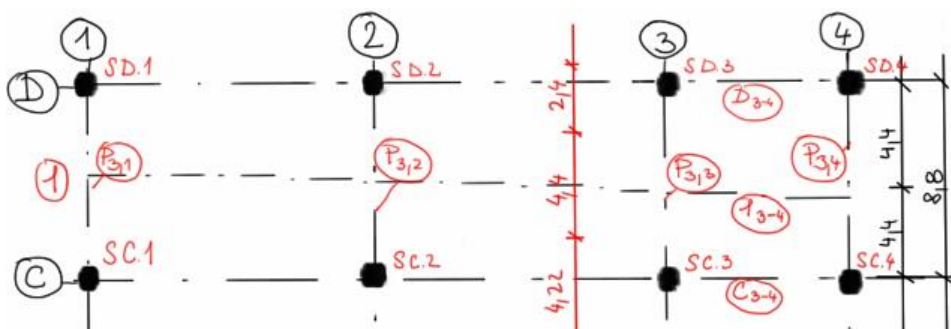


	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
B		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P2,1	16,16	1,2,3	3,64	S B.1	5,46	0,325	1,78
					S C.1	5,46	0,325	1,78
	P2,2	16,16	1,2,3	3,64	S B.2 - 2x moment na S B.1			3,55
					S C.2 - 2x moment na S C.1			3,55
	P2,3	16,16	1,2,3	3,64	S B.3	7,89	0,325	2,56
			a 1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	1,62	S C.3	7,89	0,325	2,56
	P2,4	16,16	1 3-4, 2 3- 4, 3 3-4	1,62	S B.4	2,43	0,325	0,79
C					S C.4	2,43	0,325	0,79

- v úseku C až D – oblast F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

$$G: w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$$



Zatížení na vaznice v oblasti sání G-H-I na metr:

Vaznice v linii D:

$$1,32 * w_{e,G} + 1,08 * w_{e,H} =$$

$$1,32 * -0,62 + 1,08 * -0,419 = -1,27 \text{ kN/m}$$

Vaznice v linii 1:

$$w_{e,H} * 4,4 = -0,419 * 4,4 = -1,84 \text{ kN/m}$$

Vaznice v linii C:

$$2,02 * w_{e,I} + 1,6 * w_{e,I} + 0,6 * w_{e,H} =$$

$$2,02 * 0,12 + 1,6 * 0,12 - 0,6 * 0,419 = 0,183 \text{ kN/m}$$

Zatížení na vaznice v oblasti sání F-H-I na metr:

Vaznice v linii D:

$$1,32 * w_{e,F} + 1,08 * w_{e,H} =$$

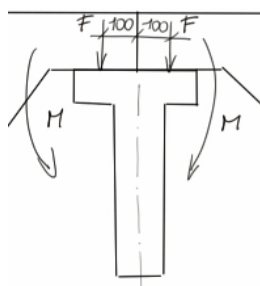
$$1,32 * -0,919 + 1,08 * -0,419 = -1,67 \text{ kN/m}$$

Vaznice v linii 1: -1,84 kN/m

Vaznice v linii C: 0,183 kN/m

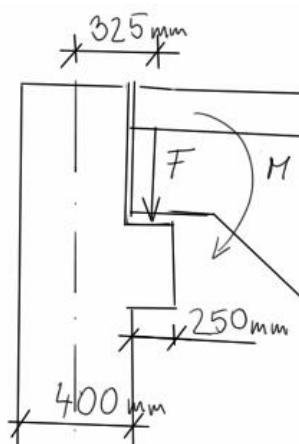
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,I}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[kN]
C	4,22	0,183	<b>0,77</b>	15,03	<b>5,80</b>
C 3-4	4,22	0,183	<b>0,77</b>	6,67	<b>2,58</b>
1	4,4	-1,840	<b>-8,10</b>	15,03	<b>-60,84</b>
1 3-4	4,4	-1,840	<b>-8,10</b>	6,67	<b>-27,00</b>
D 2-3	2,48	-1,270	<b>-3,15</b>	15,03	<b>-23,67</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



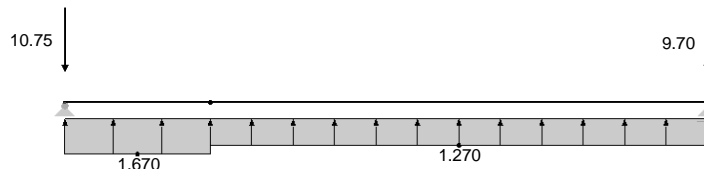
Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
<b>5,80</b>	0,10	<b>0,58</b>	0,10	<b>0,58</b>
<b>2,58</b>			0,10	<b>0,26</b>
<b>-60,84</b>	0,10	<b>-6,08</b>	0,10	<b>-6,08</b>
<b>-27,00</b>			0,10	<b>-2,70</b>
<b>-23,67</b>	0,10	<b>-2,37</b>	0,10	<b>-2,37</b>

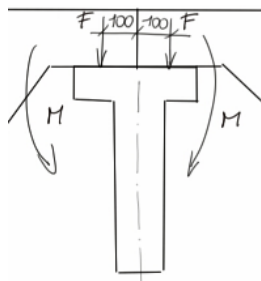
- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup



	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
C								
	P3,1	8,80	1	-60,84	S C.1	-30,42	0,325	-9,89
					S D.1	-30,42	0,325	-9,89
	P3,2	8,80	1	-60,84	S C.2 - 2x moment na S C.1			-19,77
					S D.2 - 2x moment na S D.1			-19,77
	P3,3	8,80	1 a 1 3-4	-60,84	S C.3	-43,92	0,325	-14,27
				-27,00	S D.3	-43,92	0,325	-14,27
	P3,4	8,80	1 3-4	-27,00	S C.4	-13,50	0,325	-4,39
D					S D.4	-13,50	0,325	-4,39

Zatížení vaznice D 1-2

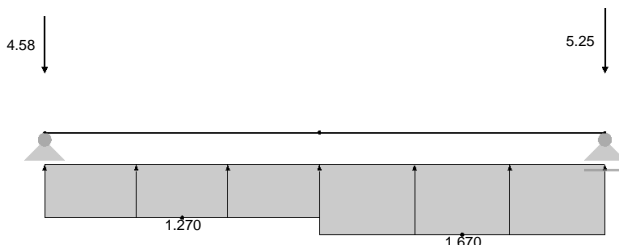




- Moment vzniklý excentrickým uložením na sloup – linie 2

$$M_{ev,k} = 0,1 * (-9,7) = -0,97 \text{ kNm}$$

Zatížení vaznice D 3-4

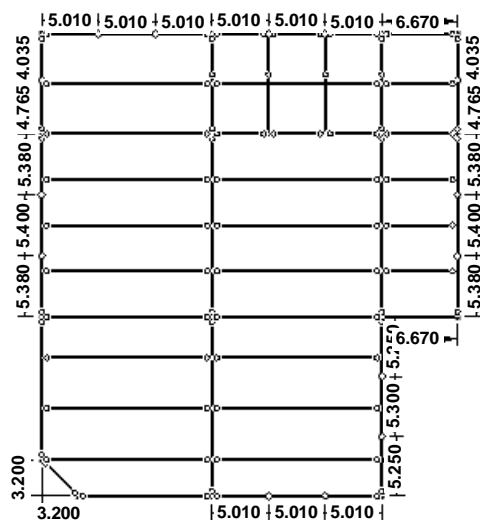


- Moment vzniklý excentrickým uložením na sloup – linie 3

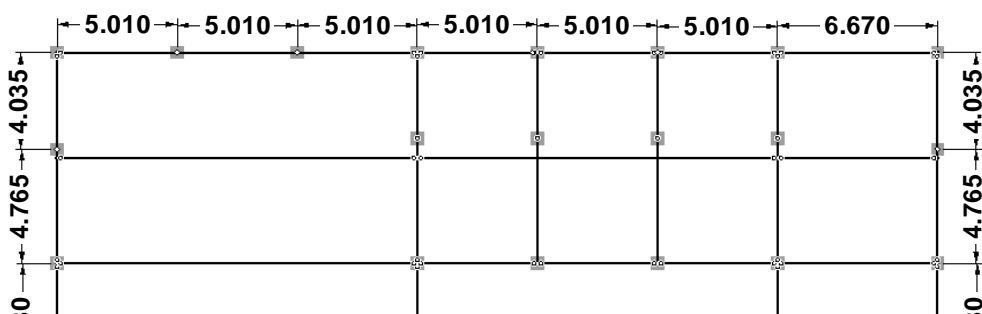
$$M_{ev,k} = 0,1 * (-4,58) = -0,458 \text{ kNm}$$

### 3.6.2 Účinky větru na stěny

Schéma vzdáleností sloupů:

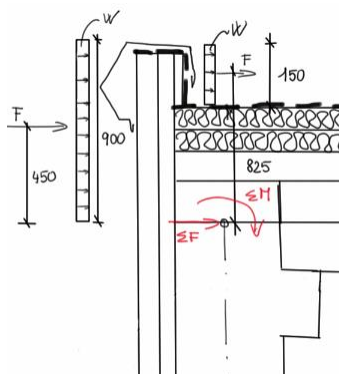


- Návětrná stěna – oblast D:  $w_{e,D} = 0,419 \text{ kN/m}^2$



Pro krajní stěny připočítávám obvodový plášť : 0,4m.





Zatížení na sloupy a atiku od tlaku:

Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_{e,D}$	Výška atiky v oblasti tlaku	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
3,735	0,419	<b>1,56</b>	0,9	1,41	0,45	<b>0,63</b>
5,84	0,419	<b>2,45</b>	0,9	2,20	0,45	<b>0,99</b>
5,01	0,419	<b>2,10</b>	0,9	1,89	0,45	<b>0,85</b>
2,905	0,419	<b>1,22</b>	0,9	1,10	0,45	<b>0,49</b>

Zatížení na sloupy a atiku od sání:

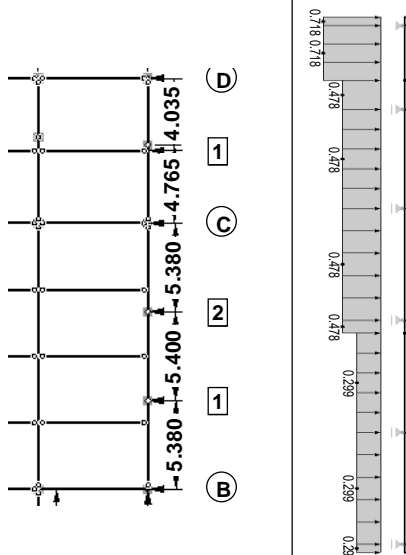
Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_{e,E}$	Výška atiky v oblasti sání	Zatížení na atiku sání	excentricita	Moment na hlavu sloupů od sání
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
3,735	0,179	<b>0,67</b>	0,15	0,10	0,83	<b>0,08</b>
5,84	0,179	<b>1,05</b>	0,15	0,16	0,83	<b>0,13</b>
5,01	0,179	<b>0,90</b>	0,15	0,13	0,83	<b>0,11</b>
2,905	0,179	<b>0,52</b>	0,15	0,08	0,83	<b>0,06</b>

Celkové zatížení na atiku:

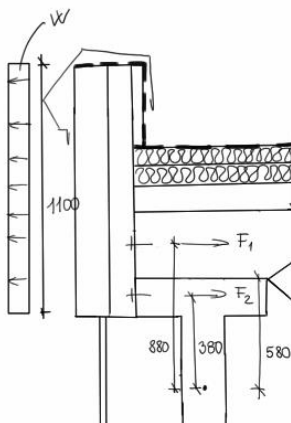
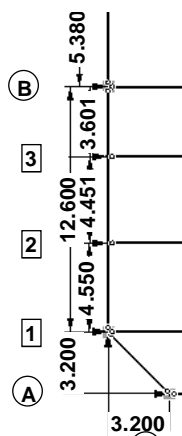
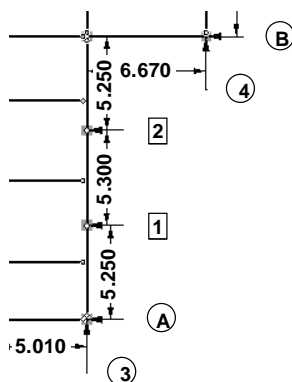
Zatěžovací šířka	Celkové zatížení	Celkový moment na hlavu sloupů
[m]	[kN/m]	[kN*m]
3,735	2,23	0,72
5,84	3,49	1,12
5,01	3,00	0,96
2,905	1,74	0,56

- Sání na západní stranu
- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$
- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$
- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na sloupy:



	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415		<b>-1,73</b>	0,9	-1,56	0,45	<b>-0,70</b>
1	4,4		<b>-2,53</b>	0,9	-2,28	0,45	<b>-1,03</b>
C	5,07		<b>-2,42</b>	0,9	-2,18	0,45	<b>-0,98</b>
2	5,39		<b>-2,21</b>	0,9	-1,99	0,45	<b>-0,89</b>
1	5,39	-0,299	<b>-1,61</b>	0,9	-1,45	0,45	<b>-0,65</b>
B	3,09	-0,299	<b>-0,92</b>	0,9	-0,83	0,45	<b>-0,37</b>



	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
B	2,225	-0,299	<b>-0,67</b>	0,9	-0,60	0,45	<b>-0,27</b>
2	5,275	-0,299	<b>-1,58</b>	0,9	-1,42	0,45	<b>-0,64</b>
1	5,275	-0,299	<b>-1,58</b>	0,9	-1,42	0,45	<b>-0,64</b>
A	3,025	-0,299	<b>-0,90</b>	0,9	-0,81	0,45	<b>-0,37</b>

- Sání na východní stranu - oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$
- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$
- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$

Pro úsek D-B budou stejné hodnoty.

V úseku B jiná ZŠ:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$g_e$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]
B	2,69	-0,299	<b>-0,80</b>

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,4m

Zatížení na vaznici (oblast C):

$$-0,299 \cdot \frac{6,4}{2} = -0,733 \text{ kN/m}$$

Atika:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
B	4,49	-0,299	<b>-1,34</b>	0,9	-1,21			0,45		<b>-0,54</b>
3	4,025	-0,299	<b>-1,20</b>	1,1	-1,32	-1,46	0,13	0,88	0,38	<b>-1,23</b>
2	4,5	-0,299	<b>-1,35</b>	1,1	-1,48	-1,63	0,15	0,88	0,38	<b>-1,38</b>
1	2,775	-0,299	<b>-0,83</b>	1,1	-0,91	-1,00	0,09	0,88	0,38	<b>-0,85</b>

Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,C} \cdot 6,57}{2} = \frac{-0,299 \cdot 6,57 \cdot 3,2}{4} = 1,57 \text{ kN}$$

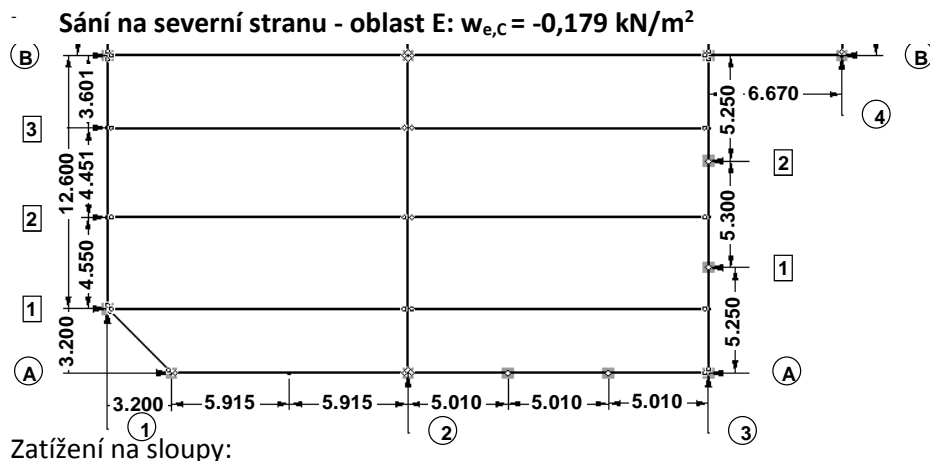
$q_e$  – Zatížení na vaznici od větru, další index značí oblast zatížení [kN/m]

$F_e$  – Zatížení na průvlak, sloup od větru [kN]

$M_{ev}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak [kN/m]

$F_{se}$  – Zatížení přenesené průvlakem na sloup od větru [kN]

$M_{se}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]



	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
4	3,735	-0,179	<b>-0,67</b>	0,9	-0,60	0,45	<b>-0,27</b>
3B	3,335	-0,179	<b>-0,60</b>	0,9	-0,54	0,45	<b>-0,24</b>
3A	2,905	-0,179	<b>-0,52</b>	0,9	-0,47	0,45	<b>-0,21</b>
	5,01	-0,179	<b>-0,90</b>	0,9	-0,81	0,45	<b>-0,36</b>
2	5,46	-0,179	<b>-0,98</b>	0,9	-0,88	0,45	<b>-0,40</b>

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,57m

Zatížení na vaznici (oblast E):

$$-0,179 \cdot \frac{6,57}{2} = -0,588 \text{ kN/m}$$

Liniový moment vzniklý excentrickým uložením fasády na vaznici:

$$-0,588 \cdot 0,25 = -0,147 \text{ kNm/m}$$

Atika:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
	5,915	-0,179	<b>-1,06</b>	1,1	-1,16	-1,28	0,12	0,3	0,2	<b>-0,41</b>
1	3,46	-0,179	<b>-0,62</b>	1,1	-0,68	-0,75	0,07	0,3	0,2	<b>-0,24</b>

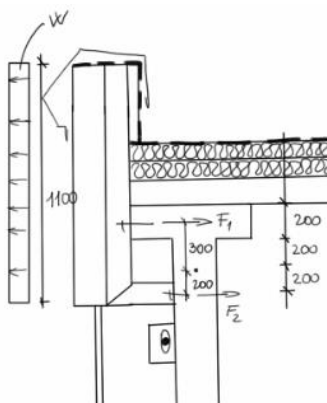
Atika zkoseného roku:

Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
1,95	-0,179	<b>-0,35</b>	1,1	-0,38	-0,42	0,04	0,3	0,2	<b>-0,13</b>

Zádvěří:

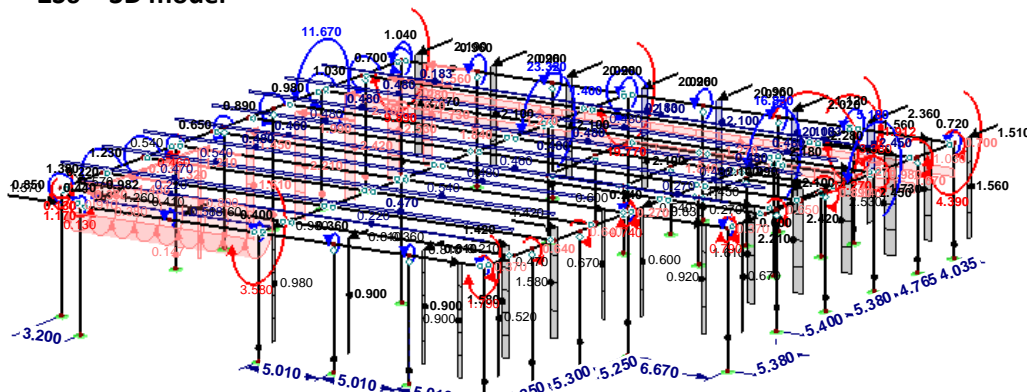
Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,C} \cdot 6,57}{2} = \frac{-0,299 \cdot 6,57}{2} = -0,982 \text{ kN/m}$$



F1, F2 – značí zatížení

### ZS6 – 3D model



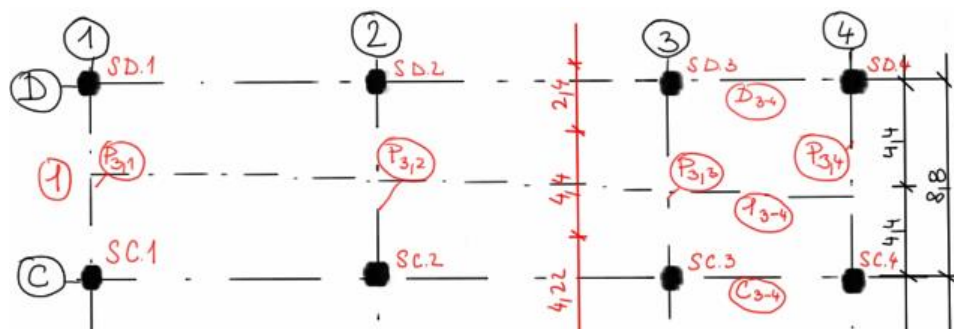
### 3.7 ZS7: VÍTR JIŽNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)

Zatížení stejné jako při tlaku – opačný směr působení.

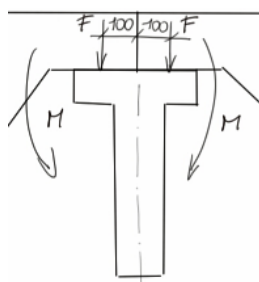
- v úseku C až D – oblast F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$

H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$

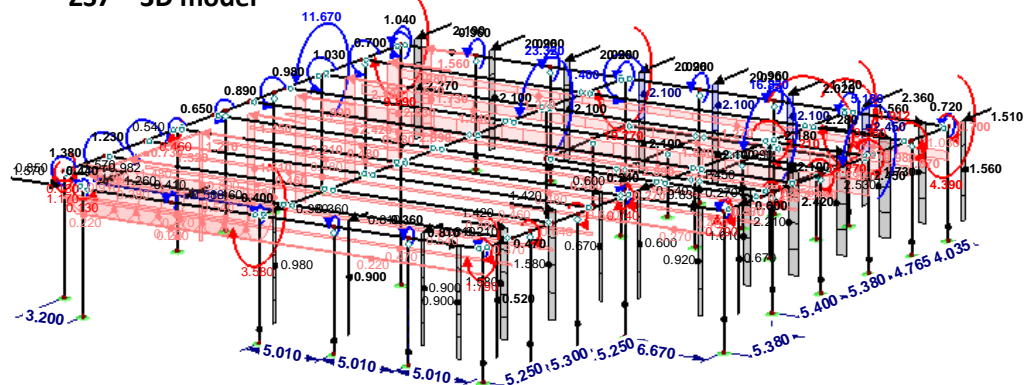


Zatížení na vaznice v linii C: přepočítané  $w_e = -0,686 \text{ kN/m}$

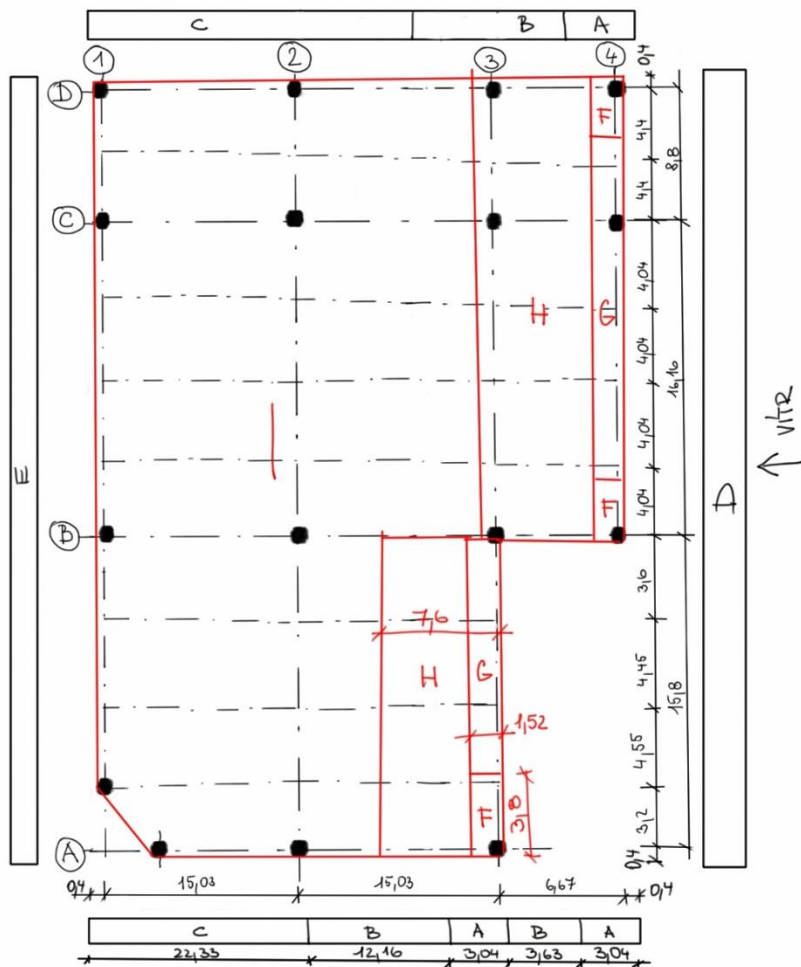


Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_e$	Zatížení na vaznici $g_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
C	4,22	-0,686	-2,89	15,03	-21,76	0,10	-2,18	0,10	-2,18
C 3-4	4,22	-0,686	-2,89	6,67	-9,65			0,10	-0,97

### ZS7 – 3D model



### 3.8 ZS8: VÍTR ZÁPADNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)



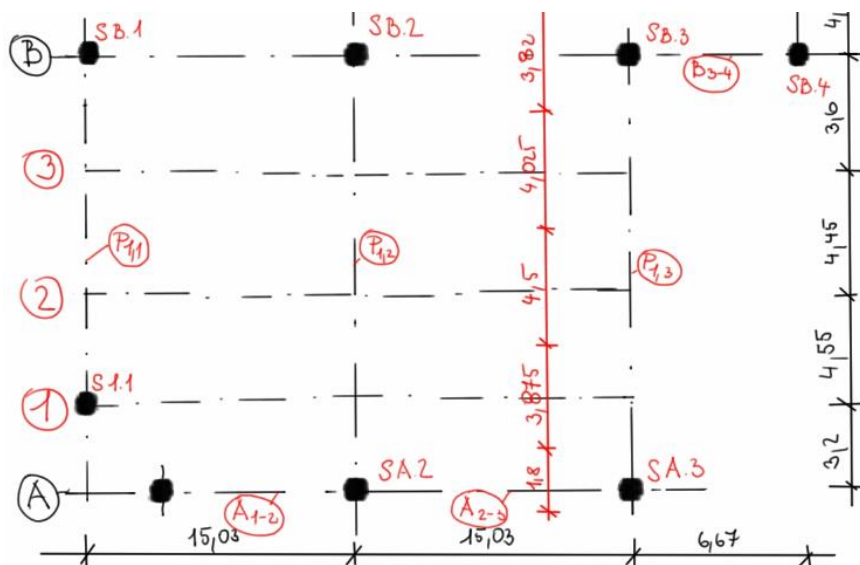
#### 3.8.1 Účinky větru na střechu

- v úseku A až B – oblast I:  $w_{e,I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$

F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

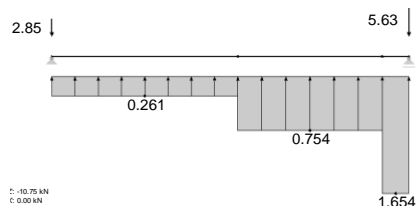
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$

H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$

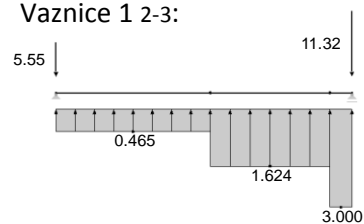


Zatížení vaznic – přepočítané oblasti ze zš:

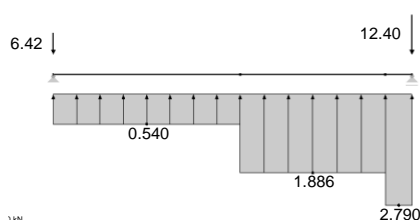
Vaznice A 2-3:



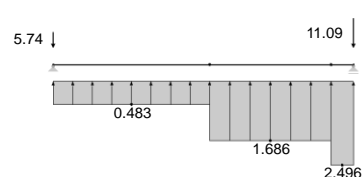
Vaznice 1 2-3:



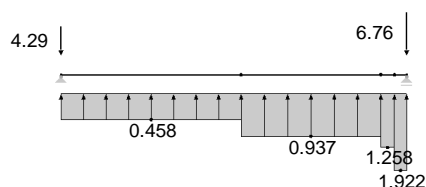
Vaznice 2 2-3:



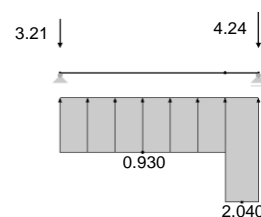
Vaznice 3 2-3:



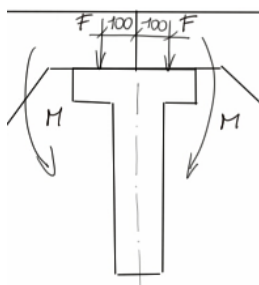
Vaznice B 2-3:



Vaznice B 3-4:



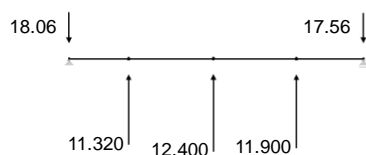
- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



Vaznice v úseku	Zatížení na průvlak/sloup $F_{e3,i}$	Zatížení na průvlak/sloup $F_{e2,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Moment v linii 2
	[kN]	[kN]	[m]	[kN*m]
A 2-3	-5,63	-2,85	0,10	-0,29
1 2-3	-11,32	-5,55	0,10	-0,56
2 2-3	-12,40	-6,42	0,10	-0,64
3 2-3	-11,09	-5,74	0,10	-0,57
B 2-3	-6,76	-4,29	0,10	-0,43
B 3-4	-3,21	-3,21	0,10	-0,32

Ostatní vaznice v úseku A-B, jako v ZS6.

