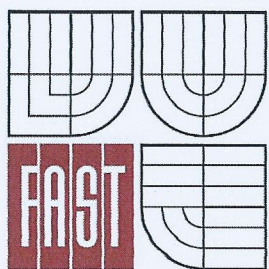


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

POROVNÁNÍ VARIANT STROPNÍ KONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

COMPARISON OF ALTERNATIVES HOUSE CEILING

PŘÍLOHA P2 – STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL JARMARA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

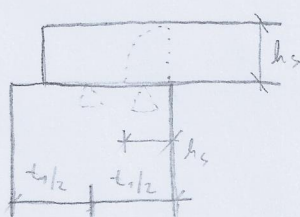
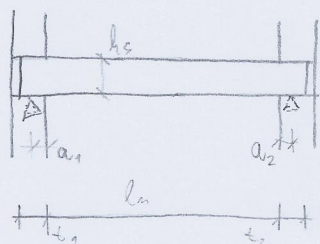
Ing. IVANA LANÍKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2014

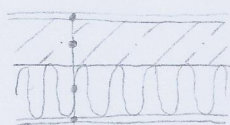
OBSAH

1. GEOMETRIE KONSTRUKCE	4
2. ZATÍŽENÍ	4
2.1. PODLAHA	4
2.2. OMÍTKA	4
2.3. ZDIVO	6
2.4. SCHODIŠTĚ	6
2.5. VÝPOČET TEORETICKÝCH ZATĚŽOVACÍCH PLOCHY SLOUPKŮ	7
2.6. VLASTNÍ TÍHA STŘECHY	5
2.7. ZATÍŽENÍ SNĚHEM	8
2.8. ZATÍŽENÍ VĚTREM	11
3. MODEL KONSTRUKCE V PC	24
3.1. OSAMĚLÉ SÍLY	24
3.2. MODEL KONSTRUKCE	26
3.3. ZATÍŽENÍ	26
3.4. ZATĚŽOVACÍ STAVY	28
3.5. SÍŤ MKP	36
3.6. KOMBINACE	37
4. VNITŘNÍ SÍLY	38
4.1. Med	38
4.2. Ved	42
4.3. EXTRÉMNÍ KOMBINACE	43
5. OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ VNITŘNÍCH SIL RUČNÍ METODOU	47
5.1. PROSTÝ NOSNÍK POD SLOUPKEM S1	47
5.2. POROVNÁNÍ SMĚRU X A Y	52
5.3. STATICKY NEURČITÝ NOSNÍK	52
5.4. ZÁVĚR POROVNÁNÍ	56
6. DIMENZOVÁNÍ DESKY D1	58
6.1. OHYB	58
6.2. POSOUZENÍ NA EXTRÉMNÍ SMYKOVOU SÍLU	74
6.3. POSOUZENÍ NA PROTLAČENÍ V MÍSTĚ SCHODIŠŤOVÉ ZDI	76
6.4. KOTVENÍ PRUTŮ	81
6.5. STYKOVÁNÍ PRUTŮ	82
6.6. PRŮHYB	84
7. POSOUZENÍ STROPU MIAKO	89
7.1. POSOUZENÍ PRŮHYBU	89
7.2. POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI	103

8. SCHODIŠTĚ	108
8.1. NÁVRH SCHODIŠTĚ	108
8.2. SCHODIŠŤOVÉ RAMENO	108
8.3. MEZIPODESTA	111
8.4. TRÁM	114

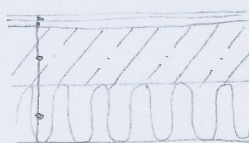


PODLAHA E



- LAMINÁT
- ANHYDRID AE20
- STYROFLOOR T4
- MIRELON

PODLAHA F



- KERAMICKÁ DLAŽBA
- TMEL
- ANHYDRID AE20
- STYRODESKA S PSFOLII

1, GEOMETRIE KONSTRUKCE

DÁNO: $l_m = 5,5 \text{ m}$; $t_1 = t_2 = 0,32 \text{ m}$

$$h_s = \frac{1}{25} \cdot l_m = \frac{1}{25} \cdot 5,5 = 0,22 \text{ m}$$

$$a_1 = \min \left\{ h_s/2; t_1/2 \right\} = \min \left\{ \frac{0,22}{2}; \frac{0,32}{2} \right\} = 0,11 \text{ m}$$

$$a_2 = a_1 = 0,11 \text{ m}$$

$$l = a_1 + l_m + a_2 = 0,11 + 5,5 + 0,11 = 5,72 \text{ m}$$

SCHEMA CELÉ KONSTRUKCE VIZ. OBR. 1

2, ZATÍŽENÍ

2.1. PODLAHA

PODLAHA E

	$t_l [\text{m}]$	$\gamma [\text{N/m}^3]$	$g [\text{N/m}^2]$
LAMINÁT	0,008	4	0,032
ANHYDRID	0,042	21	0,882
STYROFLOOR	0,045	0,3	0,0135
MIRELON	0,005	0,25	0,00125

$$g_{kPE} = 0,93 \text{ N/m}^2$$

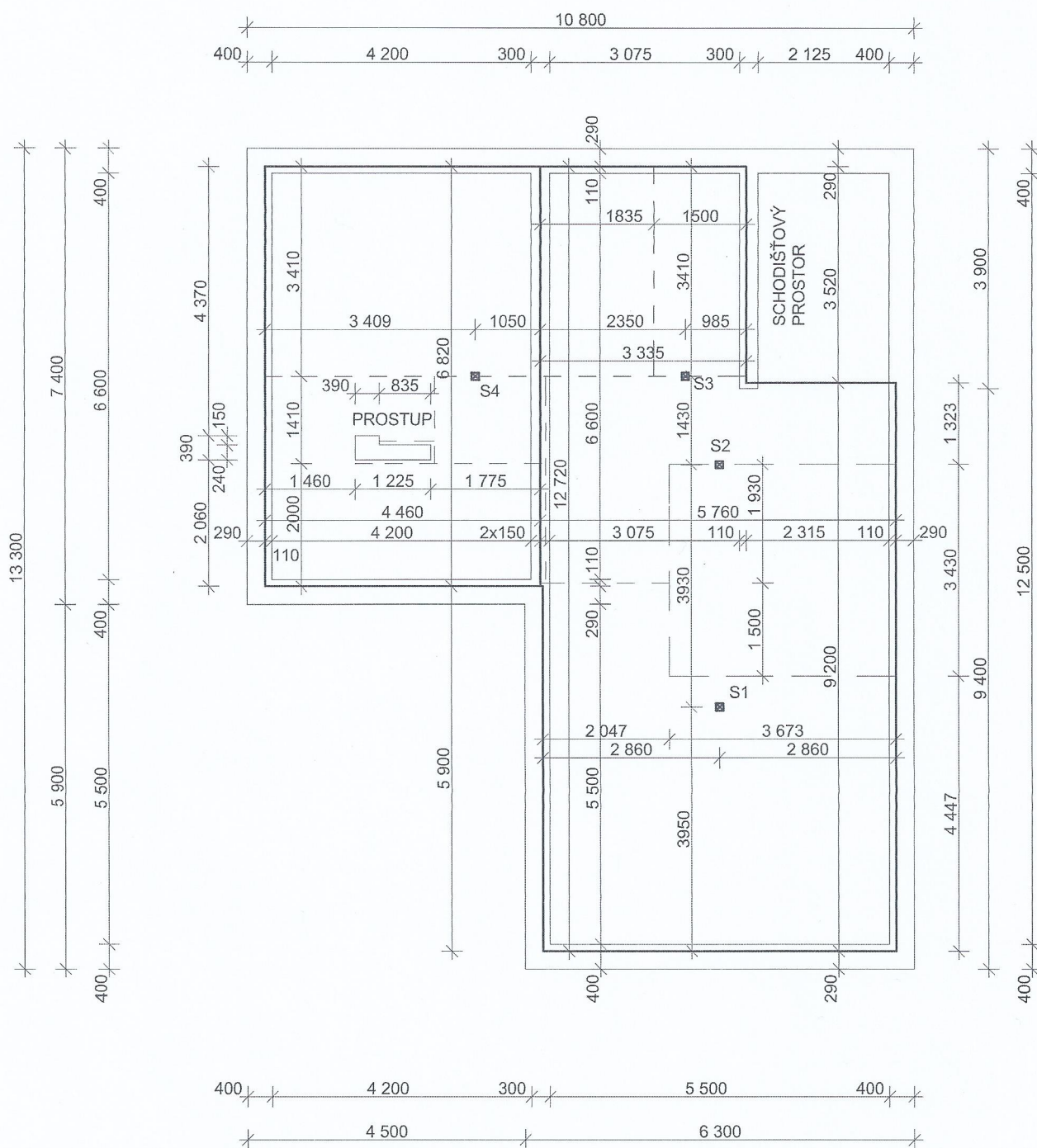
PODLAHA F

	$t_l [\text{m}]$	$\gamma [\text{N/m}^3]$	$g [\text{N/m}^2]$
DLAŽBA	0,008	19	0,152
TMEL	0,004	15	0,06
ANHYDRID	0,043	21	0,903
STYRODESKA	0,04	0,2	0,008

$$g_{kPF} = 1,123 \text{ N/m}^2$$

2.2. OMÍTKA

	$t_l [\text{m}]$	$\gamma [\text{N/m}^3]$	$g_{ko} [\text{N/m}^2]$
OMÍTKA STROPU	0,01	21	0,21



LEGENDA

- TEORETICKÁ PODPORA
- NOSNÉ ZDIVO
- - - OSA PŘÍČKY
- SLOUPEK

Obr. 1: Geometrie konstrukce

2.3. ZDIVO (PŘÍČKY PTH 11,2 P+D)

- HODNOTY JSEM ODČET ZE STATICKÝCH TABULEK
VÝROBE (ZDROJ [7])

$$1. \text{ PRVEK} \rightarrow 12,9 \text{ kg/m}^3$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ ZDIVA} \rightarrow 8 \text{ PRVKŮ} \Rightarrow 8 \cdot 12,9 = 103,2 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ L MALTY} \rightarrow 1,7 \text{ kg}$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ ZDIVA} \rightarrow 11 \text{ L MALTY} \Rightarrow 11 \cdot 1,7 = 18,7 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ OMÍTKY} = 14 \text{ kg/m}^2$$

$$2 \text{ STRANY} \Rightarrow$$

$$2 \cdot 14 = 28 \text{ kg/m}^2$$

$$\Sigma = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$g_z = 10 \cdot 150 = 1500 \text{ N/m}^2 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

2.3. ZATÍŽENÍ OD SCHODIŠTĚ - DESKA D2

2.3.1. GYALÉ

$$A [\text{m}^2] \quad \gamma [\text{kN/m}^3]$$

$$\text{VLASTNÍ TÍHA SCHODIŠTĚ: } 0,59 \text{ m}^2 \cdot 25 = 14,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{DLAŽBA: } 0,008 \cdot 3,885 \cdot 19 = 0,591 \text{ kN/m}$$

$$\text{TMEĽ: } 0,004 \cdot 3,885 \cdot 15 = 0,233 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma g'_{\text{sch}} = 15,574$$

POLOVINU TÍHY PŘENESE STROPNÍ K-CE A

POLOVIN MEZIPODESTOVÝ TRÁM T

$$\Rightarrow g_{\text{sch}} = 0,5 \cdot g'_{\text{sch}} = 0,5 \cdot 15,574 = 7,788 \text{ kN/m}$$

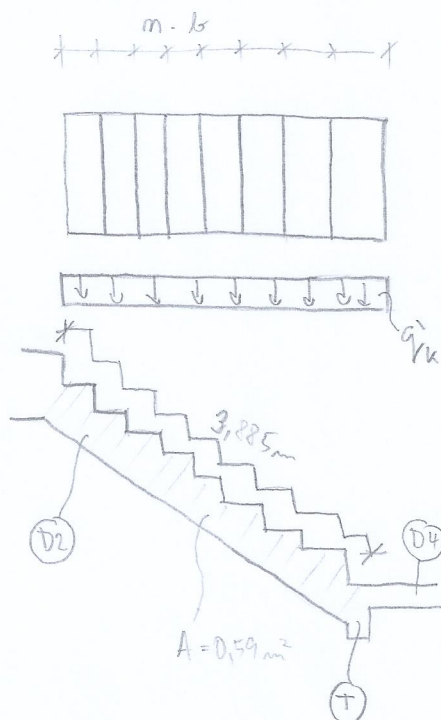
2.3.2. UŽITNÉ

$$q_k = 3 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{KATEGORIE A: OBÝTNÉ PROSTORY})$$

$$\text{DĚLKA SCHODIŠTĚ: } b \cdot m = 0,295 \cdot 8 = 2,36 \text{ m}$$

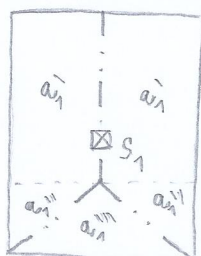
$$1/2 \text{ DĚLKY: } 0,5 \cdot 2,36 = 1,18 \text{ m}$$

$$\text{LINIOVÉ ZATÍŽENÍ: } q_k = q_k' \cdot l = 3 \cdot 1,18 = 3,54 \text{ kN/m}$$



2.4. VÝPOČET TEORETICKÝCH ZATĚŽOVACÍCH

PLOCH DLE JEDNOTLIVÝCH SLOUPKŮ
SCHEMA JE NAKRESLENO NA OBR. 2.



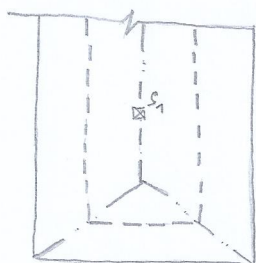
SLOUPEK S1

$$a_1' = 1,95 \cdot 3,055 = 5,95 \text{ m}^2$$

$$a_1'' = 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 = 1,43 \text{ m}^2$$

$$a_1''' = 1,95 \cdot 1,47 = 2,87 \text{ m}^2$$

$$A_1 = a_1' \cdot 2 + a_1'' \cdot 2 + a_1''' = 17,63 \text{ m}^2$$



$$\frac{1}{4}l, \frac{1}{4}l, \frac{1}{4}l, \frac{1}{4}l$$

POZN.: SLOUPKY JSOU VĚDY V POLOVINĚ ROZPĚTÍ.

PROTO VYŽIJÍ S TÍM, KAŽDÝ PŘENÁŠÍ $2 \cdot \frac{1}{4}$ ROZPĚTÍ.

OSTATNÍ PŘENESOU OBVODOVÉ STĚNY

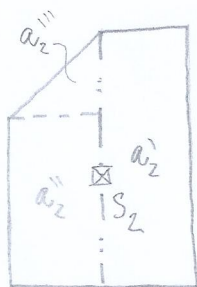
SLOUPEK S2

$$a_2' = 2,85 \cdot 1,95 = 5,56 \text{ m}^2$$

$$a_2'' = 1,38 \cdot 1,95 = 2,69 \text{ m}^2$$

$$a_2''' = 1,95 \cdot 1,48 \cdot 0,5 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$A_2 = a_2' + a_2'' + a_2''' = 5,56 + 2,69 + 1,44 = 9,69 \text{ m}^2$$



SLOUP S3

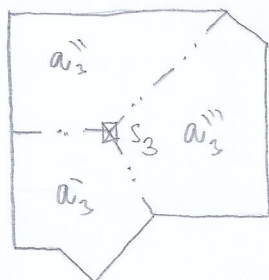
$$a_3' = (2,25 \cdot 2,68) - (0,73 \cdot 0,55 \cdot 0,5) - (1,49 \cdot 1,95 \cdot 0,5) - (0,51 \cdot 0,37) - (0,28 \cdot 0,37 \cdot 0,5) = 4,14 \text{ m}^2$$

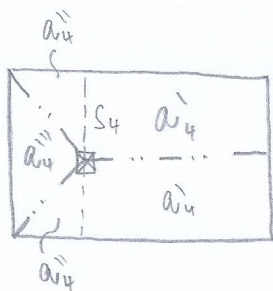
$$a_3'' = (2,31 \cdot 1,75 \cdot 0,5) + (1,7 \cdot 2,31) = 5,95 \text{ m}^2$$

$$a_3''' = (1,75 \cdot 2,67 \cdot 0,5) - (0,28 \cdot 0,37)$$

$$+ (0,55 \cdot 1,95) + (0,55 \cdot 0,73 \cdot 0,5) = 3,51 \text{ m}^2$$

$$A_3 = a_3' + a_3'' + a_3''' = 4,14 + 5,95 + 3,51 = 13,6 \text{ m}^2$$





SLOUPEK S4

- SCHÉMA VÍZ OBR. 2 NA DALŠÍ STRANĚ

$$a''_4 = 1,7 \cdot 2,31 = 3,93 \text{ m}^2$$

$$a'_4 = 2,31 \cdot 1,75 - 0,5 = 2,02 \text{ m}^2$$

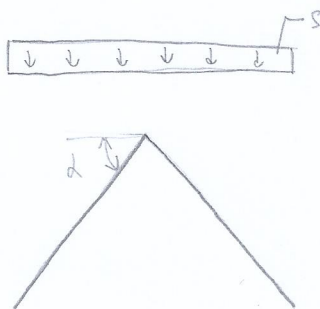
$$a''_4 = 2,31 \cdot 1,75 = 4,04 \text{ m}^2$$

$$A = 2 \cdot (a'_4 + a''_4) + a''_4 = 15,94 \text{ m}^2$$

2.5. ZATÍŽENÍ OD VLASTNÍ TÍHY STŘECHY

- VÍZ TAB. 1

2.6. ZATÍŽENÍ SNĚHEM



$$S = \mu \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

$$c_e = 1,0$$

$$\text{SNĚHOVÁ OBLAST III} \Rightarrow s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

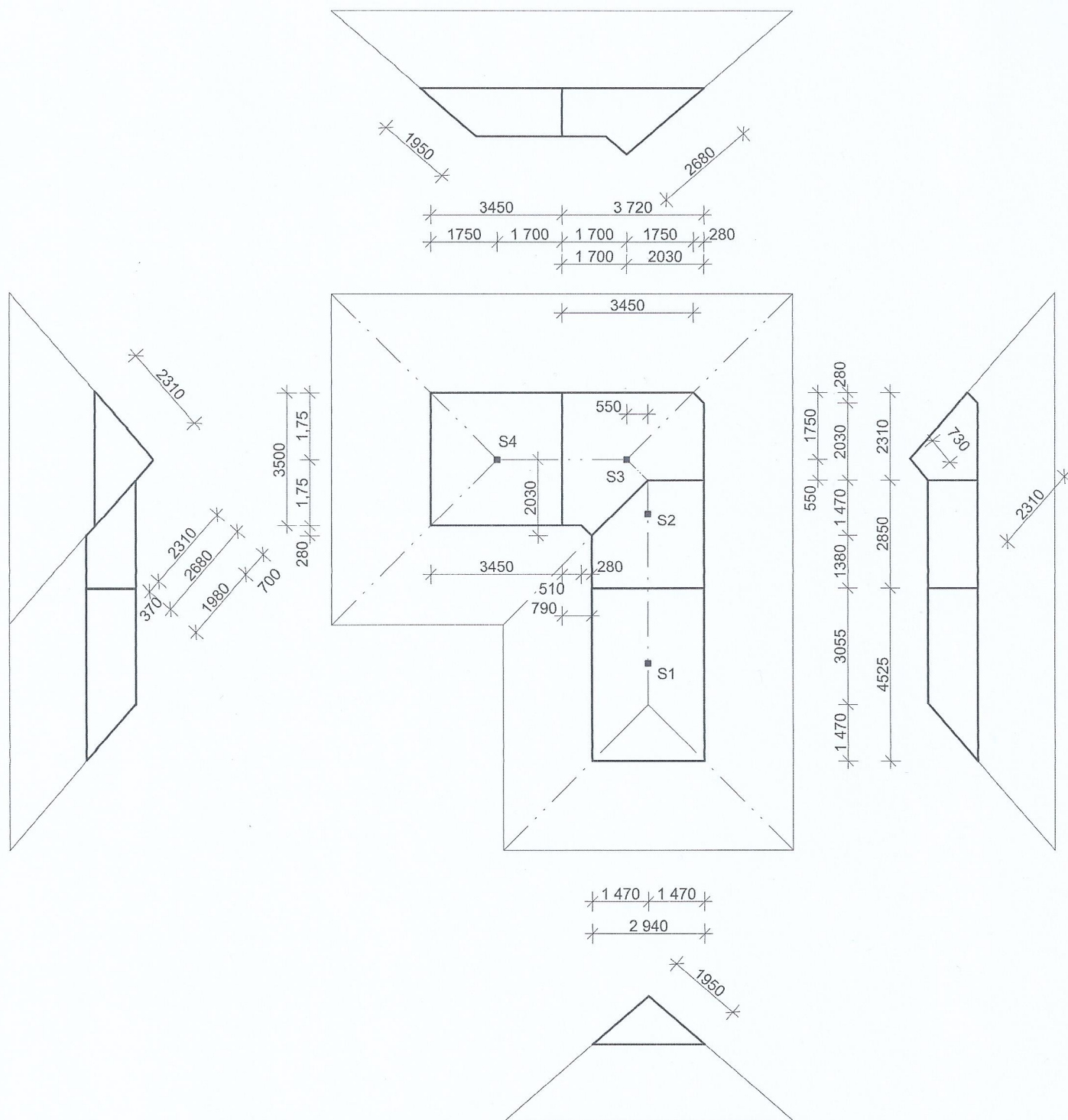
$$\mu = \frac{0,2 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,2 \cdot (60 - 41)}{30} = 0,14$$

$$\text{SKLON STŘECHY } \alpha = 41^\circ$$

$$S = 0,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ DLE SLOUPKU

OBLAST	PŮDORYSNÁ PLOCHA	$S = s \cdot A$
S1	$13,29 \text{ m}^2$	$0,6 \cdot 13,29 = 7,974 \text{ kN}$
S2	$7,3 \text{ m}^2$	$0,6 \cdot 7,3 = 4,38 \text{ kN}$
S3	$10,51 \text{ m}^2$	$0,6 \cdot 10,51 = 6,306 \text{ kN}$
S4	$12,02 \text{ m}^2$	$0,6 \cdot 12,02 = 7,212 \text{ kN}$



LEGENDA

- OHRANIČENÍ TEORETICKÉ PLOCHY KTEROU PŘENESE SLOUPEK
- - - HRANY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- STŘEŠNÍ PLÁŠŤ
- SLOUPEK

Obr. 2: Zatěžovací plochy sloupků

Tab. 1: Vlastní tíha střešní konstrukce

JEDNOTLIVÉ PRVKY	ZATÍŽENÍ NA JEDNOTKU KONSTRUKCE		
SKLADBA STŘECHY	výpočet	kN/m ²	kN/m ²
Tašky	-		0,45
Latě 60/40	$0,06 \times 0,04 \times 1 \times 4 =$	0,010	-
Kontralatě 30/50	$0,03 \times 0,05 \times 1 \times 4 =$	0,006	-
Krokev 100/180	$0,1 \times 0,18 \times 1 \times 5 =$	0,090	-

PRVKY KROVU	výpočet			kN/m ²
Zavětrování	$0,04 \times 0,16 \times 1 \times 4 =$	0,022		-
Kleštiny malé	$0,06 \times 0,16 \times 1 \times 4 =$	0,038		-
Pásek	$0,08 \times 0,18 \times 1 \times 4 =$	0,058		-
Vaznice	$0,1 \times 0,18 \times 1 \times 5 =$	0,090		-
Sloupek	$0,12 \times 0,12 \times 1 \times 5 =$	0,072		-
Krokev úžlabní	$0,1 \times 0,18 \times 1 \times 5 =$	0,090		-

PODHLÉD	výpočet			kN/m ²
Kleštiny	$0,08 \times 0,16 \times 1 \times 4 =$	0,051		-
TI	-			0,05
SDK podhled	-			0,25

JEDNOTKOVÉ MNOŽSTVÍ DLE SLOUPU				
S1	S2	S3	S4	
17,63	9,69	13,60	15,94	
52,80	29,00	41,40	35,70	
27,30	11,01	15,70	15,57	
27,30	11,01	15,70	15,57	

10,10	8,09	12,18	8,23	
11,25	5,00	6,25	5,00	
2,40	2,40	1,20	1,20	
3,05	2,85	2,55	1,70	
3,72	3,72	4,20	4,20	
5,88	1,47	3,50	6,99	

41,40	6,90	6,90	20,70	
13,29	7,30	10,51	12,02	
13,29	7,30	10,51	12,02	

ZATÍŽENÍ NA SLOUP [kN]				
S1	S2	S3	S4	
7,93	4,36	6,12	7,17	
0,51	0,28	0,40	0,34	
0,16	0,07	0,09	0,09	
2,46	0,99	1,41	1,40	

0,23	0,18	0,27	0,18	
0,43	0,19	0,24	0,19	
0,14	0,14	0,07	0,07	
0,27	0,26	0,23	0,15	
0,27	0,27	0,30	0,30	
0,53	0,13	0,32	0,63	

2,12	0,35	0,35	1,06	
0,66	0,37	0,53	0,60	
3,32	1,83	2,63	3,01	

CELKEM ZATÍŽENÍ DLE SLOUPU [kN]

S1	S2	S3	S4	
10,60	4,77	6,44	7,69	

Pozn.: výpočet zatěžujících ploch jednotlivých sloupku je na Obr. 2

2.7. ZATÍŽENÍ VĚTREM

ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_b = c_{DIR} \cdot c_{SEASON} \cdot V_{b0}$$

$$\text{VĚTROVÁ OBČLOST III} \Rightarrow V_{b0} = 27,5 \text{ m/s}$$

$$c_{DIR} = c_{SEASON} = 1,0$$

$$V_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 27,5 \text{ m/s}$$

CHARAKTERISTICKÁ STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$V_m = C_H \cdot C_o \cdot V_b = 0,774 \cdot 1,0 \cdot 27,5 = 21,29 \text{ m/s}$$

$$C_H = k_m \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{11}{0,3}\right) = 0,774$$

 $z_0 = 0,3 \text{ m}$ - PARAMETR VYCHÁZEJÍCÍ Z TERÉNU
(k.ř. III - VESNICE)

$$k_m = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_0'}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$$z_0' = 0,05$$

MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

$$q_T = [1 + 7z_v] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_m^2 = [1 + 7 \cdot 0,278] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 21,29^2$$

$$z_v = \frac{q_1}{c_o \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{11}{0,3}\right)} = 0,278$$

$$q_P = 834,57 \text{ N/m}^2$$

POZN.1: HODNOTY PRO $\alpha = 41^\circ$

JSE DOSTAL LINEÁRNÍ

INTERPOLACÍ MEZI 30° A 45° .

POZN.2: V OBČLOSTECH F, G, H

DOCHÁZÍ KE KOEFICIENTŮM MEZI

SAHÁNÍM A TLAKEM. PROTO

UVAŽUJI DVE HODNOTY

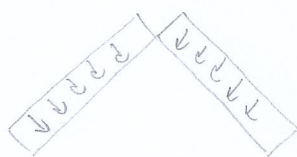
SOUČINITELŮ, Kladnou

A zápornou.

SOUČINITEL VNEJŠÍHO TLAKU PRO ŠIKMÉ
STŘECHY (ZÁVISÍ NA SKLONU STŘECHY) $\alpha = 41^\circ$

	F	G	H	I	J	K	L	M	N
30°	-0,5 +0,5	-0,5 +0,7	-0,2 +0,4	-0,4	-0,7	-0,5	-1,4	-0,8	-0,2
41°	-0,155 +0,647	-0,155 +0,7	-0,05 +0,547	-0,55	-0,65	-0,55	-1,55	-0,8	-0,2
45°	-0,10 +0,7	-0,10 +0,7	-0,10 +0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-1,3	-0,8	-0,2

PŮSOBENÍ VĚTRU NA
ROVINU STŘECHY



2.7.1. SEVERNÍ VÍTR

- SCHÉMA PLOCH SOUČINITELŮ VÍŽ OBR.3

SLOUP S1

$$\text{OBLAST H: } 1,95 \cdot 1,47 = 2,87 \text{ m}^2$$

$$\text{L: } 1,95 \cdot 3,055 + 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 - 0,34 - 5,57 = 1,47 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 0,71 \cdot 0,95 \cdot 0,5 = 0,34 \text{ m}^2 \cdot 2 = 0,68 \text{ m}^2$$

$$\text{N: } 3,05 \cdot 1,95 - 1 \cdot 0,76 \cdot 0,5 = 5,57 \cdot 2 = 11,14 \text{ m}^2$$

$$A_{S1}' = H + 2 \cdot L + 2 \cdot M + 2 \cdot N = 2,87 + 2 \cdot 1,47 + 2 \cdot 0,34 + 2 \cdot 5,57 = 17,63$$

$$L = L \cdot 2 = 1,47 \cdot 2 = 2,94 \text{ m}^2$$

SLOUP S2

$$\text{OBLAST N: } 2,85 \cdot 1,95 + 1,38 \cdot 1,95 + 1,95 \cdot 1,42 \cdot 0,5 = 9,69 \text{ m}^2$$

SLOUP S3

$$\text{OBLAST H: } 2,25 \cdot 2,68 - 0,73 \cdot 0,55 \cdot 0,5 - 1,43 \cdot 1,95 \cdot 0,5 - 0,51 \cdot 0,37 - 0,28 \cdot 0,37 \cdot 0,5 = 4,14 \text{ m}^2$$

$$\text{I: } 1,7 \cdot 0,85 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 1,72 \text{ m}^2$$

$$\text{J: } 1,1 \cdot 0,85 = 0,94 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 1,7 \cdot 1,46 + 1,1 \cdot 1,46 \cdot 0,5 = 3,29 \text{ m}^2$$

$$\text{N: } 1,75 \cdot 2,67 \cdot 0,5 - 0,28 \cdot 0,37 + 0,55 \cdot 1,95 + 0,55 \cdot 0,73 \cdot 0,5 = 3,51 \text{ m}^2$$

SLOUPEK S4

$$\text{OBLAST H: } 1,7 \cdot 2,31 + 2,31 \cdot 1,75 \cdot 0,5 = 5,95 \text{ m}^2$$

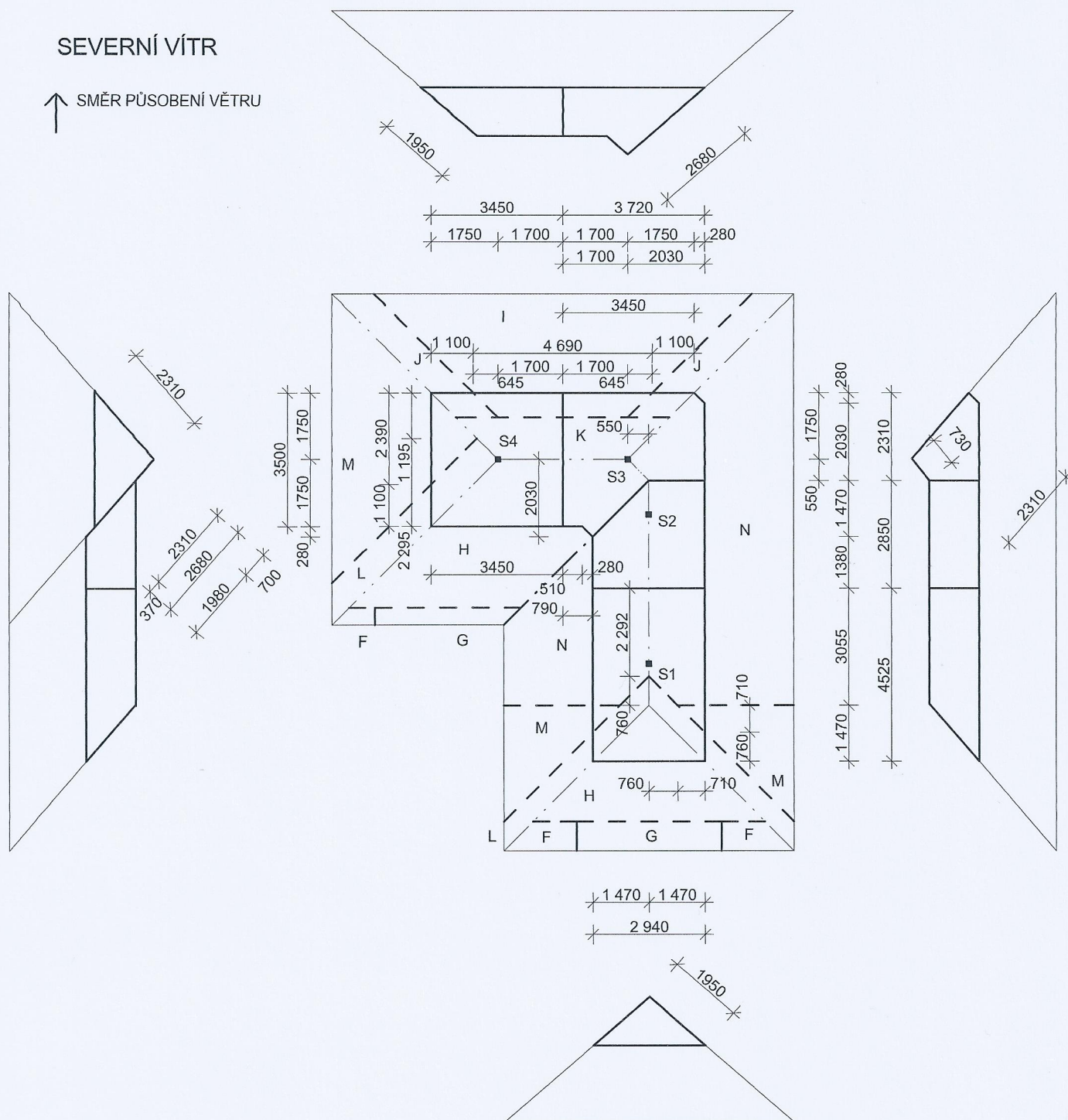
$$\text{I: } 1,7 \cdot 0,85 + 0,65 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 1,72 \text{ m}^2$$

$$\text{J: } 1,1 \cdot 0,85 = 0,94 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 1,7 \cdot 1,46 + 1,1 \cdot 1,46 \cdot 0,5 = 3,29 \text{ m}^2$$

$$\text{L: } 2,31 \cdot 1,75 - 2,39 \cdot 1,58 \cdot 0,5 = 2,15 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 2,39 \cdot 1,58 \cdot 0,5 = 1,89 \text{ m}^2$$



Obr. 3: Obrazce součinitele vnějších tlaků od SEVERNÍHO větru

Tab. 2: Výpočet působení SEVERNÍHO větru na sloupky

SLOUPEK S1

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINTEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	2,87	-0,05	0,835	-0,120	-0,118
		0,547		1,311	1,294
L	2,94	-1,33		-3,265	-3,224
M	0,68	-0,8		-0,454	-0,448
N	11,14	-0,2		-1,860	-1,837
suma	17,63		KLADNÝ SMĚR -4,215		
			ZÁPORNÝ SMĚR -5,627		

SLOUPEK S2

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINTEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
N	9,69	-0,2	0,835	-1,618	-1,598
			KLADNÝ SMĚR -		
			ZÁPORNÝ SMĚR -1,598		

SLOUPEK S3

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINTEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	4,14	-0,05	0,835	-0,173	-0,171
		0,547		1,891	1,867
I	1,72	-0,33		-0,474	-0,468
J	0,94	-0,63		-0,494	-0,488
K	3,29	-0,35		-0,962	-0,949
N	3,51	-0,2		-0,586	-0,579
suma	13,6		KLADNÝ SMĚR -0,617		
			ZÁPORNÝ SMĚR -2,655		

SLOUPEK S4

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINTEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	5,95	-0,05	0,835	-0,248	-0,245
		0,547		2,718	2,683
I	1,72	-0,33		-0,474	-0,468
J	0,94	-0,63		-0,494	-0,488
K	3,29	-0,35		-0,962	-0,949
L	2,15	-1,33		-2,388	-2,357
M	1,89	-0,8		-1,263	-1,247
suma	15,94		KLADNÝ SMĚR -2,826		
			ZÁPORNÝ SMĚR -5,755		

2.7.2 JIŽNÍ VÍTR

- SCHÉMA PŮSOBENÍ JIŽNÍHO VĚTRU VÍŽ OBR. 4

SLOUPEK S1

$$\text{OBLAST I: } 0,26 \cdot 0,35 = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{J: } 1,47 \cdot 1,95 - 0,26 \cdot 0,35 = 2,78 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 3,05 \cdot 1,95 + 0,5 \cdot 1,47 \cdot 1,95 = 7,38 \cdot 2 = 14,76 \text{ m}^2$$

SLOUP S2

$$\text{OBLAST M: } 0,6 \cdot 1,95 = 1,17 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{N: } 1,38 \cdot 1,95 + 1,42 \cdot 1,95 \cdot 0,5 + 2,25 \cdot 1,95 = \\ = 8,52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

SLOUP S3

$$\text{OBLAST H: } 1,7 \cdot 2,31 + 1,75 \cdot 2,31 \cdot 0,5 = 5,95 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{I: } 1,7 \cdot 0,25 - 0,64 \cdot 0,25 \cdot 0,5 + 0,55 \cdot 0,36 \cdot 0,5 = \\ = 1,26 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{K: } 2,25 \cdot 1,46 - 0,55 \cdot 0,73 = 2,82 \text{ m}^2$$

$$\text{L: } 3,51 - 1,43 = 2,08 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 1,47 \cdot 1,95 \cdot 0,5 = 1,43 \text{ m}^2$$

SLOUP S4

$$\text{OBLAST H: } 1,7 \cdot 2,31 + 1,75 \cdot 2,31 \cdot 0,5 = 5,95 \text{ m}^2$$

$$\text{I: } 0,85 \cdot 1,7 + 0,85 \cdot 0,645 \cdot 0,5 = 1,72 \text{ m}^2$$

$$\text{J: } 0,85 \cdot 1,1 = 0,94 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 1,7 \cdot 1,46 + 1,46 \cdot 1,1 \cdot 0,5 = 3,29 \text{ m}^2$$

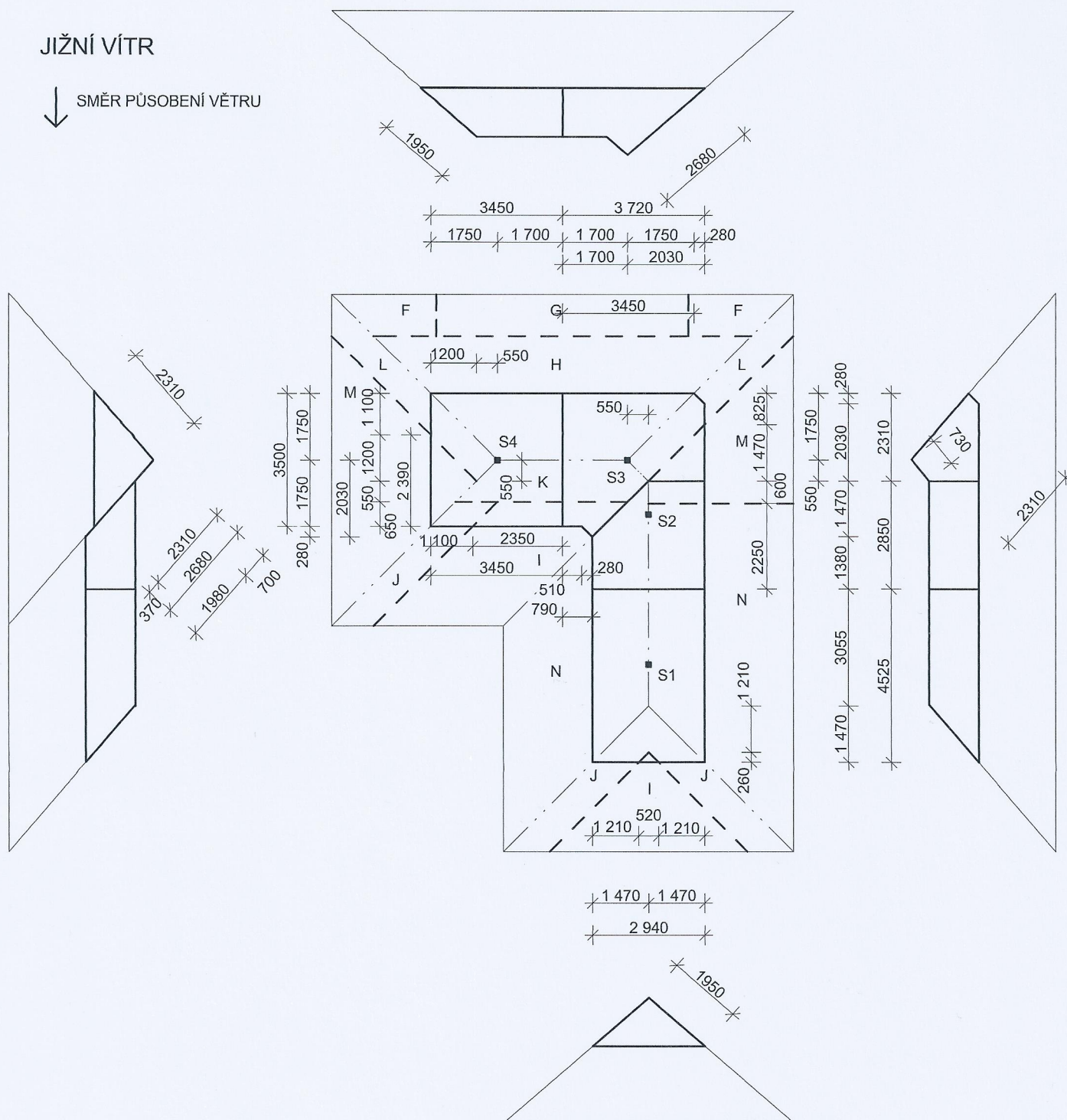
$$\text{L: } 2,31 \cdot 1,75 - 2,39 \cdot 1,95 \cdot 0,5 = 1,71 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 2,39 \cdot 1,95 \cdot 0,5 = 2,33 \text{ m}^2$$

JIŽNÍ VÍTR



SMĚR PŮSOBENÍ VĚTRU



LEGENDA

- OHRANIČENÍ TEORETICKÉ PLOCHY KTEROU PŘENESE SLOUPEK
- - - HRANICE OBLASTÍ SOUČINITELE VNĚJŠÍCH TLAKŮ
- HRANY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- STŘEŠNÍ PLÁŠŤ
- SLOUPEK

Obr. 4: Obrazce součinitele vnějších tlaků od JIŽNÍHO větru

Tab. 3: Výpočet působení JIŽNÍHO větru na sloupky

SLOUPEK S1

OBLAST	PLOCHA [m2]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
I	0,09	-0,33	0,835	-0,025	-0,024
J	2,78	-0,63		-1,462	-1,444
K	14,76	-0,35		-4,314	-4,259
suma	17,63		KLADNÝ SMĚR -		
			ZÁPORNÝ SMĚR -5,727		

SLOUPEK S2

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
M	1,17	-0,8	0,835	-0,782	-0,772
N	8,52	-0,2		-1,423	-1,405
suma	9,69		KLADNÝ SMĚR -		
			ZÁPORNÝ SMĚR -2,176		

SLOUPEK S3

OBLAST	PLOCHA [m2]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	5,95	-0,05	0,835	-0,248	-0,245
		0,547		2,718	2,683
I	1,26	-0,33		-0,347	-0,343
K	2,88	-0,35		-0,842	-0,831
L	2,08	-1,33		-2,310	-2,281
M	1,43	-0,8		-0,955	-0,943
suma	13,6		KLADNÝ SMĚR -1,714		
			ZÁPORNÝ SMĚR -4,643		

SLOUPEK S4

OBLAST	PLOCHA [m2]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	5,95	-0,05	0,835	-0,248	-0,245
		0,547		2,718	2,683
I	1,72	-0,33		-0,474	-0,468
J	0,94	-0,63		-0,494	-0,488
K	3,29	-0,35		-0,962	-0,949
L	1,71	-1,33		-1,899	-1,875
M	2,33	-0,8		-1,556	-1,537
suma	15,94			KLADNÝ SMĚR -2,634	
			ZÁPORNÝ SMĚR -5,563		

2.7.3. VÝCHODNÍ VÍTR

- SCHÉMA PŮSOBENÍ VÝCHODNÍHO VĚTRU

viz. obr 5

SKUP 91

$$\text{OBLAST } H: 1,95 \cdot 3,05 + 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 = 7,38 \text{ m}^2$$

$$K: 1,95 \cdot 3,05 + 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 = 7,38 \text{ m}^2$$

$$L: 1,95 \cdot 2,94 \cdot 0,5 - 2,35 \cdot 1,55 \cdot 0,5 = 1,05 \text{ m}^2$$

$$M: 2,35 \cdot 1,55 \cdot 0,5 = 1,82 \text{ m}^2$$

SKUP 92

$$\text{OBLAST } H: 2,85 \cdot 1,95 = 5,56 \text{ m}^2$$

$$K: 1,38 \cdot 1,95 + 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 = 4,17 \text{ m}^2$$

SKUP 93

$$\text{OBLAST } K: 1,75 \cdot 2,67 \cdot 0,5 - 0,28 \cdot 0,37 + 0,55 \cdot 1,95 + \\ + 0,55 \cdot 0,73 \cdot 0,5 = 3,51 \text{ m}^2$$

$$N: 2,31 \cdot 1,75 \cdot 0,5 + 1,7 \cdot 2,31 + 2,25 \cdot 2,68 - \\ - 0,73 \cdot 0,55 \cdot 0,5 - 1,49 \cdot 1,95 \cdot 0,5 - \\ - 0,51 \cdot 0,37 - 0,28 \cdot 0,37 \cdot 0,5 = 10,09 \text{ m}^2$$