Průvlak P1,3



Moment na sloup S A.3

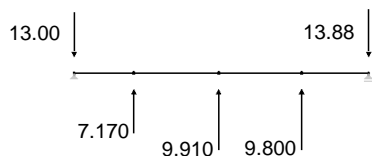
$$M = 0,325 \cdot -18,06 = -5,87 \text{ kNm}$$

Moment na sloup S B.3

$$M = 0,325 \cdot -17,56 = -5,707 \text{ kNm}$$

## Průvlek P1,2

Vaznice v linii 2	Zatížení na průvlak/ sloup $\sum F_{e2,i}$
	[kN]
1	-7,17
2	-9,91
3	-9,80



### Moment na sloup S A.2

$$M = 0,325 * -13 = -4,225 \text{ kNm}$$

Moment na sloup S B.2

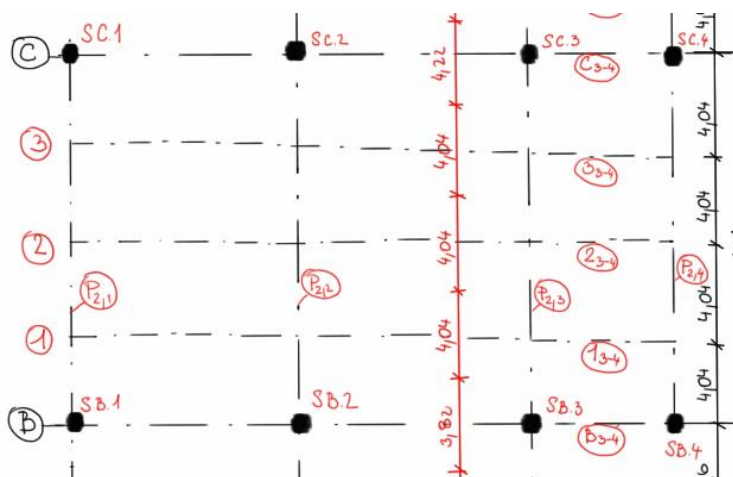
$$M = 0,325 * -13,88 = -4,511 \text{ kNm}$$

- v úseku B až C – oblast I:  $w_{e,I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$

**F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$**

**G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$**

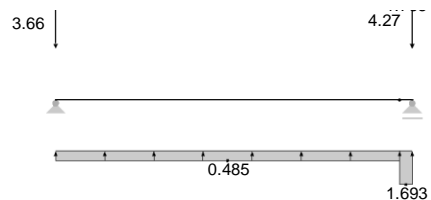
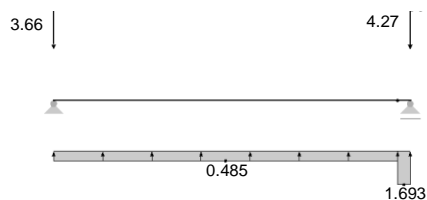
H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$



Zatížení vaznic – přepočítané oblasti ze zř:

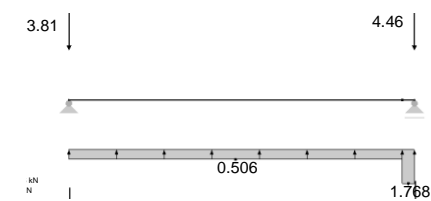
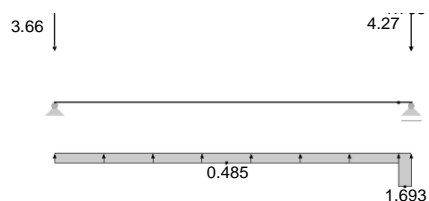
Vaznice 1 2-3:

Vaznice 2 2-3:



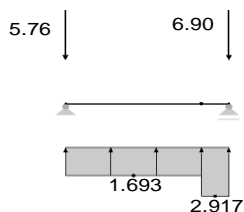
Vaznice 3 2-3:

Vaznice C 2-3:

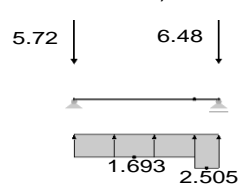




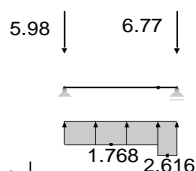
Vaznice 1 3-4:



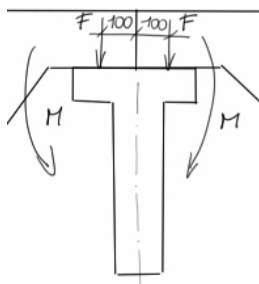
Vaznice 2 3-4, 3 3-4:



Vaznice C 3-4:



- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak



Vaznice v úseku	Zatížení na průvlak/sloup v $F_{e2,i}$	Zatížení na průvlak/sloup $F_{e3,i}$	Zatížení na průvlak/sloup $F_{e4,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Moment v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Moment v linii 3
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
1 2-3	-3,66	-4,27		0,10	-0,37	0,10	-0,43
2 2-3	-3,66	-4,27		0,10	-0,37	0,10	-0,43
3 2-3	-3,66	-4,27		0,10	-0,37	0,10	-0,43
C 2-3	-3,81	-4,46		0,10	-0,38	0,10	-0,45
1 3-4		-5,76	-6,9	0,10		0,10	-0,58
2 3-4		-5,72	-6,48	0,10		0,10	-0,57
3 3-4		-5,72	-6,48	0,10		0,10	-0,57
C 3-4		-5,98	-6,77	0,10		0,10	-0,60

Ostatní vaznice v úseku B-C, jako v ZS6.

Průvlak P2,4



Moment na sloup S B.4

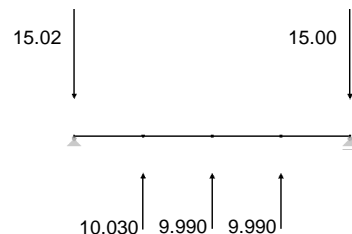
$$M = 0,325 * -10,04 = -3,263 \text{ kNm}$$

Moment na sloup S C.4

$$M = 0,325 * -9,83 = -3,195 \text{ kNm}$$

Průvlak P2,3

Vaznice v linii 3	Zatížení na průvlak/sloup $\sum F_{e3,i}$
	[kN]
1	-10,03
2	-9,99
3	-9,99



Moment na sloup S B.3

$$M = 0,325 * -15,02 = -4,88 \text{ kNm}$$

Moment na sloup S C.3

$$M = 0,325 * -15 = -4,875 \text{ kNm}$$

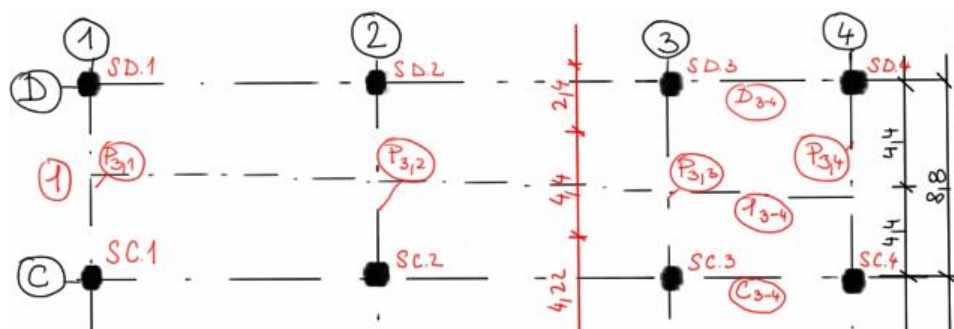
### Průvlak P2,2

Vaznice v linii 2	Zatížení na průvlak/ sloup $\sum F_{e2,i}$ [kN]
1	-7,30
2	-7,30
3	-7,30

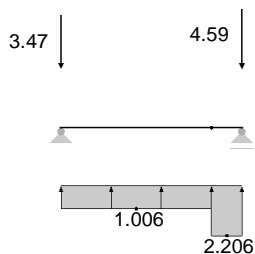
Moment na sloup S B.2, S C.2

$$M = 0,325 \cdot -10,95 = -3,559 \text{ kNm}$$

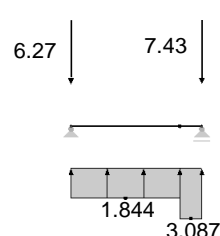
- v úseku C až D – oblast F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$   
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$   
H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$



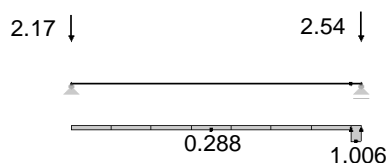
Vaznice D 3-4:



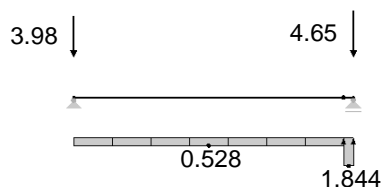
Vaznice 1 3-4:



Vaznice D 2-3:



Vaznice 1 2-3:



Vaznice v úseku	Zatížení na průvlak/ sloup v $F_{e2,i}$ [kN]	Zatížení na průvlak/ sloup $F_{e3,i}$ [kN]	Zatížení na průvlak/ sloup $F_{e4,i}$ [kN]	Excentricita na průvlak v linii 2 [m]	Moment v linii 2 [kN*m]	Excentricita na průvlak v linii 3 [m]	Moment v linii 3 [kN*m]
D 3-4		-3,47	-4,59	0,10		0,10	-0,35
1 3-4		-6,27	-7,43	0,10		0,10	-0,63
D 2-3	-2,17	-2,54		0,10	-0,22	0,10	-0,25
1 2-3	-3,98	-4,65		0,10	-0,40	0,10	-0,47

Ostatní vaznice v úseku C-D, jako v ZS6.

Průvlak P3,4

Moment na sloup S C.4, S D.4

$$M = 0,325 * -3,135 = -1,019 \text{ kNm}$$

Průvlak P3,3

$$-6,27 - 4,65 = -10,92 \text{ kN} / 2 = 5,46 \text{ kN}$$

Moment na sloup S C.3, S D.3

$$M = 0,325 * -5,46 = -1,775 \text{ kNm}$$

Průvlak P2,3

$$-7,62 / 2 = -3,81 \text{ kN}$$

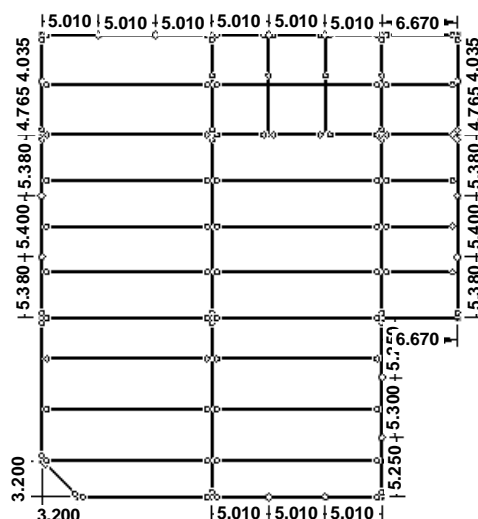
Moment na sloup S C.2, S D.2

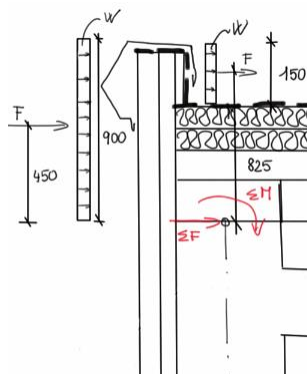
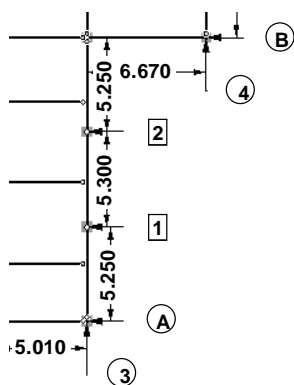
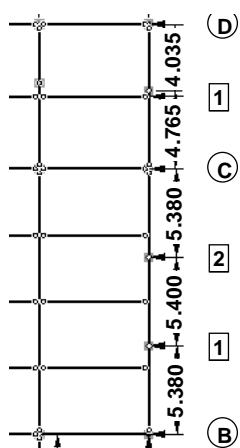
$$M = 0,325 * -3,81 = -1,238 \text{ kNm}$$

$F_{e2,i}$  – zatížení na průvlak/sloup od vaznice v x-té linii

### 3.8.2 Účinky větru na stěny

Schéma vzdáleností sloupů:





### Návětrná stěna – oblast D: $w_{e,D} = 0,419 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na sloupky a atiku od tlaku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	0,419	<b>1,01</b>	0,9	0,91	0,45	<b>0,41</b>
1	4,4	0,419	<b>1,84</b>	0,9	1,66	0,45	<b>0,75</b>
C	5,07	0,419	<b>2,12</b>	0,9	1,91	0,45	<b>0,86</b>
2	5,39	0,419	<b>2,26</b>	0,9	2,03	0,45	<b>0,91</b>
1	5,39	0,419	<b>2,26</b>	0,9	2,03	0,45	<b>0,91</b>
B	3,09	0,419	<b>1,29</b>	0,9	1,17	0,45	<b>0,52</b>

	Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
B	2,225	0,419	<b>0,93</b>	0,9	0,84	0,45	<b>0,38</b>
2	5,275	0,419	<b>2,21</b>	0,9	1,99	0,45	<b>0,90</b>
1	5,275	0,419	<b>2,21</b>	0,9	1,99	0,45	<b>0,90</b>
A	3,025	0,419	<b>1,27</b>	0,9	1,14	0,45	<b>0,51</b>

Zatížení na sloupky atiku od sání

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_{e,E}$	Výška atiky v oblasti sání	Zatížení na atiku sání	excentricita	Moment na hlavu sloupů od sání
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	0,179	<b>0,43</b>	0,15	0,06	0,825	<b>0,05</b>
1	4,4	0,179	<b>0,79</b>	0,15	0,12	0,825	<b>0,10</b>
C	5,07	0,179	<b>0,91</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,11</b>
2	5,39	0,179	<b>0,96</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
1	5,39	0,179	<b>0,96</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
B	3,09	0,179	<b>0,55</b>	0,15	0,08	0,825	<b>0,07</b>

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_{e,E}$	Výška atiky v oblasti sání	Zatížení na atiku sání	excentricita	Moment na hlavu sloupů od sání
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
B	2,225	0,179	<b>0,40</b>	0,15	0,06	0,825	<b>0,05</b>
2	5,275	0,179	<b>0,94</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
1	5,275	0,179	<b>0,94</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
A	3,025	0,179	<b>0,54</b>	0,15	0,08	0,825	<b>0,07</b>

Celkové zatížení na hlavu sloupu od atiky:

	Celkové zatížení od atiky [kN]	Celkový moment na hlavu sloupů [kN*m]
D	0,98	0,46
1	1,78	0,84
C	2,05	0,97
2	2,18	1,03
1	2,18	1,03
B	1,25	0,59

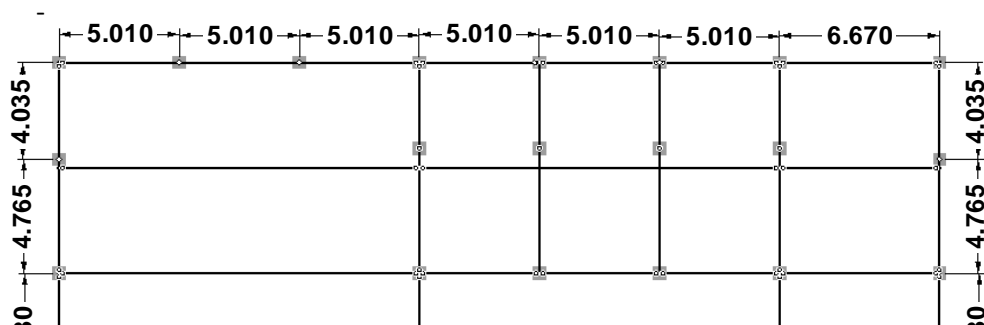
	Celkové zatížení od atiky [kN]	Celkový moment na hlavu sloupů [kN*m]
B	0,99	0,43
2	2,14	1,01
1	2,14	1,01
A	1,29	0,58

- Sání na jižní stranu

- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$

- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$

- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$



Zatížení na sloup a atiku od sání:

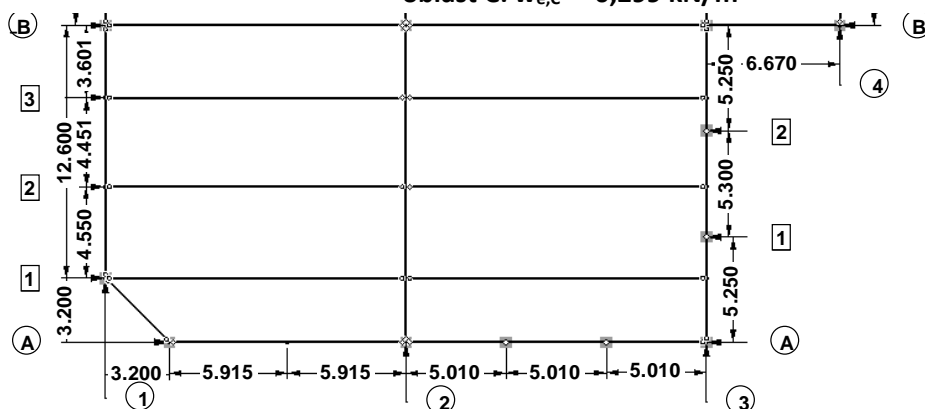
Zatěžovací šířka	$q_{e,D}$	Výška atiky v oblasti tlaku	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
3,735	-2,15	0,9	-1,94	0,45	-0,87
5,84	-2,79	0,9	-2,51	0,45	-1,13
5,01	-2,39	0,9	-2,15	0,45	-0,97
5,01	-1,61	0,9	-1,45	0,45	-0,65
5,01	-1,50	0,9	-1,35	0,45	-0,61
2,905	-0,82	0,9	-0,74	0,45	-0,33

- Sání na severní stranu -

- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$

- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$

- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$



Zatížení na sloupce:

	Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	excentricita	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
4	3,735	<b>-2,32</b>	0,9	-2,09	0,45	<b>-0,94</b>
3B	3,335	<b>-1,59</b>	0,9	-1,43	0,45	<b>-0,64</b>
3A	2,905	<b>-2,09</b>	0,9	-1,88	0,45	<b>-0,84</b>
	5,01	<b>-2,39</b>	0,9	-2,15	0,45	<b>-0,97</b>
2	5,46	<b>-2,50</b>	0,9	-2,25	0,45	<b>-1,01</b>

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,57m

Zatížení na vaznici (oblast C):

$$-0,299 \cdot \frac{6,57}{2} = -0,982 \text{ kN/m}$$

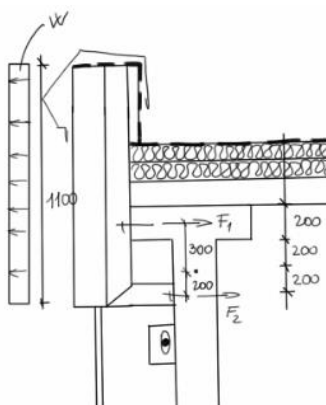
Liniový moment vzniklý excentrickým uložením fasády na vaznici:

$$-0,982 \cdot 0,25 = -0,246 \text{ kNm/m}$$

Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_e \cdot 6,57}{2} = \frac{-0,299 \cdot 6,57}{2} = -0,752 \text{ kN/m}$$

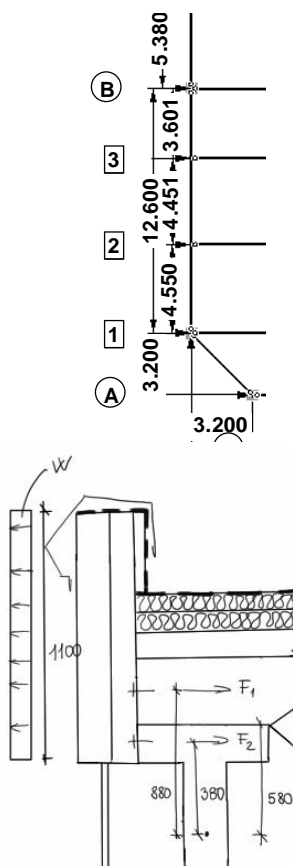


Atika v místě skleněné fasády:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
	5,915	-0,299	<b>-1,77</b>	1,1	-1,95	-2,14	0,19	0,3	0,2	<b>-0,68</b>
1	3,46	-0,299	<b>-1,03</b>	1,1	-1,14	-1,25	0,11	0,3	0,2	<b>-0,40</b>

- Sání na východní stranu - oblast E:  $w_{e,C} = -0,179 \text{ kN/m}^2$

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	-0,179	<b>-0,43</b>	0,9	-0,39	0,45	<b>-0,18</b>
1	4,4	-0,179	<b>-0,79</b>	0,9	-0,71	0,45	<b>-0,32</b>
C	5,07	-0,179	<b>-0,91</b>	0,9	-0,82	0,45	<b>-0,37</b>
2	5,39	-0,179	<b>-0,96</b>	0,9	-0,87	0,45	<b>-0,39</b>
1	5,39	-0,179	<b>-0,96</b>	0,9	-0,87	0,45	<b>-0,39</b>
B	3,09	-0,179	<b>-0,55</b>	0,9	-0,50	0,45	<b>-0,22</b>



Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]
B	2,69	-0,179

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,4m

Zatížení na vaznici (oblast E):

$$-0,179 \cdot \frac{6,4}{2} = -0,573 \text{ kN/m}$$

Atika:

Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
B	4,49	-0,179	-0,80	0,9	-0,72			0,45	-0,33
3	4,025	-0,179	-0,72	1,1	-0,79	-0,87	0,08	0,88	-0,74
2	4,5	-0,179	-0,81	1,1	-0,89	-0,97	0,09	0,88	-0,82
1	2,775	-0,179	-0,50	1,1	-0,55	-0,60	0,05	0,88	-0,51

Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,E} \cdot 6,57}{2} = \frac{-0,179 \cdot 6,57 \cdot 3,2}{4} = -0,941 \text{ kN}$$

$q_e$  – Zatížení na vaznici od větru, další index značí oblast zatížení [kN/m]

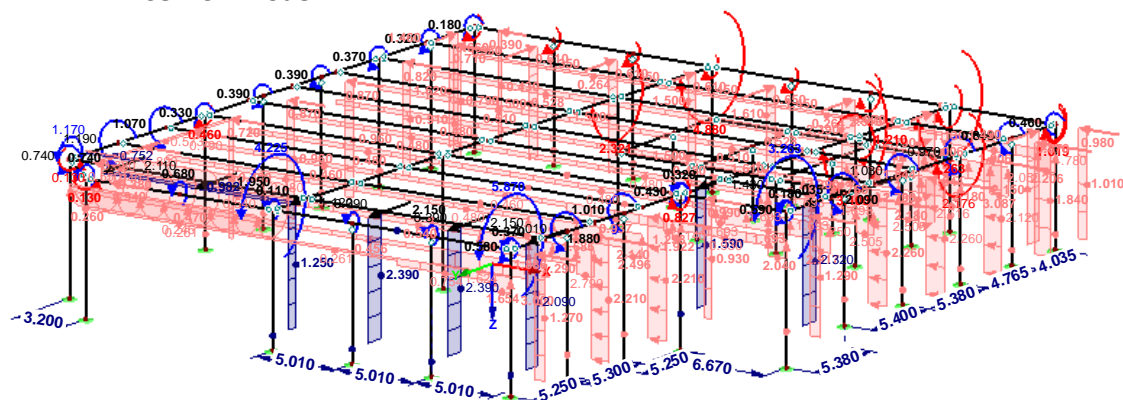
$F_e$  – Zatížení na průvlak, sloup od větru [kN]

$M_{ev}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak [kN/m]

$F_{se}$  – Zatížení přenesené průvlakem na sloup od větru [kN]

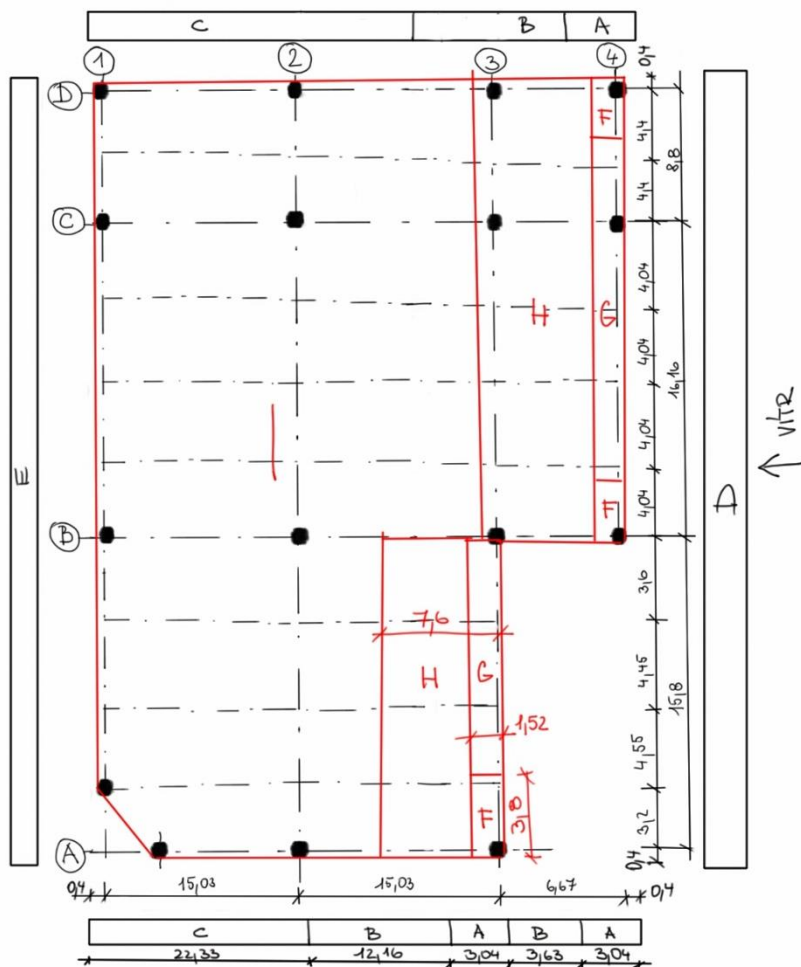
$M_{se}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]

ZS8 – 3D model





### 3.9 ZS9: VÍTR ZÁPADNÍ – (TLAK NA STŘECHU)



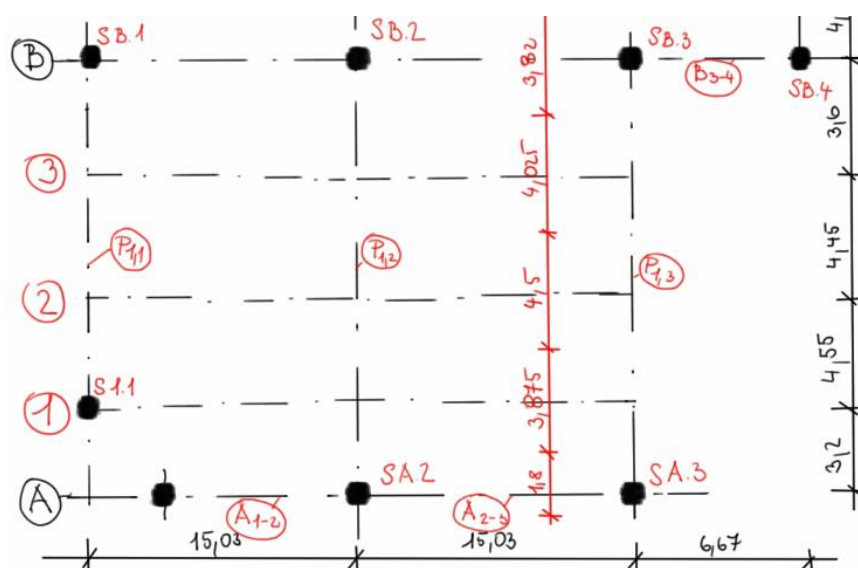
#### 3.9.1 Účinky větru na střechu

- v úseku A až B – oblast I:  $w_{e,I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$

F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

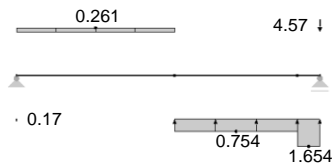
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$

H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$

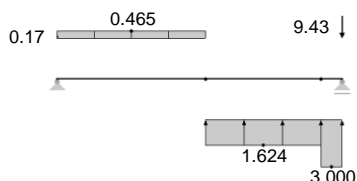


Zatížení vaznic – přepočítané oblasti ze zš:

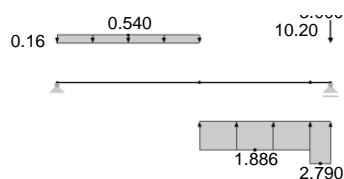
Vaznice A 2-3:



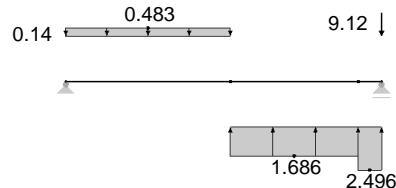
Vaznice 1 2-3:



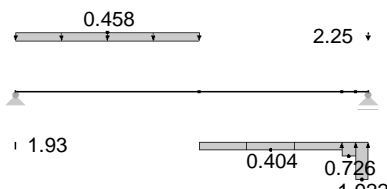
Vaznice 2 2-3:



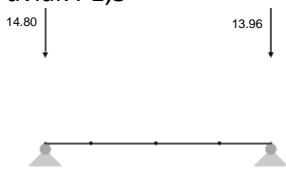
Vaznice 3 2-3:



Vaznice B 2-3:



Průvlak P1,3



Moment na sloup S A.3

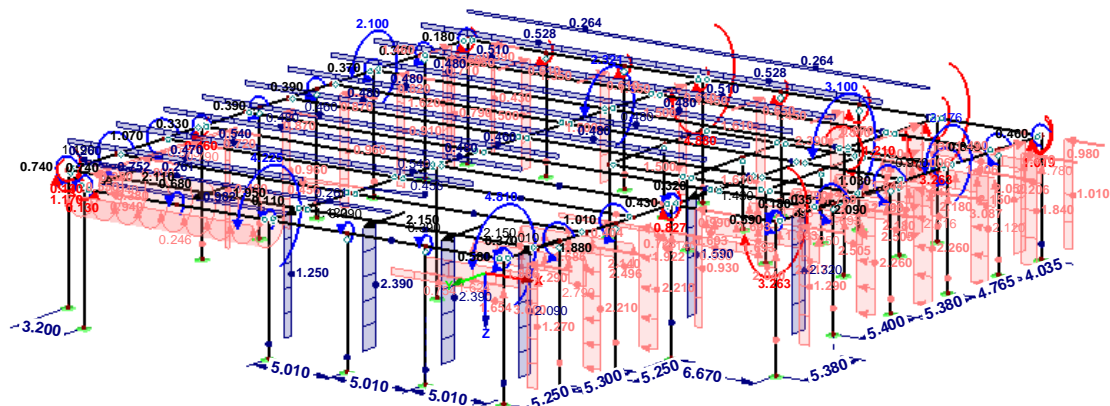
$$M = 0,325 \cdot -14,8 = -4,81 \text{ kNm}$$

Moment na sloup S B.3

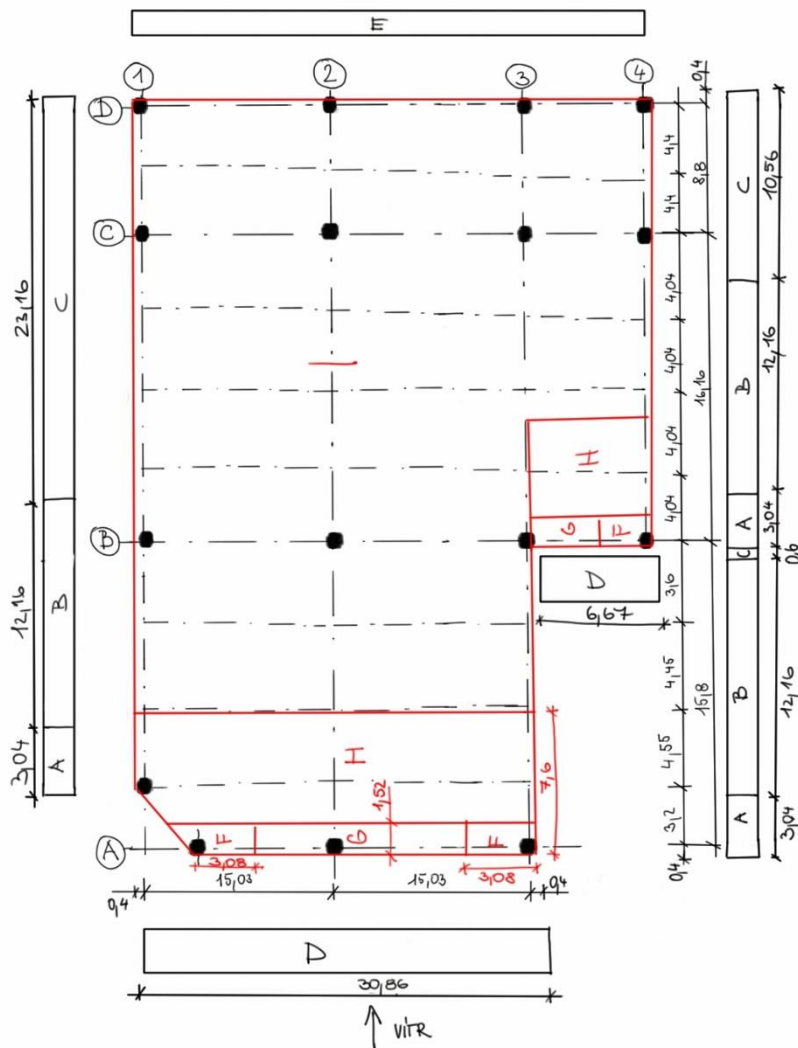
$$M = 0,325 \cdot -13,96 = -4,54 \text{ kNm}$$

Ostatní zatížení stejné, při tlaku opačný směr působení.

ZS9 – 3D model



### 3.10 ZS10: VÍTR SEVERNÍ – (TLAK NA STŘECHU)

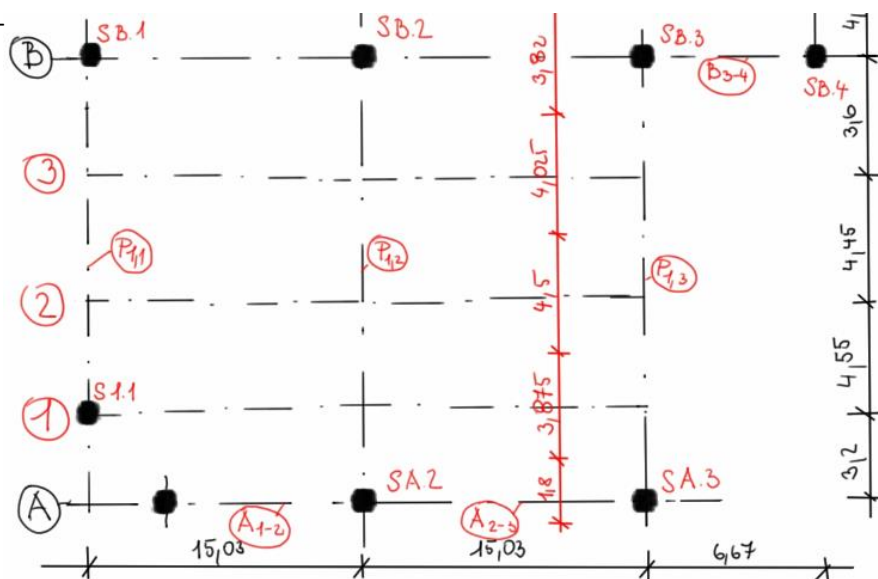


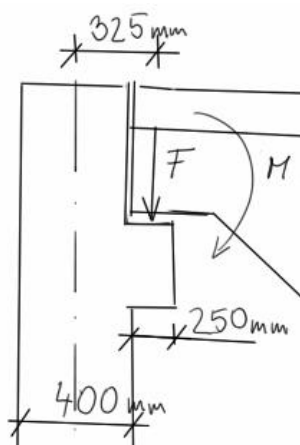
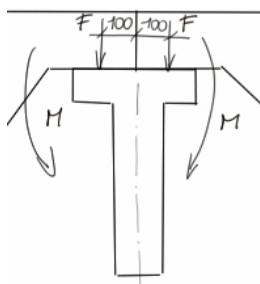
#### 3.10.1 Účinky větru na střechu

- v úseku A až B – obsat F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$

H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$



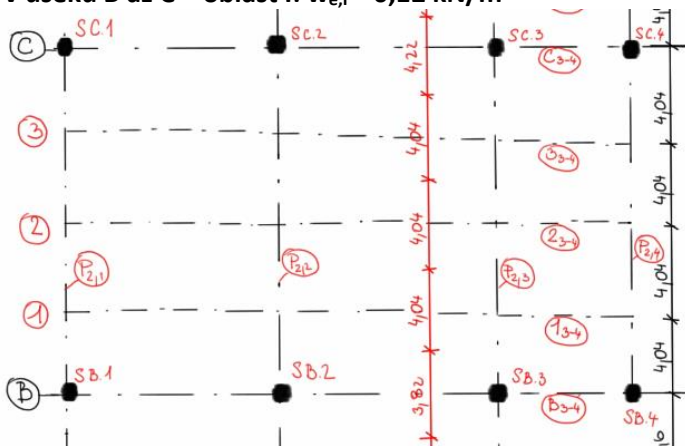


Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,l}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,l}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
1	3,875		<b>-1,76</b>	15,03	<b>-13,25</b>	0,10	<b>-1,32</b>		
2	4,5		<b>-0,03</b>	15,03	<b>-0,25</b>	0,10	<b>-0,02</b>		
3	4,025	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,63</b>	0,10	<b>0,36</b>		
B	3,82	0,12	<b>0,46</b>	15,03	<b>3,44</b>	0,10	<b>0,34</b>	0,10	<b>0,34</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,l}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
A	[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
P1,1	12,60	2	-0,25	S 1.1	0,86	0,325	0,28
		3	3,63	S B.1	2,52	0,325	0,82
P1,2	15,80	1	-13,25	S A.2 - 2x moment na S A.3			-6,41
		2	-0,25	S B.2 - 2x moment na S B.3			0,00
		3	3,63				
P1,3	15,80	1	-13,25	S A.3	-9,86	0,325	-3,21
		2	-0,25	S B.3	0,00	0,325	0,00
		3	3,63				
B							

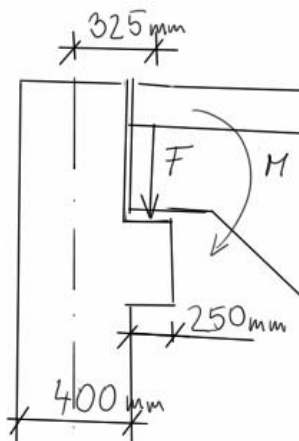
- v úseku B až C – oblast I:  $w_{e,l} = 0,12 \text{ kN/m}^2$



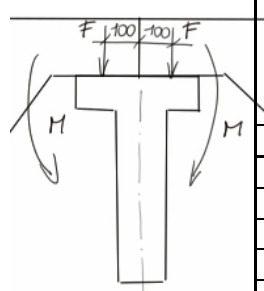
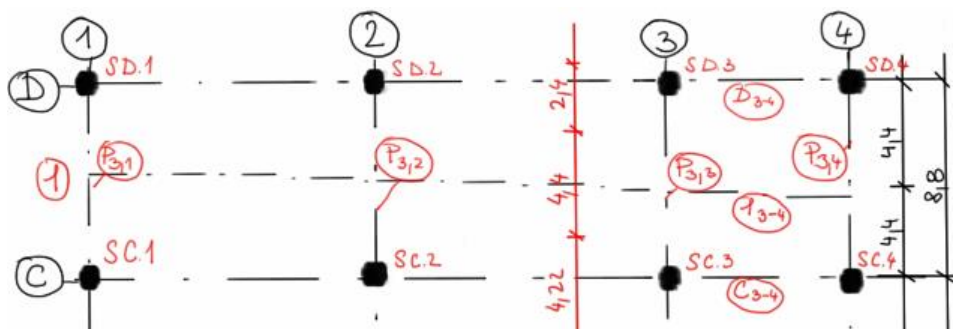
Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,l}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,l}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
1	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>	0,10	<b>0,36</b>	0,10	<b>0,36</b>
1 3-4	4,04		<b>-1,69</b>	6,67	<b>-5,64</b>			0,10	<b>-0,56</b>
2	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>	0,10	<b>0,36</b>	0,10	<b>0,36</b>
2 3-4	4,04	0,12	<b>0,48</b>	6,67	<b>1,62</b>			0,10	<b>0,16</b>
3	4,04	0,12	<b>0,48</b>	15,03	<b>3,64</b>	0,10	<b>0,36</b>	0,10	<b>0,36</b>
3 3-4	4,04	0,12	<b>0,48</b>	6,67	<b>1,62</b>			0,10	<b>0,16</b>

- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup

Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
B	[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
P2,1	16,16	1,2,3	3,64	S B.1	5,46	0,325	1,78
				S C.1	5,46	0,325	1,78
P2,2	16,16	1,2,3	3,64	S B.2 - 2x moment na S B.1			3,55
				S C.2 - 2x moment na S C.1			3,55
P2,3	16,16	1,2,3	0,48	S B.3	2,45	0,325	0,80
		a 1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	-1,69	S C.3	6,08	0,325	1,97
P2,4	16,16	1 3-4, 2 3-4, 3 3-4	1,62	S B.4	-3,01	0,325	-0,98
C			-5,64	S C.4	0,61	0,325	0,20

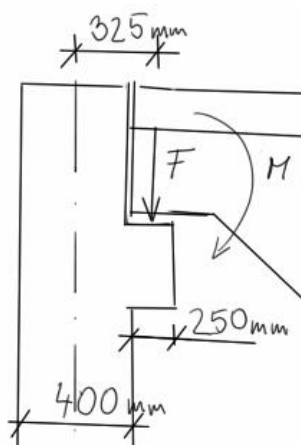


- v úseku C až D – oblast I:  $w_{e,i} = 0,12 \text{ kN/m}^2$



Vaznice v úseku	Zatěžovací šířka	Zatížení od větru $w_{e,i}$	Zatížení na vaznici $q_e$	Délka vaznice	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,i}$	Excentricita na průvlak v linii 2	Mev,k v linii 2	Excentricita na průvlak v linii 3	Mev,k v linii 3
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]	[m]	[kN*m]
C	4,22	0,120	<b>0,51</b>	15,03	<b>3,81</b>	0,10	<b>0,38</b>	0,10	<b>0,38</b>
C 3-4	4,22	0,120	<b>0,51</b>	6,67	<b>1,69</b>			0,10	<b>0,17</b>
1	4,4	0,120	<b>0,53</b>	15,03	<b>3,97</b>	0,10	<b>0,40</b>	0,10	<b>0,40</b>
1 3-4	4,4	0,120	<b>0,53</b>	6,67	<b>1,76</b>			0,10	<b>0,18</b>
D 2-3	2,48	0,120	<b>0,30</b>	15,03	<b>2,24</b>	0,10	<b>0,22</b>	0,10	<b>0,22</b>
D 3-4	2,48	0,120	<b>0,30</b>	6,67	<b>0,99</b>			0,10	<b>0,10</b>

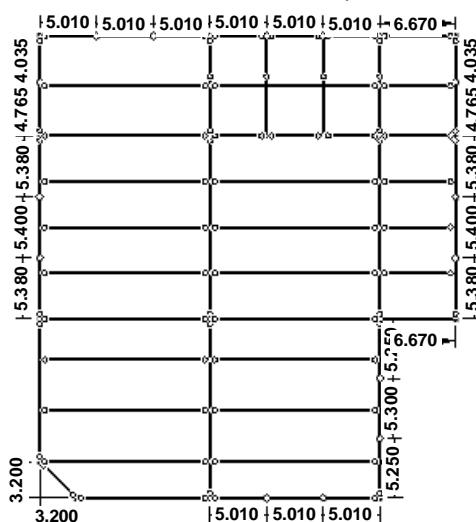
- Moment vzniklý excentrickým uložením průvlaku na sloup



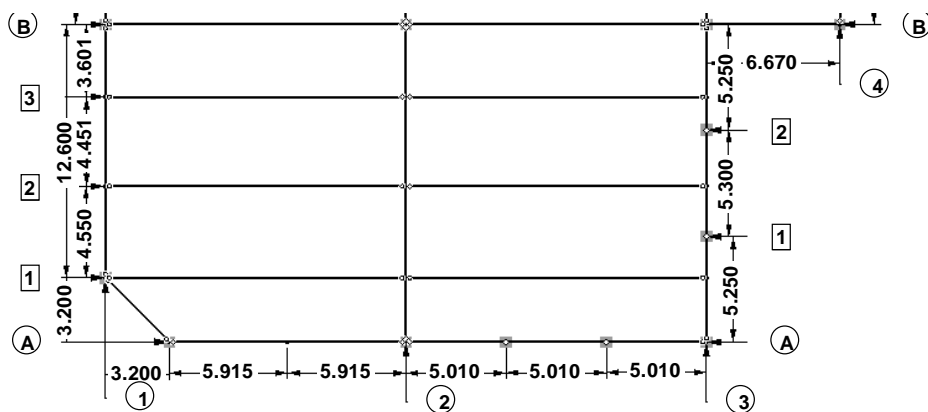
	Průvlak	Délka průvlaku	Vaznice zatěžující průvlak	Zatížení na průvlak /sloup $F_{e,l}$	Sloup ozn.	Zatížení na sloup $F_{se}$	Excentricita uložení na sloup	$M_{se}$
C		[m]		[kN]		[kN]	[m]	[kN*m]
	P3,1	8,80	1	3,97	S C.1	1,98	0,325	0,64
					S D.1	1,98	0,325	0,64
	P3,2	8,80	1	3,97	S C.2 - 2x moment na S C.1			1,29
					S D.2 - 2x moment na S D.1			1,29
	P3,3	8,80	1 a 1 3-4	3,97	S C.3	2,86	0,325	0,93
				1,76	S D.3	2,86	0,325	0,93
	P3,4	8,80	1 3-4	1,76	S C.4	0,88	0,325	0,29
D					S D.4	0,88	0,325	0,29

### 3.10.2 Účinky větru na stěny

Schéma vzdáleností sloupů:



tlak na severní stranu - oblast E:  $w_{e,D} = 0,419 \text{ kN/m}^2$



Zatížení na sloupky a atiku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
4	3,735	0,419	<b>1,56</b>	0,9	1,41	0,45	<b>0,63</b>
3B	3,335	0,419	<b>1,40</b>	0,9	1,26	0,45	<b>0,57</b>
3A	2,905	0,419	<b>1,22</b>	0,9	1,10	0,45	<b>0,49</b>
	5,01	0,419	<b>2,10</b>	0,9	1,89	0,45	<b>0,85</b>
2	5,46	0,419	<b>2,29</b>	0,9	2,06	0,45	<b>0,93</b>

Sání na atiku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_{e,E}$	Výška atiky v oblasti sání	Zatížení na atiku sání	excentricita	Moment na hlavu sloupů od sání
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
4	3,735	0,179	<b>0,67</b>	0,15	0,10	0,825	<b>0,08</b>
3B	3,335	0,179	<b>0,60</b>	0,15	0,09	0,825	<b>0,07</b>
3A	2,905	0,179	<b>0,52</b>	0,15	0,08	0,825	<b>0,06</b>
	5,01	0,179	<b>0,90</b>	0,15	0,13	0,825	<b>0,11</b>
2	5,46	0,179	<b>0,98</b>	0,15	0,15	0,825	<b>0,12</b>

	Celkové zatížení od atiky	Celkový moment na hlavu sloupů
	[kN]	[kN*m]
4	1,51	0,72
3B	1,35	0,64
3A	1,17	0,56
	2,02	0,96
2	2,21	1,05

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,57m

Zatížení na vaznici (oblast D):

$$0,419 \cdot \frac{6,57}{2} = 1,376 \text{ kN/m}$$

Liniový moment vzniklý excentrickým uložením fasády na vaznici:

$$-0,588 \cdot 0,25 = 0,344 \text{ kNm/m}$$

Atika:

	ZŠ	$w_{e,D}$	$w_{e,E}$	$q_{e,D}$	$q_{e,E}$	Výška atiky	Sání	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
	5,915	0,419	0,179	<b>2,48</b>	<b>1,06</b>	1,1	0,15	2,89	3,32	-0,44	0,3	0,2	<b>1,09</b>
1	3,46	0,419	0,179	<b>1,45</b>	<b>0,62</b>	1,1	0,15	1,69	1,94	-0,26	0,3	0,2	<b>0,63</b>

Atika zkoseného roku:

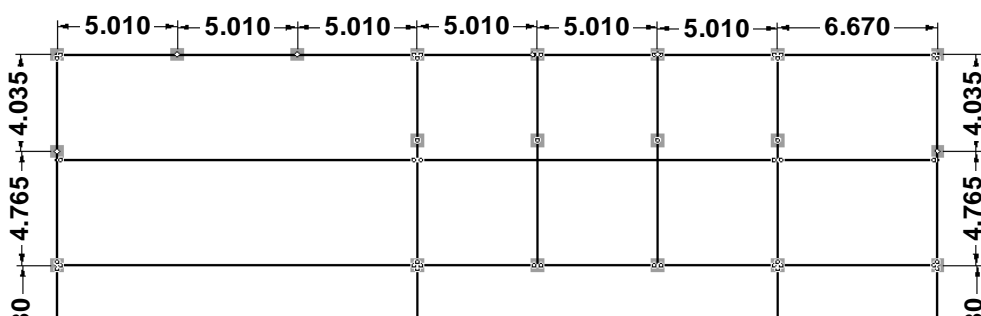
Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
1,95	0,419	<b>0,82</b>	1,1	0,90	0,99	-0,09	0,3	0,2	<b>0,31</b>

Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,D} * 6,57}{2} = \frac{0,419 * 6,57}{2} = 1,38 \text{ kN/m}$$

- Sání – oblast E:  $w_{e,D} = -0,179 \text{ kN/m}^2$



Pro krajní stěny připočítávám obvodový plášť : 0,4m.

Zatížení na sloupy a atiku od tlaku:

Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_{e,D}$	Výška atiky v oblasti tlaku	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
3,735	-0,179	<b>-0,67</b>	0,9	-0,60	0,45	<b>-0,27</b>
5,84	-0,179	<b>-1,05</b>	0,9	-0,94	0,45	<b>-0,42</b>
5,01	-0,179	<b>-0,90</b>	0,9	-0,81	0,45	<b>-0,36</b>
2,905	-0,179	<b>-0,52</b>	0,9	-0,47	0,45	<b>-0,21</b>

- Sání na západní stranu

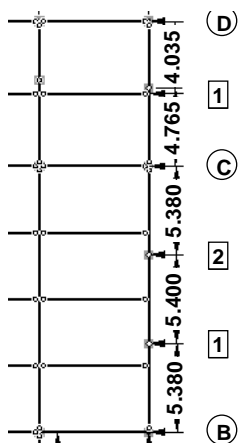
- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$

- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$

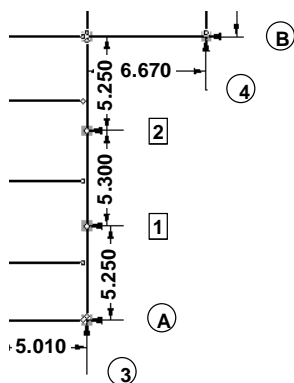
- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na sloupy:

	Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	<b>-0,72</b>	0,9	-0,65	0,45	<b>-0,29</b>
1	4,4	<b>-1,32</b>	0,9	-1,18	0,45	<b>-0,53</b>
C	5,07	<b>-1,52</b>	0,9	-1,36	0,45	<b>-0,61</b>
2	5,39	<b>-3,87</b>	0,9	-3,48	0,45	<b>-1,57</b>
1	5,39	<b>-2,58</b>	0,9	-2,32	0,45	<b>-1,04</b>
B	3,09	<b>-1,48</b>	0,9	-1,33	0,45	<b>-0,60</b>







	Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
B	2,225	-1,06	0,9	-0,96	0,45	-0,43
2	5,275	-2,52	0,9	-2,27	0,45	-1,02
1	5,275	-2,52	0,9	-2,27	0,45	-1,02
A	3,025	-2,17	0,9	-1,95	0,45	-0,88

- Sání na východní stranu
- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$
  - oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$
  - oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$

	Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	-0,72	0,9	-0,65	0,45	-0,29
1	4,4	-1,32	0,9	-1,18	0,45	-0,53
C	5,07	-1,52	0,9	-1,36	0,45	-0,61
2	5,39	-1,61	0,9	-1,45	0,45	-0,65
1	5,39	-1,61	0,9	-1,45	0,45	-0,65
B	3,09	-1,48	0,9	-1,33	0,45	-0,60

	Zatěžovací šířka	$w_{e,B}$	$q_e$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]
B	2,69	-0,478	-1,29

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,4m

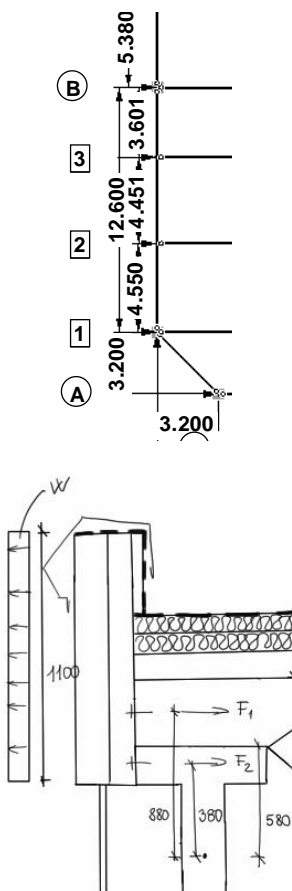
Zatížení na vaznici oblast C:

$$-0,718 \cdot \frac{6,4}{2} = -2,298 \text{ kN/m}$$

$$-0,478 \cdot \frac{6,4}{2} = -1,53 \text{ kN/m}$$

Atika:

	Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
B	4,49	-2,15	0,9	-1,93			0,45		-0,87
3	4,025	-1,92	1,1	-2,12	-2,33	0,21	0,88	0,38	-1,97
2	4,5	-2,15	1,1	-2,37	-2,60	0,24	0,88	0,38	-2,20
1	2,775	-1,99	1,1	-2,19	-2,41	0,22	0,88	0,38	-2,04



Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,A} * 6,57}{2} = \frac{-0,718 * 6,57 * 3,2}{4} = -3,774 \text{ kN}$$

$q_e$  – Zatížení na vaznici od vítru, další index značí oblast zatížení [kN/m]

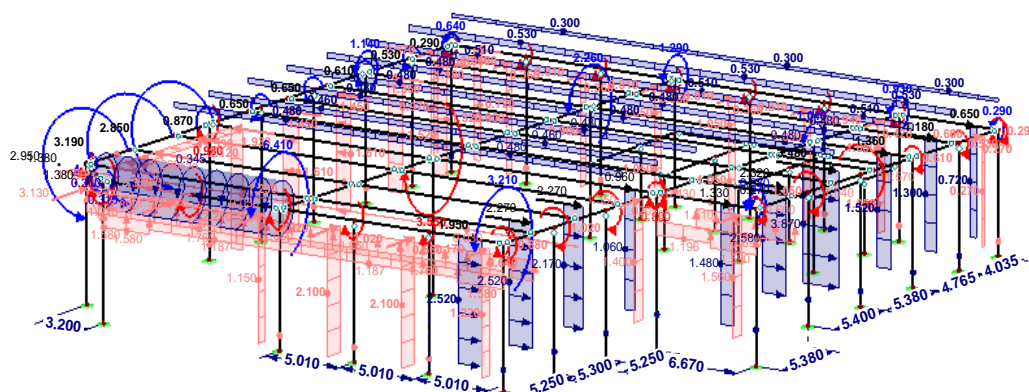
$F_e$  – Zatížení na průvlak, sloup od větru [kN]

$M_{ev}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak  
[kN/m]

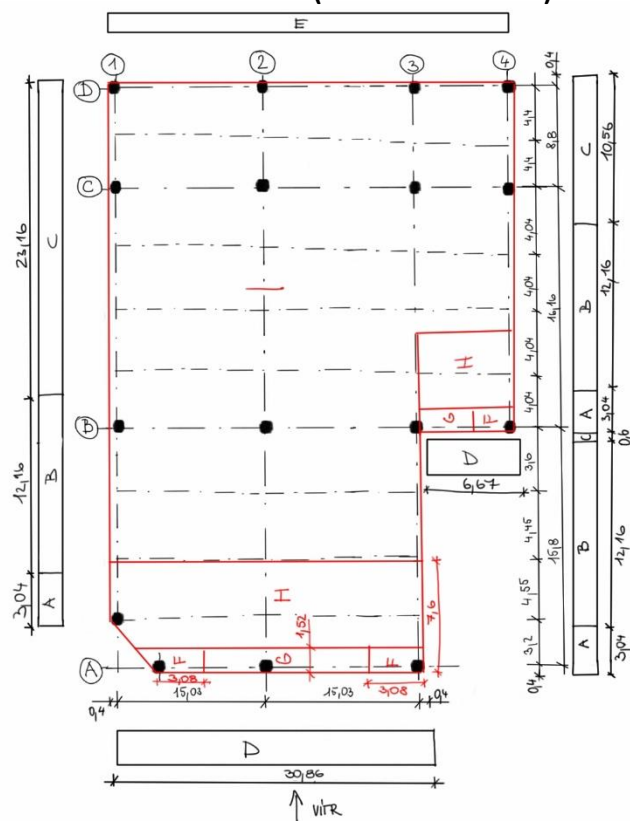
$F_{se}$  – Zatížení přenesené průvlakem na sloup od větru [kN]

$M_{se}$  – Moment od vítru vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup  
[kN/m]