SKUP 94

$$\text{OBLAST } H: 2,31 \cdot 1,75 = 4,04 \text{ m}^2$$

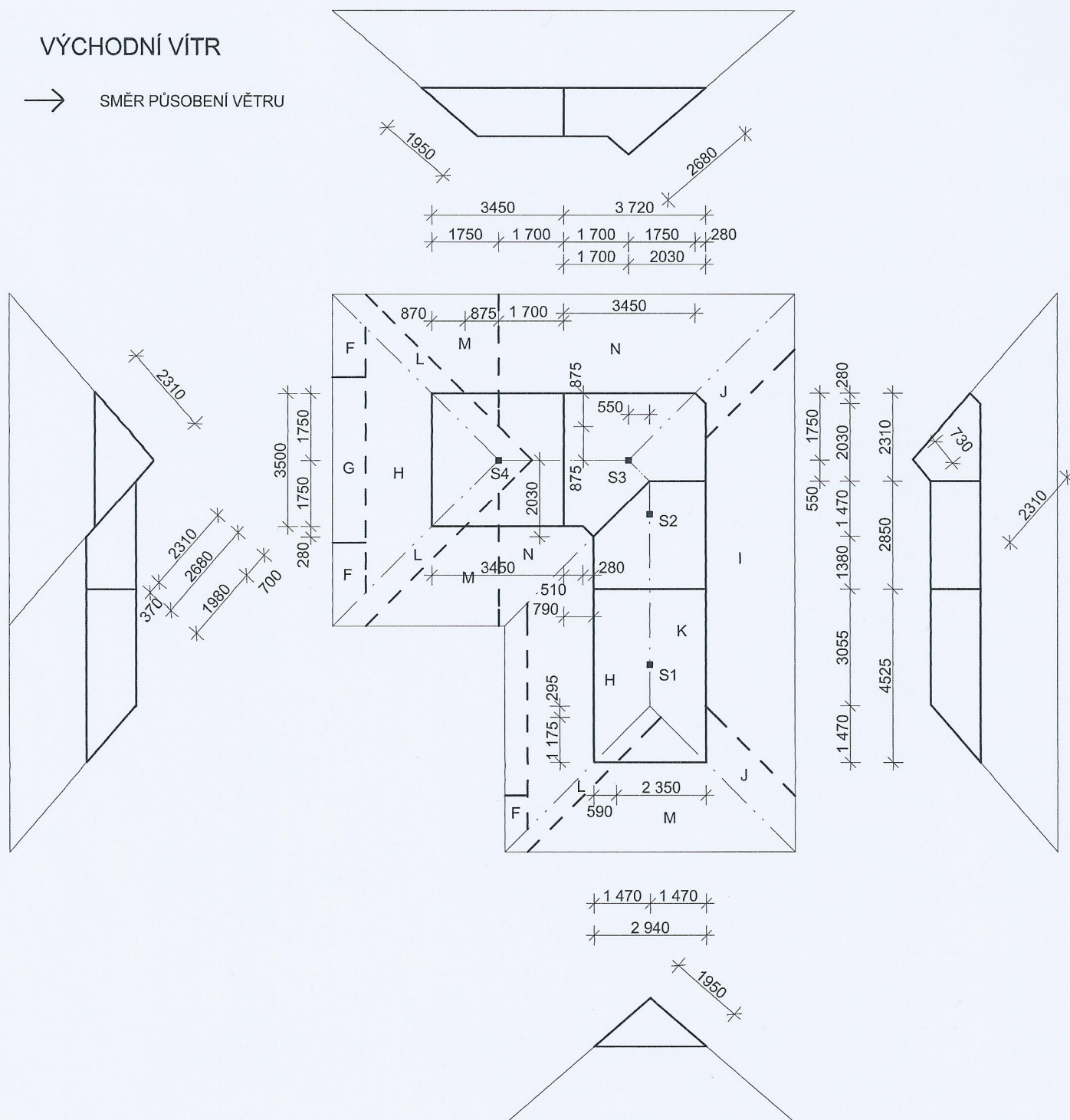
$$L: 1,7 \cdot 2,31 + 2,31 \cdot 1,75 \cdot 0,5 - 1,7 \cdot 2,31 + \\ 1,15 \cdot 0,87 \cdot 0,5 - 0,81 \cdot 1,15 \cdot 0,5 = 2,02 \cdot 2 = 4,04 \text{ m}^2$$

$$M: 0,88 \cdot 1,15 \cdot 0,5 = 0,51 \cdot 2 = 1,02 \text{ m}^2$$

$$N: 1,7 \cdot 2,31 - 1,15 \cdot 0,87 \cdot 0,5 = 3,43 \cdot 2 = 6,86 \text{ m}^2$$

VÝCHODNÍ VÍTR

→ SMĚR PŮSOBENÍ VĚTRU



LEGENDA

- OHRANIČENÍ TEORETICKÉ PLOCHY KTEROU PŘENESE SLOUPEK
- - - HRANICE OBLASTÍ SOUČinitele VNĚJŠÍCH TLAKŮ
- · - · - HRANY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- STŘEŠNÍ PLÁŠŤ
- SLOUPEK

Obr. 5: Obrazce součinitele vnějších tlaků od VÝCHODNÍHO větru

Tab. 4: Výpočet působení VÝCHODNÍHO větru na sloupky

SLOUPEK S1

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	7,38	-0,05	0,835	-0,308	-0,304
		0,547		3,371	3,328
K	7,38	-0,35		-2,157	-2,129
L	1,05	-1,33		-1,166	-1,151
M	1,82	-0,8		-1,216	-1,200
suma	17,63		KLADNÝ SMĚR -1,153		
ZÁPORNÝ SMĚR					-4,785

SLOUPEK S2

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	5,56	-0,05	0,835	-0,232	-0,229
		0,547		2,540	2,507
K	4,13	-0,35		-1,207	-1,192
suma	9,69		KLADNÝ SMĚR 1,316		
ZÁPORNÝ SMĚR					-1,421

SLOUPEK S3

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
K	3,51	-0,35	0,835	-1,026	-1,013
N	10,09	-0,2		-1,685	-1,664
suma	13,6		KLADNÝ SMĚR -		
ZÁPORNÝ SMĚR					-2,677

SLOUPEK S4

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	4,04	-0,05	0,835	-0,169	-0,167
		0,547		1,845	1,822
L	4,04	-1,33		-4,487	-4,430
M	1,02	-0,8		-0,681	-0,673
N	6,86	-0,2		-1,146	-1,131
suma	15,96		KLADNÝ SMĚR -4,412		
ZÁPORNÝ SMĚR					-6,400

2.7.4. ZÁPADNÍ VĚTR

- SCHEMA PŮSOBNÍ ZÁPADNÍHO VĚTRU

VIZ.: OBR. 6

SLOUP S1

$$\text{OBLAST M: } 1,95 - 3,05 + 1,95 \cdot 1,47 \cdot 0,5 = 7,72 \text{ m}^2$$

$$\text{I: } 2,32 \cdot 0,97 + 0,74 \cdot 0,97 \cdot 0,5 = 2,61 \text{ m}^2$$

$$\text{J: } 1,46 \cdot 0,97 = 1,42 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 3,05 \cdot 0,98 + 0,73 \cdot 0,98 \cdot 0,5 = 3,35 \text{ m}^2$$

$$\text{L: } 1,95 \cdot 1,47 - 1,47 \cdot 0,92 \cdot 0,5 = 2,19 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 1,47 \cdot 0,92 \cdot 0,5 = 0,68 \text{ m}^2$$

SLOUP S2

$$\text{OBLAST M: } 2,85 \cdot 1,95 = 5,56 \text{ m}^2$$

$$\text{I: } 1,72 \cdot 0,97 + 0,74 \cdot 0,97 \cdot 0,5 = 1,7 \text{ m}^2$$

$$\text{K: } 2,11 \cdot 0,98 + 0,74 \cdot 0,98 \cdot 0,5 = 2,43 \text{ m}^2$$

SLOUPEK S3

$$\text{OBLAST M: } 3,51 \text{ m}^2$$

$$\text{L: } 1,46 \cdot 2,31 = 3,37 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 5,95 - 3,37 = 2,58 \text{ m}^2$$

$$\text{N: } 4,14 \text{ m}^2$$

SLOUPEK S4

$$\text{OBLAST I: } 0,57 \cdot 0,98 \cdot 0,5 = 0,11 \text{ m}^2$$

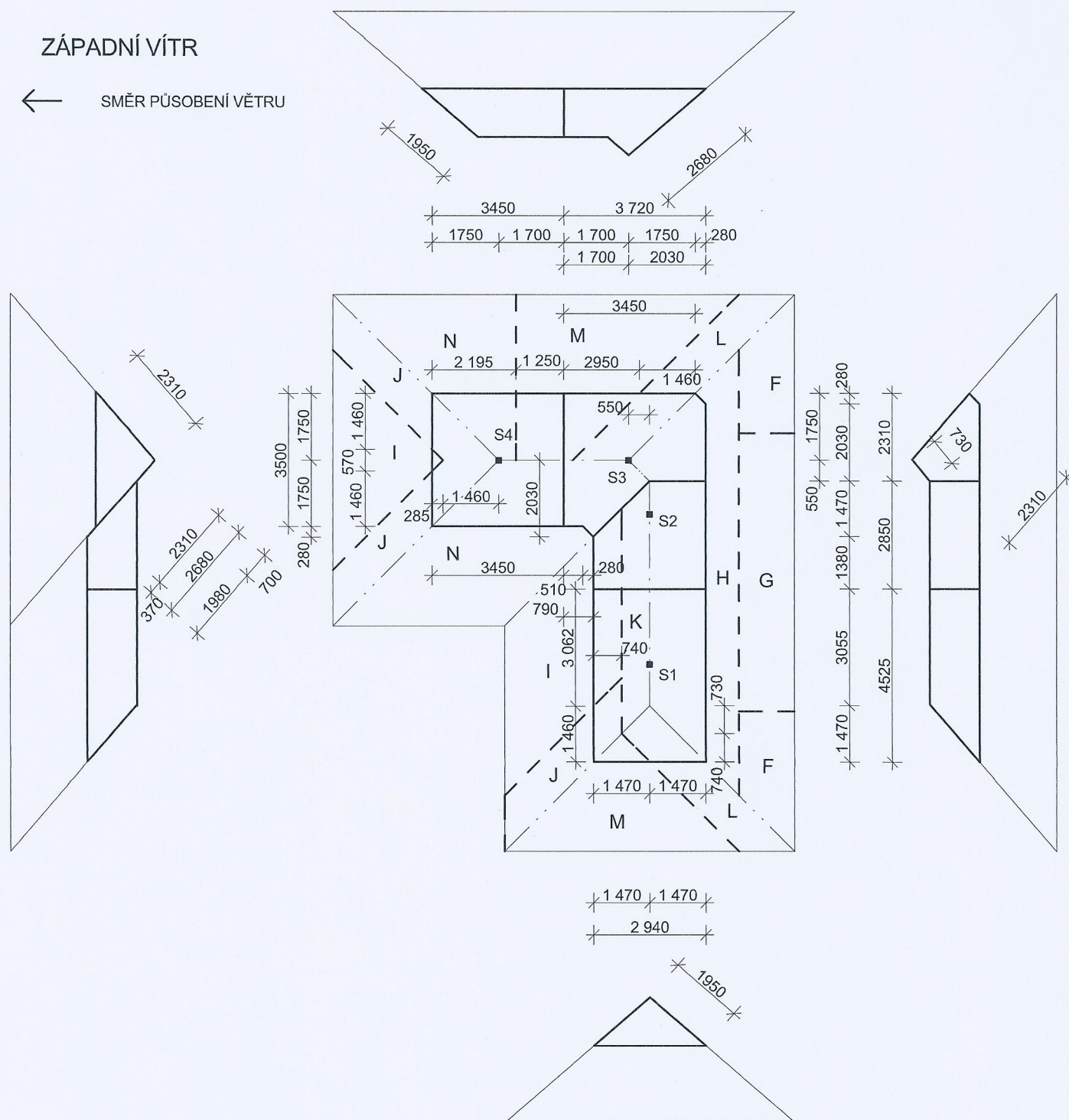
$$\text{J: } 2,31 \cdot 1,75 - 0,57 \cdot 0,98 \cdot 0,5 = 3,93 \text{ m}^2$$

$$\text{M: } 2,31 \cdot 1,25 = 2,89 \text{ m}^2$$

$$\text{N: } 2 \cdot (1,7 \cdot 2,31 + 2,31 \cdot 1,75 \cdot 0,5) - 2,31 \cdot 1,25 = 9,01 \text{ m}^2$$

ZÁPADNÍ VÍTR

← SMĚR PŮSOBNÍ VĚTRU



LEGENDA

- OHRANIČENÍ TEORETICKÉ PLOCHY KTEROU PŘENESE SLOUPEK
- - - HRANICE OBLASTÍ SOUČinitele VNĚJŠÍCH TLAKŮ
- HRANY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- STŘEŠNÍ PLÁŠŤ
- SLOUPEK

Obr. 6: Obrázce součinitele vnějších tlaků od ZÁPADNÍHO větru

Tab. 5: Výpočet působení ZÁPADNÍHO větru na sloupky

SLOUPEK S1

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	7,38	-0,05	0,835	-0,308	-0,304
		0,547		3,371	3,328
I	2,61	-0,33		-0,719	-0,710
J	1,42	-0,63		-0,747	-0,738
K	3,35	-0,35		-0,979	-0,967
L	2,19	-1,33		-2,432	-2,401
M	0,68	-0,8		-0,454	-0,448
suma	17,63		KLADNÝ SMĚR -1,936		
ZÁPORNÝ SMĚR -5,568					

SLOUPEK S2

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	5,56	-0,05	0,835	-0,232	-0,229
		0,547		2,540	2,507
I	1,7	-0,33		-0,468	-0,463
K	2,43	-0,35		-0,710	-0,701
suma	9,69		KLADNÝ SMĚR 1,344		
ZÁPORNÝ SMĚR -1,393					

SLOUPEK S3

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
H	3,51	-0,05	0,835	-0,147	-0,145
		0,547		1,603	1,583
L	3,37	-1,33		-3,743	-3,695
M	2,58	-0,8		-1,723	-1,702
N	4,14	-0,2		-0,691	-0,683
suma	13,6		KLADNÝ SMĚR -4,497		
ZÁPORNÝ SMĚR -6,224					

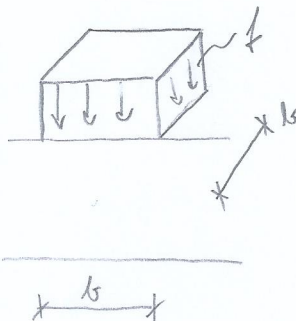
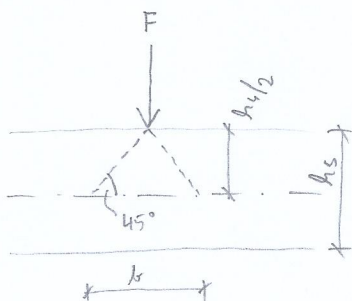
SLOUPEK S4

OBLAST	PLOCHA [m ²]	SOUČINITEL	TLAK	KOLMÁ SÍLA	N [kN]
I	0,11	-0,33	0,835	-0,030	-0,030
J	3,93	-0,63		-2,067	-2,041
M	2,89	-0,8		-1,931	-1,906
N	9,01	-0,2		-1,505	-1,486
suma	15,94		KLADNÝ SMĚR -		
ZÁPORNÝ SMĚR -5,463					

3. MODEL K-CE V PROGRAMU SCIA ENGINEERING

3.1. OSAMĚLÉ SÍLY

- ABYCH ZÍSKAL PŘESNĚJŠÍ VÝSLEDKY, BUDU MÍT TO OSAMĚLÝCH SÍL, OD PŮSOBNÍ GLOUPKŮ, ZADÁVAD PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ.



$$h_g = 220 \text{ mm}$$

$$h_g/2 = 220/2 = 110 \text{ mm}$$

$$b = 2 \cdot h_g/2 = 2 \cdot 110 = 220 \text{ mm}$$

$$f = \frac{F}{b^2} \quad [\text{N/m}^2]$$

PŘEVOD SÍL

VLASTNÍ TÍHA STŘECHY

	S1	S1	S3	S4
SÍLA [N] :	19,04	9,47	12,96	15,21
PLOŠNÉ [N/m²] :	393,3	194,36	267,76	314,18

TÍHA OD SNĚHU

SÍLA [N] :	7,974	4,38	6,31	7,212
PLOŠNÉ [N/m²] :	164,75	90,5	130,37	149,01

VÍTR SEVERNÍ - Kladný

SÍLA [N] :	-4,215	-	-0,617	-2,826
PLOŠNÉ [N/m²] :	-87,08	-	-12,75	-58,39

VÍTR SEVERNÍ - Záporný

SÍLA [N] :	-5,627	-11,598	-2,655	-5,755
PLOŠNÉ [N/m²] :	-116,26	-33,01	-54,25	-118,9

VÍTR JIŽNÍ - Kladný

GÍLA $[q_N]$: - - -1,714 -2,634PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: - - -35,42 -54,42

VÍTR JIŽNÍ - Záporný

GÍLA $[q_N]$: -5,727 -2,176 -4,643 -5,563PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: -112,23 -44,97 -95,93 -114,93

VÍTR VÝCHODNÍ - Kladný

GÍLA $[q_W]$: -1,53 1,316 - -4,412PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: -23,82 27,18 - -91,15

VÍTR VÝCHODNÍ - Záporný

GÍLA $[q_W]$: -4,785 -1,421 -2,627 -4,4PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: -48,87 -29,36 -55,3 -132,24

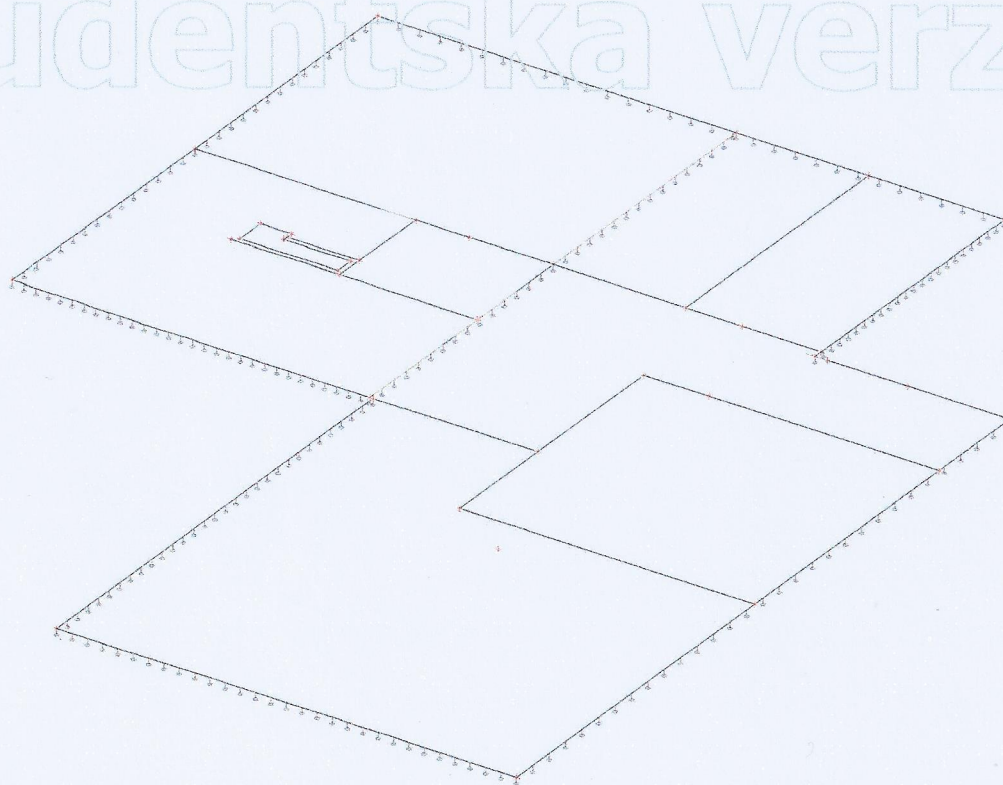
VÍTR ZÁPADNÍ - Kladný

GÍLA $[q_N]$: -1,936 1,344 -4,497 -PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: -400 27,76 -92

VÍTR ZÁPADNÍ - Záporný

GÍLA $[q_N]$: -5,568 -1,393 -6,224PLOŠNÉ $[q_N/m^2]$: -115,05 -28,78 -128,6 -

3.2. MODEL KONSTRUKCE



3.3. ZATÍŽENÍ

3.3.1. Liniová síla na hraně plochy

Jméno	Zatěžovací stav	Typ	Směr	Hodnota - P_1 [kN/m]
		Systém	Rozložení	
Schodiště_užitné	ZS08 - Užitné - schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,54
Zdivo_01	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_02	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_03	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_04	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_06	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_07	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_09	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_10	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_05	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Zdivo_08	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-3,75
Schodiště_stálé	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	Síla LSS	Z Rovnoměrné	-7,77

3.3.2. Plošné zatížení

Jméno	Směr	Typ	Hodnota [kN/m²]	Plocha	Zatěžovací stav	Systém	Poloha
Užitné	Z	Síla	-2,00	S1	ZS05 - Užitné	LSS	Délka
Omítka	Z	Síla	-0,21	S1	ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	LSS	Délka

3.3.3. Volné plošné zatížení

Jméno	Zatěžovací stav	Směr	Typ	Rozložení	q [kN/m ²]	Výběr	Systém
Užitné pravé	ZS06 -Užitné - pravé	Z	Síla	Rovnoměrné	-2,00	Auto	GSS
S1 tíha střechy	ZS04 -Vlastní tíha střechy	Z	Síla	Rovnoměrné	-393,30	Auto	GSS
S2 tíha střechy	ZS04 -Vlastní tíha střechy	Z	Síla	Rovnoměrné	-194,36	Auto	GSS
S3 tíha střechy	ZS04 -Vlastní tíha střechy	Z	Síla	Rovnoměrné	-267,76	Auto	GSS
S4 tíha střechy	ZS04 -Vlastní tíha střechy	Z	Síla	Rovnoměrné	-314,18	Auto	GSS
S1 Sníh	ZS09 -Sníh	Z	Síla	Rovnoměrné	-164,75	Auto	GSS
S2 Sníh	ZS09 -Sníh	Z	Síla	Rovnoměrné	-90,50	Auto	GSS
S3 Sníh	ZS09 -Sníh	Z	Síla	Rovnoměrné	-130,37	Auto	GSS
S4 Sníh	ZS09 -Sníh	Z	Síla	Rovnoměrné	-149,01	Auto	GSS
Podlaha E	ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	Z	Síla	Rovnoměrné	-0,93	Auto	GSS
Podlaha F	ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	Z	Síla	Rovnoměrné	-1,12	Auto	GSS
Podlaha F'	ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	Z	Síla	Rovnoměrné	-1,12	Auto	GSS
S1 sever kladný	ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	87,08	Auto	GSS
S2 sever kladný	ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	33,01	Auto	GSS
S3 sever kladný	ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	12,75	Auto	GSS
S4 sever kladný	ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	58,39	Auto	GSS
S1 sever záporný	ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	116,27	Auto	GSS
S2 sever záporný	ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	33,01	Auto	GSS
S3 sever záporný	ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	54,85	Auto	GSS
S4 sever záporný	ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	118,90	Auto	GSS
S1 jih kladný	ZS12 -Vítr - JIH - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	118,33	Auto	GSS
S2 jih kladný	ZS12 -Vítr - JIH - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	44,97	Auto	GSS
S3 jih kladný	ZS12 -Vítr - JIH - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	35,42	Auto	GSS
S4 jih kladný	ZS12 -Vítr - JIH - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	54,42	Auto	GSS
S1 jih záporný	ZS13 -Vítr - JIH - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	118,33	Auto	GSS
S2 jih záporný	ZS13 -Vítr - JIH - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	44,97	Auto	GSS
S3 jih záporný	ZS13 -Vítr - JIH - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	95,93	Auto	GSS
S4 jih záporný	ZS13 -Vítr - JIH - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	114,93	Auto	GSS
S1 východ kladný	ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	23,82	Auto	GSS
S2 východ kladný	ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	-27,18	Auto	GSS
S3 východ kladný	ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	55,30	Auto	GSS
S4 východ kladný	ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	91,15	Auto	GSS
S1 východ záporný	ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	98,87	Auto	GSS
S2 východ záporný	ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	29,36	Auto	GSS
S3 východ záporný	ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	55,30	Auto	GSS
S4 východ záporný	ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	132,24	Auto	GSS
S1 západ kladný	ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	40,00	Auto	GSS
S2 západ kladný	ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	-27,76	Auto	GSS
S3 západ kladný	ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	92,90	Auto	GSS
S4 západ kladný	ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	Z	Síla	Rovnoměrné	112,87	Auto	GSS
S1 západ záporný	ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	115,05	Auto	GSS
S2 západ záporný	ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	28,78	Auto	GSS
S3 západ záporný	ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	128,60	Auto	GSS
S4 západ záporný	ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	Z	Síla	Rovnoměrné	112,87	Auto	GSS
Užitné levé	ZS07 -Užitné - levé	Z	Síla	Rovnoměrné	-2,00	Auto	GSS

3.3.4. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1 - Stálé	Stálé		
SZ2 - Užitné	Nahodilé	Výběrová	Kat A : obytné
SZ4 - Sníh	Nahodilé	Standard	Sníh
SZ5 - Vítr	Nahodilé	Výběrová	Vítr
SZ3 - Užitné schodiště	Nahodilé	Standard	Kat A : obytné