## ZS10 – 3D model

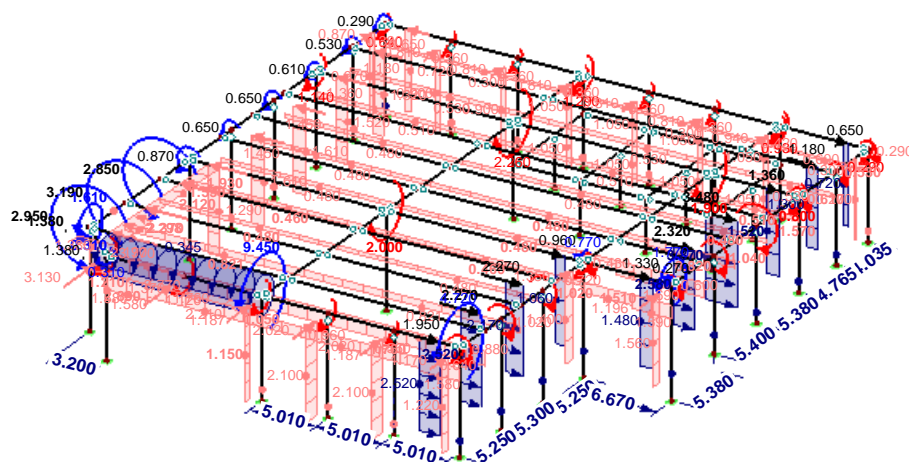


### 3.11 ZS11: VÍTR SEVERNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)

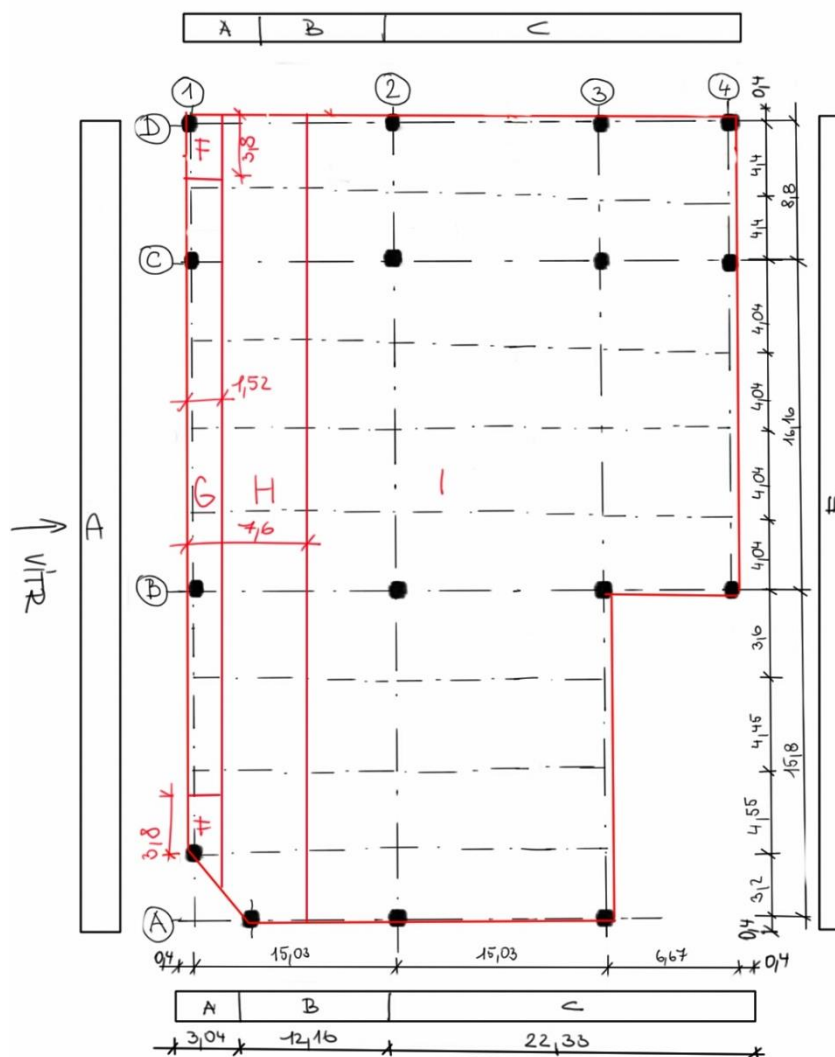


- Změna oblasti I na:  $w_{e,I} = 0,12 \text{ kN/m}^2$

## ZS11 - 3D model



### 3.12 ZS12: VÍTR VÝCHODNÍ – (SÁNÍ NA STŘECHU)



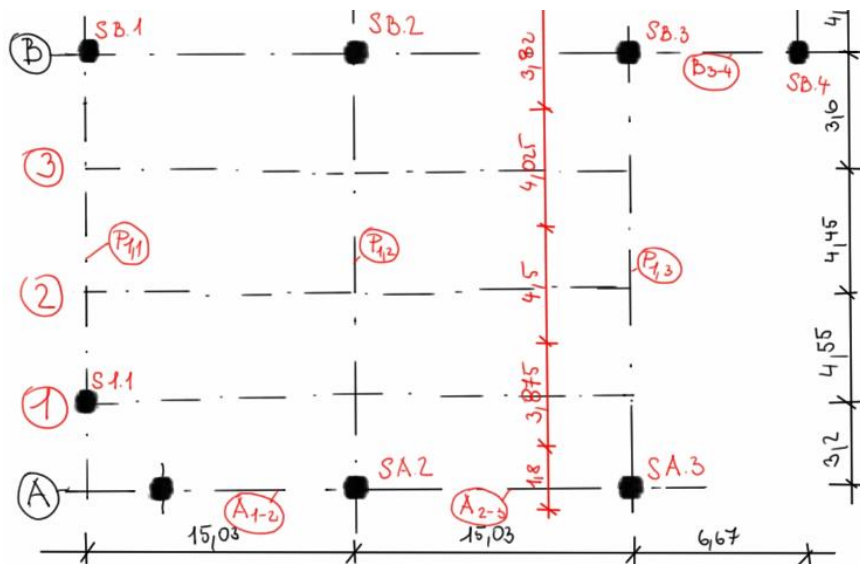
### 3.12.1 Účinky větru na střechu

- v úseku A až B – oblast I:  $w_{e,I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$

F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$

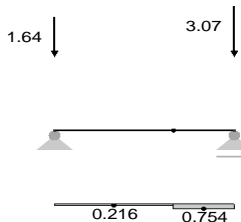
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$

H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$

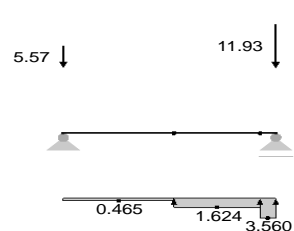


Zatížení vaznic – přepočítané oblasti ze zš:

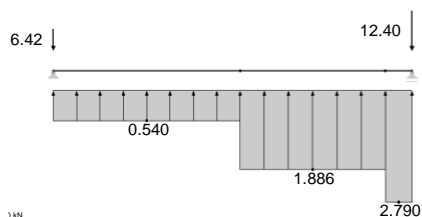
Vaznice A 1-2:



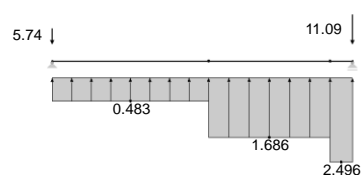
Vaznice 1 1-2:



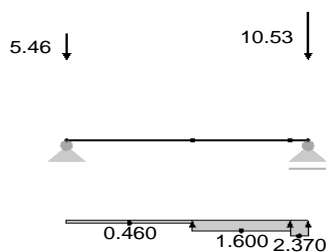
Vaznice 2 1-2:



Vaznice 3 1-2:



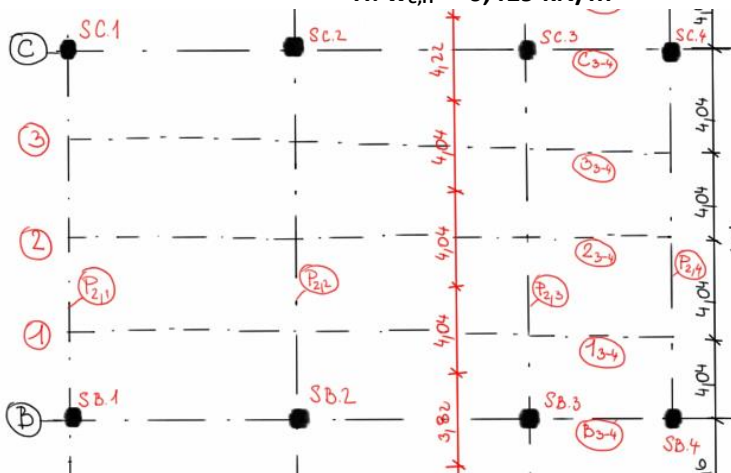
Vaznice B 1-2:



- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

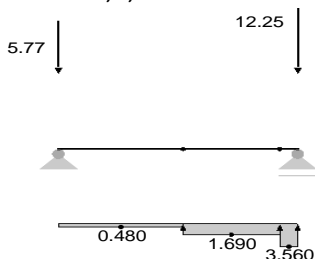
Moment na sloup: S 1.1 = -3,59 kNm  
S B.1 = -4,04 kNm  
S A.2 = -4,78 kNm  
S B.2 = -4,62 kNm

- v úseku B až C – oblast I:  $w_{e,I} = -0,12 \text{ kN/m}^2$   
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$   
H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$



Zatížení vaznic – přepočítané oblasti ze zš:

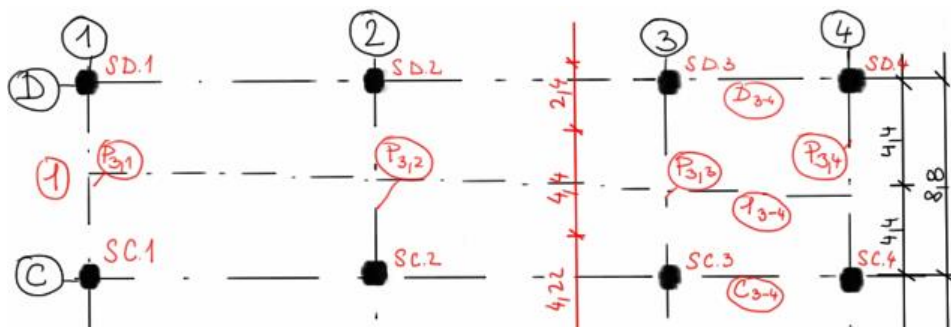
Vaznice 1,2,3 1-2:



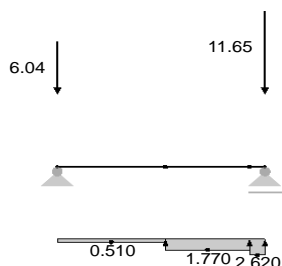
- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Moment na sloup: S B.1 = -5,97 kNm  
S C.1 = -5,97 kNm  
S B.2 = -4,59 kNm  
S C.2 = -4,59 kNm

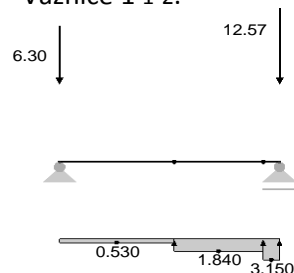
- v úseku C až D – oblast F:  $w_{e,F} = -0,919 \text{ kN/m}^2$   
G:  $w_{e,G} = -0,620 \text{ kN/m}^2$   
H:  $w_{e,H} = -0,419 \text{ kN/m}^2$



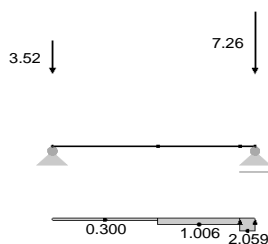
Vaznice C 1-2:



Vaznice 1 1-2:



Vaznice D 1-2:



- Moment vzniklý excentrickým uložením vaznice na průvlak

Moment na sloup: S C.1 = -2,04 kNm

$$S_{D.1} = -2,04 \text{ kNm}$$

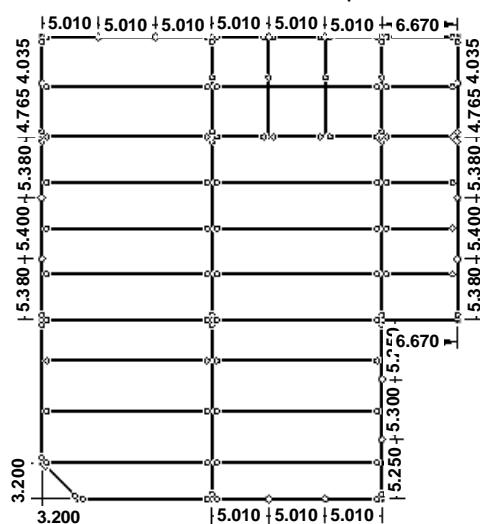
S C.2 = -1,67 kNm

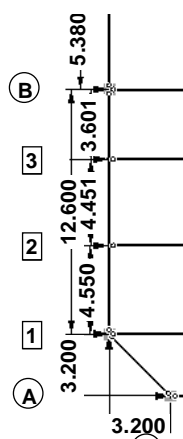
$$S_{D.2} = -1,67 \text{ kNm}$$

Ostatní hodnoty z předchozích zatěžovacích stavů.

### 3.12.2 Účinky větru na stěny

### Schéma vzdáleností sloupů:





**tlak na severní stranu - oblast D:  $w_{e,D} = 0,419 \text{ kN/m}^2$**

Tlak na stěnu a atiku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	0,419	<b>1,01</b>	0,9	0,91	0,45	<b>0,41</b>
1	4,4	0,419	<b>1,84</b>	0,9	1,66	0,45	<b>0,75</b>
C	5,07	0,419	<b>2,12</b>	0,9	1,91	0,45	<b>0,86</b>
2	5,39	0,419	<b>2,26</b>	0,9	2,03	0,45	<b>0,91</b>
1	5,39	0,419	<b>2,26</b>	0,9	2,03	0,45	<b>0,91</b>
B	3,09	0,419	<b>1,29</b>	0,9	1,17	0,45	<b>0,52</b>

	Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]
B	2,69	0,419	<b>1,13</b>

Sání na atiku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_{e,E}$	Výška atiky v oblasti sání	Zatížení na atiku sání	excentricita	Moment na hlavu sloupů od sání
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	0,179	<b>0,43</b>	0,15	0,06	0,825	<b>0,05</b>
1	4,4	0,179	<b>0,79</b>	0,15	0,12	0,825	<b>0,10</b>
C	5,07	0,179	<b>0,91</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,11</b>
2	5,39	0,179	<b>0,96</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
1	5,39	0,179	<b>0,96</b>	0,15	0,14	0,825	<b>0,12</b>
B	3,09	0,179	<b>0,55</b>	0,15	0,08	0,825	<b>0,07</b>

Celkové zatížení od atiky:

	Celkové zatížení od atiky	Celkový moment na hlavu sloupů
	[kN]	[kN*m]
D	0,98	0,46
1	1,78	0,84
C	2,05	0,97
2	2,18	1,03
1	2,18	1,03
B	1,25	0,59

V části skleněné fasády:

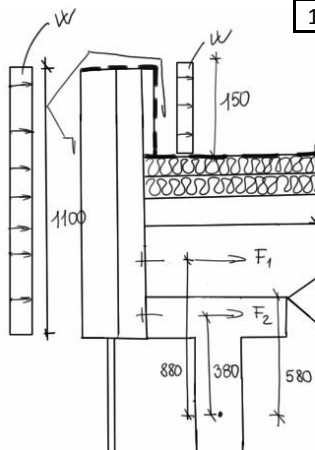
Výška skleněné fasády: 6,4m

Zatížení na vaznici (oblast D):

$$0,419 * \frac{6,4}{2} = 1,34 \text{ kN/m}$$

Atika:

	ZŠ	$w_{e,D}$	$w_{e,E}$	$q_{e,D}$	$q_{e,E}$	Výška atiky	Sání	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
B	4,49	0,419	0,179	<b>1,88</b>	<b>0,80</b>	0,9	0,15	1,81			0,45		<b>0,82</b>
3	4,025	0,419	0,179	<b>1,69</b>	<b>0,72</b>	1,1	0,15	1,96	2,26	-0,30	0,88	0,38	<b>1,88</b>
2	4,5	0,419	0,179	<b>1,89</b>	<b>0,81</b>	1,1	0,15	2,19	2,53	-0,33	0,88	0,38	<b>2,10</b>
1	2,775	0,419	0,179	<b>1,16</b>	<b>0,50</b>	1,1	0,15	1,35	1,56	-0,21	0,88	0,38	<b>1,29</b>



Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

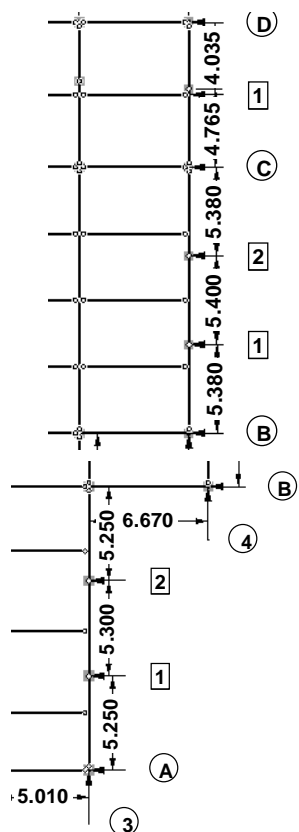
$$\frac{w_{e,D} * 6,57}{2} = \frac{0,419 * 6,57 * 3,2}{4} = 2,2 \text{ kN}$$

- Sání na západní stranu
  - oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$
  - oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$
  - oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na sloupy:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
D	2,415	-0,179	<b>-0,43</b>	0,9	-0,39	0,45	<b>-0,18</b>
1	4,4	-0,179	<b>-0,79</b>	0,9	-0,71	0,45	<b>-0,32</b>
C	5,07	-0,179	<b>-0,91</b>	0,9	-0,82	0,45	<b>-0,37</b>
2	5,39	-0,179	<b>-0,96</b>	0,9	-0,87	0,45	<b>-0,39</b>
1	5,39	-0,179	<b>-0,96</b>	0,9	-0,87	0,45	<b>-0,39</b>
B	3,09	-0,179	<b>-0,55</b>	0,9	-0,50	0,45	<b>-0,22</b>

	Zatěžovací šířka	$w_{e,E}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
B	2,225	-0,179	<b>-0,40</b>	0,9	-0,36	0,45	<b>-0,16</b>
2	5,275	-0,179	<b>-0,94</b>	0,9	-0,85	0,45	<b>-0,38</b>
1	5,275	-0,179	<b>-0,94</b>	0,9	-0,85	0,45	<b>-0,38</b>
A	3,025	-0,179	<b>-0,54</b>	0,9	-0,49	0,45	<b>-0,22</b>



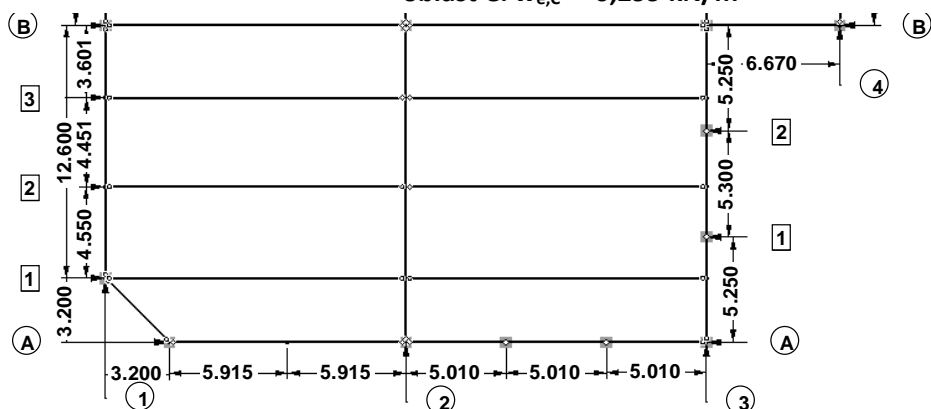


- Sání na severní stranu

- oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$

- oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$

- oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$



Zatížení na sloupky a atiku:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,C}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
4	3,735	-0,299	<b>-1,12</b>	0,9	-1,01	0,45	<b>-0,45</b>
3B	3,335	-0,299	<b>-1,00</b>	0,9	-0,90	0,45	<b>-0,40</b>
3A	2,905	-0,299	<b>-0,87</b>	0,9	-0,78	0,45	<b>-0,35</b>
	5,01	-0,299	<b>-1,50</b>	0,9	-1,35	0,45	<b>-0,61</b>
2	5,46		<b>-2,12</b>	0,9	-1,91	0,45	<b>-0,86</b>

V části skleněné fasády:

Výška skleněné fasády: 6,57m

Zatížení na vaznici (oblast B):

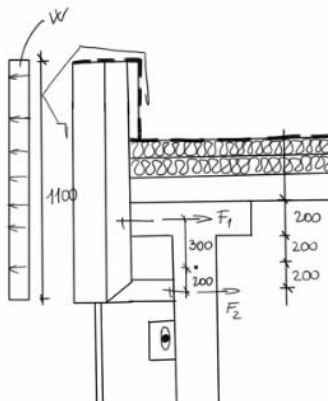
$$0,478 \cdot \frac{6,57}{2} = -1,57 \text{ kN/m}$$

Liniový moment vzniklý excentrickým uložením fasády na vaznici:

$$-1,57 \cdot 0,25 = 0,393 \text{ kNm/m}$$

Atika:

	Zatěžovací šířka	$w_{e,B}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
	5,915	-0,478	<b>-2,83</b>	1,1	-3,11	-3,42	0,31	0,3	0,2	<b>-1,09</b>
1	3,46	-0,478	<b>-1,65</b>	1,1	-1,82	-2,00	0,18	0,3	0,2	<b>-0,64</b>



Atika zkoseného rohu:

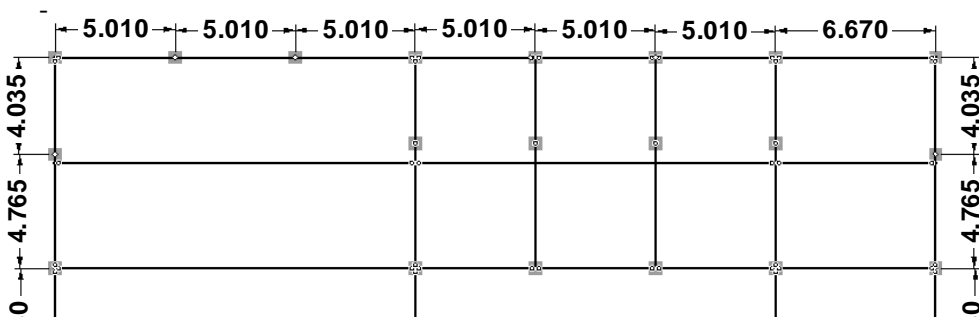
Zatěžovací šířka	$w_{e,D}$	$q_e$	Výška atiky	Zatížení na atiku	F1	F2	e na F1	e na F2	Moment na hlavu sloupů
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[kN*m]
1,95	0,419	<b>0,82</b>	1,1	0,90	0,99	-0,09	0,3	0,2	<b>0,31</b>

Zádvěří:

Sání na 3,2m, výška fasády 6,57m:

$$\frac{w_{e,A} * 6,57}{2} = \frac{-0,718 * 6,57}{2} = -2,36 \text{ kN/m}$$

- Sání na jižní stranu
  - oblast A:  $w_{e,A} = -0,718 \text{ kN/m}^2$
  - oblast B:  $w_{e,B} = -0,478 \text{ kN/m}^2$
  - oblast C:  $w_{e,C} = -0,299 \text{ kN/m}^2$



Pro krajní stěny připočítávám obvodový plášť : 0,4m.

Zatížení na sloupky a atiku od tlaku:

Zatěžovací šířka	$q_e$	Výška atiky v oblasti tlaku	Zatížení na atiku tlak	excentricita	Moment na hlavu sloupů od tlaku
[m]	[kN/m]	[m]	[kN]	[m]	[kN*m]
3,735	<b>-1,12</b>	0,9	-1,01	0,45	<b>-0,45</b>
5,84	<b>-1,75</b>	0,9	-1,57	0,45	<b>-0,71</b>
5,01	<b>-1,94</b>	0,9	-1,75	0,45	<b>-0,79</b>
5,01	<b>-2,395</b>	0,9	-2,16	0,45	<b>-0,97</b>
5,01	<b>-2,48</b>	0,9	-2,23	0,45	<b>-1,00</b>
2,905	<b>-2,09</b>	0,9	-1,88	0,45	<b>-0,84</b>

$q_e$  – Zatížení na vaznici od vítru, další index značí oblast zatížení [kN/m]

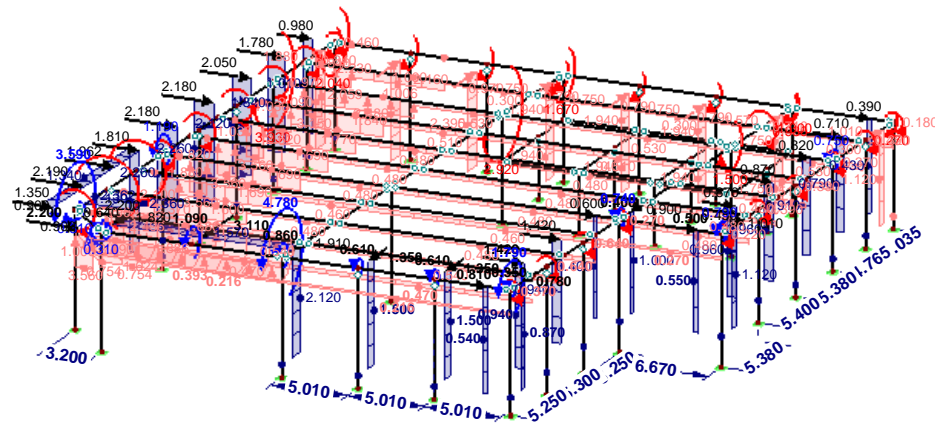
$F_e$  – Zatížení na průvlak, sloup od vítru [kN]

$M_{ev}$  – Moment od větru vyvolaný excentrickým uložením vaznice na průvlak [kN/m]

$F_{se}$  – Zatížení přenesené průvlakem na sloup od větru [kN]

$M_{se}$  – Moment od vítru vyvolaný excentrickým uložením průvlaku na sloup [kN/m]

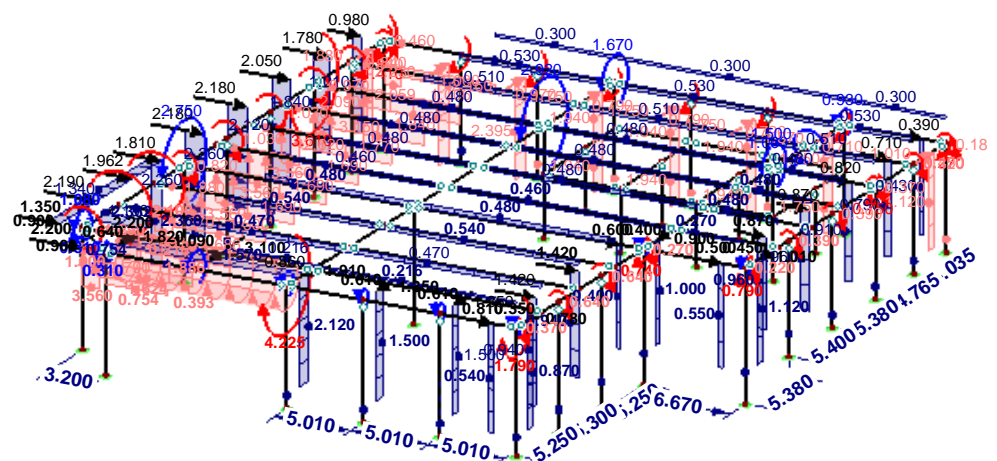
## ZS12 – 3D model



### 3.13 ZS13: VÍTR VÝCHODNÍ – (TLAK NA STŘECHU)

- Změna oblasti I na:  $w_{e,I} = 0,12 \text{ kN/m}^2$

## ZS12 – 3D model



#### 4. Statický výpočet vaznice:

##### 4.1 Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:

Vaznice		NED	MED	VED
		kN	kNm	kN
STÁLÉ	ZS1	0,05	149,66	39,83
	ZS2	0,01	52,24	13,9
UŽITNÉ	ZS3	0,01	34,17	9,09
	ZS4	0	0	0
SNÍH	ZS5	0,02	90,93	24,2
VÍTR	ZS6	4,17	13,55	3,61
	ZS7	4,1	-13,55	-3,61
	ZS8	-2,57	-20,52	0,16
	ZS9	-2,58	-31,22	-5,27
	ZS10	6,94	13,55	3,61
	ZS11	6,94	-13,55	-3,61
	ZS12	-1,42	-13,55	-3,61
	ZS13	-1,41	13,55	3,61

U vaznice uvažuji normálovou sílu jen od účinků větru.

##### 4.2 Kombinace

###### 6.10a

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

###### 6.10b

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

##### Max M

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS10 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum (149,66 + 52,24) * 1,35 * 0,85 + 34,17 * 0,9 * 1,5 + 90,93 * 1,5 + 13,55 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{433,5 \text{ kNm}}$$

Normálová síla vzniká od účinku větru je zanedbatelně malá. – neposuzuji kombinaci M a N.

##### Max V

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum (39,83 + 13,9) * 1,35 * 0,85 + 9,09 * 0,9 * 1,5 + 24,2 * 1,5 + 3,6 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{113,48 \text{ kN}}$$

Nepříznivé - příznivé

$$\gamma_G = 1,35 - 1$$

$$\gamma_Q = 1,5 - 0$$

$$\xi = 0,85$$

Hodnoty součinitelů  $\psi$

$$\text{Sníh } \psi_0 = 0,5$$

$$\text{Větr } \psi_0 = 0,6$$

$$\text{Užitné podlaha}$$

$$\psi_0 = 0,7$$

$$\text{Užitné tech. Podvěsy}$$

$$\psi_0 = 0,9$$

### Mat. charakteristiky

#### Beton 35/45

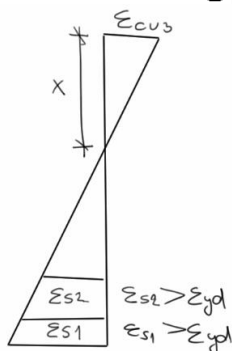
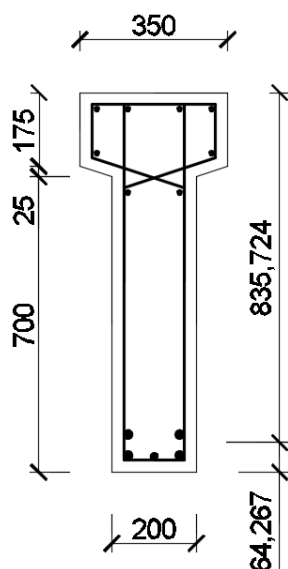
$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$   
 $f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$   
 $\varepsilon_{c3} = 1,75$   
 $\varepsilon_{cu3} = 3,5\%$   
 $n = 2$   
 $E_{cm} = 34 \text{ GPa}$   
 $\lambda = 0,8$

#### Výztuž B500B

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$   
 $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$   
 $E_s = 200 \text{ GPa}$

$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 2,17 \%$

$A_c = 0,21 \text{ m}^2$



### 4.3 Posouzení vaznice V3 - MSÚ

Navrženo  $\varnothing 20$ ; třmínky  $\varnothing 8$

Min krytí pro výztuž:

$c_{min,dur} = 15 \text{ mm (XC1, S4)}$

$c_{min,st} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm}) = \max(10, 15, 10 \text{ mm}) = 15 \text{ mm}$

$c_{min,sl} = \max(20; 15; 10) = 20 \text{ mm}$

$c_{nom,st} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$

$c_{nom,sl} = c_{nom,st} + \varnothing_{st} = 25 + 8 = 33 \text{ mm}$

$d_1 = c_{nom,st} + \varnothing 8 + c_s = 25 + 8 + 31,276 = 64,276 \text{ mm}$

$d = h - d_1 = 900 - 64,276 = 835,724 \text{ mm}$

$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 835,724 = 752,152 \text{ mm}$

$t_{smin} = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ mm} - \text{volím } 30 \text{ mm mezi svislou výztuží}$

$$A_{st,req} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{433,5 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6 \cdot 0,75215} = 13,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

4  $\varnothing 20 \text{ mm} + 1 \varnothing 16 \text{ mm}$

$A_{st} = 14,58 \text{ E-04 m}^2$

$F_{cc} = F_s$

$A_{cc} \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{st}$

$\lambda \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{st}$

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,35 \cdot 0,8 \cdot 23,33 \cdot 10^6} = 0,09717 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,4 \cdot 0,09717) = 505,309 \text{ kNm}$$

$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 505,309 \geq 433,5 \quad \text{VYHOVÍ}$

#### 4.3.1 Kontrola přetvoření výztuže:

$$\frac{\varepsilon_{cu3}}{x} = \frac{\varepsilon_{s1}}{d_1 - x}$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{1s} - x) = \frac{3,5}{0,097} \cdot (0,857 - 0,097) = 27,4 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰}$$

VYHOVÍ

$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{2s} - x) = \frac{3,5}{0,064} \cdot (0,093 - 0,097) = 25,618 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰}$$

VYHOVÍ

#### 4.3.2 Kontrola vyztužení:

$$A_{smin} = \min\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$A_{smin} = \min\left(0,26 \cdot \frac{3,2}{500} \cdot 0,2 \cdot 0,836; 0,0013 \cdot 0,2 \cdot 0,836\right) = (2,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; 2,174 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$A_{smax} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,21 = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$2,174 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 14,58 \cdot 10^{-4} < 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVÍ}$

#### 4.4 Návrh smykové výztuže:

Návrhová hodnota únosnosti ve smyku – vliv normálové síly se neprojeví:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 * \sigma_{cp} \right] * b_w * d \geq (v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

Součinitel:

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

Součinitel výšky:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{836}} = 1,489 < 2,0$$

Stupeň vyztužení:

$$\rho_1 = \frac{A_s}{b_w * d} = \frac{14,58 * 10^{-4}}{0,2 * 0,836} = 0,0087 < 0,2$$

$$v_{min} = 0,035 * k^{\frac{3}{2}} * f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 * 1,489^{\frac{3}{2}} * 35,0^{\frac{1}{2}} = 0,376 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 * 1,489 * (100 * 0,0087 * 35,0)^{\frac{1}{3}} + 0 \right] * 0,2 * 0,836 \geq (0,376 + 0) * 0,2 * 0,836$$

$$V_{Rd,c} = 0,0932 \text{ MN} \geq 0,0629 \text{ MN}$$

$$V_{Rd,c} = 93,2 \text{ kN}$$

Smykové namáhání přenesete beton – vyztužení dle konstrukčních zásad.

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,max}; V_{Rd,s})$$

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} * b_w * z * v_1 * f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1,0 * 0,2 * 0,752 * 0,52 * 23,33 * 10^3}{\cot 21,8^\circ + \tan 21,8^\circ} = 629,19 \text{ kN}$$

Redukční součinitel betonu:

$$v_1 = 0,6 * \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 * \left[ 1 - \frac{35}{250} \right] = 0,52; f_{ck} < 60,0 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \theta$$

Osová vzdálenost třmínků:

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed,1}} * z * f_{ywd} * \cot \theta = \frac{1,01 * 10^{-4}}{98,97 * 10^3} * 0,752 * 434,78 * 10^6 * \cot 21,8^\circ = 0,834 \text{ m}$$

$$s = 0,834 \text{ m} \leq 0,75 * d = 0,75 * 1,0984 = 0,828 \text{ m}$$

$$s = 0,834 \text{ m} \leq 0,400 \text{ m}$$

$$V_{z,Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \theta = \frac{1,01 * 10^{-4}}{0,4} * 0,752 * 434,78 * 10^3 * \cot 21,8^\circ = 206,39 \text{ kN}$$

Nahvrhnutí dvoustříženého třmínky  $\varnothing 8$

**Třmínky dle konstrukčních zásad:**

Osová vzdálenost třmínků:

$$s = 0,400 \text{ m} \leq 0,75 * d = 0,75 * 0,836 = 0,627 \text{ m} \leq 0,400 \text{ m}$$

VYHOVÍ

Osová vzdálenost větví třmínků:

$$s_t = 0,142 \text{ m} \leq 0,75 * d = 0,75 * 0,752 = 0,564 \text{ m} \leq 0,600 \text{ m}$$

VYHOVÍ

Stupeň vyztužení:

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w * s} = \frac{1,01 * 10^{-4}}{0,2 * 0,4} = 0,00126 \geq \rho_{sw,min} = \frac{0,08 * \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 * \sqrt{35}}{500} = 0,0009$$

VYHOVÍ

#### 4.5 Rozdělení podélné tahové výztuže vaznice:

Součinitele:

$$\eta_1 = 1,0 - \text{dobré podmínky pro betonáž}$$

$$\eta_2 = 1,0 - \phi \leq 32 \text{ mm}$$

Základní kotevní délka:

V poli:

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} * f_{yd} = \frac{13,26 * 10^{-4}}{14,58 * 10^{-4}} * 434,78 = 395,42 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu:

$$f_{ctd} = \alpha * \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} * 1 * \frac{2,2}{1,5} = 1,47 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota mezního napětí v soudržnosti:

$$f_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd} = 2,25 * 1 * 1 * 1,47 = 3,31$$

Základní požadovaná kotevní délka:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} * \frac{395,42}{3,31} = 597 \text{ mm}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} * \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} * \frac{395,42}{3,31} = 478 \text{ mm}$$

Posunutí momentové čáry:

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 835,724 = 752 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = \frac{z}{2} * 2,5 = \frac{752}{2} * 2,5 = 940 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd,sup} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 * l_{b,rqd}; 10 * \phi; 100 \text{ mm})$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

$$\alpha_1 = 1,0 - \text{vliv tvaru prutu - přímý}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 * (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 * (21,5 - 20)}{20} = 1$$

$$c_d = \min\left(\frac{a_{sl}}{2}; c_1; c\right) = \min\left(\frac{43}{2}; 33\right) \Rightarrow 21,5 \text{ mm}$$

$$c = 25,0 \text{ mm}$$

$$\alpha_3 = 1,0 - \text{výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1,0 - \text{není přivařená výztuž}$$

$$\alpha_5 = 1,0 - \text{nepůsobí příčný tlak}$$

Pro  $\phi 20$ :

$$l_{bd,sup} = 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 597 = 597 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 * 597; 10 * 20; 100 \text{ mm}) = 200 \text{ mm}$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

Pro  $\phi 16$ :

$$l_{bd,sup} = 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 597 = 478 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 * 597; 10 * 20; 100 \text{ mm}) = 160 \text{ mm}$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

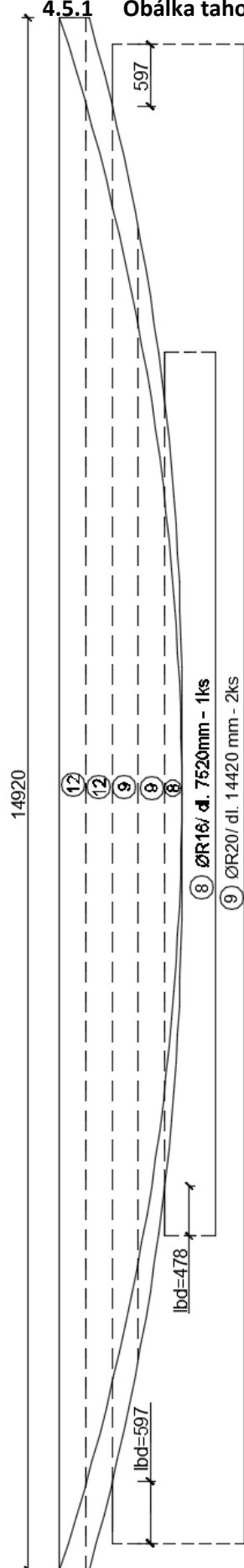
**Max tahová síla:**

$$Med = 433,5 \text{ kN} ; Ned = 6,94 * 1,5 = 10,41 \text{ kN}$$

$$Fsd = \frac{Med}{z} + Ned = \frac{433,5}{0,752} + 10,41 = 586,87 \text{ kN}$$

Všechny výztuže zakotveny na lbd od bodu plného využití vložky.

#### 4.5.1 Obálka tahových sil:





Nepříznivé - příznivé

$$\gamma_G = 1,35 - 1$$

$$\gamma_Q = 1,5 - 0$$

$$\xi = 0,85$$

Hodnoty součinitelů  $\psi$ 

$$\text{Sníh } \psi_0 = 0,5$$

$$\text{Větr } \psi_0 = 0,6$$

$$\text{Užitné podlaha}$$

$$\psi_0 = 0,7$$

$$\text{Užitné tech. Podvěsy}$$

$$\psi_0 = 0,9$$

#### 4.6 Dimenzování náběhů vaznice (D-oblast):

D - oblast uvažují jen zjednodušeně a neposuzují tlačené diagonály.

##### 4.6.1 Kombinace

###### 6.10a

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

###### 6.10b

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

Pro N jen účinky větru.

**Max V (F<sub>ed</sub>) + odp N (H<sub>ed</sub>)**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum (39,83 + 13,9) * 1,35 * 0,85 + 9,09 * 0,9 * 1,5 + 24,2 * 1,5 + 3,6 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{113,48 \text{ kN}}$$

**+ odp N (H<sub>ed</sub>)**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum 0 * 1,35 * 0,85 + 0 * 0,9 * 1,5 + 0 * 1,5 + 4,17 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{3,25 \text{ kN}}$$

**Max N (H<sub>ed</sub>) + odp V (F<sub>ed</sub>)**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 * 0,5 + ZS10 * 1,5$$

$$\sum 0 * 1,35 * 0,85 + 0 * 0,9 * 1,5 + 0 * 1,5 * 0,5 + 6,94 * 1,5 = \mathbf{10,41 \text{ kN}}$$

**+ odp V (F<sub>ed</sub>)**

Rozhodující kombinace 6.10b

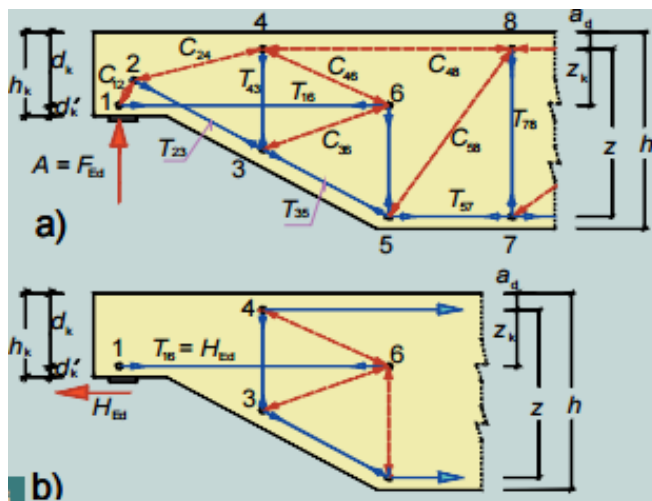
$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 * 0,5 + ZS10 * 1,5$$

$$\sum (39,83 + 13,9) * 1,35 * 0,85 + 0 * 0,9 * 1,5 + 24,2 * 1,5 * 0,5 + 3,61 * 1,5 = \mathbf{97,49 \text{ kN}}$$

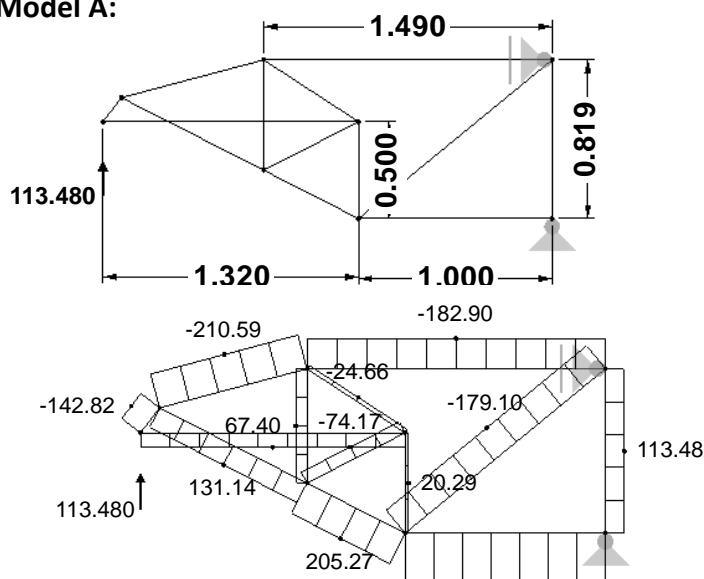
Minimalní doporučená hodnota pro vodorovnou sílu je  $0,2 * F_{ed} = 0,2 * 113,48 = 22,696 \text{ kN}$  – uvažují jen jednu kombinaci.

$$F_{ed} = 113,48 \text{ kN}; H_{ed} = 22,696 \text{ kN}$$

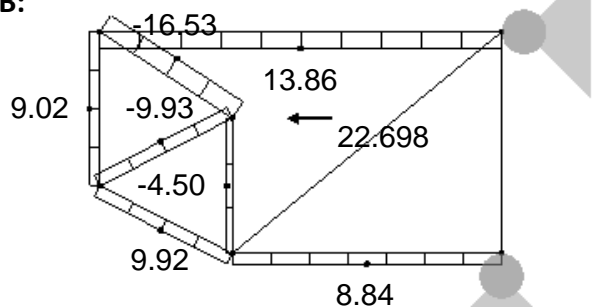
##### 4.6.2 Modely náhradní příhradoviny pro nosníky s náběhy:



**Model A:**



**Model B:**



#### 4.6.3 Vnitřní síly modelů a jejich součet:

	MODEL A	MODEL B	SOUČET
ozn.	kN	kN	kN
T23	131,14		<b>131,14</b>
T35	205,27	9,92	<b>215,19</b>
T43	67,4	9,02	76,42
T16	67,4	22,698	<b>90,098</b>
T57	321,46	8,84	330,3
T78	113,48		<b>113,48</b>
T56	20,29	-4,5	15,79
T48	-192,9	13,86	-179,04

#### 4.6.4 Návrh třmínků:

V prutech T<sub>43</sub>, T<sub>78</sub>, T<sub>56</sub> – navrhnu pro maximální V<sub>ed</sub>: **113,48 kN**

$$A_s = \frac{T_{78}}{f_{yd}} = \frac{113,48 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 2,61 \cdot 10^{-4} m^2$$

Navrhuji čtyři dvoustřížné třmínky Ø 8mm. - A<sub>s,prov</sub> = 4,04 · 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup> – ve výkresu je přidáno víc třmínků.

**T<sub>16</sub>:**

$$A_s = \frac{T_{16}}{f_{yd}} = \frac{90,098 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 2,07 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\sigma_{sd} = \frac{T_{16}}{A_s} \cdot f_{yd} = \frac{90,098}{3,08} \cdot 434,78 = 292,206$$

Navrhují smyčku  $\varnothing 14\text{mm}$ . -  $A_{s,\text{prov}} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$l_{b,\text{rqd}} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{14}{4} \cdot \frac{292,206}{3,31} = 308,98 \text{ mm}$$

$$l_{b,d,\text{sup}} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 309 = 310 \text{ mm}$$

$$l_{b,\text{min}} = \max(0,3 \cdot 309; 10 \cdot 14; 100 \text{ mm}) = 92 \text{ mm}$$

$$l_{b,d,\text{sup}} \geq l_{b,\text{min}}$$

**T<sub>35</sub>:**

$$A_s = \frac{T_{35}}{f_{yd}} = \frac{215,9 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 4,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Navrhují 2  $\varnothing 20\text{mm}$ . -  $A_{s,\text{prov}} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

**Pro zakotvení táhla využiji kotevní spojky lenton:**

Posouzení místně zatížené plochy - kotevní spojka lenton 2x 45mm : (terminator d14n)

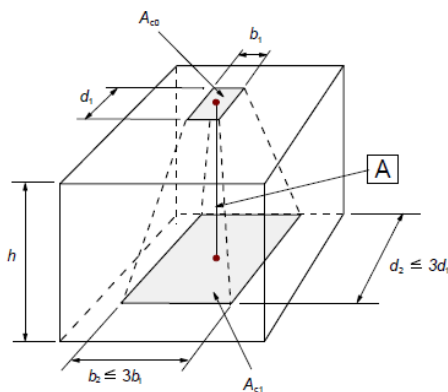
$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 0,00238 \cdot 23,33 \cdot \sqrt{\frac{9,02 \cdot 10^{-3}}{0,00238}} = 108,095 \text{ kN}$$

$$\leq 3 \cdot 23,33 \cdot 0,000962 = 166,58 \text{ kN}$$

Roznášecí plochu volím :

Délka h roznášecí plochy je omezená v místě protnutí roznášecích ploch ostatních prvků, nebo zasáhnutím do kraje průřezu.

$$A_{c1} = 9,02 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$



**A** - osa zatížení

$$h \geq (b_2 - b_1)$$

$$\geq (d_2 - d_1)$$

### Mat. charakteristiky

#### Beton 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 43 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

#### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

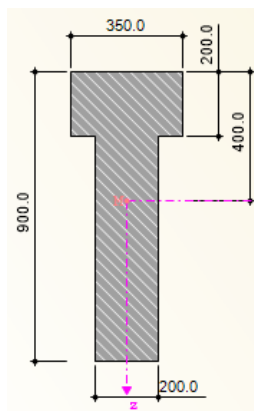
$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 2,17 \text{ ‰}$$

$$A_{st} = 14,58 \text{ E-04 m}^2$$

$$A_c = 0,21 \text{ m}^2$$

$$c_g = 0,4 \text{ m}$$



### 4.7 Mezní stav použitelnosti:

#### 4.7.1 Kombinace zatížení:

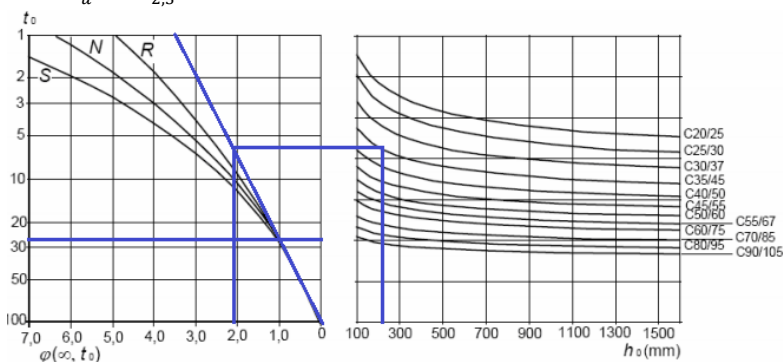
Kvazistálá 6.16b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Pro kombinaci uvažuji jen účinky vlastní tíhy a část technických podvěsů.

$$M = \sum (ZS1 + ZS2) = 149,66 + 52,24 + 0,3 \cdot 34,17 = 218,34 \text{ kNm}$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 0,21}{2,5} = 0,168 \text{ m}$$



$$\varphi(t, t_i) = 2,1$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_i)} = \frac{34}{3,1} = 10,99 \text{ GPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{10,99} = 18,2$$

#### 4.7.2 Průhyb od kvazistálého zatížení:

Ideální průřez bez trhlin:

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_c + \alpha_e \cdot A_s = 0,21 + 18,2 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} = 0,237 \text{ m}^2$$

Moment setrvačnosti průřezu:

$$I_c = 0,0154 \text{ m}^4$$

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od okraje:

$$a_{gi} = \frac{A_c \cdot c_g + \alpha_e \cdot (A_s \cdot d)}{A_i} = \frac{0,21 \cdot 0,4 + 18,2 \cdot (14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 0,836)}{0,237} = 0,448 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = I_c + A_c(a_{gi} - c_g)^2 + \alpha_e[A_s1(d - a_{gi})^2 + A_s2(a_{gi} - d)^2]$$

$$I_i = 0,0154 + 0,21 \cdot (0,448 - 0,4)^2 + 18,2 \cdot [14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,448)^2] = 0,01988 \text{ m}^4$$

Ohybová tuhost:

$$BI = E_{c,eff} \cdot I_i = 10990 \cdot 0,01988 = 218,48 \text{ MNm}^2$$

Ohybový moment při vzniku trhlin:

$$M_{cr,lt} = f_{ctm} \cdot \frac{I_i}{h - a_{gi}} = 3,2 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,01988}{0,9 - 0,448} = 140,74 \text{ kNm}$$

### Ideální průřez porušený trhlinou:

$$x = -\frac{(b-b_w) \cdot h_s + \alpha_e \cdot A_s}{b_w} + \sqrt{\frac{[(b-b_w) \cdot h_s + \alpha_e \cdot A_s]^2 + 2 \cdot b_w \cdot \left[ (b-b_w) \cdot \frac{h_s^2}{2} + \alpha_e \cdot A_s \cdot d \right]}{b_w}}$$

$$x = -\frac{(0,35-0,2) \cdot 0,2 + 18,2 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4}}{0,2} + \sqrt{\frac{[(0,35-0,2) \cdot 0,2 + 18,2 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4}]^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot \left[ (0,35-0,2) \cdot \frac{0,2^2}{2} + 18,2 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 0,836 \right]}{0,2}}$$

$$x = 0,2998 \text{ m}$$

### Moment setrvačnosti ideálního průřezu porušeného trhlinou:

$$I_i = \frac{1}{12} \cdot (b - b_w) \cdot h_s^3 + (b - b_w) \cdot h_s \cdot \left( x - \frac{h_s}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot x^3 + A_s \cdot \alpha_e \cdot (d - x)^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} \cdot (0,35 - 0,2) \cdot 0,2^3 + (0,35 - 0,2) \cdot 0,2 \cdot \left( 0,293 - \frac{0,2}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot 0,293^3 + 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 18,2 \cdot (0,836 - 0,293)^2 = \mathbf{0,01072 \text{ m}^4}$$

### Ohybová tuhost:

$$B_{II} = E_{c,eff} \cdot I_i = 10990 \cdot 0,01072 = \mathbf{117,813 \text{ MNm}^2}$$

$$\xi = 1 - \beta \cdot \left( \frac{M_{cr}}{M_{kvaz}} \right)^2 = 1 - 0,5 \cdot \left( \frac{140,74}{218,34} \right)^2 = 0,7713$$

$$\left( \frac{1}{r} \right)_{g,lt} = M_{kvaz} \cdot \left( (1 - \xi) \cdot \frac{1}{B_I} + \xi \cdot \frac{1}{B_{II}} \right) =$$

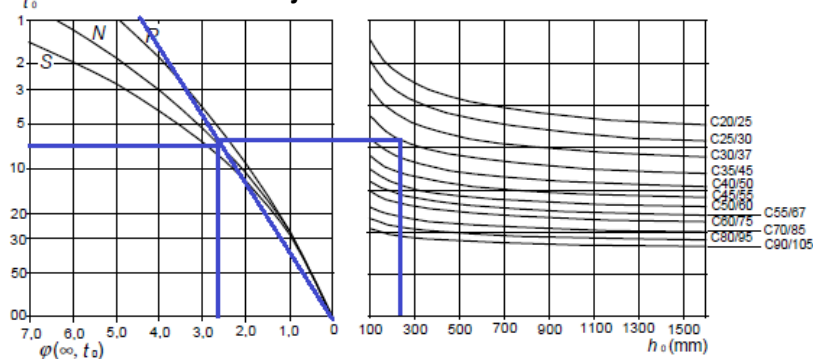
$$\left( \frac{1}{r} \right)_{g,lt} = 0,21834 \cdot \left( (1 - 0,7713) \cdot \frac{1}{218,48} + 0,7713 \cdot \frac{1}{117,813} \right) = \mathbf{0,001658}$$

### Průhyb od kvazistálého zatížení:

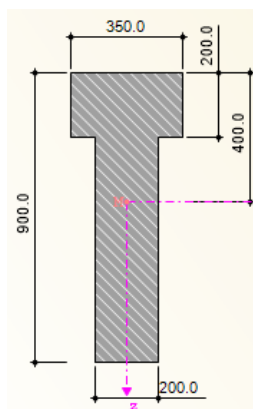
$$f_{g,lt} = \frac{5}{48} \cdot \left( \frac{1}{r} \right)_{g,lt} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot 0,00158 \cdot 15,03^2 = \mathbf{0,037 \text{ m}}$$

### 4.7.3 Průhyb od smršťování:

Pro smršťování uvažuji čas od 7dní – 50let



cg=0,4m



$$\varphi(t, t_i) = 2,7$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_i)} = \frac{34,08}{3,7} = 9,22 \text{ GPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{9,22} = 21,69$$

### Ideální průřez bez trhlin:

#### Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_c + \alpha_e \cdot A_s = 0,21 + 21,69 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} = 0,242 \text{ m}^2$$

### Moment setrvačnosti průřezu:

$$I_c = 0,0154 \text{ m}^4$$

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od okraje:

$$a_{gi} = \frac{Ac \cdot c_g + \alpha_e \cdot (A_s \cdot d)}{A_i} = \frac{0,21 \cdot 0,4 + 21,69 \cdot (14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 0,836)}{0,242} = 0,4564 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = I_c + A_c (a_{gi} - c_g)^2 + \alpha_e [A_{s1} (d - a_{gi})^2 + A_{s2} (a_{gi} - d)^2]$$

$$I_i = 0,0154 + 0,21 \cdot (0,4564 - 0,4)^2 + 21,69 \cdot [14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,4564)^2] =$$

$$= 0,0115 \text{ m}^4$$

Ideální průřez porušený trhlinou:

$$x = -\frac{(b-bw) \cdot h_s + \alpha_e \cdot A_s}{bw} + \sqrt{\frac{[(b-bw) \cdot h_s + \alpha_e \cdot A_s]^2 + 2 \cdot bw \cdot \left[ (b-bw) \cdot \frac{h_s^2}{2} + \alpha_e \cdot A_s \cdot d \right]}{bw}}$$

$$x = -\frac{(0,35-0,2) \cdot 0,2 + 21,69 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4}}{0,2} + \sqrt{\frac{[(0,35-0,2) \cdot 0,2 + 21,69 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4}]^2 + 2 \cdot 0,2 \cdot \left[ (0,35-0,2) \cdot \frac{0,2^2}{2} + 21,69 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 0,836 \right]}{0,2}}$$

$$x = 0,3226 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu porušeného trhlinou:

$$I_i = \frac{1}{12} \cdot (b - bw) \cdot h_s^3 + (b - bw) \cdot h_s \cdot \left( x - \frac{h_s}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \cdot bw \cdot x^3 + A_s \cdot \alpha_e \cdot (d - x)^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} \cdot (0,35 - 0,2) \cdot 0,2^3 + (0,35 - 0,2) \cdot 0,2 \cdot \left( 0,3226 - \frac{0,2}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot 0,293^3 + 14,58 \cdot$$

$$10^{-4} \cdot 21,69 \cdot (0,836 - 0,3226)^2 = 0,0116 \text{ m}^4$$

$$S_I = A_s \cdot (d - a_{gi}) = 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,4564) = 5,535 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$S_{II} = A_s \cdot (d - x) = 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,3226) = 7,485 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\frac{S}{I} = (1 - \xi) \cdot \frac{S_I}{I_I} + \xi \cdot \frac{S_{II}}{I_{II}} = (1 - 0,7713) \cdot \frac{5,535 \cdot 10^{-4}}{0,0115} + 0,7713 \cdot \frac{7,485 \cdot 10^{-4}}{0,0116} = 0,06078$$

Celkové poměrné smršťování vysycháním:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 4,1267 \cdot 10^{-4} + 6,25 \cdot 10^{-5} = 0,000475$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,999 \cdot 0,898 \cdot 0,00046 = 4,1267 \cdot 10^{-4}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0,04\sqrt{h_0^3}} = \frac{18250-7}{(18250-7)+0,04\sqrt{0,168^3}} = 0,999$$

Poměrné autogenní smršťování

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) = 1 \cdot 6,25 \cdot 10^{-5} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot (35 - 10) \cdot 10^{-6} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 \cdot 18250^{0,5}) = 1$$

Křivost od smršťování:

$$\left( \frac{1}{r} \right)_{cs} = -\varepsilon_{cs} \cdot \alpha_e \cdot \frac{S}{I} = -0,000475 \cdot 21,69 \cdot 0,06078 = 6,262 \cdot 10^{-4}$$

Průhyb od smršťování:

$$y_{sh} = \frac{5}{48} \cdot \left( \frac{1}{r} \right)_{cs} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot 6,262 \cdot 10^{-4} \cdot 15,03^2 = 0,0147 \text{ m}$$

Celkový průhyb:

$$y_2 = y_1 + y_{sh} = 0,039 + 0,0147 = 0,0537 \text{ m}$$

Limitní průhyb:

$$y = \frac{l}{250} = \frac{15,03}{250} = 0,0601 \text{ m}$$

VYHOVÍ

Hodnoty podle normy:

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,00046$$

$$h_0 = 0,168 \text{ m}$$

$$k_h = 0,898$$

#### 4.7.4 Posouzení trhlin:

Účinná výška tlačného betonu:

$$h_{c,eff} = \min\left(2,5 * (h - d); \frac{h-x}{3}; \frac{h}{2}\right) = \min\left(2,5 * (0,9 - 0,836); \frac{0,9-0,2998}{3}; \frac{0,9}{2}\right)$$

$$h_{c,eff} = \min(0,16; 0,2; 0,45) = 0,16m$$

Účinná tažená plocha:

$$A_{c,eff} = 0,16 * 0,2 = 0,032 m^2$$

$$\rho_{eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{14,58 * 10^{-4}}{0,032} = 0,0456$$

Maximální vzdálenost trhlin:

$$S_{r,max} = k_3 * c + k_1 * k_2 * k_4 * \phi_{eq} / \rho_{eff} = 3,4 * 0,033 + \frac{0,8 * 0,5 * 0,425 * 0,0193}{0,0456} = 0,184 m$$

Ekvivalentní plocha výztuže:

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 * \phi_1^2 + n_2 * \phi_2^2}{n_1 * \phi_1 + n_2 * \phi_2} = \frac{4 * 20^2 + 1 * 16^2}{4 * 20 + 1 * 16} = 19,33$$

$\epsilon_{sm}$  – průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže, zahrnující účinek deformací a přihlížející k účinkům tahového ztužení.

$\epsilon_c$  – průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu, mezi trhlínami.