3.4. ZATĚŽOVACÍ STAVY

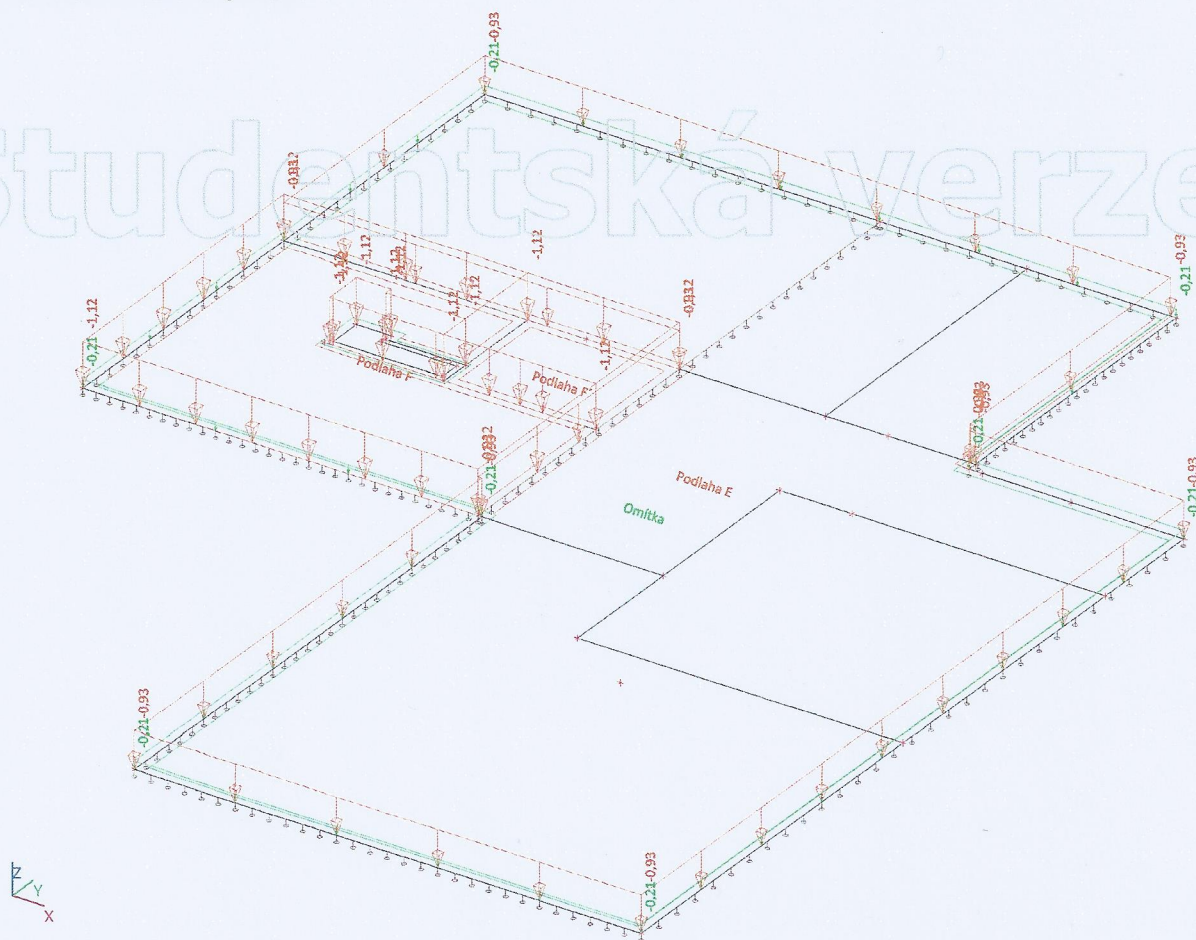
3.4.1. PŘEHLED STAVŮ

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr
ZS01 - Vlastní tíha desky		Stálé	SZ1 - Stálé	Vlastní tíha		-Z
ZS04 - Vlastní tíha střechy		Stálé	SZ1 - Stálé	Standard		
ZS05 - Užité		Nahodilé	SZ2 - Užité	Statické	Standard	
ZS06 - Užité - pravé		Nahodilé	SZ2 - Užité	Statické	Standard	
ZS07 - Užité - levé		Nahodilé	SZ2 - Užité	Statické	Standard	
ZS09 - Sníh		Nahodilé	SZ4 - Sníh	Statické	Standard	
ZS10 - Vítr - SEVER - kladný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS12 - Vítr - JIH - kladný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS14 - Vítr - VÝCHOD - kladný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS16 - Vítr - ZÁPAD - kladný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS02 - Stálé plošné	omítka, podlaha	Stálé	SZ1 - Stálé	Standard		
ZS08 - Užité - schodiště		Nahodilé	SZ3 - Užité schodiště	Statické	Standard	
ZS11 - Vítr - SEVER - záporný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS13 - Vítr - JIH - záporný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS15 - Vítr - VÝCHOD - záporný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS17 - Vítr - ZÁPAD - záporný		Nahodilé	SZ5 - Vítr	Statické	Standard	
ZS03 - Stálé llineární	zdivo, schodiště	Stálé	SZ1 - Stálé	Standard		

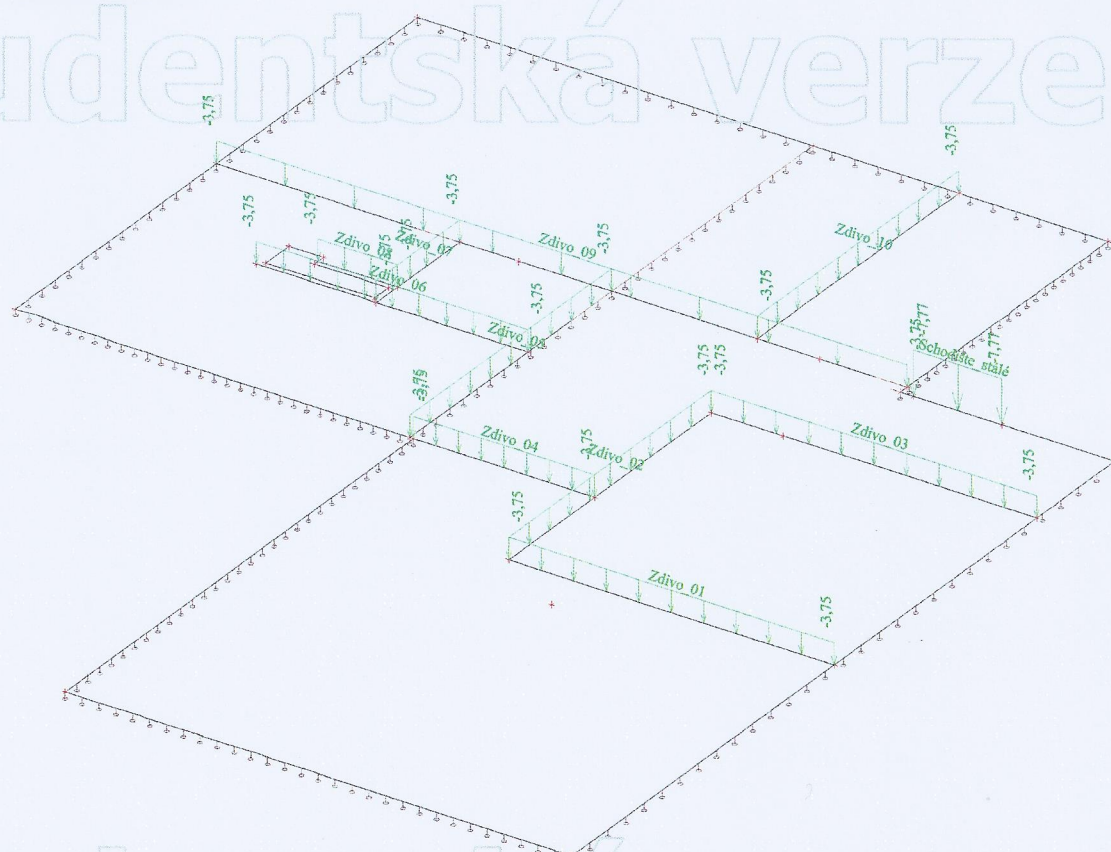
3.4.2. ZS01 - Vlastní tíha desky

Tento stav nechám program spočítat samostatně, na základě zadání tloušťky desky $h_s = 220 \text{ mm}$

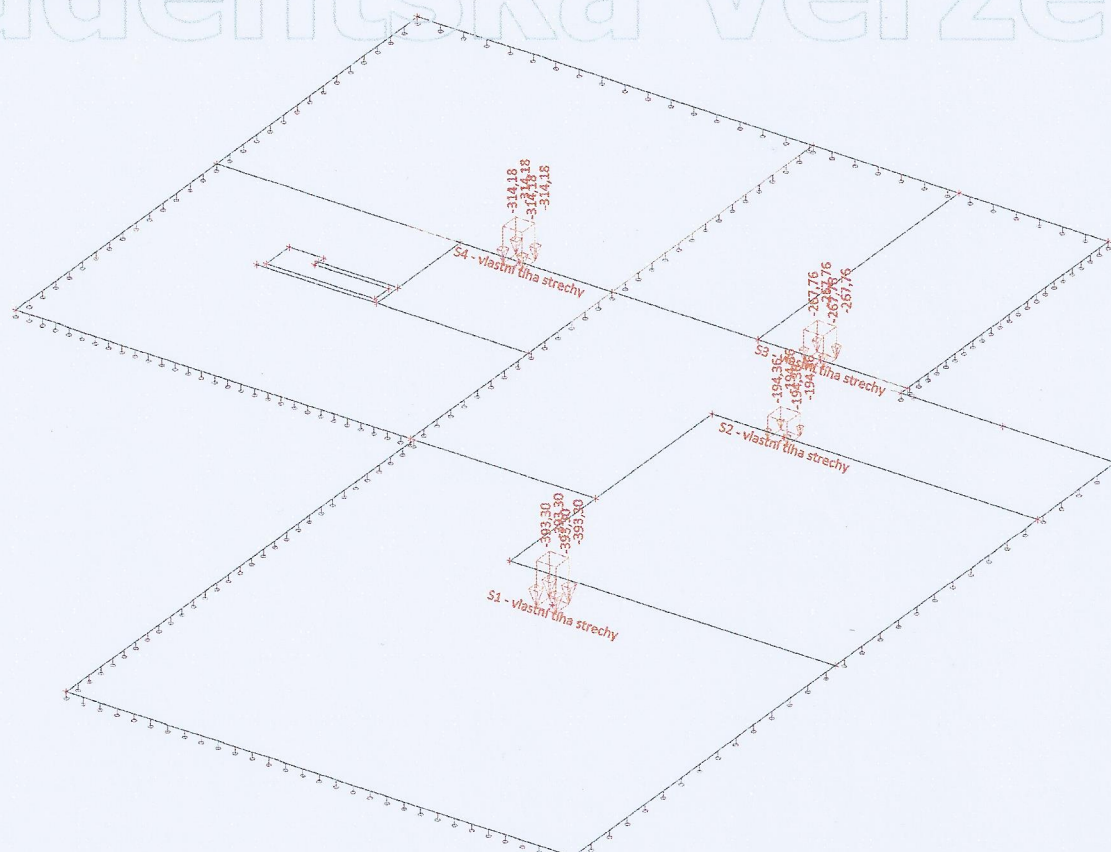
3.4.3. ZS02 - Stálé plošné

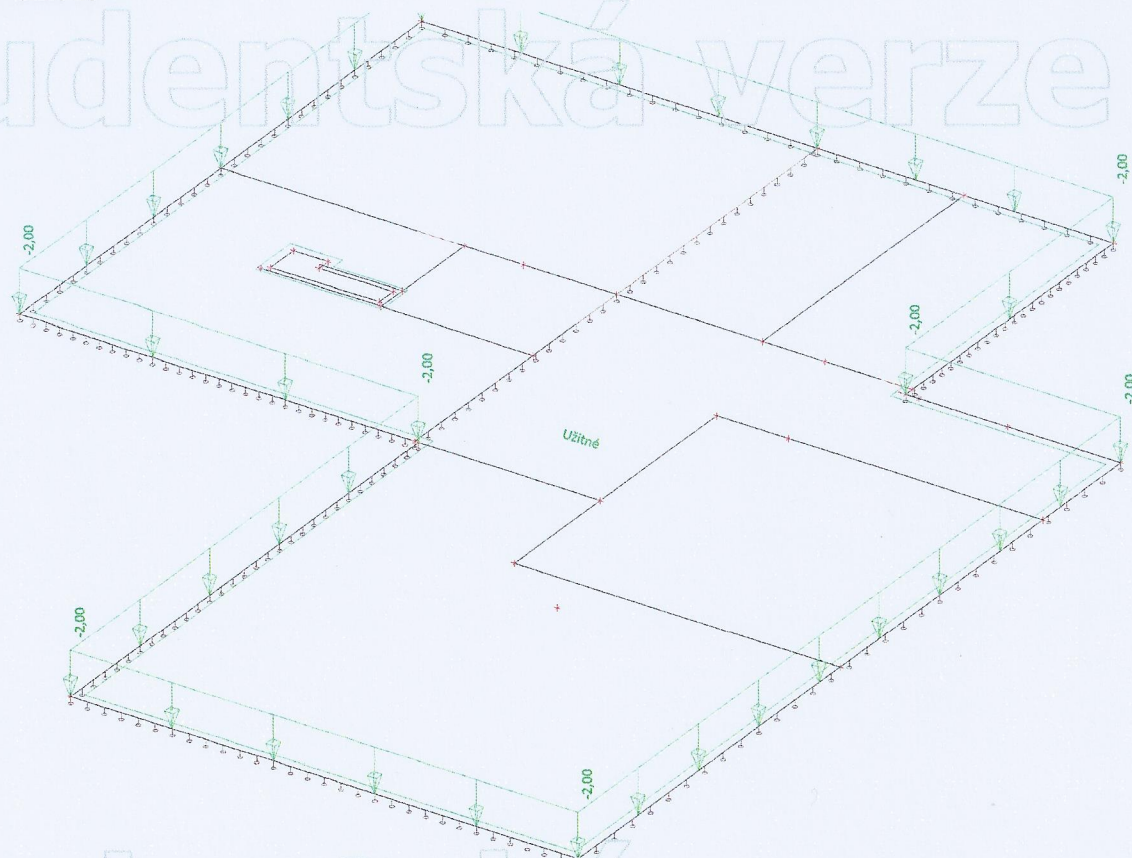
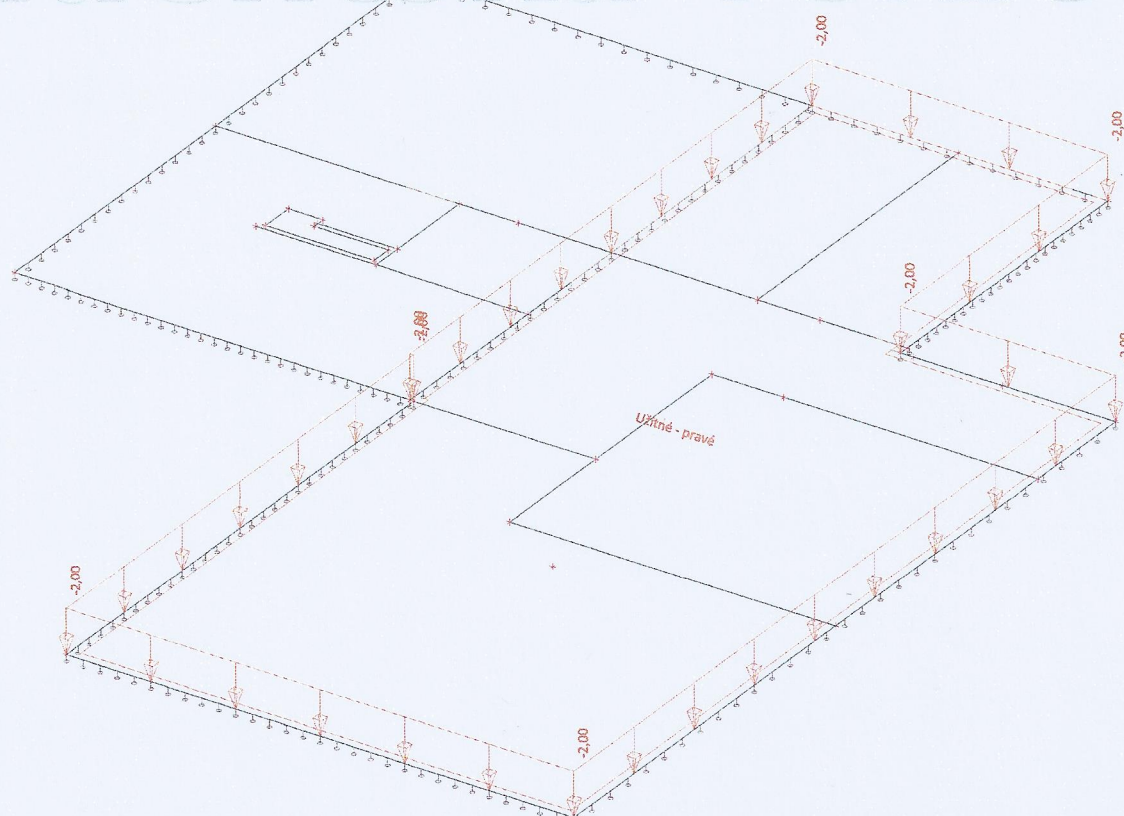


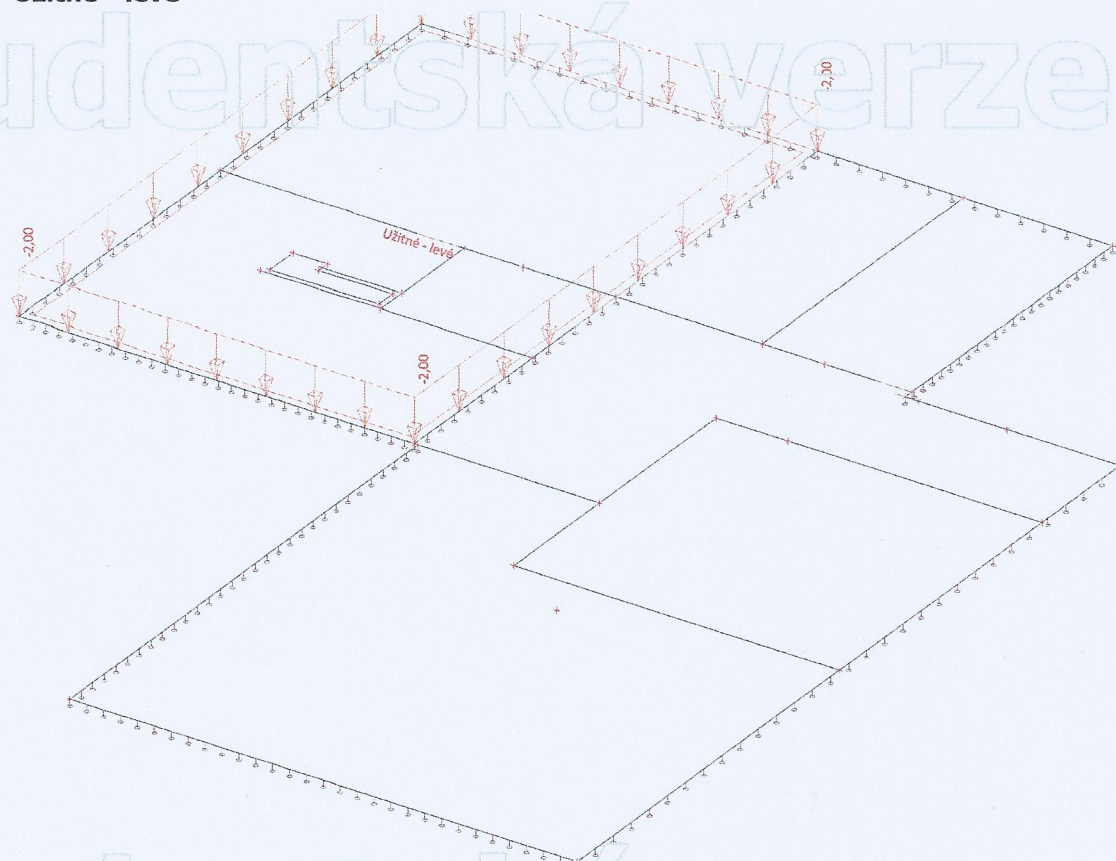
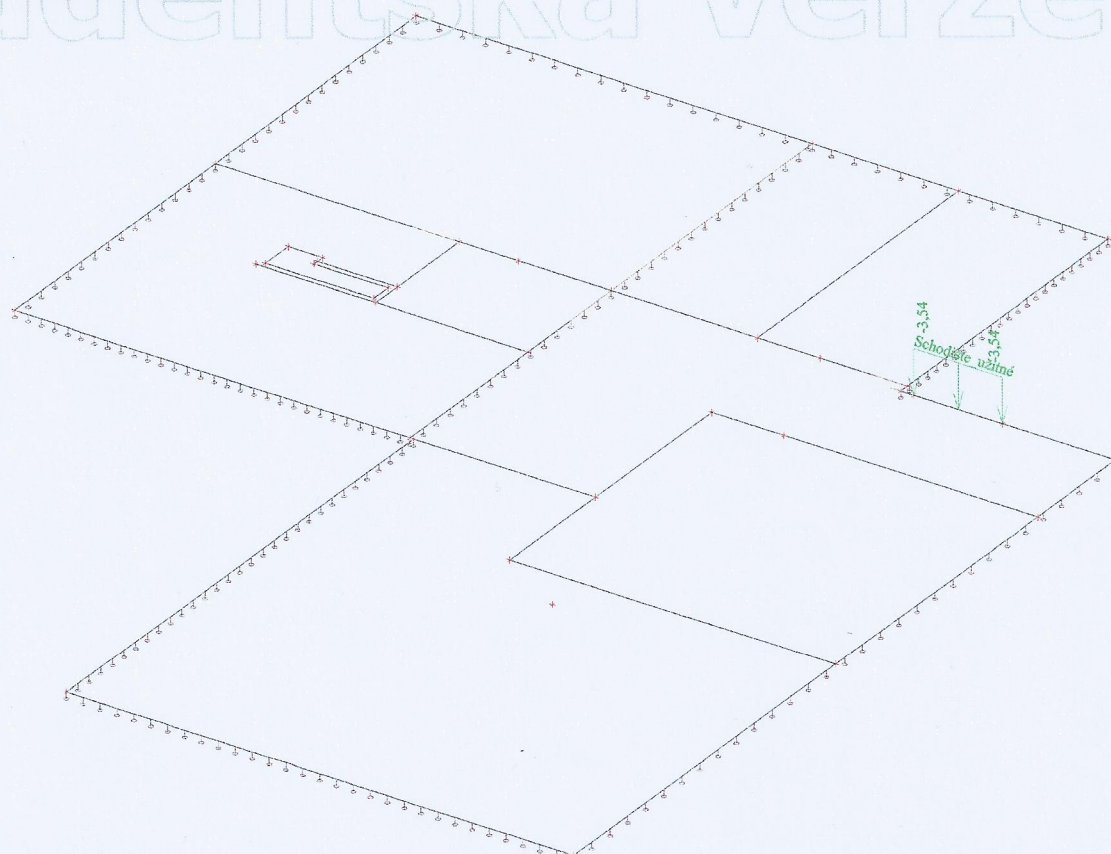
3.4.4. ZS03 - Stálé Ilineární