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{f_{yd} - k_t * \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e * \rho_{eff})}{E_s} \geq 0,6 * \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{434,78 * 10^{-4} - 0,4 * \frac{3,2}{0,0456} (1 + 21,69 * 0,0456)}{210 * 10^9} \geq 0,6 * \frac{434,78 * 10^{-4}}{210 * 10^9}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{434,78 * 10^{-4} - 0,4 * \frac{3,2 * 10^6}{0,0456} (1 + 21,69 * 0,0456)}{210 * 10^9} \geq 0,6 * \frac{434,78 * 10^{-4}}{210 * 10^9}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1,805 * 10^{-3} \geq 1,242 * 10^{-3}$$

Šířka trhliny

$$w_k = S_{r,max} * (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,184 * 1,805 * 10^{-3} = 0,332 mm$$

**w<sub>max</sub> pro XC1 = 0,4 > 0,332 mm VYHOVÍ I PODMÍNKÁM NA VZHLED**

#### 4.8 Vaznice ve výrobě, skladování, přeprava:

##### 4.8.1 Vytažení z formy:

- vlastní tíha prvku (7972 kg)

$$F_k = 79,72 kN$$

- Adhezivní síla:

$$F_{adh,k} = V_{adh,k} * S_{forma} = 2 * 2,98 = 5,96 kN$$

$$S_{forma} = 0,2 * 14,2 + 0,35 * 0,4 * 2 = 2,98 m^2$$

$$F_1 = 1,3 * \gamma G (F_k + F_{adh,k}) = 1,3 * 1,35 * (79,72 + 5,96) = 150,368 kN$$

$$q = F_1 / h = 150,368 / 15,03 = 10,01 kN/m$$

- Pevnost betonu:

$$f_{cm(70)} = f_{cm} * 0,7 = 43 * 0,7 = 30,156 MPa$$

$$\beta_{cc(t)} = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = \exp \left\{ 0,25 \left[ 1 - \left( \frac{28}{7} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = 0,779$$

$$f_{cm(t)} = f_{cm} * \beta_{cc(t)} = 43 * 0,779 = 33,497 MPa$$

$$f_{cm(t)} > f_{cm(70)}$$

#### Mat. charakteristiky

##### Beton 35/45

$$f_{ck} = 35 MPa$$

$$f_{cd} = 23,33 MPa$$

$$f_{ctm} = 3,2 MPa$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 34 GPa$$

$$\lambda = 0,8$$

##### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 MPa$$

$$f_{yd} = 434,78 MPa$$

$$E_s = 200 GPa$$

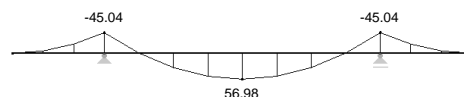
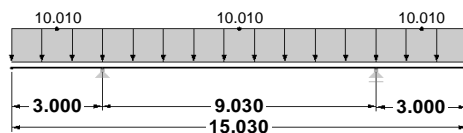
$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

4 Ø 20 + 1 Ø 16  
 $A_s = 14,58 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Cement pevnostní třída N  
 $s = 0,25$

Minimální pevnost betonu při vytahování prefabrikátu z bednění musí být 70%.  
Za normálních podmínek se může betonový prvek vytáhnout z bednění po 7 dnech.

Posouzení:



Počítám s pevností betonu po 7 dnech, může být však uvažena hodnota 70% pevnosti betonu.

- V poli:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,35 \cdot 0,8 \cdot \frac{33,497}{1,5} \cdot 10^6} = 0,101 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,4 \cdot 0,101) = 504,34 \text{ kNm}$$

$504,34 > 53,98 \text{ kNm}$

**VYHOVÍ**

- Podpoře: (počítám s rozdělovací výztuží 4 Ø 10)

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,2 \cdot 0,8 \cdot \frac{33,497}{1,5} \cdot 10^6} = 0,038 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} \cdot (0,862 - 0,4 \cdot 0,038) = 115,61 \text{ kNm}$$

$115,61 > 56,98 \text{ kNm}$

**VYHOVÍ**

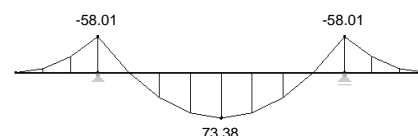
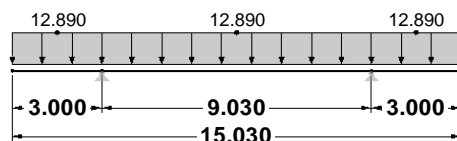
#### 4.8.2 Přeprava

Zahrnutí vlivu opakované manipulace a otřesů.

$$F_2 = 1,8 \cdot \gamma_{man} \cdot \gamma_g \cdot F_k = 1,8 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 79,72 = 193,72 \text{ kN}$$

$$q = F_2/h = 193,72/15,03 = 12,89 \text{ kN/m}$$

Posouzení:



V poli:

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{14,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,35 \cdot 0,8 \cdot \frac{43}{1,5} \cdot 10^6} = 0,101 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 14,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,836 - 0,4 \cdot 0,101) = 504,34 \text{ kNm}$$

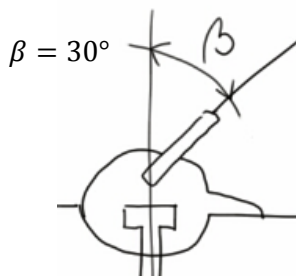
$504,34 > 73,38 \text{ kNm}$

**VYHOVÍ**

V podpoře: (počítám s rozdělovací výztuží 4 Ø 10)

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,2 \cdot 0,8 \cdot \frac{33,497}{1,5} \cdot 10^6} = 0,038 \text{ m}$$





$$M_{Rd,bal} = f_{yd} * A_{s1} * \left( d - \frac{\lambda * x}{2} \right) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 3,14 * 10^{-4} * (0,862 - 0,4 * 0,038) = 115,61 \text{ kNm}$$

$$115,61 > 58,01 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

#### 4.8.3 Montážní úchyty

$$N_{ed} = \frac{F1}{n * \cos \beta} = \frac{150,368}{2 * \cos 30} = 86,815 \text{ kN}$$

Návrhuji úchyt **PFEIFER DR 05.180.100.h.2 (DR 10.0 – h=340mm)**

#### 4.9 Uložení na elastomerová ložiska:

**Kombinace:**

Maximální posouvající síla od vaznice:

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\Sigma(ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\Sigma(39,83 + 13,9) * 1,35 * 0,85 + 9,09 * 0,9 * 1,5 + 24,2 * 1,5 + 3,61 * 0,6 * 1,5 = 113,48 \text{ kN}$$

ESZ typ C-20-E (t=10mm) – (150x100) F=150Kn

**VYHOVÍ**

#### 4.10 Posouzení montážních trnů:

**Smyková únosnost trnu:**

Kombinace:

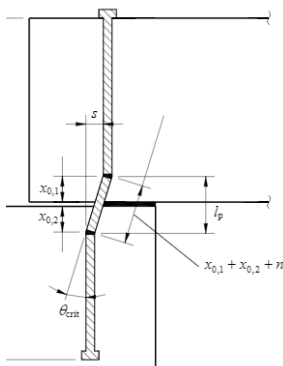
**Max N – vítr ze ZS10:**

$$6,94 * 1,5 = 10,41 \text{ kN}$$

**Fv = 10 kN**

Zálivková malta Pagel – pevnost v tlaku 60 MPa

Návrh 1 trn o průměru 14mm.



Maximální smyková únosnost výztuže:

$$F_{VR} = \alpha * \phi^2 * \sqrt{f_{cd} * f_{yd}} = 1 * 0,014^2 * \sqrt{40 * 10^6 * 434,78 * 10^6} = 25,85 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

Faktory při maximální smykové únosnosti:

$$x_0 = \frac{F_V}{3 * \alpha_0^2 * f_{cd} * \phi} = \frac{39,135 * 10^3}{3 * 1^2 * 40 * 10^6 * 0,014} = 0,017 \text{ m}$$

$$\theta_{crit} = k_r * \frac{\epsilon_{yd}}{\phi} = 1,75 * \frac{2,17}{0,028} = 0,271 \text{ rad}$$

$$s_{max} = \theta_{crit} * (2x_0 + t_{ložisko}) = 0,271 * (2 * 0,017 + 0,010) = 11,9 \text{ mm}$$

**Kotevní délka trnu:**

Síla v prutu po povolení výztuže:

$$\sin(\theta_{crit}) * F_{VR} = 0,268 * 25,85 = 6,92 \text{ kN}$$

Napětí v prutu:

$$\sigma_{sd} = 6,92 * 1,54 * 10^{-4} = 1,006 \text{ MPa}$$

Napětí v prutu je příliš malé – zakotvím na  $l_{b,min}$ :

$$l_{b,min} = \max(10 * 14; 100 \text{ mm}) = 140 \text{ mm}$$

## 5. Statický výpočet průvlaku P2:

### 5.1 Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:

Průvlak		N	My	Mz	Vz
		kN	kNm	kNm	kN
STÁLÉ	ZS1	0	797,68	1,97	177,78
	ZS2	0	214,08	0,34	42,15
UŽITNÉ	ZS3	0	139,57	0,2	27,51
	ZS4	0	0,02	0	0
SNÍH	ZS5	0	372,29	0,77	73,32
VÍTR	ZS6	7,34	54,42	-0,81	10,8
	ZS7	9	-54,42	-3,25	-11,17
	ZS8	19,22	26,17	15,99	5,23
	ZS9	20,67	-72,61	15,94	-14,21
	ZS10	-20,39	-63,65	12,68	-0,2
	ZS11	-19,42	-102,16	12,54	-16,77
	ZS12	26,09	-72,52	-23,74	-14,22
	ZS13	24,04	26,56	-23,69	5,5

My – moment ve svislém směru.

Mz – moment ve vodorovném směru.

Normálová síla je uvažovaná jen od účinků větru.

### 5.2 Kombinace vnitřních sil:

#### 6.10a

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

#### 6.10b

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

#### Max M

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\begin{aligned} & \sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS4 * 0,7 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5 \\ & \sum (797,68 + 214,08) * 1,35 * 0,85 + 139,57 * 0,9 * 1,5 + 0,02 * 1,5 * 0,7 + 372,29 * 1,5 + \\ & + 54,46 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{1956,88 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

- Ohybový moment ve vodorovném směru je malý oproti svislému a v tom případě naklonění zatížení od hlavní osy souměrnosti je zanedbatelně malé.

- Normálová síla vzniklá od větru je taky zanedbatelně malá.

max My	1956,88	kNm
odp. Mz	3,35	kN
max Mz	27,48	kNm
odp. My	1667,89	kN
min Mz	-33,65	kN
odp. My	751,22	kNm

V tabulce uvažuji další kombinace, které nerozhodují na posouzení.

Nepříznivé - příznivé

$$\gamma_G = 1,35 - 1$$

$$\gamma_Q = 1,5 - 0$$

$$\xi = 0,85$$

Hodnoty součinitelů  $\psi$

Sníh  $\psi_0 = 0,5$

Vítr  $\psi_0 = 0,6$

Užitné podlaha  $\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS4 * 0,7 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$

$\psi_0 = 0,7$

Užitné tech. Podvěsy

$\psi_0 = 0,9$

### Mat. charakteristiky

#### Beton 35/45

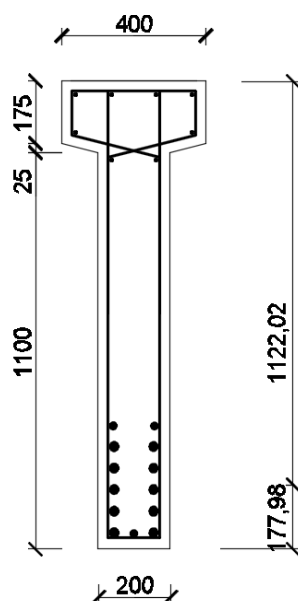
$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$   
 $f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$   
 $\epsilon_{c3} = 1,75$   
 $\epsilon_{cu3} = 3,5\%$   
 $n = 2$   
 $E_{cm} = 34 \text{ GPa}$   
 $\lambda = 0,8$

#### Vyztuž B500B

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$   
 $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$   
 $E_s = 200 \text{ GPa}$

$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 2,17 \text{ ‰}$

$A_c = 0,3 \text{ m}^2$



### 5.3 Posouzení průvlaku P2 - MSÚ

Navrženo  $\emptyset 20$ ; třmínky  $\emptyset 8$

Min krytí pro výztuž:

$c_{min,dur} = 15 \text{ mm (XC1, S4)}$

$c_{min,st} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm}) = \max(10, 15, 10 \text{ mm}) = 15 \text{ mm}$

$c_{min,sl} = \max(20; 15; 10) = 20 \text{ mm}$

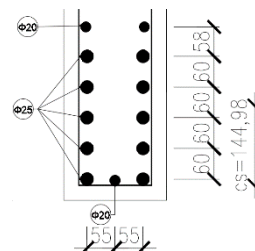
$c_{nom,st} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$

$c_{nom,sl} = c_{nom,st} + \emptyset_{st} = 25 + 8 = 33 \text{ mm}$

$d_1 = c_{nom,st} + \emptyset_8 + c_s = 25 + 8 + 144,98 = 177,98 \text{ mm}$

$d = h - d_1 = 1300 - 177,98 = 1122,02 \text{ mm}$

$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 1122,02 = 1009,818 \text{ mm}$



$$A_{st, req} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z} = \frac{1956,88 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6 \cdot 1,0098} = 44,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

10  $\emptyset 25 \text{ mm} + 3 \emptyset 20 \text{ mm}$

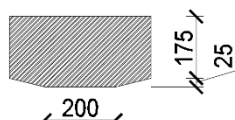
$A_{st} = 58,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$F_{cc} = F_s$

$A_{cc} \cdot f_{cd} = f_{yd} \cdot A_{st}$

$$A_{cc} = \frac{f_{yd} \cdot A_{st}}{f_{cd}} = \frac{434,78 \cdot 10^6 \cdot 58,52 \cdot 10^{-4}}{23,33 \cdot 10^6} = 0,10906 \text{ m}^2$$

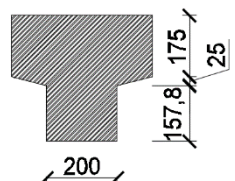
$$\frac{0,10906}{0,4} = 0,27265 \text{ m} \rightarrow \text{tlačená oblast zasahuje do stojiny}$$



$A_{cc1} = 0,0775 \text{ m}^2$

$A_{cc} - A_{cc1} = 0,03156 \text{ m}^2$

Výška tlačené části ve stojině:



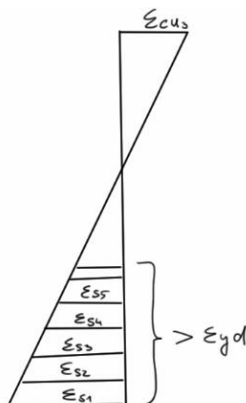
$$\frac{0,03156}{0,2} = 0,1578 \text{ m}$$

Těžiště tlačené betonu od horního okraje průřezu:

$$a_{cc} = \frac{175 \cdot 400 \cdot 87,5 + 25 \cdot 200 \cdot 187,5 + \left(\frac{25 \cdot 200}{2} \cdot 183,33\right) \cdot 2 + 157,8 \cdot 200 \cdot 278,9}{175 \cdot 400 + 25 \cdot 200 + 25 \cdot 200 + 157,8 \cdot 200} = 149,67 \text{ m}$$

$\lambda x = 175 + 25 + 157,8 = 357,8 \text{ m}$

$$x = \frac{\lambda x}{0,8} = \frac{357,8}{0,8} = 447,25 \text{ m}$$



$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot A_{st} \cdot (d - a_{cc}) =$$

$$= 434,78 \cdot 10^6 \cdot 58,52 \cdot 10^{-4} \cdot (1,12202 - 0,14967) = \mathbf{2473,98 \text{ kNm}}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \rightarrow 2473,98 \geq 1956,88 \text{ kNm}$$

**VYHOVÍ**

Efektivní délka průvlaku ve skutečnosti je 15,15m v modelu je použita 15,8m.  
Kombinace vnitřních sil není skutečná, ale je na stranu bezpečnou.

### 5.3.1 Kontrola přetvoření výztuže:

$$\frac{\varepsilon_{cu3}}{x} = \frac{\varepsilon_{s1}}{d_1 - x}$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{1s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (1,055 - 0,4473) = 4,36 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{2s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (0,995 - 0,4473) = 4,29 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

$$\varepsilon_{s3} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{3s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (0,934 - 0,4473) = 3,81 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

$$\varepsilon_{s4} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{4s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (0,874 - 0,4473) = 3,34 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

$$\varepsilon_{s5} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{5s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (0,814 - 0,4473) = 2,86 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

$$\varepsilon_{s6} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_{6s} - x) = \frac{3,5}{0,4473} \cdot (0,757 - 0,4473) = 2,42 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰} \quad \mathbf{VYHOVÍ}$$

### 5.3.2 Kontrola vyztužení:

$$A_{s,min} = \min(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d)$$

$$A_{s,min} = \min\left(0,26 \cdot \frac{3,2}{500} \cdot 0,2 \cdot 0,922; 0,0013 \cdot 0,2 \cdot 0,922\right) = (3,068 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; 2,397 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,3 = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$3,068 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 58,52 \cdot 10^{-4} < 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

**VYHOVÍ**

### 5.4 Rozdělení podélné tahové výztuže vaznice:

Součinitele:

$$\eta_1 = 1,0 - \text{dobré podmínky při betonáži}$$

$$\eta_2 = 1,0 - \phi \leq 32 \text{ mm}$$

Základní kotevní délka:

V poli:

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{44,57 \cdot 10^{-4}}{58,52 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,78 = 331,14 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} \cdot 1 \cdot \frac{2,2}{1,5} = 1,47 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu: Sem zadejte rovnici.

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,47 = 3,31$$

Základní požadovaná kotevní délka:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{331,14}{3,31} = 500 \text{ mm}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{331,14}{3,31} = 625 \text{ mm}$$

Posunutí momentové čáry:

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 1122 = 1010 \text{ mm}$$

$$a_1 = \frac{z}{2} \cdot 2,5 = \frac{1010}{2} \cdot 2,5 = 1263 \text{ mm}$$

Návrhová kotevní délka:

$$l_{bd,sup} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm})$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

Pro  $\varnothing 20$ :

$$l_{bd,sup} = 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 500 = \mathbf{500mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot 500; 10 \cdot 20; 100mm) = 200mm$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

Pro  $\varnothing 25$ :

$$l_{bd,sup} = 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 625 = \mathbf{625mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot 625; 10 \cdot 25; 100mm) = 250mm$$

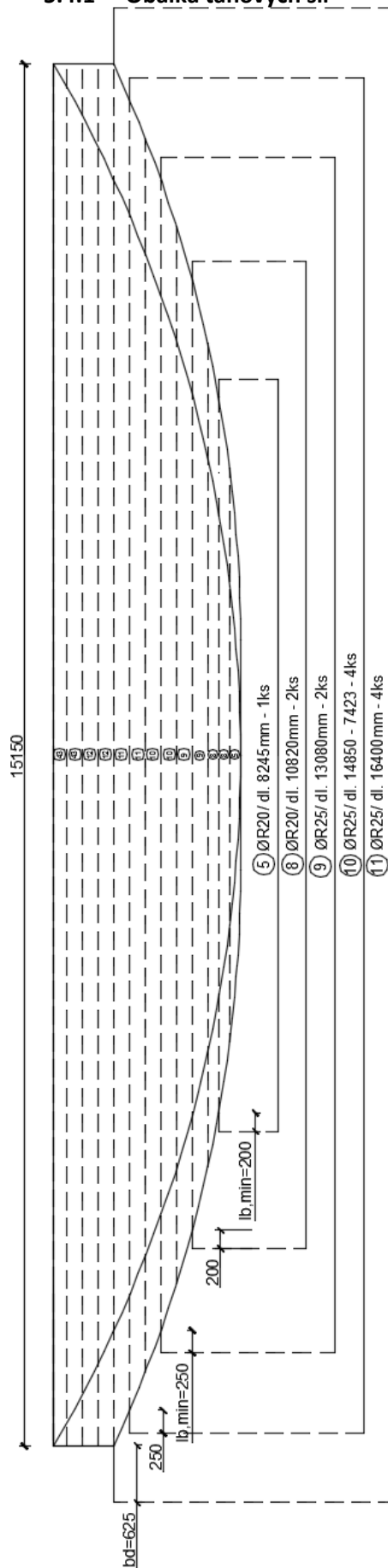
$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

**Max tahová síla:**

$$M_{Ed} = \mathbf{1956,88 \text{ kN}} ; N_{Ed} = 26,09 * 1,5 = \mathbf{39,14 \text{ kN}}$$

$$F_{sd} = \frac{M_{ed}}{z} + N_{ed} = \frac{1956,88}{1,01} + 39,14 = 1976,64 \text{ kN}$$

#### 5.4.1 Obálka tahových sil



### 5.5 Návrh smykové výztuže:

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 * \sigma_{cp} \right] * b_w * d \geq (v_{min} + k_1 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k_1 * \sigma_{cp} = 0 - \text{neuvažuju vliv normálové síly}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{1122}} = 1,42 < 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w * d} = \frac{58,52 * 10^{-4}}{0,2 * 1,122} = 0,026 < 0,2$$

$$v_{min} = 0,035 * k^{\frac{3}{2}} * f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 * 1,42^{\frac{3}{2}} * 35,0^{\frac{1}{2}} = 0,351 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 * 1,42 * (100 * 0,026 * 35,0)^{\frac{1}{3}} + 0 \right] * 0,2 * 1,122 \geq (0,351 + 0) * 0,2 * 1,122$$

$$V_{Rd,c} = 0,1717 \text{ MN} \geq 0,0788 \text{ MN}$$

$$V_{Rd,c} = 1717 \text{ kN}$$

Návrh dle konstrukčních zásad:

$$s = 0,400 \text{ m} \leq 0,75 * d = 0,75 * 1,122 = 0,8415 \text{ m} \leq 0,400 \text{ m}$$

$$s_t = 0,142 \text{ m} \leq 0,75 * d = 0,75 * 1,122 = 0,8415 \text{ m} \\ \leq 0,600 \text{ m}$$

Stupeň vyztužení:

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w * s} = \frac{1,01 * 10^{-4}}{0,2 * 0,4} = 0,00126 \geq \rho_{sw,min} = \frac{0,08 * \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0,08 * \sqrt{35}}{500} = 0,0009 - \text{vyhovuje}$$

### 5.6 Dimenzování náběhů průvlaku (D-oblast):

#### 5.6.1 Kombinace

#### 6.10a

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

#### 6.10b

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

#### Max V (F<sub>ed</sub>) + odp N (H<sub>ed</sub>)

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum (177,78 + 42,15) * 1,35 * 0,85 + 27,51 * 0,9 * 1,5 + 73,32 * 1,5 + 10,8 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{416,31 \text{ kN}}$$

#### + odp N (H<sub>ed</sub>)

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\sum 0 * 1,35 * 0,85 + 0 * 0,9 * 1,5 + 0 * 1,5 + 7,34 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{6,867 \text{ kN}}$$

#### Max N (H<sub>ed</sub>)

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 * 0,5 + ZS12 * 1,5$$

$$\sum (39,83 + 13,9) * 1,35 * 0,85 + 0 * 0,9 * 1,5 + 24,2 * 1,5 * 0,5 + 26,09 * 1,5 = \mathbf{39,135 \text{ kN}}$$

Minimalní doporučená hodnota pro vodorovnou sílu je  $0,2 * F_{ed} = 0,2 * 416,31 = 83,262 \text{ kN}$  – uvažuji jen jeden model.

$$F_{ed} = \mathbf{416,31 \text{ kN}}; H_{ed} = \mathbf{83,262 \text{ kN}}$$

Nepříznivé - příznivé

$$\gamma_G = 1,35 - 1$$

$$\gamma_Q = 1,5 - 0$$

$$\xi = 0,85$$

Hodnoty součinitelů  $\psi$

$$\text{Sníh } \psi_0 = 0,5$$

$$\text{Větr } \psi_0 = 0,6$$

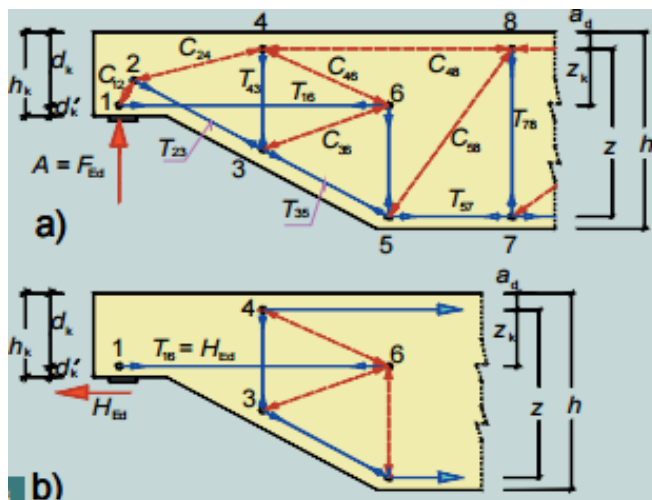
Užitné podlaha

$$\psi_0 = 0,7$$

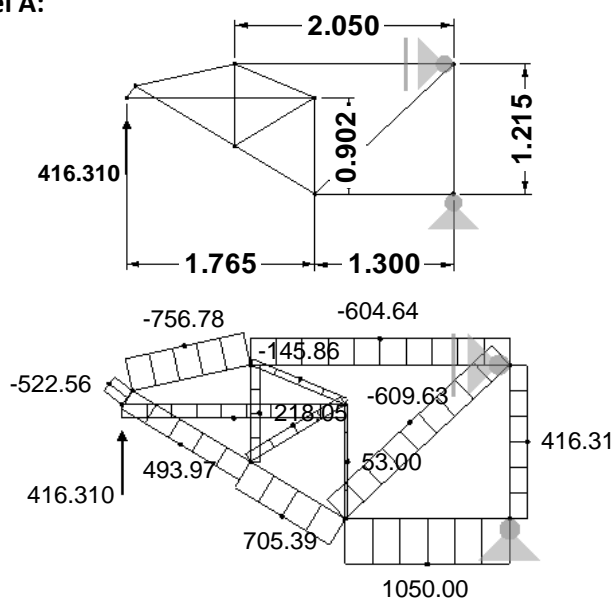
Užitné tech. Podvěsy

$$\psi_0 = 0,9$$

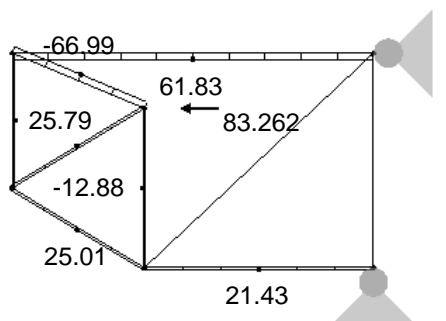
### 5.6.2 Modely náhradní příhradoviny pro nosníky s náběhy:



Model A:



Model B:





### 5.6.3 Vnitřní síly a jejich součet:

	MODEL A	MODEL B	SOUČET
ozn.	kN	kN	kN
T23	493,97		<b>493,97</b>
T35	705,39	25,01	<b>730,4</b>
T43	218,05	25,79	243,84
T16	315,85	61,83	<b>377,68</b>
T57	1050	21,43	1071,43
T78	416,31		<b>416,31</b>
T56	53	-12,88	40,12
T48	-604,64	61,83	-542,81

### 5.6.4 Návrh třmínků:

V prutech T<sub>43</sub>, T<sub>78</sub>, T<sub>56</sub> navrhují pro maximální V<sub>ed</sub> : **416,31 kN**

$$A_s = \frac{T_{78}}{f_{yd}} = \frac{416,31 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 9,575 \cdot 10^{-4} m^2$$

Navrhují 10 dvoustřížných třmínků Ø 8mm. - A<sub>s,prov</sub> = 10,1\*10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

**T<sub>16</sub>:**

$$A_s = \frac{T_{16}}{f_{yd}} = \frac{377,68 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 8,69 \cdot 10^{-4} m^2$$

Navrhují dvě smyčky Ø 18 mm. - A<sub>s,prov</sub> = 10,18\*10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>

$$\sigma_{sd} = \frac{3,08}{2,07} \cdot f_{yd} = \frac{8,69}{10,18} \cdot 434,78 = 371,14$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{18}{4} \cdot \frac{371,14}{3,31} = 505 \text{ mm}$$

$$l_{bd,sup} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 505 = \mathbf{505mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot 505; 10 \cdot 18; 100mm) = 151mm$$

$$l_{bd,sup} \geq l_{b,min}$$

$$A_s = \frac{T_{35}}{f_{yd}} = \frac{730,4 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 1,67 \cdot 10^{-3} m^2$$

Navrhují čtyři Ø 25mm. - A<sub>s,prov</sub> = 19,63\*10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup> – přidávám, viz konstrukční zásady

**Pro zakotvení táhla využiju přivaření destičky na prut:**

Destička velikost 180x145 mm

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} = 0,18 \cdot 0,145 \cdot 23,33 \cdot \sqrt{\frac{0,20 \cdot 0,25}{0,18 \cdot 0,145}} = 842,8 \text{ kN}$$

$$\leq 3 \cdot 23,33 \cdot 0,0144 = 1007,86 \text{ kN}$$

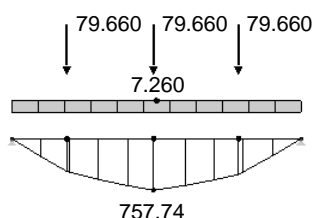
Uvažuji roznášecí plochu A<sub>c1</sub> = 250x200 mm

### 5.7 Mezní stav použitelnosti:

Pro mezní stav použitelnosti budu uvažovat se zatížením na skutečnou efektivní délku:  $15,8 - (0,325 \cdot 2) = 15,15\text{m}$ .

#### 5.7.1 Vnitřní síly

ZS1:

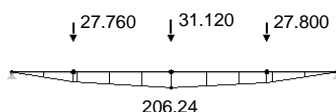


79,660 kN = zatížení od vl. tíhy vaznice

Tíha průvzlaku je 11005 kg

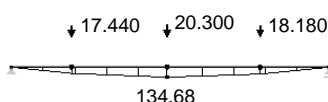
Přepočet na 15,15m:  $110,05\text{kN}/15,15 = 7,26\text{kN}$

ZS2:



Zatížení přenesené vaznicemi – z 3D modelu.