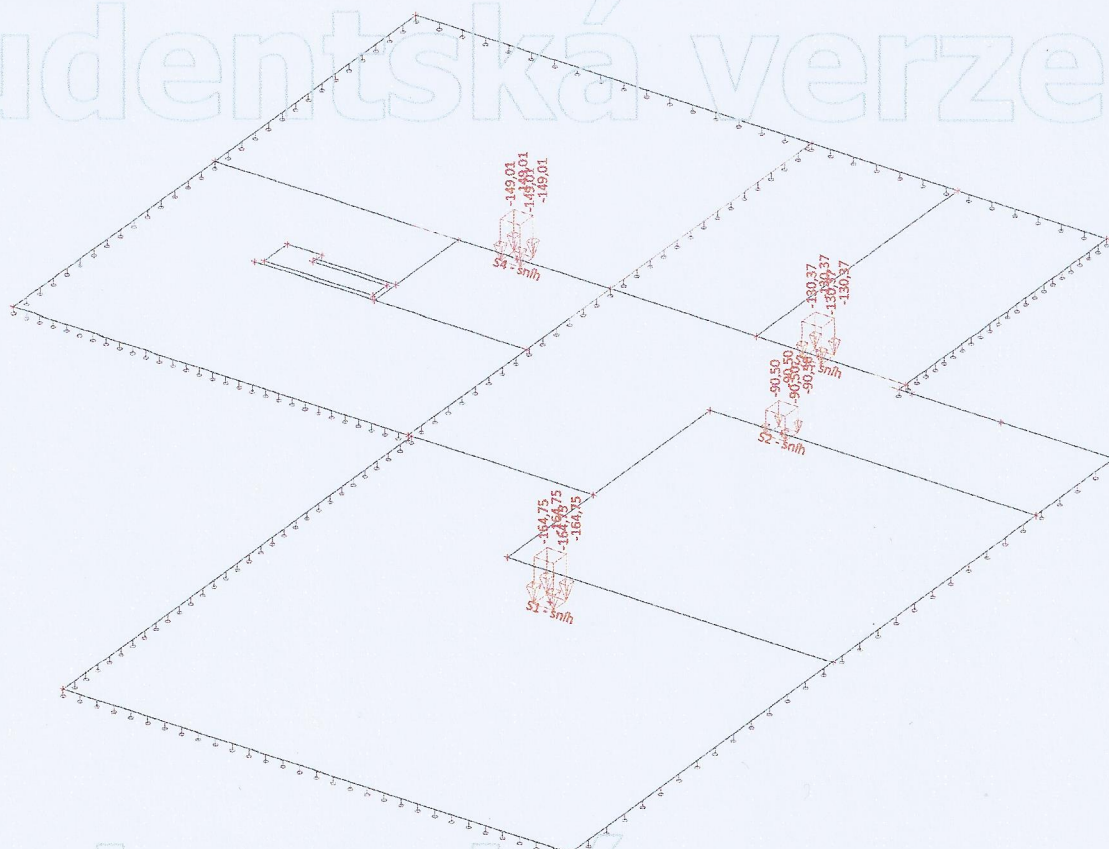
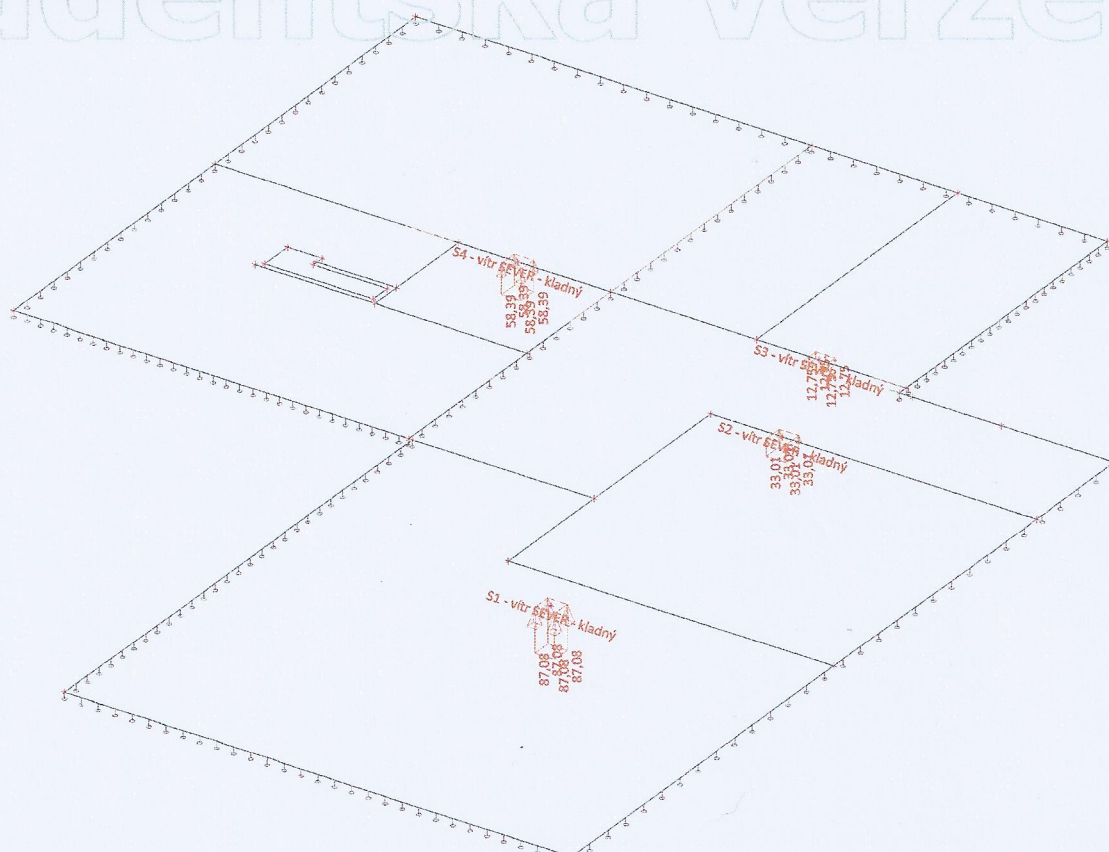


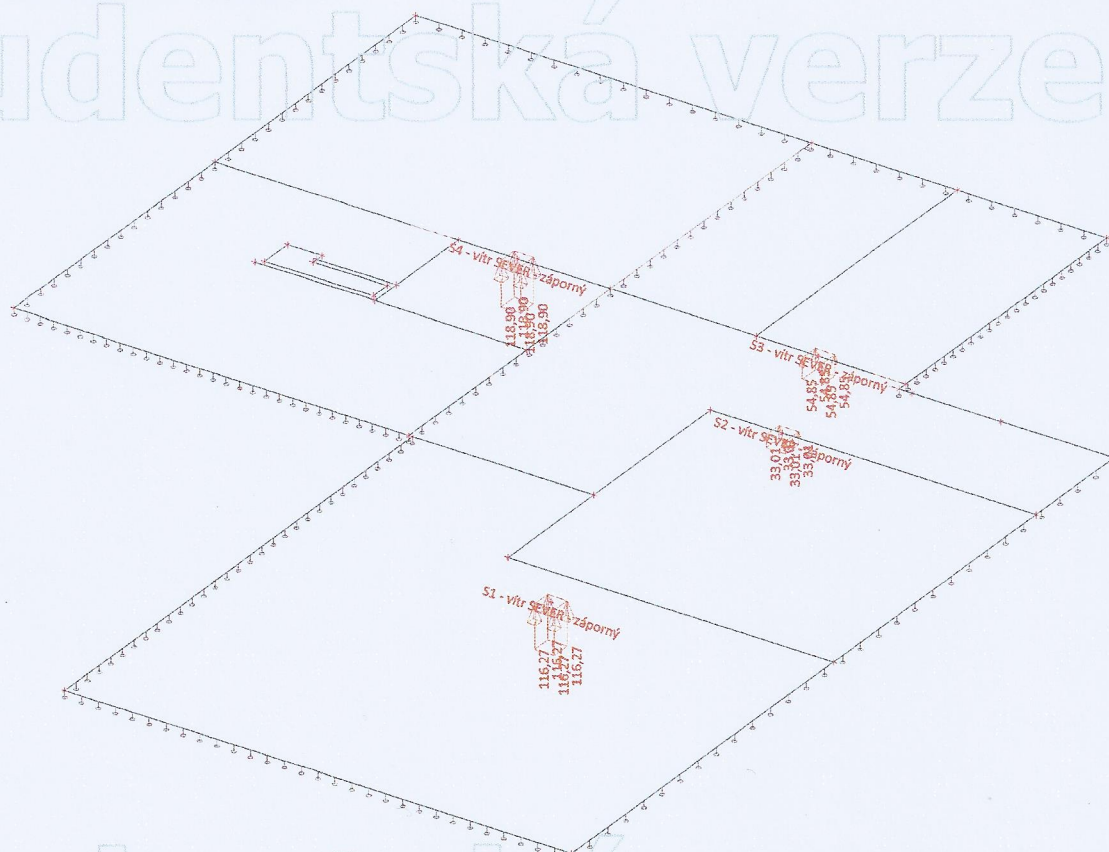
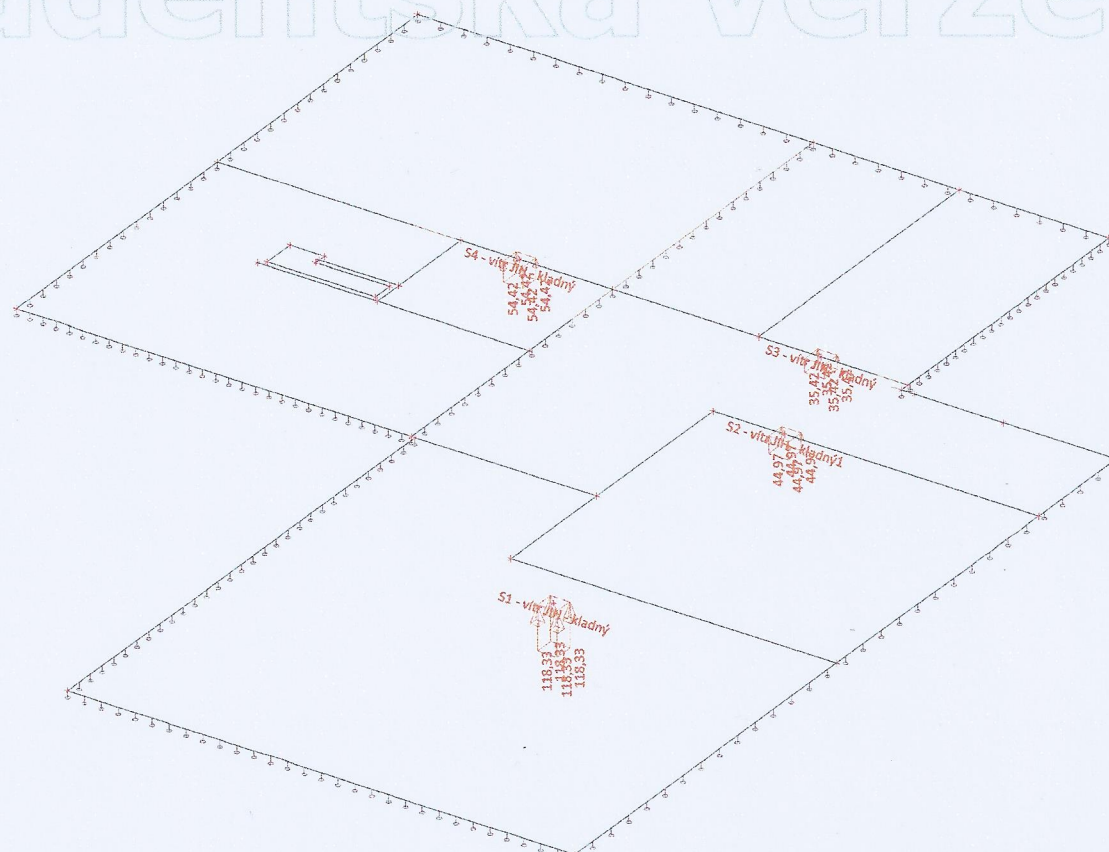
3.4.5. ZS04 „Vlastní tíha střechy“

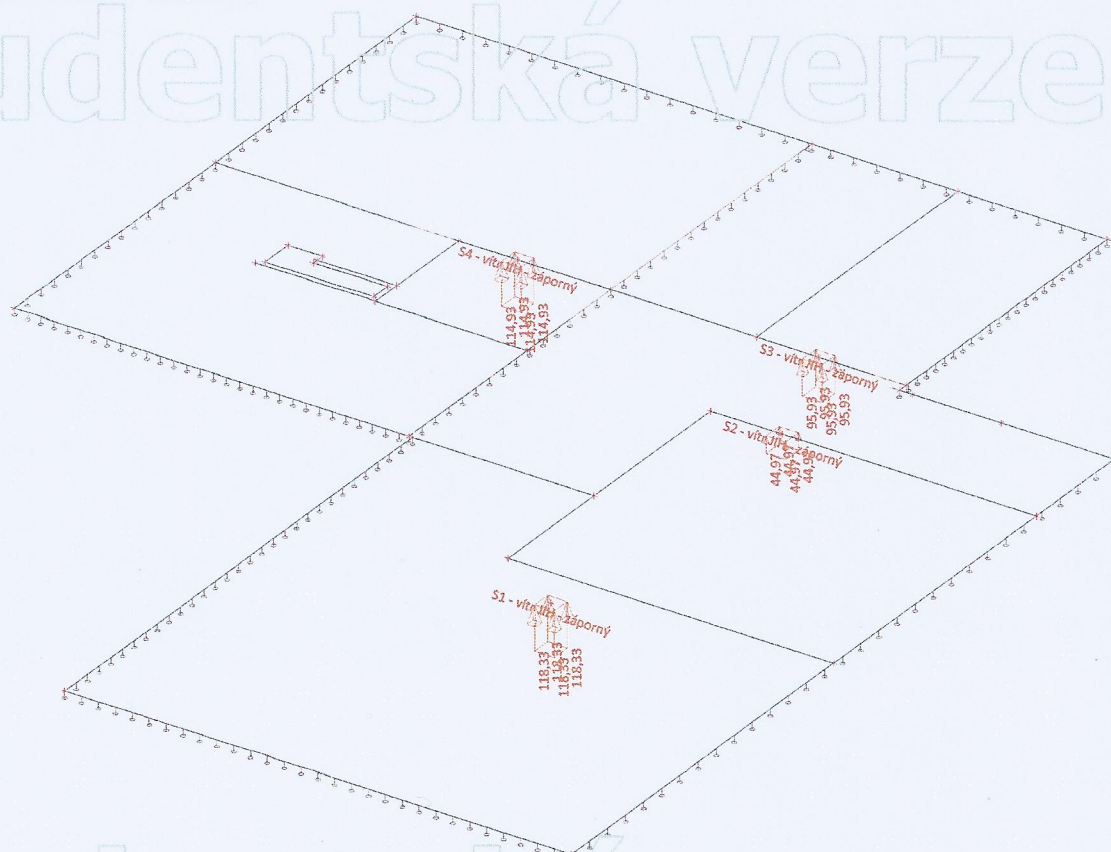
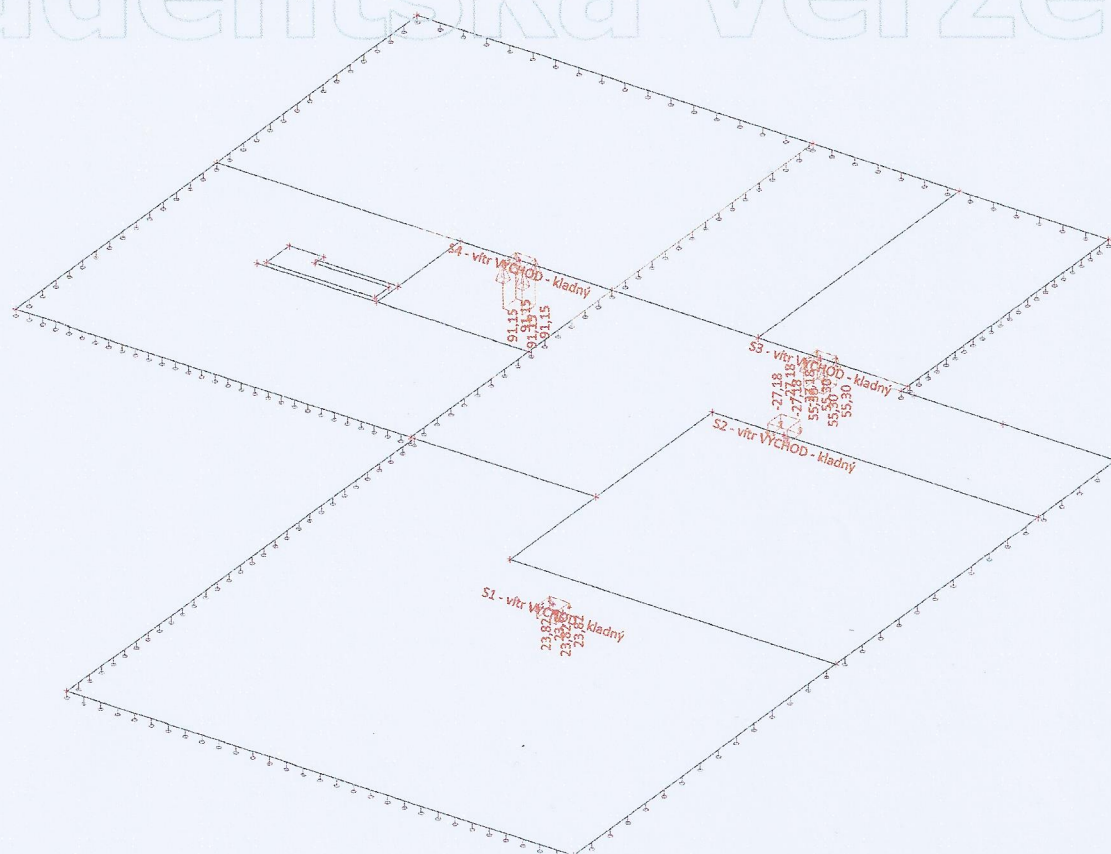


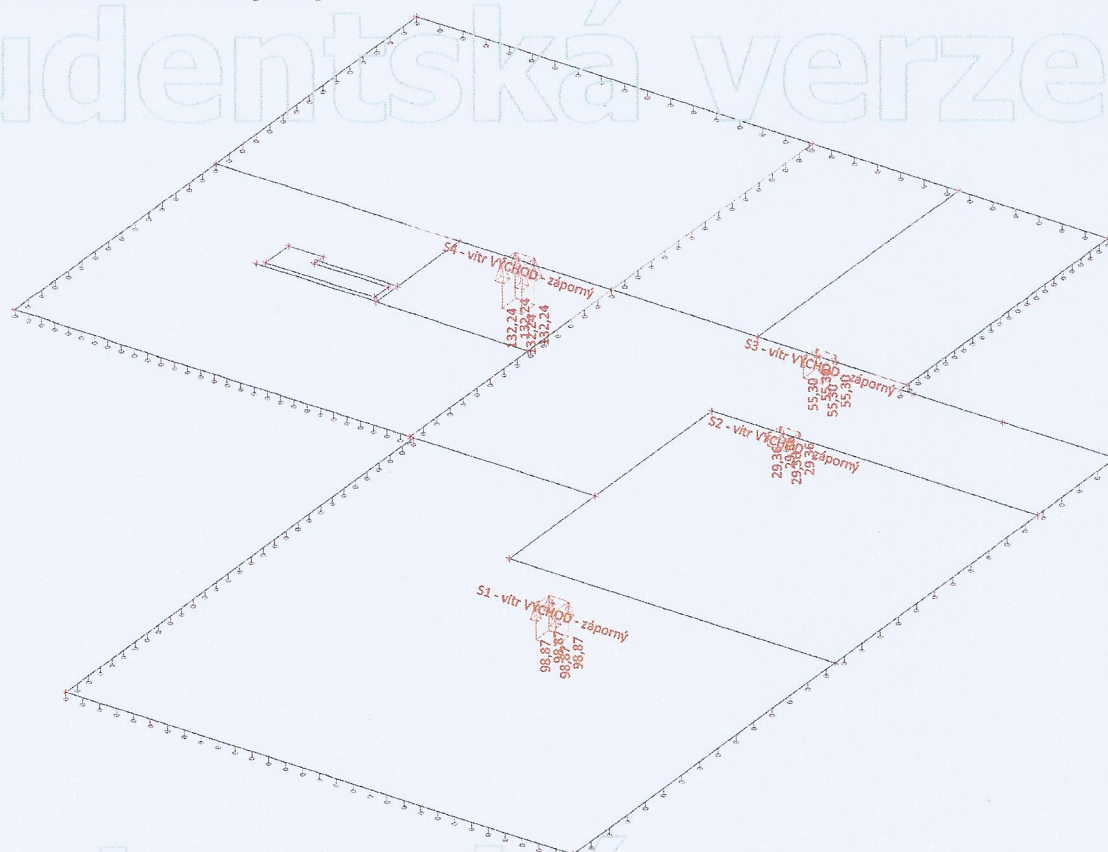
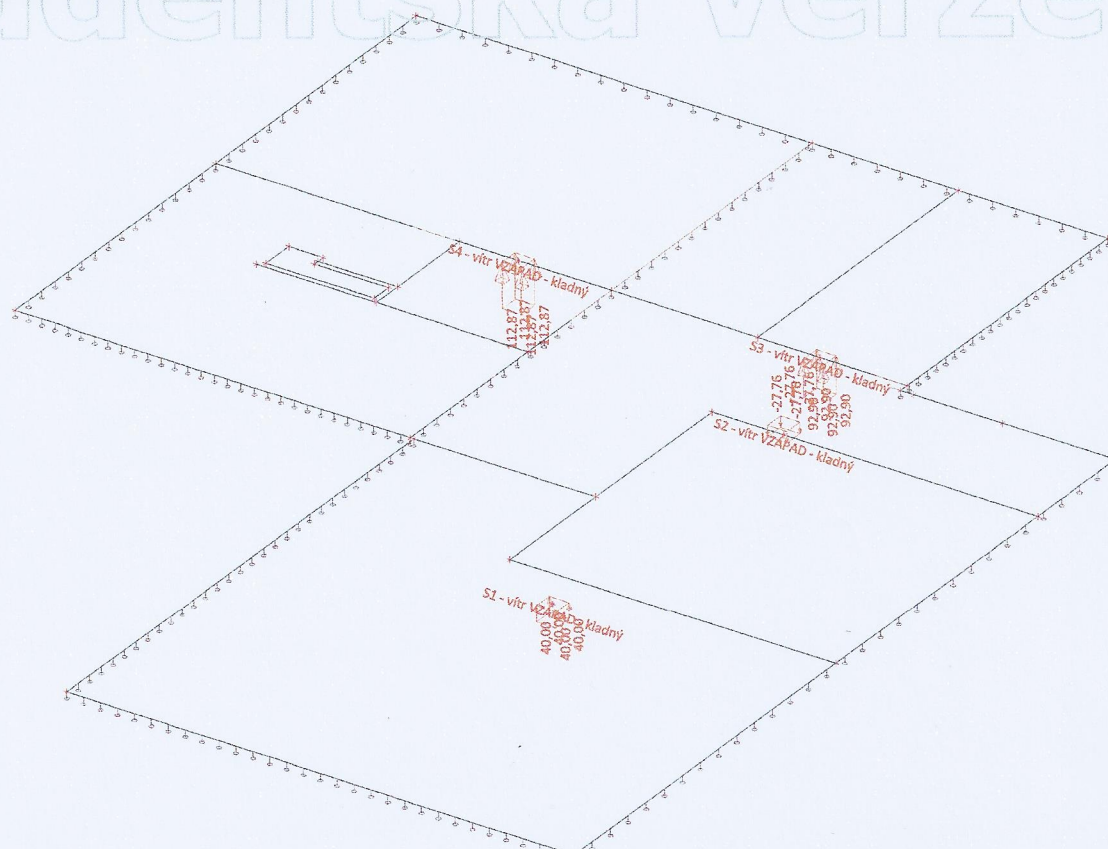
3.4.6. ZS05 -Užitné**3.4.7. ZS06 -Užitné - pravé**