ZS3:



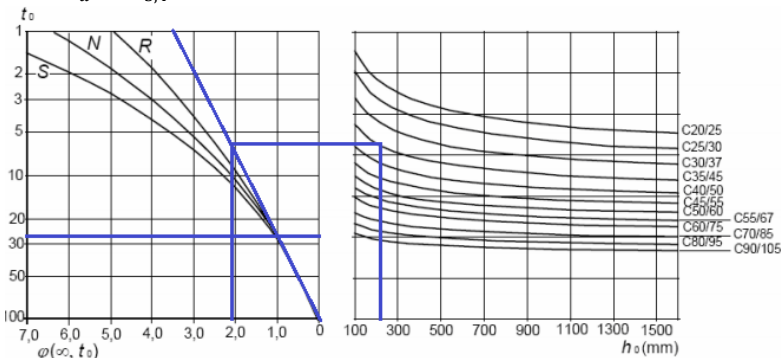
#### 5.7.2 Kombinace zatížení:

Kvazistálá 6.16b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$M = \sum(ZS1 + ZS2) + ZS3 \cdot 0,5 = 757,74 + 206,24 + 134,68 \cdot 0,3 = 1004,38 \text{ kNm}$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 0,3}{3,4} = 0,176 \text{ m}$$



$$\varphi(t,ti) = 2,1$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t,ti)} = \frac{34}{3,1} = 10,99 \text{ GPa}$$

$$\alpha e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{10,99} = 18,2$$

#### Mat. charakteristiky

##### Beton 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 43 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

##### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

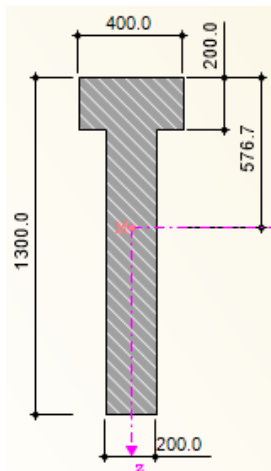
$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 2,17 \text{ ‰}$$

$$A_{st} = 58,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,3 \text{ m}^2$$

$$cg = 0,577 \text{ m}$$



### 5.7.3 Průhyb od kvazistálého zatížení

Ideální průřez bez trhlin:

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_c + \alpha e * A_s = 0,3 + 18,2 * 58,52 * 10^{-4} = 0,4065 \text{ m}^2$$

Moment setrvačnosti průřezu:

$$I_c = 0,0472 \text{ m}^4$$

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od okraje:

$$a_{gi} = \frac{A_c * c_g + \alpha e * (A_s * d)}{A_i} = \frac{0,3 * 0,557 + 18,2 * (58,52 * 10^{-4} * 1,122)}{0,4065} = 0,705 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = I_c + A_c (a_{gi} - c_g)^2 + \alpha e [A_s (d - a_{gi})^2 + A_s (a_{gi} - d)^2]$$

$$I_i = 0,0472 + 0,3 * (0,705 - 0,577)^2 + 18,2 * [58,52 * 10^{-4} * (1,122 - 0,705)^2] = 0,07064 \text{ m}^4$$

Ohybová tuhost:

$$B I = E_{c,eff} * I_i = 10990 * 0,07064 = 776,28 \text{ MNm}^2$$

Ohybový moment při vzniku trhlin:

$$M_{cr,lt} = f_{ctm} * \frac{I_i}{h - a_{gi}} = 3,2 * 10^3 * \frac{0,05664}{1,3 - 0,705} = 304,618 \text{ kNm}$$

Ideální průřez porušený trhlinou:

$$x = - \frac{(b - b_w) * h_s + \alpha e * A_s}{b_w} + \sqrt{\frac{[(b - b_w) * h_s + \alpha e * A_s]^2 + 2 * b_w * [(b - b_w) * \frac{h_s^2}{2} + \alpha e * A_s * d]}{b_w}}$$

$$x = - \frac{(0,4 - 0,2) * 0,2 + 18,2 * 58,52 * 10^{-4}}{0,2} + \sqrt{\frac{[(0,4 - 0,2) * 0,2 + 18,2 * 58,52 * 10^{-4}]^2 + 2 * 0,2 * [(0,4 - 0,2) * \frac{0,2^2}{2} + 18,2 * 58,52 * 10^{-4} * 1,122]}{0,2}}$$

$$x = 0,599 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu porušeného trhlinou:

$$I_i = \frac{1}{12} * (b - b_w) * h_s^3 + (b - b_w) * h_s * \left(x - \frac{h_s}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} * b_w * x^3 + A_s * \alpha e * (d - x)^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} * (0,4 - 0,2) * 0,2^3 + (0,4 - 0,2) * 0,2 * \left(0,599 - \frac{0,2}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} * 0,2 * 0,599^3 + 58,52 * 10^{-4} * 18,2 * (1,122 - 0,599)^2 = 0,0536 \text{ m}^4$$

Ohybová tuhost:

$$B I I = E_{c,eff} * I_i = 10990 * 0,0536 = 588,56 \text{ MNm}^2$$

$$\xi = 1 - \beta * \left(\frac{M_{cr}}{M_{kvaz}}\right)^2 = 1 - 0,5 * \left(\frac{304,618}{1004,38}\right)^2 = 0,954$$

Křivost od zatížení:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{g,lt} = M_{kvaz} * \left((1 - \xi) * \frac{1}{B I} + \xi * \frac{1}{B I I}\right) =$$

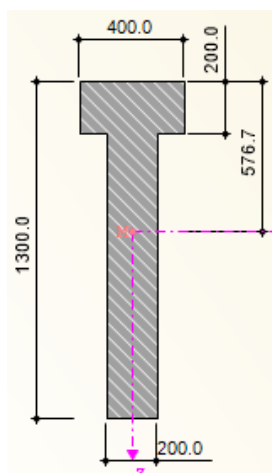
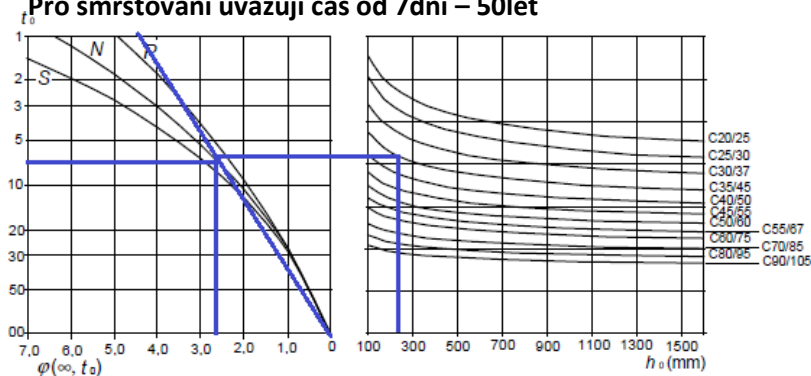
$$\left(\frac{1}{r}\right)_{g,lt} = 1,0044 * \left((1 - 0,954) * \frac{1}{776,28} + 0,954 * \frac{1}{588,56}\right) = 0,0016868$$

Průhyb od kvazistálého zatížení:

$$f_{g,lt} = \frac{5}{48} * \left(\frac{1}{r}\right)_{g,lt} l^2 = \frac{5}{48} * 0,0016868 * 15,15^2 = 0,04 \text{ m}$$

#### 5.7.4 Průhyb od smršťování

Pro smršťování uvažuji čas od 7dní – 50let



$$\varphi(t, t_i) = 2,7$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_i)} = \frac{34,08}{3,7} = 9,22 \text{ GPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{9,22} = 21,69$$

Ideální průřez bez trhlin:

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_c + \alpha_e * A_s = 0,3 + 21,69 * 58,52 * 10^{-4} = 0,4269 \text{ m}^2$$

Moment setrvačnosti průřezu:

$$I_c = 0,0472 \text{ m}^4$$

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od okraje:

$$a_{gi} = \frac{A_c * c_g + \alpha_e * (A_s * d)}{A_i} = \frac{0,3 * 0,577 + 21,69 * (58,52 * 10^{-4} * 1,122)}{0,4269} = 0,7391 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = I_c + A_c (a_{gi} - c_g)^2 + \alpha_e [A_s 1 (d - a_{gi})^2 + A_s 2 (a_{gi} - d)^2]$$

$$I_i = 0,0472 + 0,3 * (0,705 - 0,577)^2 + 21,69 * [58,52 * 10^{-4} * (1,122 - 0,705)^2] =$$

$$= 0,07419 \text{ m}^4$$

Ideální průřez porušený trhlinou:

$$x = - \frac{(b - b_w) * h_s + \alpha_e * A_s}{b_w} + \sqrt{\frac{[(b - b_w) * h_s + \alpha_e * A_s]^2 + 2 * b_w * [(b - b_w) * \frac{h_s^2}{2} + \alpha_e * A_s * d]}{b_w}}$$

$$x = - \frac{(0,4 - 0,2) * 0,2 + 21,69 * 58,52 * 10^{-4}}{0,2} + \sqrt{\frac{[(0,4 - 0,2) * 0,2 + 21,69 * 58,52 * 10^{-4}]^2 + 2 * 0,2 * [(0,4 - 0,2) * \frac{0,2^2}{2} + 21,69 * 58,52 * 10^{-4} * 1,122]}{0,2}}$$

$$x = 0,6353 \text{ m}$$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu porušeného trhlinou:

$$I_i = \frac{1}{12} * (b - b_w) * h_s^3 + (b - b_w) * h_s * \left(x - \frac{h_s}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} * b_w * x^3 + A_s * \alpha_e * (d - x)^2$$

$$I_i = \frac{1}{12} * (0,4 - 0,2) * 0,2^3 + (0,4 - 0,2) * 0,2 * \left(0,6353 - \frac{0,2}{2}\right)^2 + \frac{1}{3} * 0,2 * 0,6353^3 + 58,52 * 10^{-4} * 21,69 * (1,122 - 0,6353)^2 = 0,05876 \text{ m}^4$$

$$S_I = A_s * (d - a_{gi}) = 58,52 * 10^{-4} * (1,122 - 0,7391) = 22,41 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$S_{II} = A_s * (d - x) = 58,52 * 10^{-4} * (1,122 - 0,6353) = 28,48 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\frac{s}{l} = (1 - \xi) * \frac{S_I}{I_I} + \xi * \frac{S_{II}}{I_{II}} = (1 - 0,954) * \frac{22,41 * 10^{-4}}{0,07419} + 0,954 * \frac{28,48 * 10^{-4}}{0,05876} = 0,03788$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,00046$$

$$h_0 = 0,168 \text{ m}$$

$$k_h = 0,898$$

Celkové poměrné smršťování vysycháním:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} = 4,1267 \cdot 10^{-4} + 6,25 \cdot 10^{-5} = 0,000475$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, ts) * k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0,999 * 0,898 * 0,00046 = 4,1267 \cdot 10^{-4}$$

$$\beta_{ds}(t, ts) = \frac{(t-ts)}{(t-ts)+0,04\sqrt{h_0^3}} = \frac{18250-7}{(18250-7)+0,04\sqrt{0,168^3}} = 0,999$$

Poměrné autogenní smršťování

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) * \varepsilon_{ca}(\infty) = 1 * 6,25 \cdot 10^{-5} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2,5 * (35 - 10) * 10^{-6} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2t^{0,5}) = 1 - \exp(-0,2 * 18250^{0,5}) = 1$$

Křivost od smršťování:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{cs} = -\varepsilon_{cs} * a_e * \frac{S}{I} = -0,000475 * 21,69 * 0,03788 = 3,903 \cdot 10^{-4}$$

Průhyb od smršťování:

$$y_{sh} = \frac{5}{48} * \left(\frac{1}{r}\right)_{cs} l^2 = \frac{5}{48} * 3,903 \cdot 10^{-4} * 15,15^2 = 0,00933 \text{ m}$$

Celkový průhyb:

$$y_2 = y_1 + y_{sh} = 0,04 + 0,00933 = 0,04933 \text{ m}$$

Limitní průhyb:

$$y = \frac{l}{250} = \frac{15,15}{250} = 0,0606 \text{ m}$$

**VYHOVÍ**

Posouzení trhlín:

$$h_{c,eff} = \min\left(2,5 * (h - d); \frac{h-x}{3}; \frac{h}{2}\right) = \min\left(2,5 * (1,3 - 1,122); \frac{1,3-0,44725}{3}; \frac{1,3}{2}\right)$$

$$h_{c,eff} = \min(0,445; 0,284; 0,65) = 0,284 \text{ m}$$

$$A_{c,eff} = 0,284 * 0,2 = 0,0568 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{58,52 \cdot 10^{-4}}{0,0568} = 0,103$$

$$S_{r,max} = k_3 * c + k_1 * k_2 * k_4 * \phi_{eq} / \rho_{eff} = 3,4 * 0,033 + \frac{0,8 * 0,5 * 0,425 * 0,02403}{0,0456} = 0,2018 \text{ m}$$

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 * \phi_1^2 + n_2 * \phi_2^2}{n_1 * \phi_1 + n_2 * \phi_2} = \frac{3 * 20^2 + 10 * 25^2}{3 * 20 + 10 * 25} = 24,03 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{f_{yd} - k_t * \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + a_e * \rho_{eff})}{E_s} \geq 0,6 * \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{434,78 * 10^6 - 0,4 * \frac{3,2}{0,103} (1 + 21,69 * 0,103)}{210 * 10^9} \geq 0,6 * \frac{434,78 * 10^6}{210 * 10^9}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 2,07 * 10^{-3} \geq 1,242 * 10^{-3}$$

$$w_k = S_{r,max} * (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,2018 * 2,07 * 10^{-3} = 0,417 \text{ mm}$$

$$w_{max} \text{ pro XC1} = 0,4 \geq 0,417 \text{ mm}$$

**VYHOVÍ**

Pro třídu XC1 může být povolena šířka trhliny zvětšena. Ve výpočtu neuvažují s konstrukční výztuž, která mně výslednou šířku trhliny zmenší.

## Mat. charakteristiky

### Beton 35/45

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

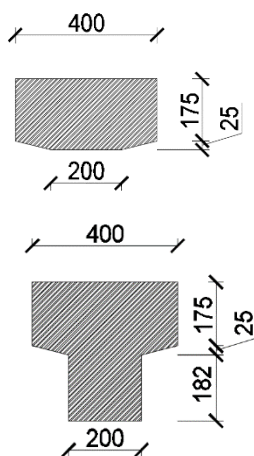
$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$4 \text{ } \varnothing 20 + 1 \text{ } \varnothing 16$$

Cement pevnostní třída N  
 $s = 0,25$



## 5.8 Průvlak ve výrobě, skladování, přeprava:

### 5.8.1 Vytažení z formy:

- vlastní tíha prvku (11005 kg)

$$F_k = 110,05 \text{ kN}$$

- Adhezivní síla:

$$F_{adh,k} = V_{adh,k} \cdot S_{forma} = 2 \cdot 3,22 = 6,44 \text{ kN}$$

$$S_{forma} = 0,2 \cdot 14,7 + (0,35 \cdot 0,4) \cdot 2 = 3,22 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 1,3 \cdot \gamma_G (F_k + F_{adh,k}) = 1,3 \cdot 1,35 \cdot (110,5 + 6,44) = 205,23 \text{ kN}$$

$$q = F_1/h = 205,23/15,4 = 13,33 \text{ kN/m}$$

- Pevnost betonu:

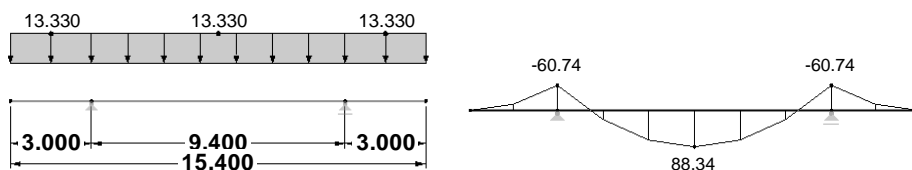
$$f_{cm(70)} = f_{cm} \cdot 0,7 = 43 \cdot 0,7 = 30,156 \text{ MPa}$$

$$\beta_{cc(t)} = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = \exp \left\{ 0,25 \left[ 1 - \left( \frac{28}{7} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = 0,779$$

$$f_{cm(t)} = f_{cm} \cdot \beta_{cc(t)} = 43 \cdot 0,779 = 33,497 \text{ MPa}$$

$$f_{cm(t)} > f_{cm(70)}$$

Minimální pevnost betonu při vytahování prefabrikátu z bednění musí být 70%.  
Za normálních podmínek se může betonový prvek vytáhnout z bednění po 7 dnech.



Počítám s pevností betonu po 7 dnech, může být však uvažována hodnota 70% pevnosti betonu.

V poli:

$$A_{cc} = \frac{f_{yd} \cdot A_{st}}{f_{cd}} = \frac{434,78 \cdot 10^6 \cdot 58,52 \cdot 10^{-4}}{23,33 \cdot 10^6} = 0,1139 \text{ m}^2$$

$$\frac{0,1139}{0,4} = 0,2849 \text{ m} \rightarrow \text{tlačená oblast zasahuje do stojiny}$$

$$A_{cc1} = 0,0775 \text{ m}^2$$

$$A_{cc} - A_{cc1} = 0,0364 \text{ m}^2$$

Výška tlačené části ve stojině:

$$\frac{0,0364}{0,2} = 0,182 \text{ m}$$

Těžiště tlačené betonu od horního okraje průřezu:

$$a_{cc} = 159,03 \text{ mm}$$

$$\lambda x = 175 + 25 + 182 = 382 \text{ mm}$$

$$x = \frac{\lambda x}{0,8} = \frac{382}{0,8} = 477,5 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = f_{yd} * A_{st} * (d - a_{cc}) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 58,52 * 10^{-4} * (1,122 - 0,15903) = 2450,166 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} \geq M_{ed} \rightarrow 2450,166 \geq 88,36 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

V podpoře: (počítám s rozdělovací výztuží 4 Ø 10)

$$x = \frac{A_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * f_{cd}} = \frac{3,14 * 10^{-4} * 434,78 * 10^6}{0,2 * 0,8 * \frac{33,497}{1,5} * 10^6} = 0,038m$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} * A_s * \left(d - \frac{\lambda * x}{2}\right) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 3,14 * 10^{-4} * (1,122 - 0,4 * 0,038) = 151,10 \text{ kNm}$$

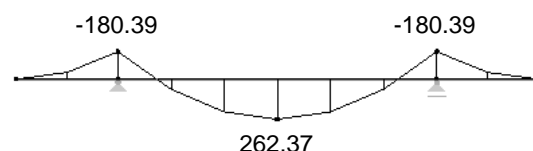
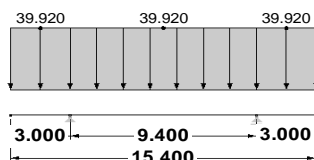
$$151,10 > 60,74 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

### 5.8.2 Přeprava

$$F_2 = 1,8 * \gamma_{man} * \gamma_g * F_k = 1,8 * 1,35 * 1 * 205,23 = 498,71 \text{ kN}$$

$$q = F_2/h = 193,72/15,03 = 32,92 \text{ kN/m}$$



V poli:

$$M_{rd} \geq M_{ed} \rightarrow 2450,166 \geq 262,37 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

V podpoře : (počítám s rozdělovací výztuží 6 Ø 10)

$$x = \frac{A_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * f_{cd}} = \frac{4,71 * 10^{-4} * 434,78 * 10^6}{0,2 * 0,8 * \frac{43}{1,5} * 10^6} = 0,0446m$$

$$d_1 = 75,79 \text{ mm}; d = 1300 - 75,79 = 1224,21 \text{ mm}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} * A_{s1} * \left(d - \frac{\lambda * x}{2}\right) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 4,71 * 10^{-4} * (1,2242 - 0,4 * 0,0446) = 247 \text{ kNm}$$

$$247 > 180,39 \text{ kNm}$$

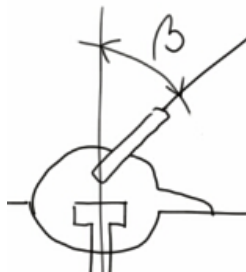
VYHOVÍ

### 5.8.3 Montážní úchyty

$$N_{ed} = \frac{F_1}{n * \cos \beta} = \frac{205,23}{2 * \cos 30} = 118,49 \text{ kN}$$

Návrhuji úchyt PFEIFER DR 05.180.150.h.2 (DR 15.0 – h=400mm)

$$\beta = 30^\circ$$



### 5.9 Uložení na elastomerová ložiska:

Kombinace:

**Max V:**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\Sigma(ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5 \\ \Sigma(177,78 + 43,51) * 1,35 * 0,85 + 28,39 * 0,9 * 1,5 + 75,74 * 1,5 + 11,6 * 0,6 * 1,5 = 416,31 \text{ kN}$$

ESZ typ C-20-E (t=10mm) –2\* (150x100) (2\*(F=300Kn))

**VYHOVÍ**

### 5.10 Posouzení montážních trnů:

Kombinace:

**Max N – vítr ze ZS12:**

$$26,09 * 1,5 = 39,135 \text{ kN}$$

**Fv = 39,135 Kn**

Zálivková malta Pagel – pevnost v tlaku 60 MPa

Návrh 1 trn o průměru 14mm.

Maximální smyková únosnost výztuže:

$$F_{VR} = \alpha * \phi^2 * \sqrt{f_{cd} * f_{yd}} = 1 * 2 * 0,014^2 * \sqrt{40 * 10^6 * 434,78 * 10^6} = 51,69 \text{ kN}$$

**VYHOVÍ**

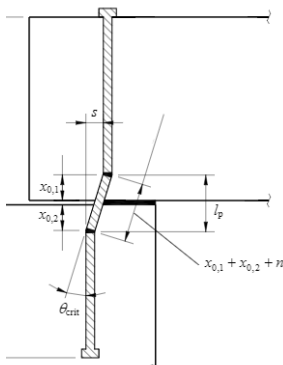
$$x_0 = \frac{F_V}{3 * \alpha_0^2 * f_{cd} * \phi} = \frac{51,69 * 10^3}{3 * 1^2 * 23,33 * 10^6 * 0,028} = 0,0263 \text{ m}$$

$$\theta_{crit} = k_r * \frac{\epsilon_{yd}}{2 * \phi} = 1,75 * \frac{2,17}{0,028} = 0,136 \text{ rad}$$

$$s_{max} = \theta_{crit} * (2x_0 + t_{ložisko}) = 0,136 * (2 * 0,02 + 0,010) = 6,8 \text{ mm}$$

Zakotvují na lb,min = 150mm.

Podrobně viz. vaznice.





## 6. Statický výpočet sloupu S6:

### 6.1 Vnitřní síly ze zatěžovacích stavů:

Sloup		N	My	Mz
		kN	kNm	kNm
STÁLÉ	ZS1	-457,04	1,22	2,51
	ZS2	-110,54	0,25	-0,76
UŽITNÉ	ZS3	-72,08	0,18	0,48
	ZS4	-0,01	-0,17	-2,04
SNÍH	ZS5	-192,15	0,54	0,67
VÍTR	ZS6	-28,49	-2,56	16,37
	ZS7	28,96	-3,13	17,03
	ZS8	-21,4	40,39	5,07
	ZS9	32,83	40,3	4,66
	ZS10	-17,97	-3,14	-16,4
	ZS11	34,46	-3,24	-17,73
	ZS12	37,23	-44,28	4,61
	ZS13	-13,62	-44,17	5,01

### 6.2 Kombinace zatížení

#### 6.10a

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

#### 6.10b

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

Nepříznivé - příznivé

$$\gamma_G = 1,35 - 1$$

$$\gamma_Q = 1,5 - 0$$

$$\xi = 0,85$$

Hodnoty součinitelů  $\psi$

Sníh  $\psi_0 = 0,5$

Vítr  $\psi_0 = 0,6$

Užitné podlaha

$\psi_0 = 0,7$

Užitné tech. Podvěsy

$\psi_0 = 0,9$

KOMBINACE PRO SMĚR PŘÍČNÝ (MY)

**Min M odpovídající N**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1 * 0,85 + ZS4 * 0,7 * 1,5 + ZS5 * 0 + ZS12 * 1,5$$

$$My = (1,22 + 0,25) * 0,85 - 0,18 * 0,7 * 1,5 - 44,28 * 1,5 = -65,35 \text{ kNm}$$

$$N = -((457,04 + 110,54) * 0,85 + 0,01 * 0,7 * 1,5 + 37,23 * 1,5) = -401,1 \text{ kN}$$

**Max M odpovídající N**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS4 * 0 + ZS5 * 1,5 * 0,5 + ZS8 * 1,5$$

$$My = (1,22 + 0,25) * 0,85 * 1,35 + 0,18 * 0,9 * 1,5 + 0,54 * 0,5 * 1,5 + 40,39 * 1,5 = 62,92 \text{ kNm}$$

$$N = -((457,04 + 110,54) * 0,85 * 1,35 + 72,08 * 0,9 * 1,5 + 192,15 * 1,5 * 0,5 + 21,4 * 1,5) = -890,39 \text{ kN}$$

**Max N odpovídající M**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1 * 0,85 + ZS3 * 0 + ZS4 * 0 + ZS5 * 0 + ZS12 * 1,5$$

$$My = (1,22 + 0,25) * 1 * 0,85 - 44,28 * 1,5 = -65,17 \text{ kNm}$$

$$N = (-457,04 - 110,54) * 1 * 0,85 + 37,23 * 1,5 = -401,1 \text{ kN}$$

**Min N odpovídající M**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\sum (ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS4 * 0,7 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$N = -((457,04 + 110,54) * 0,85 * 1,35 + 72,08 * 0,9 * 1,5 + 0,01 * 0,7 * 1,5 + 192,15 * 1,5 + 28,49 * 0,6 * 1,5) = -1028,06 \text{ kN}$$

$$My = (1,22 + 0,25) * 0,85 * 1,35 + 0,18 * 0,9 * 1,5 - 0,17 * 0,7 * 1,5 + 0,54 * 1,5 - 2,56 * 0,6 * 1,5 = 0,26 \text{ kN}$$

### Mat. charakteristiky

#### Beton 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

#### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$A_s = 18,84 \text{E-04 m}^2$$

### KOMBINACE PRO SMĚR PODÉLNÝ SMĚR (MZ)

#### Min M odpovídající N

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\Sigma(ZS1 + ZS2) * 1 * 0,85 + ZS3 * 0 + ZS4 * 0,7 * 1,5 + ZS5 * 0 + ZS11 * 1,5 = -27,5 \text{ kNm}$$

#### Max M odpovídající N

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\Sigma(ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS4 * 0 + ZS5 * 1,5 * 0,5 + ZS7 * 1,5 = 28,91 \text{ kNm}$$

### 6.3 Posouzení sloupu v příčném směru– S6

#### Výsledné kombinace v příčném směru (My):

Sloup S		
min M	-65,35	kNm
N	-401,11	kN
max M	62,92	kNm
N	-890,39	kN
min N	-1028,06	kN
M	0,26	kNm
max N	-401,10	kN
M	-65,17	kNm

#### 6.3.1 8 Ø 20 M<sub>oED</sub> – teorie prvního řádu

Kritická délka

$$l_0 = l * 1,5 = 7,245 * 1,5 = 10,868 \text{ m}$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{10,868}{400} = 27,17 \text{ mm}$$

M<sub>oED</sub> – teorie prvního řádu – od zatížení bez deformace, vč. imperfekcí

$$M_{oED} = N_{Ed} * \left( \frac{M_{ED}}{N_{ED}} + \frac{e_i}{1000} \right)$$

$$M_{oED,1} = 401,11 * \left( \frac{65,35}{401,11} + \frac{27,17}{1000} \right) = 76,25 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,2} = 890,39 * \left( \frac{62,92}{890,39} + \frac{27,17}{1000} \right) = 87,11 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,3} = 1028,06 * \left( \frac{0,26}{1028,06} + \frac{27,17}{1000} \right) = 28,19 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,4} = 401,1 * \left( \frac{65,17}{401,1} + \frac{27,17}{1000} \right) = 78,07 \text{ kNm}$$

#### 6.3.2 M2 – teorie druhého řádu

- Podmínky rovnováhy na deformované konstrukci

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c * f_{cd}}$$

$$n_1 = \frac{401,11}{0,16 * 20} = 0,125$$

$$n_2 = \frac{890,39}{0,16 * 20} = 0,278$$

$$n_3 = \frac{1028,06}{0,16 * 20} = 0,321$$

$$n_4 = \frac{401,1}{0,16 * 20} = 0,125$$

Součinitel:

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,23$$

$n_{bal} = 0,4$

$$\omega = \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{12,57E-04 \cdot 434,78}{0,16 \cdot 20} = 0,256$$

$$C = 0,7$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}}$$

$$\lambda_{lim,1} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,23 \cdot 0,7}{\sqrt{0,125}} = 34,036$$

$$\lambda_{lim,2} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,23 \cdot 0,7}{\sqrt{0,278}} = 22,844$$

$$\lambda_{lim,3} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,23 \cdot 0,7}{0,321} = 21,260$$

$$\lambda_{lim,4} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,23 \cdot 0,7}{0,125} = 34,036$$

$$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,4}{\sqrt{12}} = 0,116$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{10,868}{0,116} = 94,12$$

$$\lambda \leq \lambda_{lim} \quad \text{Musíme uvažovat s účinky druhého řádu.}$$

$$M_2 = N_{ed} \cdot e_i$$

Metoda založená na jmenovité křivosti:

$$n_u = 1 + \frac{A_{st} \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = 1 + \frac{18,84 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,16 \cdot 20 \cdot 10^6} = 1,256$$

$$\text{Součinitel } k_r = 1$$

$$K_r = \frac{n_u - n_i}{n_u - n_{bal}} \leq 1$$

$$\text{Součinitel zohledňující vliv dotvarování: } k_\varphi = 1 + \beta \varphi_{ef} \geq 1$$

$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{30}{200} - \frac{94,12}{150} = -0,1275 \rightarrow k_\varphi = 1$$

excentricita  $e_2$ :

$$e_2 = 0,1 \cdot \frac{K_r \cdot K_\varphi \cdot f_{yd} \cdot l_0^2}{0,45 \cdot d \cdot E_s}$$

$$e_2 = 0,1 \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 434,78 \cdot 10,868^2}{0,45 \cdot 0,357 \cdot 200000} = 0,16m$$

$$M_{2,1} = N_{ed} \cdot e_i = 401,11 \cdot 0,1599 = 64,137 \text{ kNm}$$

$$M_{2,2} = 890,63 \cdot 0,1599 = 142,41 \text{ kNm}$$

$$M_{2,3} = 1028,06 \cdot 0,1599 = 164,39 \text{ kNm}$$

$$M_{2,4} = 401,1 \cdot 0,1599 = 64,14 \text{ kNm}$$

**Dimenzační moment:**

$$M_{ed} = M_{0ED} + M_2$$

$$M_{ed,1} = 76,25 + 64,137 = 140,4 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,2} = 87,11 + 142,41 = 229,4 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,3} = 28,19 + 164,39 = 192,5 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,4} = 76,07 + 64,14 = 140,2 \text{ kNm}$$

$$A_{st} = 18,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s1} = 9,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s2} = 9,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$b = 0,4 \text{ m}$$