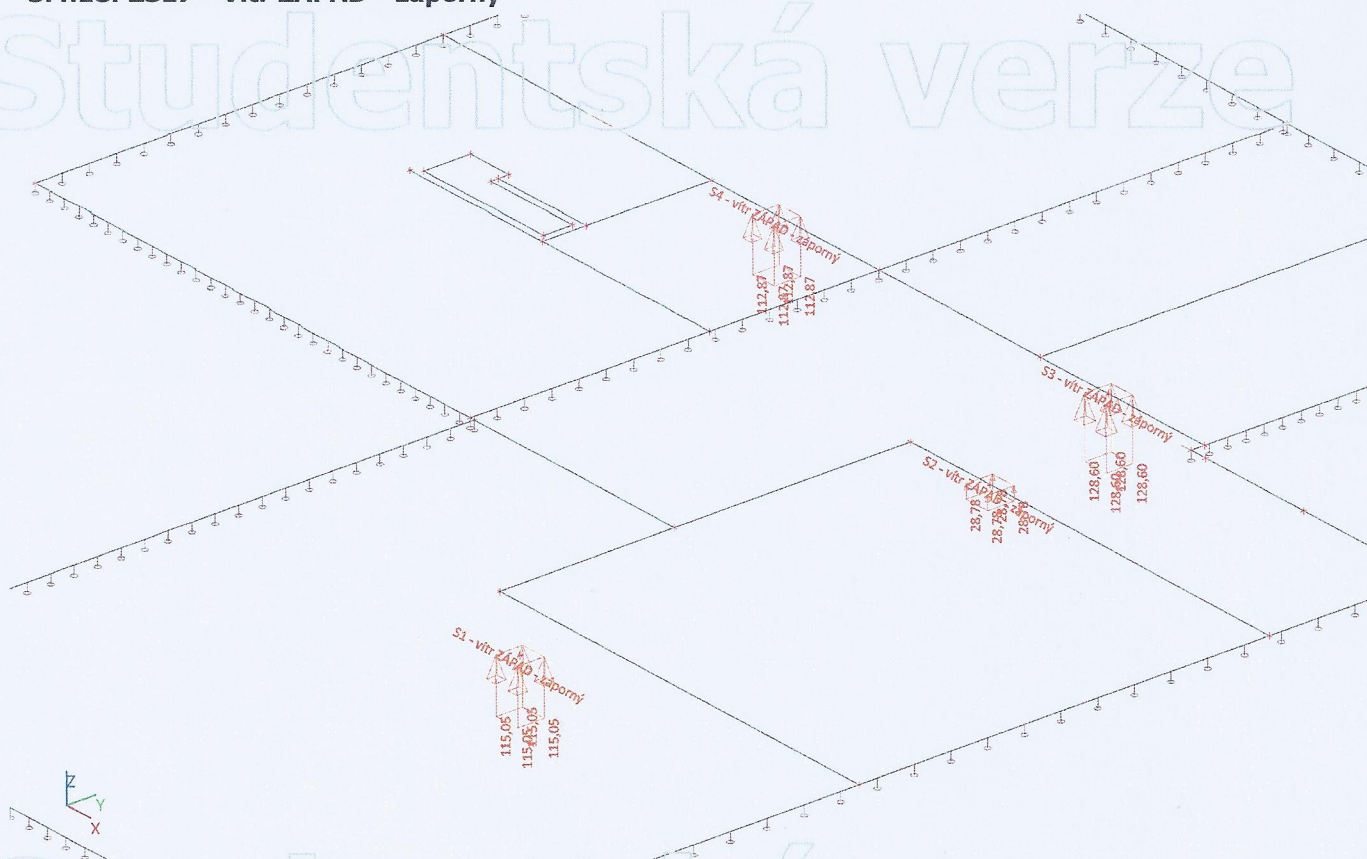
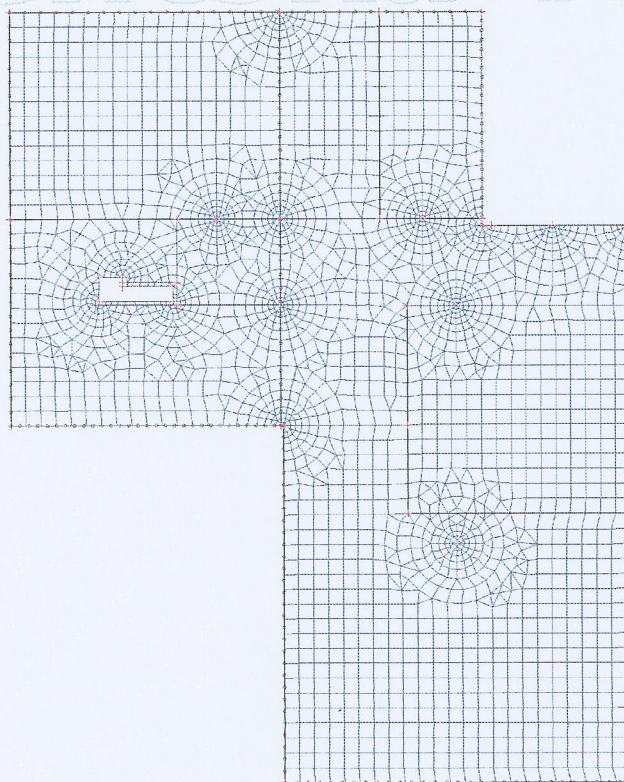
3.4.8. ZS07 -Užitné - levé**3.4.9. ZS03 -Užitné - schodiště**

3.4.10. ZS09 - Sníh**3.4.11. ZS10 - Vítr SEVĚR = kladný**

3.4.12. ZS11 - Vítr SEVER - záporný**3.4.13. ZS12 - Vítr JIH - kladný**

3.4.14. ZS13 -Vítr JIH - záporný**3.4.15. ZS14 -Vítr VÝCHOD - kladný**

3.4.16. ZS15 -Vítr VÝCHOD - záporný**3.4.17. ZS16 -Vítr ZÁPAD = kladný**

3.4.18. ZS17 - Vitr ZÁPAD - záporný**3.5. SÍŤ MKP**

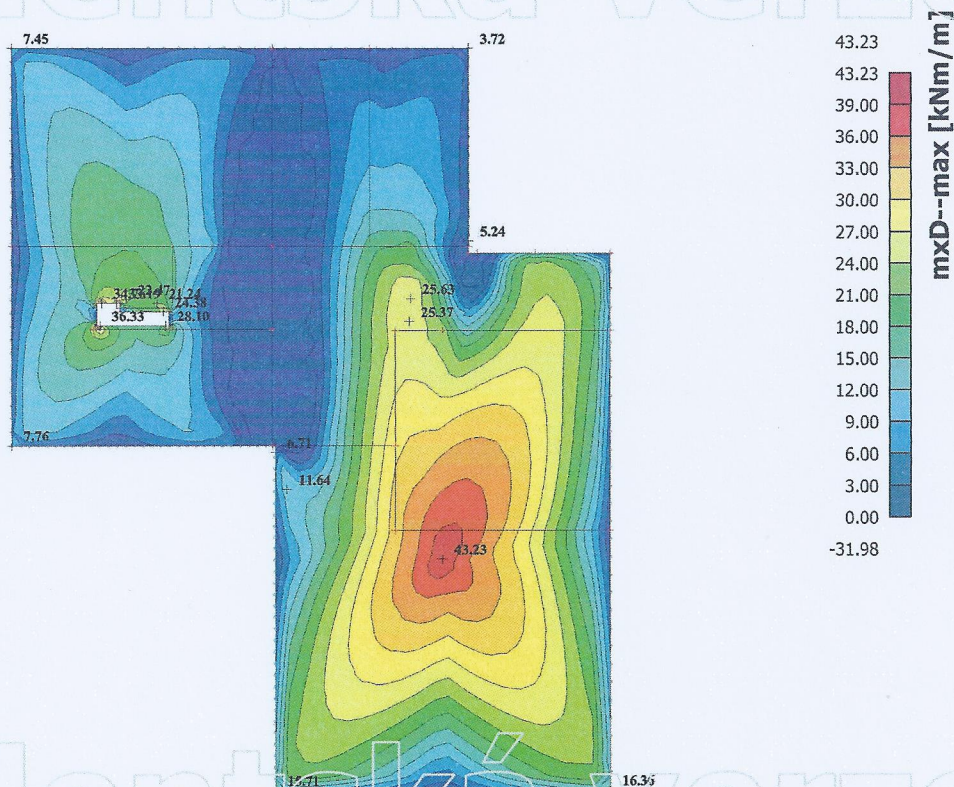
3.6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč.
MSÚ		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,00
			ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,00
			ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	1,00
			ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,00
			ZS05 -Užitné	1,00
			ZS06 -Užitné - pravé	1,00
			ZS07 -Užitné - levé	1,00
			ZS08 -Užitné - schodiště	1,00
			ZS09 -Sníh	1,00
			ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	1,00
			ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	1,00
			ZS12 -Vítr - JIH - kladný	1,00
			ZS13 -Vítr - JIH - záporný	1,00
			ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	1,00
			ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	1,00
			ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	1,00
			ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	1,00
MSP - průhyb		EN-MSP kvazistálá	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,00
			ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,00
			ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	1,00
			ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,00
			ZS05 -Užitné	1,00
			ZS06 -Užitné - pravé	1,00
			ZS07 -Užitné - levé	1,00
			ZS08 -Užitné - schodiště	1,00
			ZS09 -Sníh	1,00
			ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	1,00
			ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	1,00
			ZS12 -Vítr - JIH - kladný	1,00
			ZS13 -Vítr - JIH - záporný	1,00
			ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	1,00
			ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	1,00
			ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	1,00
			ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	1,00
MSP - trhliny		EN-MSP charakteristická	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,00
			ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,00
			ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	1,00
			ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,00
			ZS05 -Užitné	1,00
			ZS06 -Užitné - pravé	1,00
			ZS07 -Užitné - levé	1,00
			ZS08 -Užitné - schodiště	1,00
			ZS09 -Sníh	1,00
			ZS10 -Vítr - SEVER - kladný	1,00
			ZS11 -Vítr - SEVER - záporný	1,00
			ZS12 -Vítr - JIH - kladný	1,00
			ZS13 -Vítr - JIH - záporný	1,00
			ZS14 -Vítr - VÝCHOD - kladný	1,00
			ZS15 -Vítr - VÝCHOD - záporný	1,00
			ZS16 -Vítr - ZÁPAD - kladný	1,00
			ZS17 -Vítr - ZÁPAD - záporný	1,00
Ověření - podepřený	6.10b	Lineární - únosnost	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,15
			ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,15
			ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,15
			ZS05 -Užitné	1,05
			ZS09 -Sníh	1,50
Ověření - podepřený	6.10a	Lineární - únosnost	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,35
			ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,35
			ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,35
			ZS05 -Užitné	1,15
			ZS09 -Sníh	0,75
Ověření - vlastní tíha		Lineární - únosnost	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,00

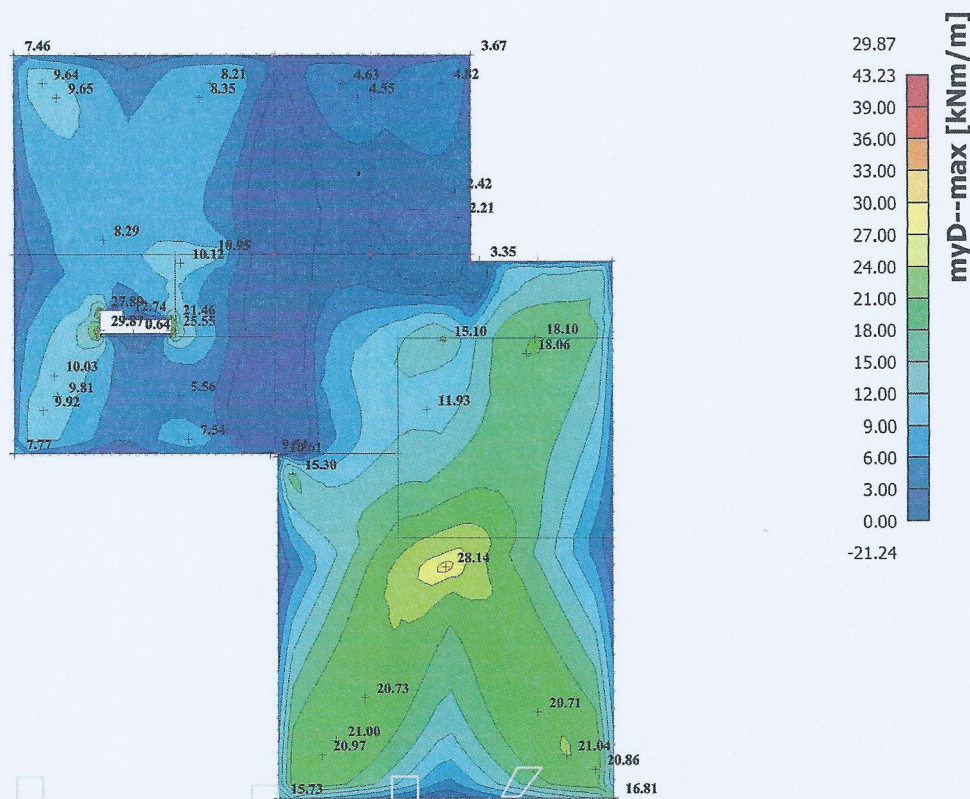
4. VNITŘNÍ SÍLY

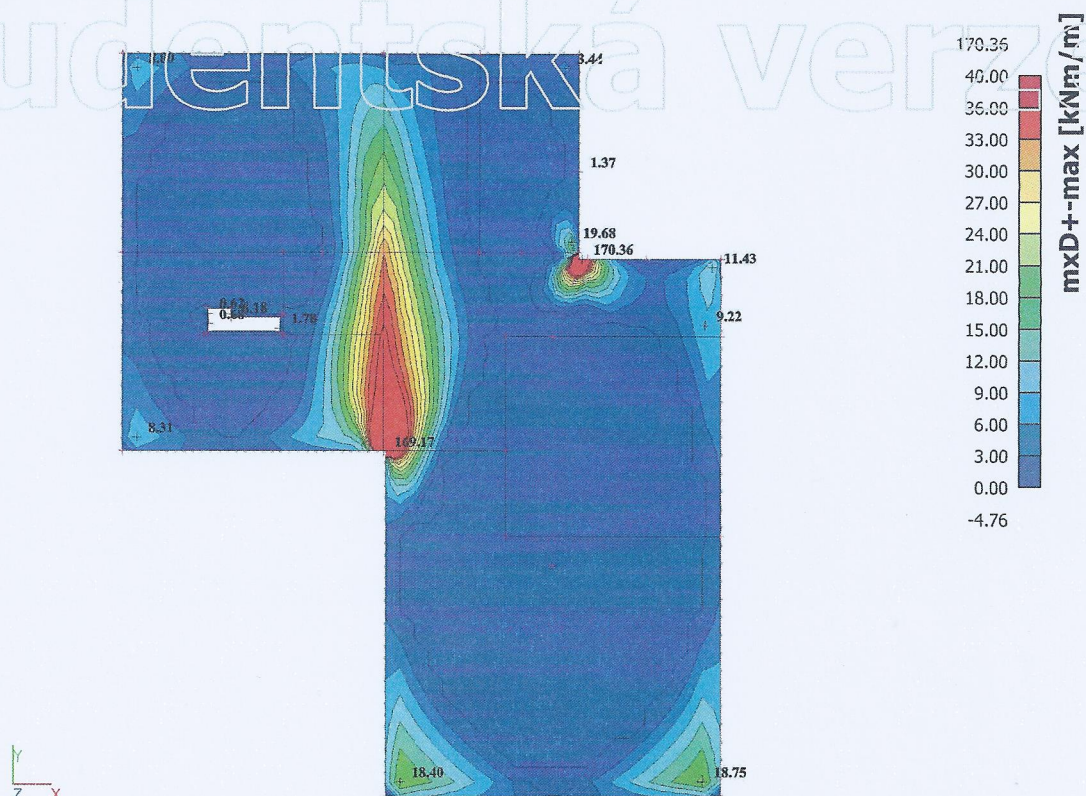
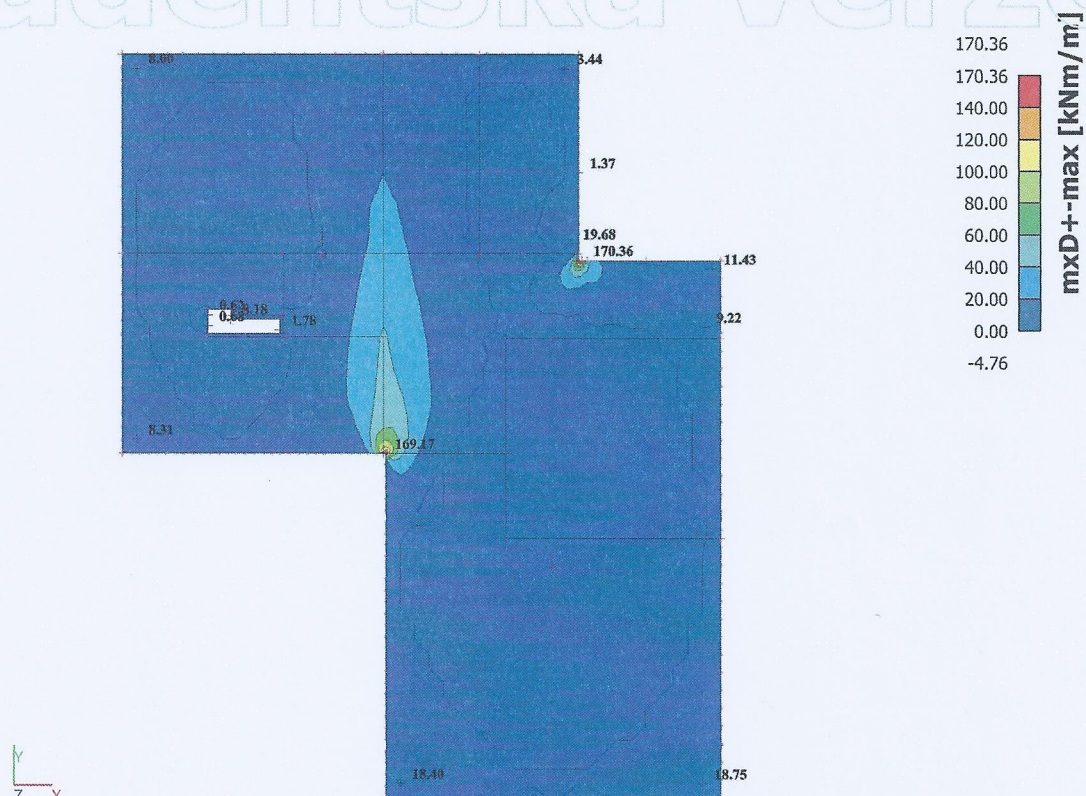
4.1. Meč

4.1.1. Plochy - Vnitřní síly; mxD -

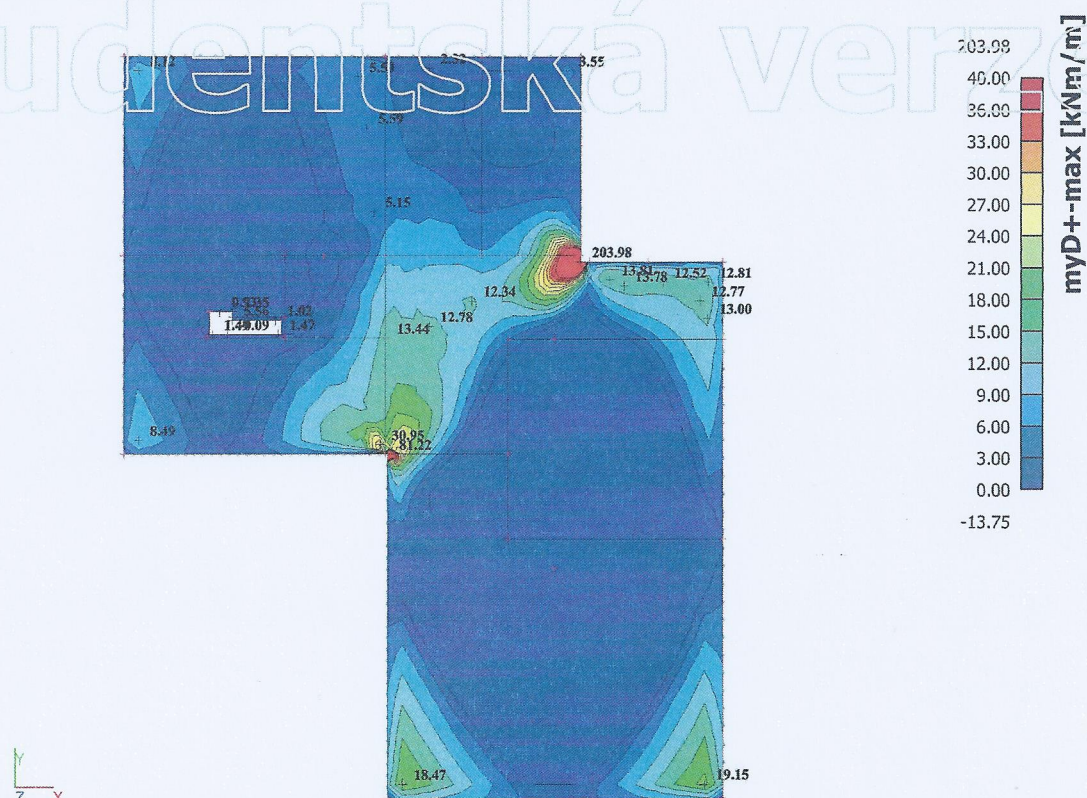


4.1.2. Plochy - Vnitřní síly; myD -

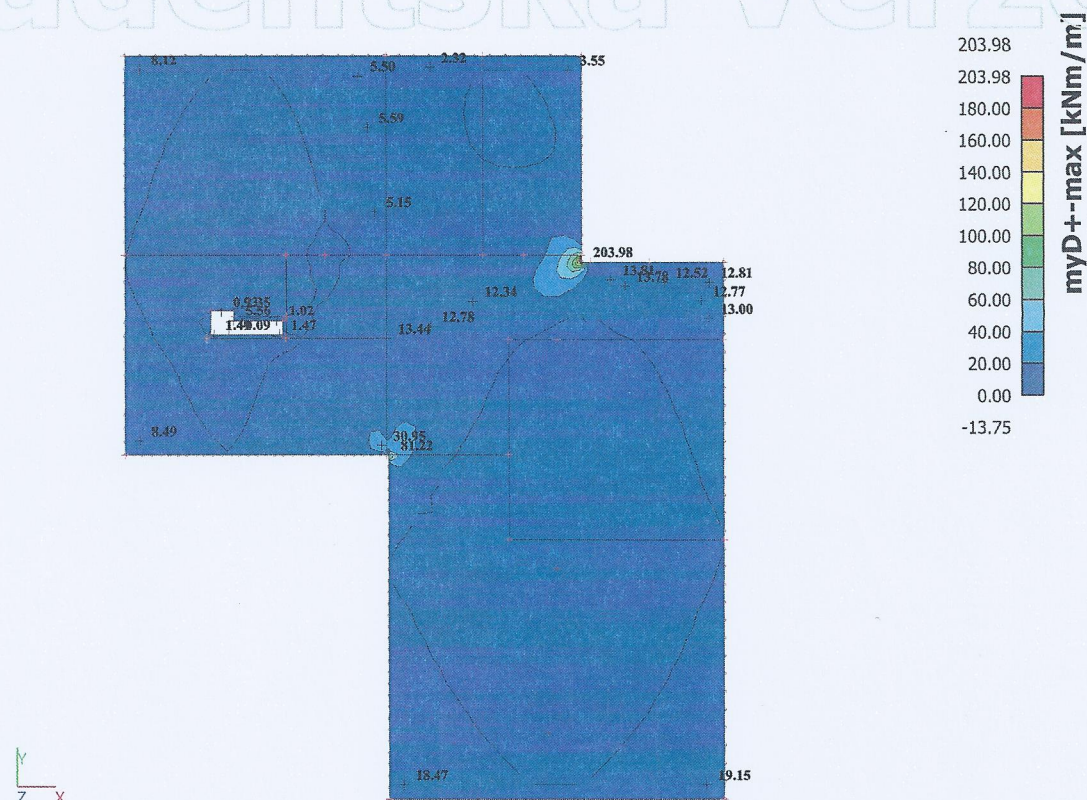


4.1.3. Plochy - Vnitřní síly; $mxD+$ 4.1.4. Plochy - Vnitřní síly; $mxD+$ 

4.1.5. Plochy - Vnitřní síly; myD+



4.1.6. Plochy - Vnitřní síly; myD+



4.1.7. Plochy - Vnitřní síly

Lineární výpočet, Extrém : Prvek

Výběr : Vše

Kombinace : MSÚ

Základní návrhové veličiny. V uzlech, průměrovat.

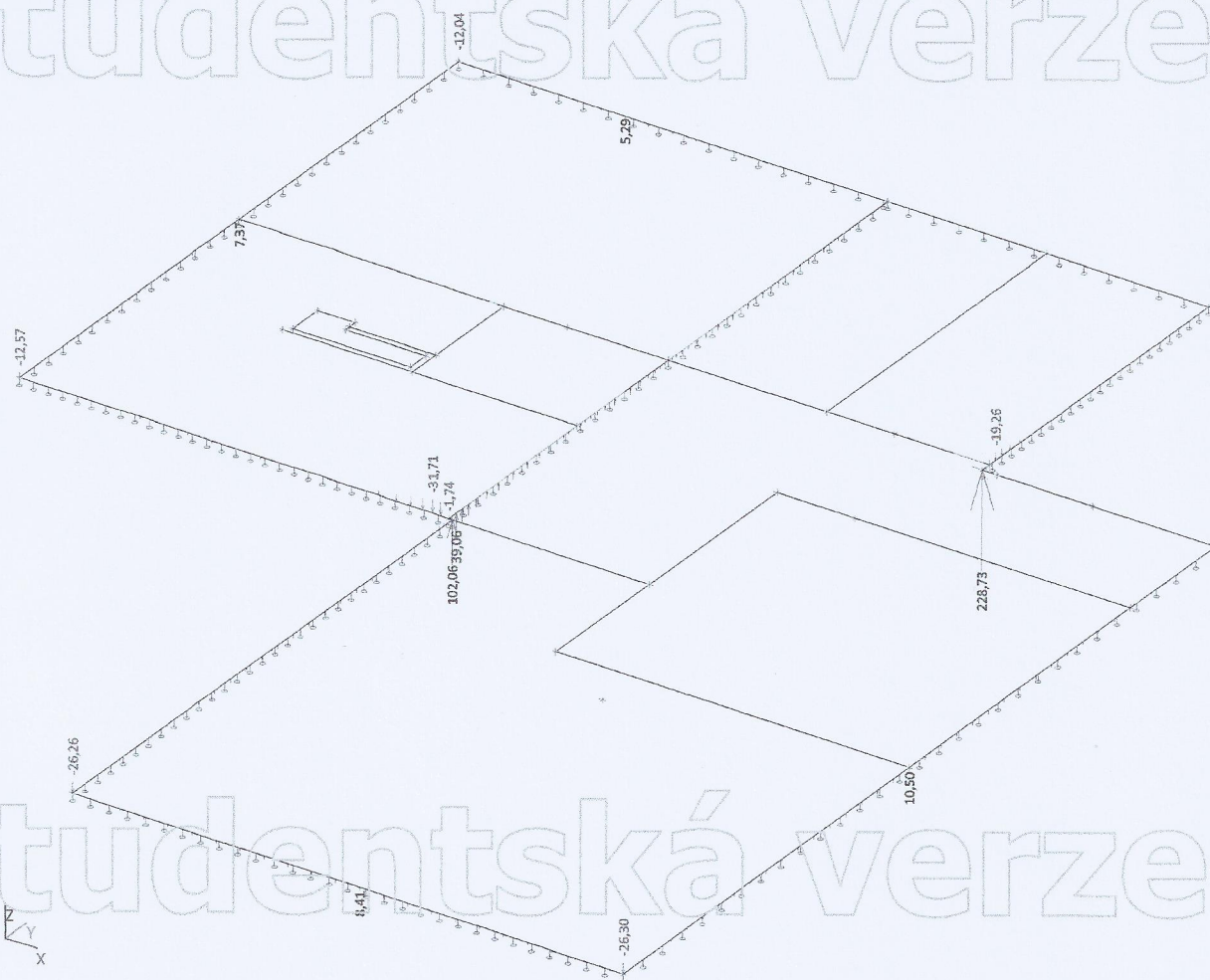
Prvek	Stav	mxD+ [kNm/m]	myD+ [kNm/m]	mcD+ [kNm/m]	mxD- [kNm/m]	myD- [kNm/m]	mcD- [kNm/m]
S1	MSÚ	-9,60	0,00	-10,22	2,11	4,04	-1,76
S1	MSÚ	170,36	94,20	-59,07	0,00	-9,39	-77,39
S1	MSÚ	0,00	-27,31	-42,46	22,96	14,21	-1,62
S1	MSÚ	170,04	203,98	-79,22	-31,98	0,00	-95,25
S1	MSÚ	92,77	113,64	-143,65	-59,15	0,00	-171,17
S1	MSÚ	8,16	2,33	-0,02	0,00	-0,31	-4,20
S1	MSÚ	0,00	-13,75	-22,50	43,23	28,14	-0,90
S1	MSÚ	66,17	56,17	-82,42	0,00	-38,10	-101,29
S1	MSÚ	0,30	0,00	-14,21	18,86	29,87	-13,21
S1	MSÚ	0,00	-9,43	-15,21	26,74	16,69	0,00

Označení mxD+, mxD+ atd. značí síly na horním povrchu desky. Proto v těchto případech nemají význam kladné hodnoty vnitřních sil. Ve skutečnosti tam nejsou a zde jsou uvedeny jen pro úplnost.

Označení mxD-, myD- atd. značí síly u horního povrchu desky. proto v těchto případech nemají význam záporné hodnoty vnitřních sil. Ve skutečnosti tam nejsou a zde jsou uvedeny jen pro úplnost.

4.2. Ved

4.2.1. Reakce; Rz



Lineární výpočet, Extrém : Uzel

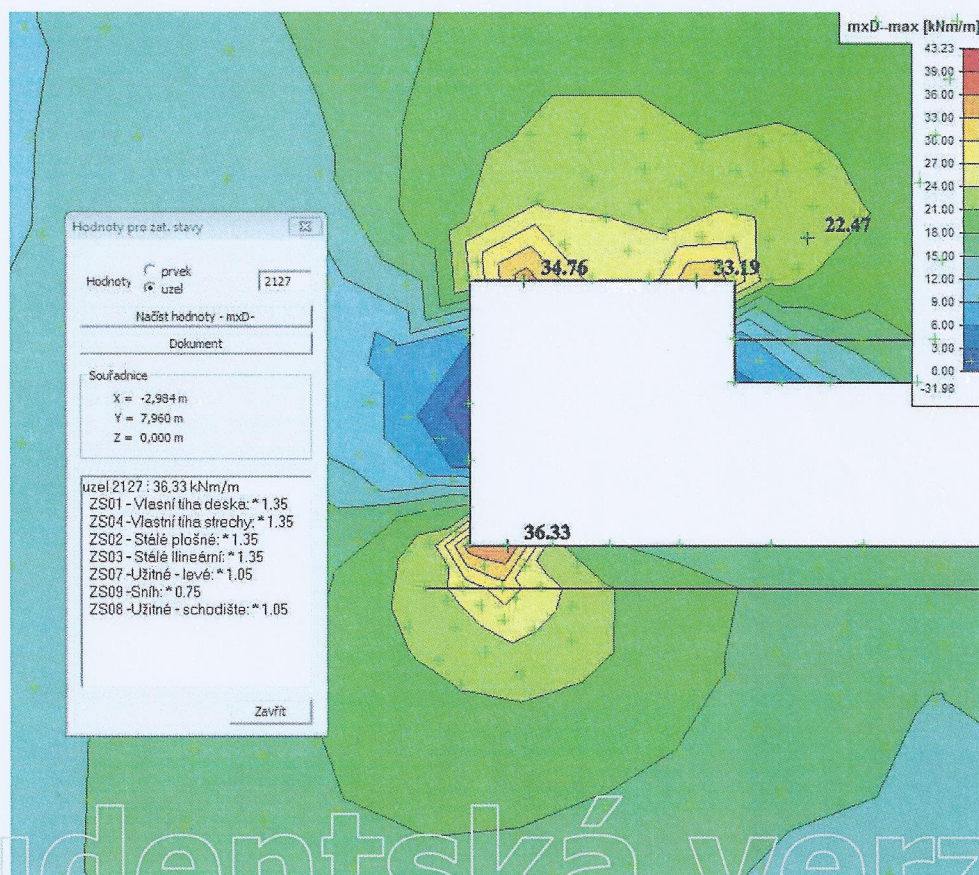
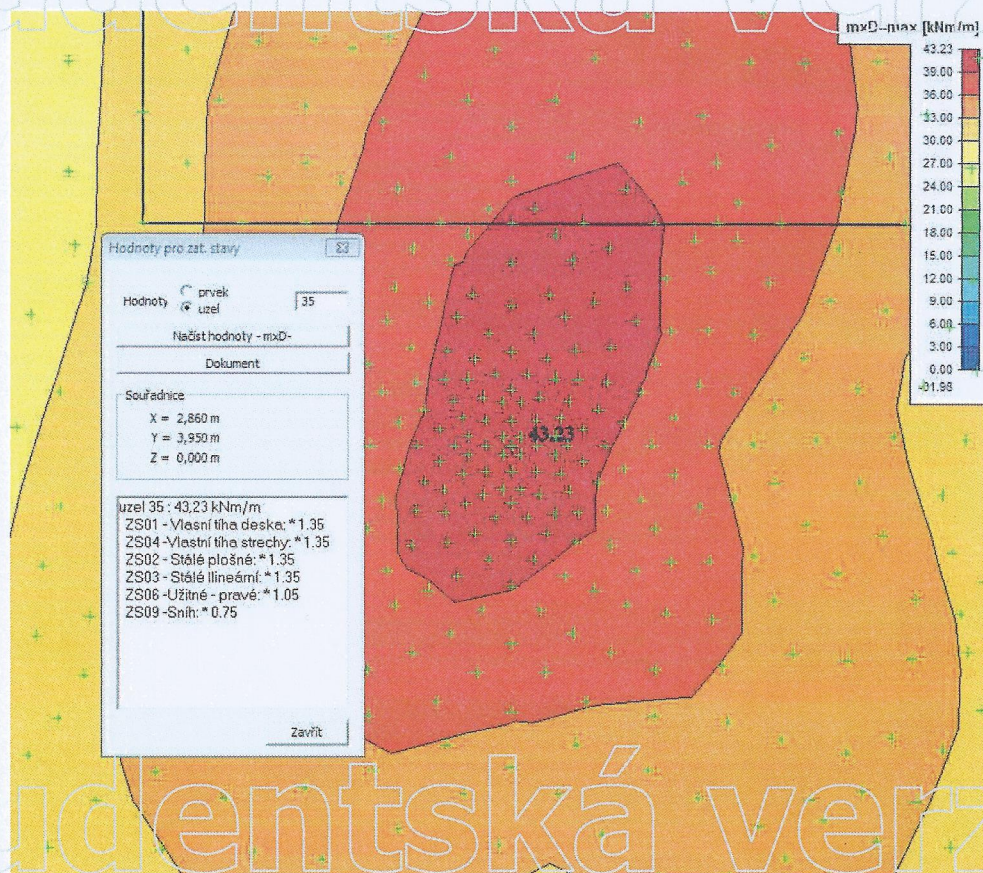
Výběr : Vše

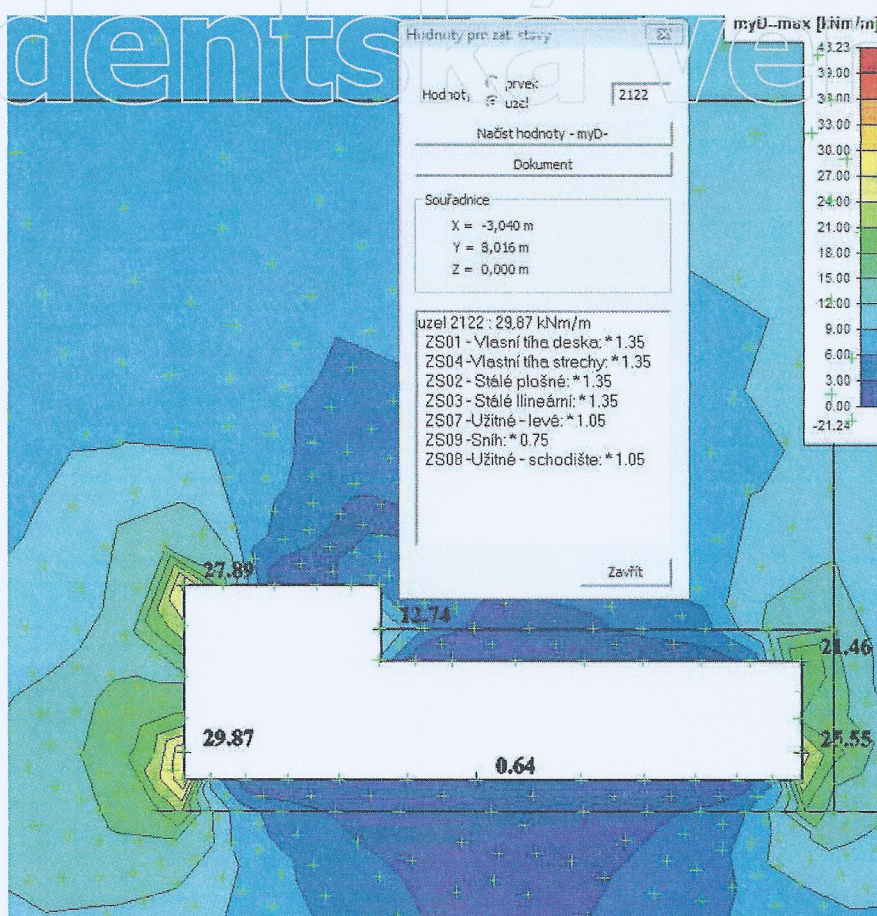
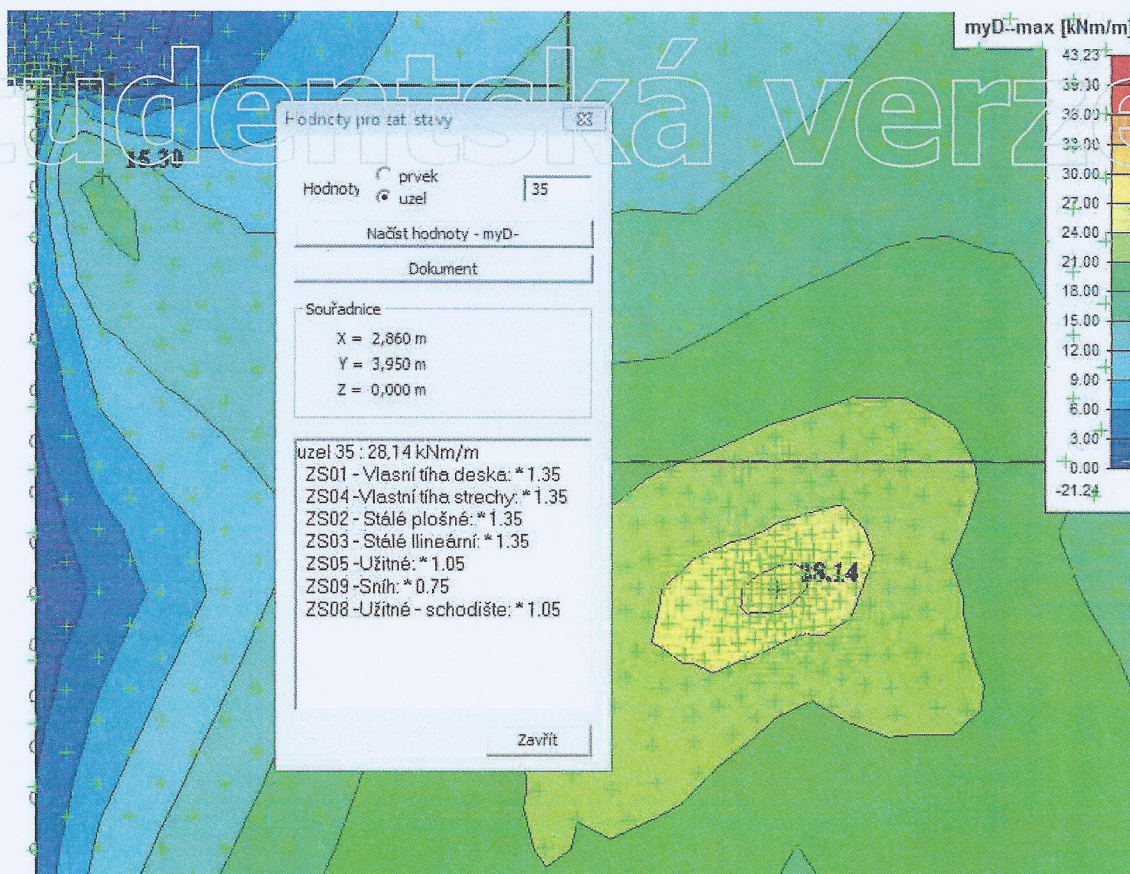
Kombinace : MSÚ

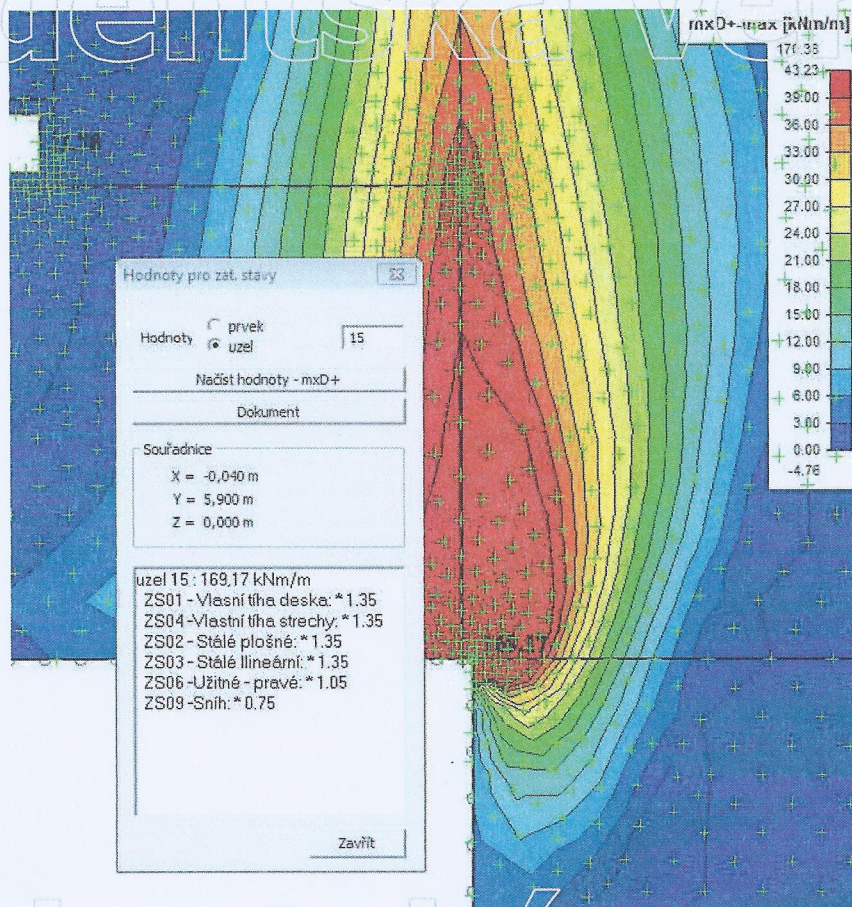
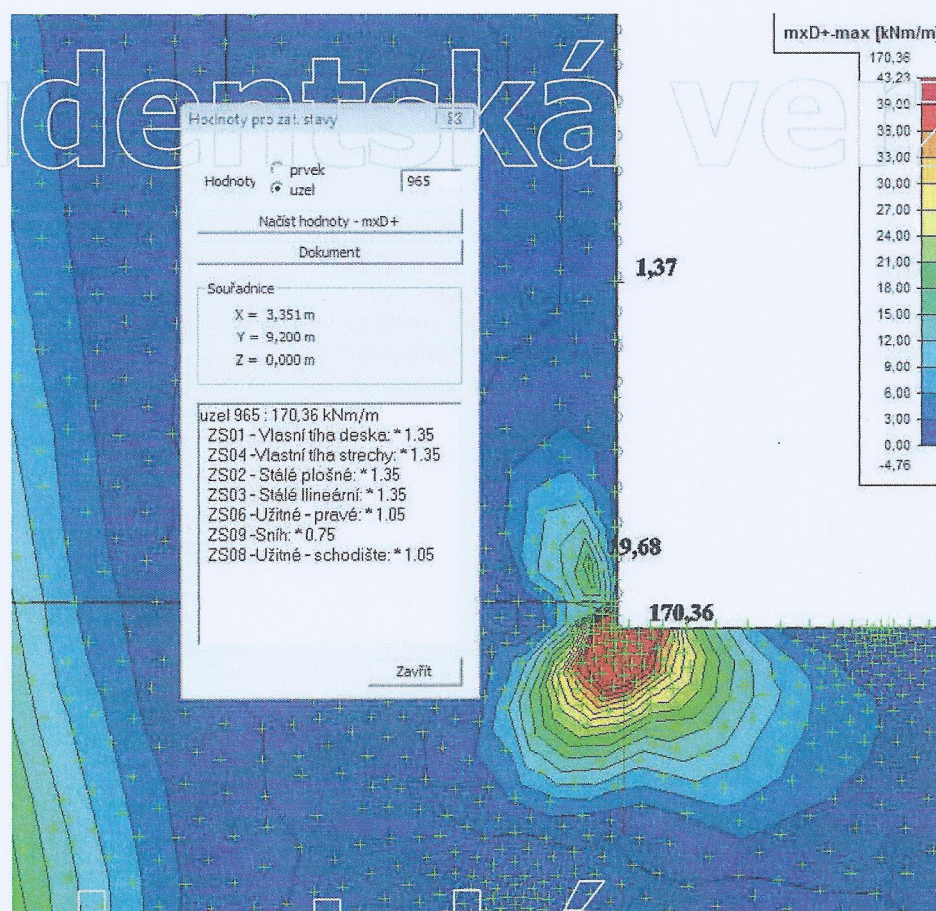
Podpora	Stav	dx [m]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
Sle1/S1	MSÚ/1	0,000	-26,30	0,00	0,00
Sle1/S1	MSÚ/1	4,445	10,50	0,00	0,00
Sle1/S1	MSÚ/3	0,000	-21,54	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/1	5,900	-26,26	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/1	0,000	102,06	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/3	0,000	83,48	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/2	0,208	-19,26	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/2	0,000	228,73	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/3	0,000	186,61	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/4	6,820	-12,57	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/4	3,407	7,37	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/3	0,000	-9,68	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/5	0,000	-1,74	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/6	0,117	39,06	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/3	0,000	-1,46	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/1	5,720	-26,30	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/1	2,984	8,41	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/3	0,000	-21,49	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/1	4,292	-31,71	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/1	4,500	102,06	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/3	0,000	-10,17	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/4	7,795	-12,04	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/4	6,065	5,29	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/3	0,000	-4,43	0,00	0,00

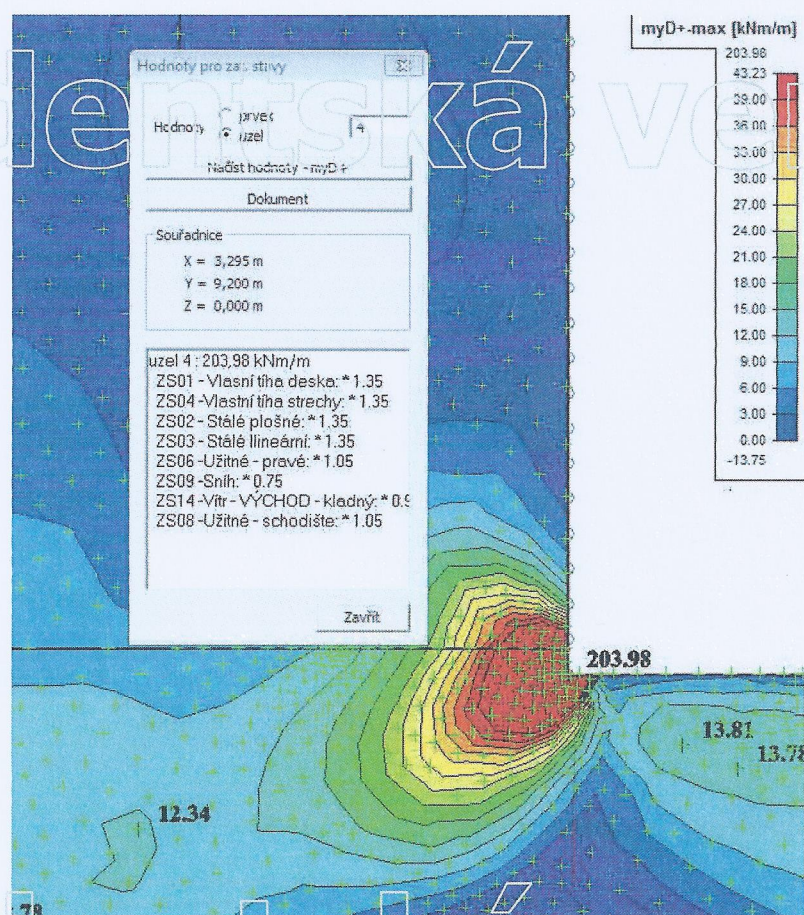
4.3. Extrémní kombinace

Jelikož Scia Engineering neumí vypsát obálku vnitřních sil na plošných konstrukcích, zde je přehled extrémů a jejich kombinací dle uzlů MKP.