### 6.3.3 Posouzení průřezu v příčném směru:

Navrženo 8 Ø 20; třmínky Ø 8

Min krytí pro výztuž:

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm (XC1, S4)}$$

$$c_{min,st} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm}) = \max(10, 15, 10 \text{ mm}) = 15 \text{ mm}$$

$$c_{min,sl} = \max(20; 15; 10) = 20 \text{ mm}$$

$$c_{nom,st} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom,sl} = c_{nom,st} + \varnothing_{st} = 25 + 8 = 33 \text{ mm}$$

$$d_1 = 0,043 \text{ m}$$

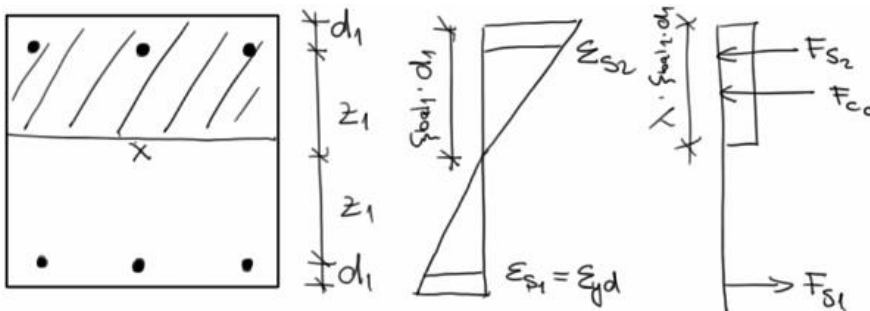
$$d = 0,4 - 0,043 = 0,357 \text{ m}$$

$$z_1 = 0,5 \cdot h - d_1 = 0,5 \cdot 0,4 - 0,043 = 0,157 \text{ m}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,17} = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 - 2,17} = 2,639$$

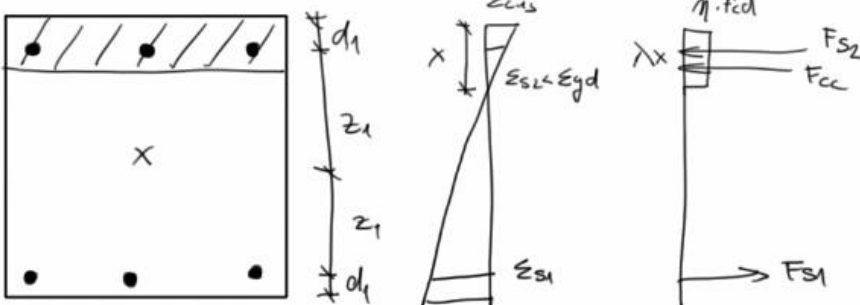
#### Bod 2



$$N_{Rd,bal} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Delta F_s) = - (0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,357 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3) = 1409,4 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot \frac{(h - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d)}{2} + F_{s1} \cdot z_1 + F_{s2} \cdot z_2 = 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,357 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,4 - 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,357}{2} + (0,157 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 9,42 \cdot 10^{-4}) \cdot 2 = 286,33 \text{ kNm}$$

#### Bod 3



$$N_{Rd} = 0$$

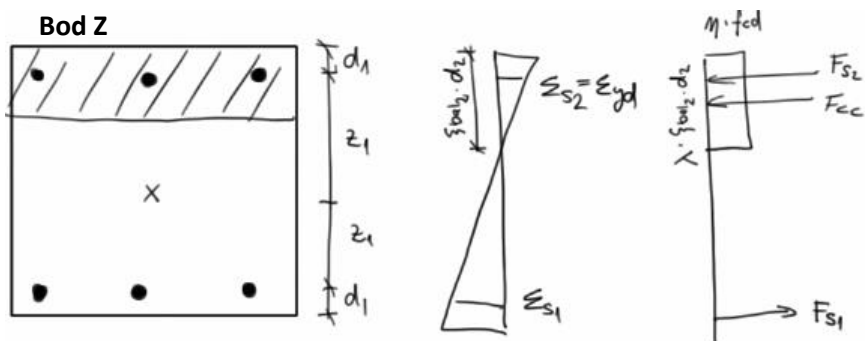
$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{9,42 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,4 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,064 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) =$$

$$= 434,78 \cdot 10^6 \cdot 9,42 \cdot 10^{-4} \cdot (0,357 - 0,4 \cdot 0,064) = 135,73 \text{ kNm}$$

$$\varepsilon_{S2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (x - d1) = \frac{3,5}{0,064} \cdot (0,064 - 0,043) = 1,15 \text{ ‰} < 2,174 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{S1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,064} \cdot (0,357 - 0,064) = 16,02 \text{ ‰} > 2,174 \text{ ‰}$$



$$N_{Rd,z} = -(\lambda \cdot \xi_{bal,z} \cdot d1 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Delta F_s) =$$

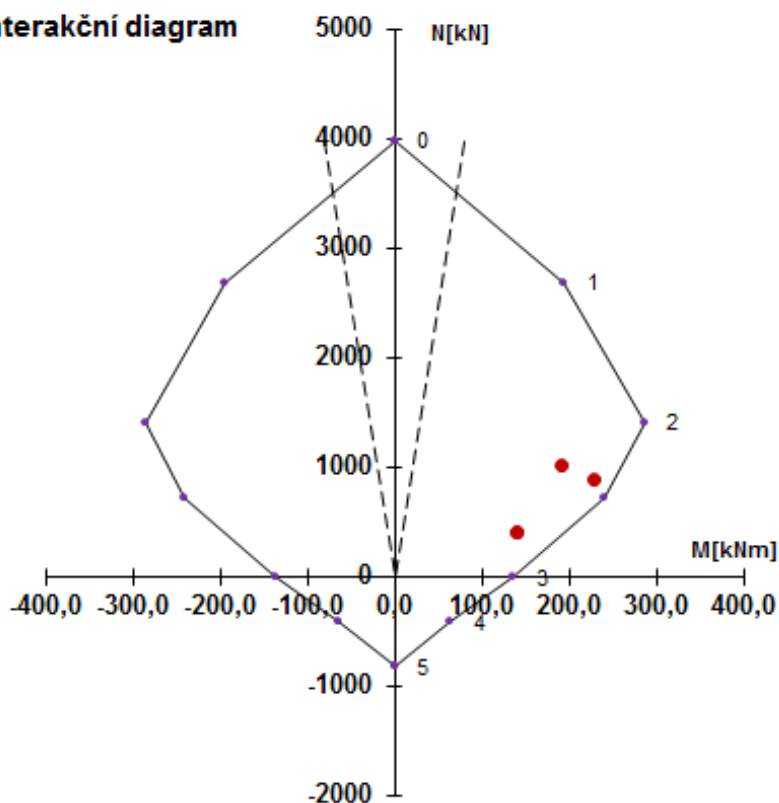
$$-(0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,043 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3) = 726,35 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,bal} = \lambda \cdot \xi_{bal,z} \cdot d1 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot \frac{(h - \lambda \cdot \xi_{bal,z} \cdot d1)}{2} + F_{S1} \cdot z1 + F_{S2} \cdot z2 =$$

$$= 0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,043 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,4 - 0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,043}{2} + (0,157 \cdot 434,78 \cdot 10^6 \cdot 9,42 \cdot 10^{-4}) \cdot 2 =$$

$$M_{Rd,bal} = 240,9 \text{ kNm}$$

**Interakční diagram**



### Mat. charakteristiky

#### Beton 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{c3} = 1,75$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

#### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$8 \text{ } \varnothing 20$$

$$A_s = 18,84 \text{E-04 m}^2$$

### 6.4 Posouzení sloupu – S6

#### Výsledné kombinace v podélném směru:

Sloup S		
min M	-27,25	kNm
N	-405,26	kN
max M	28,91	kNm
N	-814,85	kN
min N	-1028,06	kN
M	16,38	kNm
max N	-401,10	kN
M	8,40	kNm

#### 6.4.1 M<sub>oED</sub> – teorie prvního řádu

$$l_0 = l * 1,5 = 10,868 \text{ m}$$

$$e_i = \frac{l_0}{400} = \frac{10,868}{400} = 0,0272 \text{ m}$$

M<sub>oED</sub> – teorie prvního řádu – od zatížení bez deformace, vč. imperfekcí

$$M_{oED} = N_{Ed} * \left( \frac{M_{ED}}{N_{ED}} + \frac{e_i}{1000} \right)$$

$$M_{oED,1} = 405,26 * \left( \frac{26,987}{405,26} + \frac{27,2}{1000} \right) = 38,26 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,2} = 814,85 * \left( \frac{29,27}{814,85} + \frac{27,2}{1000} \right) = 51,05 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,3} = 1028,06 * \left( \frac{16,73}{1028,06} + \frac{27,2}{1000} \right) = 44,31 \text{ kNm}$$

$$M_{oED,4} = 401,1 * \left( \frac{8,67}{401,1} + \frac{27,2}{1000} \right) = 19,3 \text{ kNm}$$

#### 6.4.2 M<sub>2</sub> – teorie druhého řádu

- Podmínky rovnováhy na deformované konstrukci

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c * f_{cd}}$$

$$n_1 = \frac{4405,26}{0,16 * 20} = 0,127$$

$$n_2 = \frac{814,85}{0,16 * 20} = 0,255$$

$$n_3 = \frac{1028,06}{0,16 * 20} = 0,321$$

$$n_4 = \frac{401,1}{0,16 * 20} = 0,125$$

$$A = 0,7$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = 1,16$$

$$\omega = \frac{A_s * f_{yd}}{A_c * f_{cd}} = \frac{18,84 \text{E-04} * 434,78}{0,16 * 20} = 0,256$$

$$C = 0,7$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}}$$

$$\lambda_{lim,1} = \frac{20 * 0,7 * 1,23 * 0,7}{\sqrt{0,127}} = 33,861$$

$$\lambda_{lim,2} = \frac{20 * 0,7 * 1,23 * 0,7}{\sqrt{0,255}} = 23,88$$

$$n_{bal} = 0,4$$

$$\lambda_{lim,3} = \frac{20 * 0,7 * 1,23 * 0,7}{0,321} = 21,26$$

$$\lambda_{lim,4} = \frac{20 * 0,7 * 1,23 * 0,7}{0,125} = 34,036$$

$$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,4}{\sqrt{12}} = 0,116$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = 94,12$$

$$\lambda \leq \lambda_{lim} \quad \text{Musíme uvažovat s účinky druhého řádu}$$

$$M_2 = Ned * ei$$

Metoda založená na jmenovité křivosti:

$$n_u = 1 + \frac{A_{st} * f_{yd}}{A_c * f_{cd}} = 1 + \frac{18,84 * 10^{-4} - 434,78 * 10^6}{0,16 - 20 * 10^6} = 1,26$$

$$\text{Součinitel } k_r = 1$$

$$K_r = \frac{n_u - n_i}{n_u - n_{bal}} \leq 1$$

$$\text{Součinitel zohledňující vliv dotvarování: } k_\varphi = 1 + \beta \varphi_{ef} \geq 1$$

$$K_\varphi = 1$$

excentricita  $e_2$ :

$$e_2 = 0,1 * \frac{K_r * K_\varphi * f_{yd} * l_0^2}{0,45 * d * E_s}$$

$$e_2 = 0,1 * \frac{1 * 1 * 434,78 * 10,868^2}{0,45 * 0,367 * 200000} = 0,1598 \text{ m}$$

$$M_{2,1} = Ned * ei = 405,26 * 0,1598 = 64,76 \text{ kNm}$$

$$M_{2,2} = 814,85 * 0,1598 = 130,21 \text{ kNm}$$

$$M_{2,3} = 1028,06 * 0,1598 = 164,28 \text{ kNm}$$

$$M_{2,4} = 401,1 * 0,1598 = 64,096 \text{ kNm}$$

**Dimenzační moment:**

$$M_{ed} = M_{0ED} + M_2$$

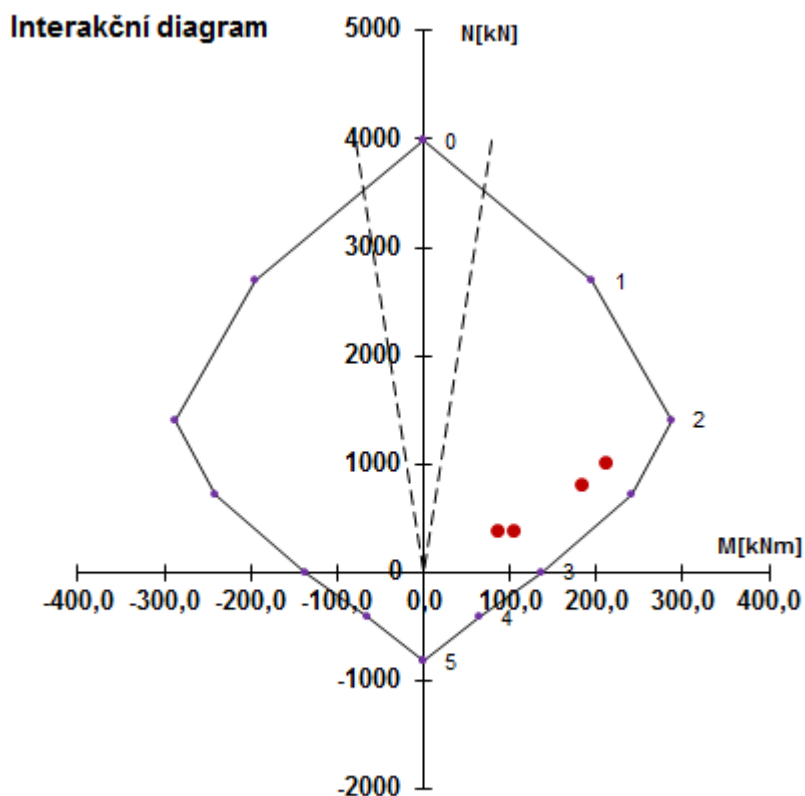
$$M_{ed,1} = 103 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,2} = 181,3 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,3} = 208,6 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,4} = 83,4 \text{ kNm}$$

#### 6.4.3 Posouzení průřezu v podélném směru:



#### 6.5 Ověření konstrukčních zásad:

$$A_{s,min} = (0,1 \cdot N_{ed}) / f_{yd} = (0,1 \cdot 1137E03) / 434,78E06 = 2,615E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 0,16 = 3,2E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = 3,2E-04 \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} \leq 0,04 \cdot A_c = 6,4E-03 \text{ m}^2$$

$$3,2E-04 \text{ m}^2 \leq 18,84E-04 \text{ m}^2 \leq 6,4E-03 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVÍ}$$

Třmínky:

$$S_s \leq (15 \cdot \varnothing_{max}; \min(b, h); 300) = (300; 400; 300) = 300 \text{ mm}$$

Zhuštění v místě styku:

$$0,6 \cdot S_s = 180 \text{ mm}$$

2 Ø 8

$$A_{st} = 1,01E-04 \text{ m}^2$$



## 6.6 Návrh vyztužení konzoly na sloupu:

### 6.6.1 Kombinace vnitřních sil:

Posouvající sílu ve svislém směru uvažují kombinaci vnitřních sil z 3D modelu.

Posouvající sílu ve směru vodorovném uvažují maximální účinky větru.

**Max V:**

Rozhodující kombinace 6.10b

$$\Sigma(ZS1 + ZS2) * 1,35 * 0,85 + ZS3 * 0,9 * 1,5 + ZS5 * 1,5 + ZS6 * 0,6 * 1,5$$

$$\Sigma(177,78 + 43,51) * 1,35 * 0,85 + 28,39 * 0,9 * 1,5 + 75,74 * 1,5 + 11,6 * 0,6 * 1,5 = 416,31 \text{ kN}$$

**Odp N:**

$$7,63 * 0,6 * 1,5 = 6,87 \text{ kN}$$

**Max N – vítr ze ZS12:**

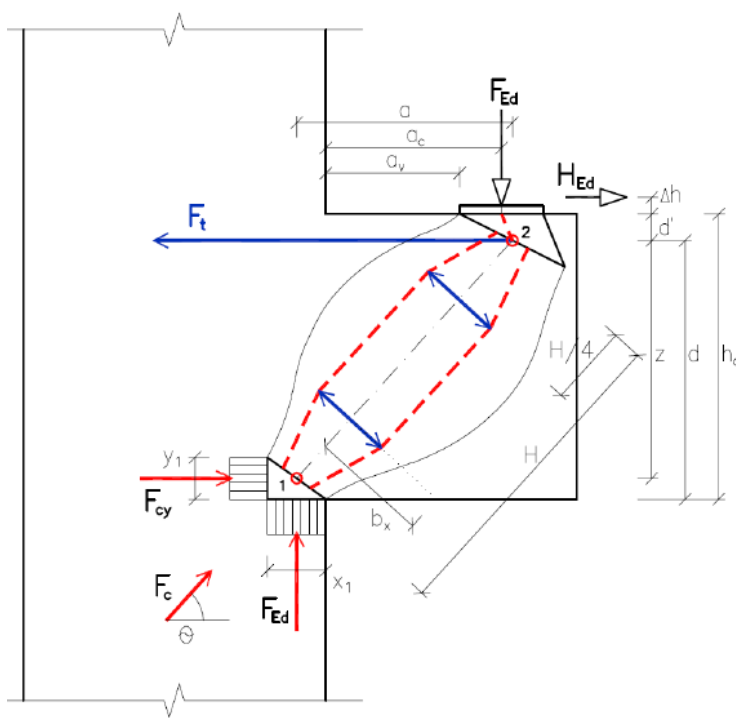
$26,09 * 1,5 = 39,135 \text{ kN}$  – minimální doporučená hodnota vodorovné síly je

$$0,2F_{ed} = 0,2 * 416,3 = 83,26 \text{ kN}$$

### 6.6.2 Model krátké konzoly

$F_{ed} = 416,31 \text{ kN}$ ;  $H_{ed} = 83,26 \text{ kN}$

$$av = 100 \leq 0,5d = 0,5 * 357 = 178,5 \text{ mm}$$



### Mat. charakteristiky

#### Beton 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk, 0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

#### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

Délka konzoly: 250mm

Výška konzoly: 400 mm

El. Ložisko: 150mm

$av=100\text{mm}$

$ac=175\text{mm}$

$$\nu = 1 - f_{ck} / 250 = 1 - 30/250 = 0,88$$

$$\text{Uzel typu C-C-C } k_1 = 1,0, \sigma_{Rd,max} = 1 * 0,88 * 23,33 = 20,53 \text{ MPa}$$

$$\text{Uzel typu C-C-T } k_2 = 0,85, \sigma_{Rd,max} = 0,85 * 0,88 * 23,33 = 17,451 \text{ MPa}$$

$$d_1 = c_{nom,st} + \phi_{10} + \frac{\phi_{20}}{2} = 25 + 10 + 9 = 45 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 400 - 45 = 355 \text{ mm}$$

### Šířka tlačené oblasti

$$x_1 = \frac{F_{Ed}}{\sigma_{Rd,max} * b} = \frac{416,31 * 10^3}{22,33 * 400} = 46,6 \text{ mm}$$

### Rameno síly $F_{Ed}$ vzhledem ke styčníku 1:

$$\Delta h = 10 \text{ mm}$$

$$a = a_c + 0,5 * x_1 + \frac{H_{Ed}}{F_{Ed}} * (d_1 + \Delta h) = 175 + 0,5 * 46,6 + \frac{83,26}{416,31} * (55 + 10) = 211,3 \text{ mm}$$

### Výška tlačené oblasti $y_1$ :

$$y_1 = d - \sqrt{d^2 - 2 * x_1 * (a + \left(\frac{H_{Ed}}{F_{Ed}}\right) * (d_1 + \Delta h))}$$

$$y_1 = 355 - \sqrt{355^2 - 2 * 46,6 * (211,3 + \frac{83,26}{416,31} * (55 + 10))} = 30,78 \text{ mm}$$

### Rameno vnitřních sil:

$$z = d - 0,5 * y_1 = 355 - 0,5 * 30,78 = 339,61 \text{ mm}$$

### Hlavní tahová síla

$$F_t = F_{Ed} * \frac{a}{z} + H_{Ed} = 416,31 * \frac{213,5}{339,61} + 83,26 = 344,98 \text{ kN}$$

### Hlavní tahová výztuž

$$A_{s,req} = \frac{F_t}{f_{yd}} = 344,98 * 10^3 / 434,78 * 10^6 = 7,94 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navrhují 4 Ø 20mm. -  $A_{s,prov} = 12,57 * 10^{-4} \text{ m}^2$

### Redukovaná svislá síla:

$$\beta = \frac{av}{2d} = \frac{100}{2 * 355} = 0,141 \leq 0,25$$

$$\beta * F_{ED} = 0,25 * 416,31 = 104,078 \text{ kN}$$

### Sklon vzpěry

$$\theta = \text{artg} \frac{h - d_1 - 0,5 * y_1}{a - 0,5 * x_1} = \text{artg} \frac{400 - 45 - 0,5 * 30,78}{211,3 - 0,5 * 46,6} = 61^\circ$$

### Délka vzpěry:

$$H = \sqrt{(h - d_1 - 0,5 * y_1)^2 + (a - 0,5 * x_1)^2} = \sqrt{(400 - 45 - 0,5 * 30,78)^2 + (211,3 - 0,5 * 46,6)^2} = 388,17 \text{ mm}$$

### Šířka vzpěry:

$$a_w = \frac{150}{\sin \theta} = \frac{150}{\sin 61} = 172 \text{ mm}$$

### Síla v betonové vzpěře:

$$F_c = \frac{F_{Ed}}{\sin \theta} = \frac{416,31 * 10^3}{\sin 61} = 475,99 \text{ kN}$$

### Příčný tah betonové vzpěry:

$$2 * F_t = 0,5 * \left(1 - 0,7 * \frac{a_w}{H}\right) * F_c = 0,5 * \left(1 - 0,7 * \frac{172}{388,17}\right) * 475,99 = 164,18 \text{ kN}$$

Svislá složka:  $164,18 \text{ kN} * \cos 61 = 79,6 \text{ kN}$

Vodorovná složka:  $164,18 \text{ kN} * \sin 61 = 143,6 \text{ kN}$

**Svislá výztuž:**

Větší z hodnot: redukovaná svislá síla/ $F_t$  svislá = 104,078 kN

$$A_{s, req} = \frac{F_t}{f_{yd}} = 104,078 \cdot 10^3 / 434,78 \cdot 10^6 = 2,394 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navrhují tři dvoustřížné třmínky  $\varnothing$  10mm. -  $A_{s, prov} = 4,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  – výztuž bude vzdálenosti 0,75 av.

**Vodorovná konstrukční výztuž:**

$$A_{s, req} = \frac{1,2 \cdot F_{t, vodor}}{f_{yd}} = \frac{1,2 \cdot 143,6 \cdot 10^3}{434,78 \cdot 10^6} = 3,963 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Navrhují 4 dvoustřížné třmínky  $\varnothing$  8mm. -  $A_{s, prov} = 5,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

**Kotevní délka pro hlavní tahovou výztuž:**

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s, req}}{A_{s, prov}} \cdot f_{yd} = \frac{7,94 \cdot 10^{-4}}{12,52 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,78 = 275,73 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \frac{f_{ctk, 0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,33 = 3$$

$$l_{b, reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{275,73}{3} = 460 \text{ mm}$$

$$l_{b, sup} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 459,55 = 460 \text{ mm}$$

$$l_{b, min} = \max(0,3 \cdot l_{b, reqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 459,55; 10 \cdot 20; 100) = 200 \text{ mm}$$

$$l_{b, sup} \geq l_{b, min}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (25 - 20)}{20} = 1$$

$$c_d = \min\left(\frac{a_{sl}}{2}; c_1; c\right) = \min\left(\frac{30}{2}; 25\right)$$

$$c = 25,0 \text{ mm}$$

**Kotevní délka pro vodorovné třmínky:**

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s, req}}{A_{s, prov}} \cdot f_{yd} = \frac{3,963 \cdot 10^{-4}}{5,05 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,78 = 341,195 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha \cdot \frac{f_{ctk, 0,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{2,0}{1,5} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,33 = 3$$

$$l_{b, reqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \cdot \frac{341,195}{3} = 230 \text{ mm}$$

$$l_{b, sup} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, reqd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 230 = 230 \text{ mm}$$

$$l_{b, min} = \max(0,3 \cdot l_{b, reqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 230; 10 \cdot 20; 100) = 200 \text{ mm}$$

$$l_{b, sup} \geq l_{b, min}$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \phi)}{\phi} = 1 - \frac{0,15 \cdot (25 - 20)}{20} = 1$$

$$c_d = \min\left(\frac{a_{sl}}{2}; c_1; c\right) = \min\left(\frac{30}{2}; 25\right)$$

$$c = 25,0 \text{ mm}$$

### Mat. charakteristiky

#### Beton 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 1,75$$

$$\epsilon_{cu3} = 3,5$$

$$n = 2$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$\lambda = 0,8$$

#### Vyztuž B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\epsilon_{yd} = 2,17 \text{ ‰}$$

$$4 \varnothing 20$$

$$A_s = 12,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Cement pevnostní třída N}$$

$$S = 0,25$$

### 6.7 Sloup ve výrobě, skladování, přeprava

Podrobně popsany postup výpočtu viz. vaznice.

#### 6.7.1 Vytažení z formy:

- vlastní tíha prvku

$$F_k = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 8,245 \cdot 25 = 32,98 \text{ kN}$$

- Adhezivní síla:

$$F_{adh,k} = V_{adh,k} \cdot S_{forma} = 2 \cdot (0,4 \cdot 8,245) = 6,596 \text{ kN}$$

$$F_1 = 1,3 \cdot \gamma_G (F_k + F_{adh,k}) = 1,3 \cdot 1,35 \cdot (32,98 + 6,596) = 69,46 \text{ kN}$$

$$q = F_1/h = 61,03/8,245 = 8,424 \text{ kN/m}$$

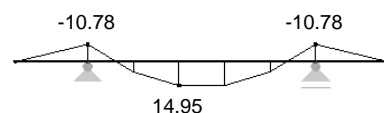
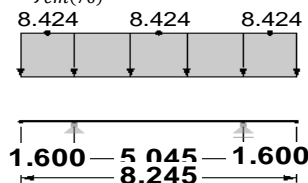
- Pevnost betonu:

$$f_{cm(70)} = f_{cm} \cdot 0,7 = 38 \cdot 0,7 = 26,6 \text{ MPa}$$

$$\beta_{cc(t)} = \exp \left\{ s \left[ 1 - \left( \frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = \exp \left\{ 0,25 \left[ 1 - \left( \frac{28}{7} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} = 0,779$$

$$f_{cm(t)} = f_{cm} \cdot \beta_{cc(t)} = 38 \cdot 0,779 = 29,6 \text{ MPa}$$

$$f_{cm(t)} > f_{cm(70)}$$



$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{9,42 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,4 \cdot 0,8 \cdot \frac{29,6}{1,5} \cdot 10^6} = 0,0649 \text{ m}$$

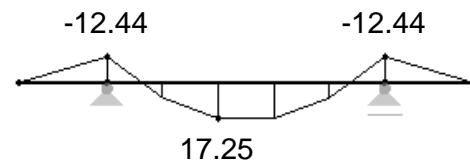
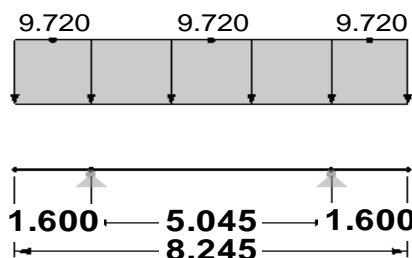
$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) = 434,78 \cdot 10^6 \cdot 9,42 \cdot 10^{-4} \cdot (0,357 - 0,4 \cdot 0,0649) = 135,58 \text{ kNm}$$

$135,58 > 14,95 \text{ kNm}$  VYHOVÍ

#### 6.7.2 Přeprava

$$F_2 = 1,8 \cdot \gamma_{man} \cdot \gamma_g \cdot F_k = 1,8 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 32,98 = 80,14 \text{ kN}$$

$$q = F_2/h = 80,14/8,245 = 9,72 \text{ kN/m}$$



$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{9,42 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^6}{0,4 \cdot 0,8 \cdot \frac{38}{1,5} \cdot 10^6} = 0,0505 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} \cdot A_{s1} \cdot \left( d - \frac{\lambda \cdot x}{2} \right) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 9,42 * 10^{-4} * (0,357 - 0,4 * 0,0505) = 137,94 \text{ kNm}$$

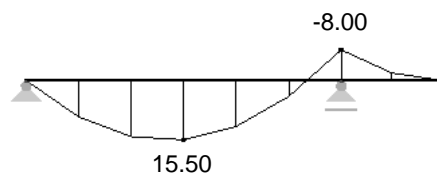
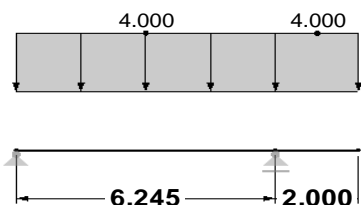
$$135,73 > 17,25 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVÍ}$$

### 6.7.3 Montáž sloupu

- tíha sloupu

3298 kg ≤ 10t trubka 60mm

$$q = F_k/h = (32,98 * 1,35) / 8,245 = 4 \text{ kN/m}$$



$$x = \frac{A_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * f_{cd}} = \frac{9,42 * 10^{-4} * 434,78 * 10^6}{0,4 * 0,8 * 20 * 10^6} = 0,064 \text{ m}$$

$$M_{Rd,bal} = f_{yd} * A_{s1} * \left( d - \frac{\lambda * x}{2} \right) =$$

$$= 434,78 * 10^6 * 9,42 * 10^{-4} * (0,357 - 0,4 * 0,064) = 135,73 \text{ kNm}$$

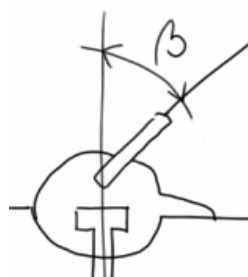
$$135,73 > 15,5 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVÍ}$$

Montážní úchyty

$$N_{ed} = \frac{F_1}{n * \cos \beta} = \frac{69,46}{2 * \cos 30} = 40,1 \text{ kN}$$

Návrhuji úchyt **PFEIFER DR 05.180.050.h.2 (DR 5.0–h=180mm)**

Pro montáž sloupu musí být vyrobeno překlopné zařízení.



$$\beta = 30^\circ$$