5, OVĚŘENÍ VÝSLEDKŮ VNITŘNÍCH SIL RUČNÍ METODOU

5.1. PROSTÝ NOSNÍK POD SLOUPKEM 91

5.1.1. RUČNÍ VÝPOČET

ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ - PLOŠNÉ

$$\bar{z}_{\text{B}} \text{ DESKA} \quad 0,22 \cdot 25 = 5,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{PODLAHA E} \quad 0,93 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{OHÍTKA} \quad 0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 6,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{PROHĚNNÉ - PLOŠNÉ} : \quad q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

STÁLÉ - SÍLA

$$\text{STŘECHA} \quad F_k = 19,04 \text{ kN}$$

$$\text{SNÍH} \quad S_k = 7,75 \text{ kN}$$

KOMBINACE

$$G.10a : \quad g_k \cdot l_2 + g_k \cdot l_2 \cdot \psi_0 \cdot q_k + \sum q_{k,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot l_2$$

$$\text{PLOŠNÉ} : \quad 6,64 \cdot 1,35 + \quad \quad \quad 2 \cdot 0,7 \cdot 1,5$$

$$\text{SÍLA} : \quad 19,04 \cdot 1,35 + 7,75 \cdot 0,5$$

$$\bar{p}_{da} = 11,06 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{da} = 31,68 \text{ kN}$$

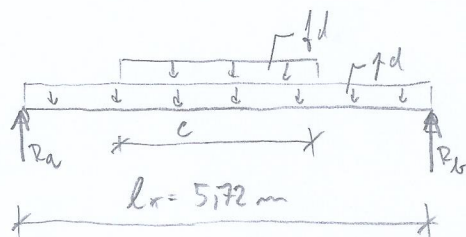
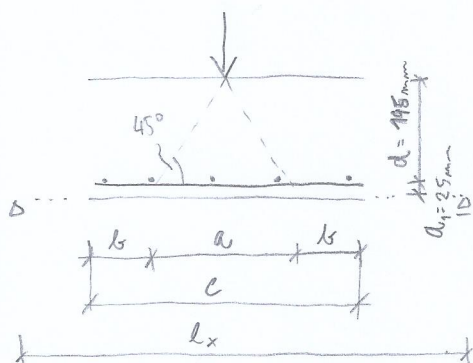
$$G.10b : \quad g_k \cdot l_2 \cdot \xi_j + g_k \cdot l_2 + q_{k,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot l_2$$

$$\text{PLOŠNÉ} \quad 6,64 \cdot 1,35 \cdot 0,85 + \quad \quad \quad 2 \cdot 0,7 \cdot 1,5$$

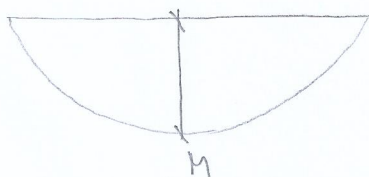
$$\text{SÍLA} \quad 19,04 \cdot 1,35 \cdot 0,85 + 7,75 \cdot 1,5$$

$$\bar{p}_{db} = 9,72 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{db} = 33,81 \text{ kN}$$



(M)



ROZNAŠECÍ PÁČ

$$a = 2 \cdot d = 2 \cdot 195 = 390 \text{ mm}$$

$$b = \frac{1}{6} l_x = \frac{1}{6} \cdot 5,72 = 0,95 \text{ m}$$

$$c = a + 2b = 0,39 + 2 \cdot 0,95 = 2,29 \text{ m}$$

MODEL ZATÍŽENÍ

DLE 6.10a

$$p_{da} = \bar{p}_{da} \cdot c = 11,06 \cdot 2,29 = 25,35 \text{ kN/m}$$

$$f_{da} = \frac{F_{da}}{c \cdot x} \cdot x = \frac{31,62}{2,29} = 13,834 \text{ kN/m}$$

DLE 6.10b

$$p_{db} = \bar{p}_{db} \cdot c = 9,72 \cdot 2,29 = 22,26 \text{ kN/m}$$

$$f_{db} = \frac{F_{db}}{c} = \frac{33,81}{2,29} = 14,76 \text{ kN/m}$$

VNITŘNÍ SÍLY

DLE 6.10a

$$R_A^a = R_B^a = (p_{da} \cdot l_x + f_{da} \cdot c) \cdot 0,5 =$$

$$= (25,35 \cdot 5,72 + 13,834 \cdot 2,29) \cdot 0,5 = 88,28 \text{ kN}$$

$$M_{2,29} = R_A^a \cdot \frac{1}{2} l_x - \frac{1}{8} p_{da} \cdot l_x^2 - \frac{1}{8} f_{da} \cdot c^2 =$$

$$= 88,28 \cdot 0,5 \cdot 5,72 - \frac{1}{8} \cdot 5,72^2 - \frac{1}{8} \cdot 14,76 \cdot 2,29^2 = 139,82 \text{ kNm}$$

$$M_{max} = \frac{M_{2,29}}{c} = \frac{139,82}{2,29} = 61,06 \text{ kNm/m}$$

DLE 6.10b

$$R_A^b = R_B^b = (p_{db} \cdot l_x + f_{db} \cdot c) \cdot 0,5 = (22,26 \cdot 5,72 + 14,76 \cdot 2,29) \cdot$$

$$0,5 = 80,56 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ls}^{2,29} &= R_a \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - \frac{1}{2} \cdot p_{db} \cdot l_x^2 - \frac{1}{2} \cdot f_{db} \cdot c_x^2 = \\
 &= 80,56 \cdot 0,5 \cdot 5,72 - \frac{1}{2} \cdot 22,26 \cdot 5,72^2 - \frac{1}{2} \cdot 14,76 \cdot 2,29^2 = \\
 &= 129,69 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{ls} = \frac{M_{ls}^{2,29}}{c} = \frac{129,69}{2,29} = 56,63 \text{ kNm/m}$$

5.1.2 HODNOTY Z PC

VÝLEDNÉ SILY Z KOMBINACE 6.10a JSOU NA OBR. 7
RESPEKTIVE OBR. 8

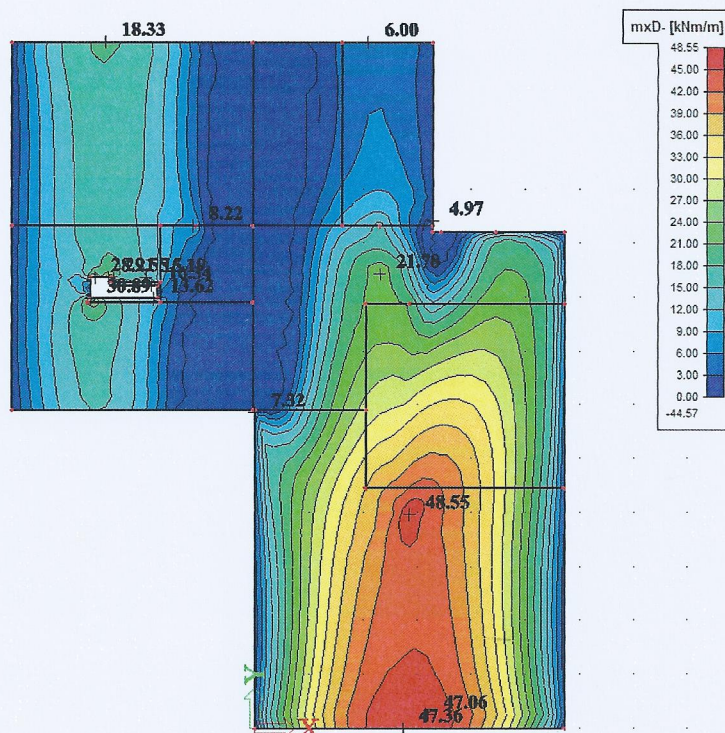
VÝLEDNÉ Z KOMBINACE 6.10b JSOU NA OBR.:9
RESPEKTIVE OBR.10

5.1.3 POROVNÁNÍ HODNOT

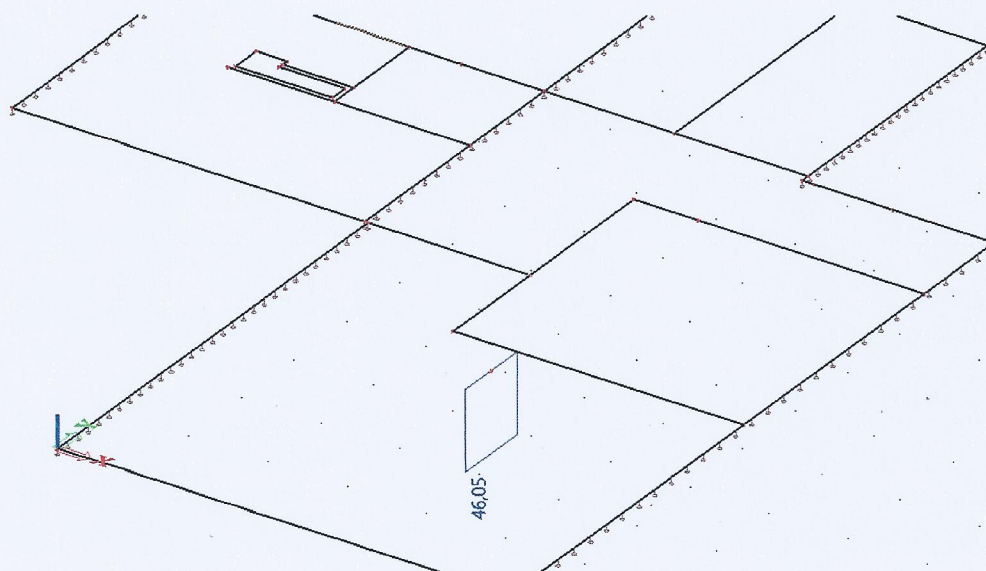
[kNm/m]	RUČNÍ VÝPOČET	VÝPOČET V PC	ROZDÍL [%]
KOMBINACE			
6.10a	61,06	46,05	23,3
6.10b	56,63	42,57	24,8

V PŘÍPADĚ ROVNICE 6.10a JSOU VÝLEDKY Z PC
MENŠÍ O 23,3%

V PŘÍPADĚ ROVNICE 6.10b JSOU VÝLEDKY Z PC
MENŠÍ O 24,8%

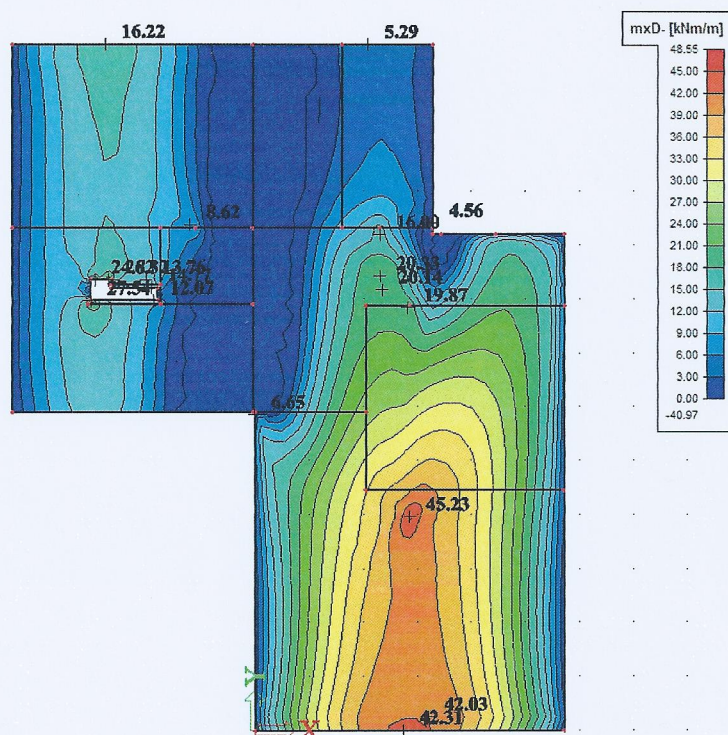


Obr. 7: Hodnoty mxD - na prostě uložené desce, kombinace 6.10a

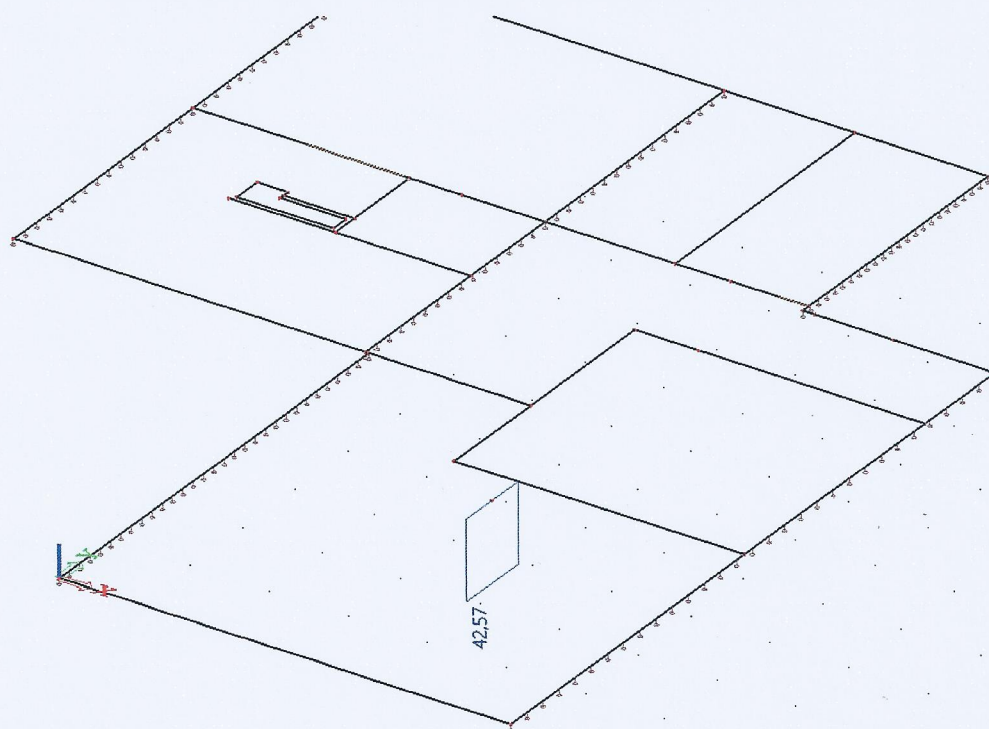


Obr. 8: Řez délky 1 m v místě porovnávání

mxD - [kNm/m]



Obr. 9: Hodnoty mxD - na prostě uložené desce, kombinace 6.10b



Obr. 10: Řez délky 1 m v místě porovnávání

mxD - [kNm/m]

5.2. POROVNÁNÍ SMĚRU X A Y

HODNOTY OSM X JSOU ZODRAŽENY NA OBR. 11

RESPEKTIVE NA OBR. 12

HODNOTY OSM Y JSOU ZODRAŽENY NA OBR. 13

RESPEKTIVE OBR. 14

$$M_{xd-} = 17,46 \text{ kNm/m}$$

$$M_{yd-} = 5,62 \text{ kNm/m}$$

V RUČNÍM VÝPOČTU JSEM UVAŽOVAL PŮSOBENÍ
POUZE VE SMĚRU X. JELIKOŽ JE DESKA
PNUTÁ I VE SMĚRU Y (I KDYŽ V KONTROLNÍM
MODELU MÁ PODPORY POUZE PRO SMĚR X)
JE ROZDÍL VE VÝPOČTU RUČNÍ METODOU A
PROGRAMEM SCIA ENGINEERING PŘÍPUSTNÝ.
PRO VĚTŠÍ JISTOTU JEŠTĚ PROVEDU VÝPOČET
STATICKY NEURČITÉ KONSTRUKCE METODOU
TŘÍ MOMENTOVÉ ROVNICE.

5.3. STATICKY NEURČITÝ NOSNÍK

$$q = 5,5 \text{ kN/m}$$

KANONICKÁ ROVNICE

$$M_a \cdot B_{ba} + M_b \cdot (d_{ba} + d_{bc}) + M_c \cdot B_{bc} + Y_{ba} + Y_{bc} = 0$$

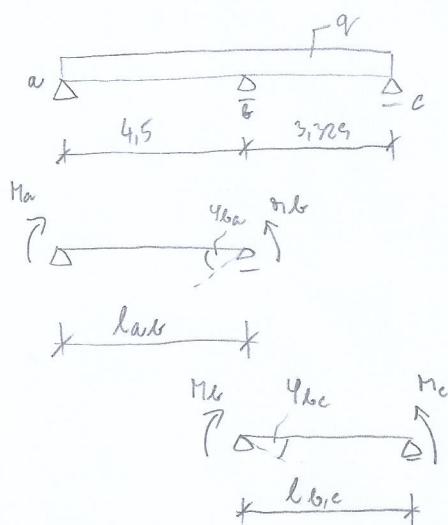
$$M_a = M_b = 0 \Rightarrow B \cdot M_c = 0$$

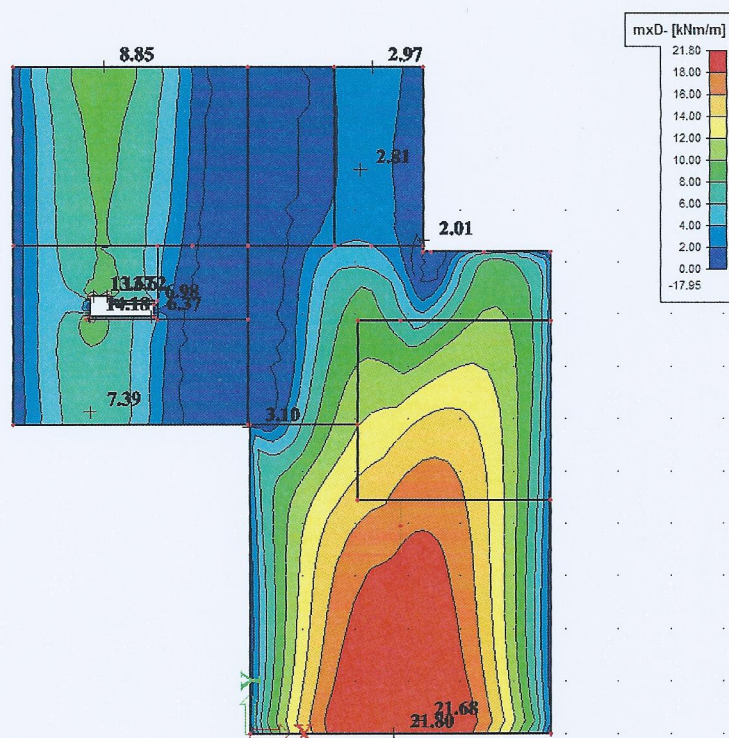
$$Y = \frac{1}{24} \cdot \frac{q \cdot l^3}{EI} \quad ; \quad EI - \text{KONSTANTA}$$

$$d_{ij} = \frac{l_{ij}}{3EI}$$

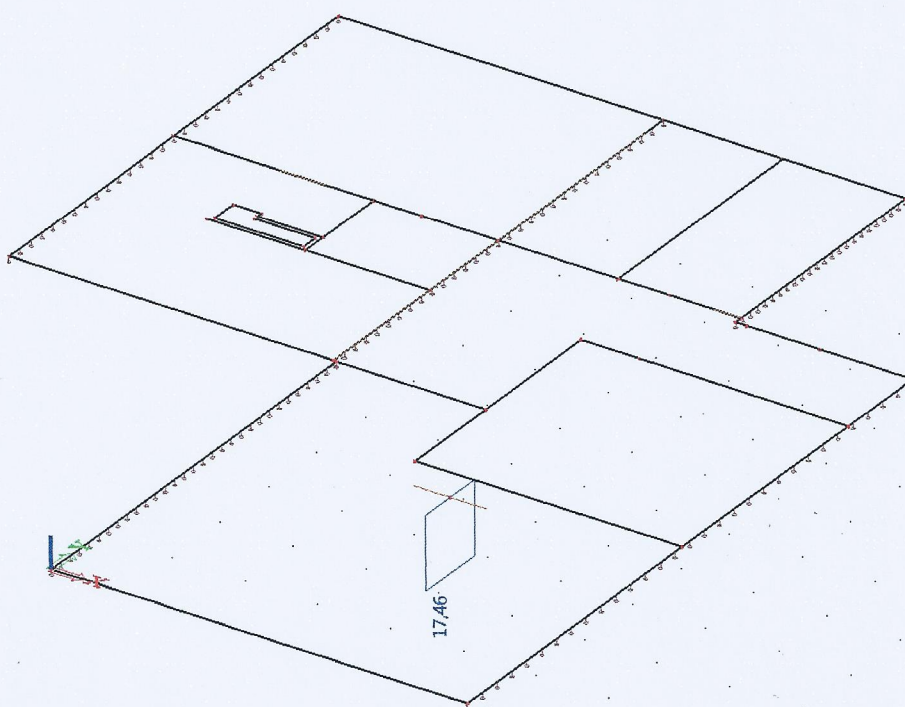
$$l_{ba} = 4,5 \text{ m}$$

$$l_{bc} = 3,329 \text{ m}$$



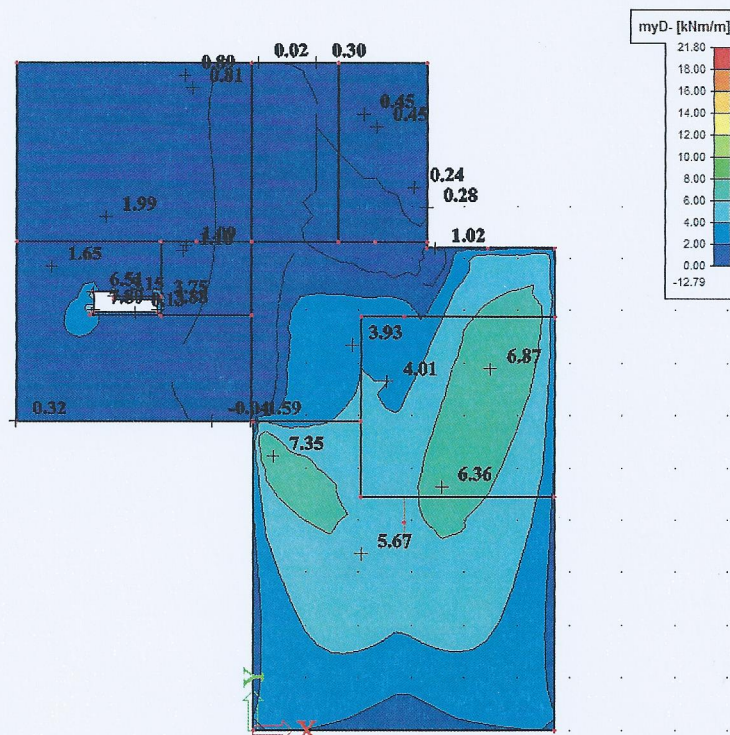


Obr. 11: Hodnoty mxD - na prostě uložené desce od vlastní tíhy

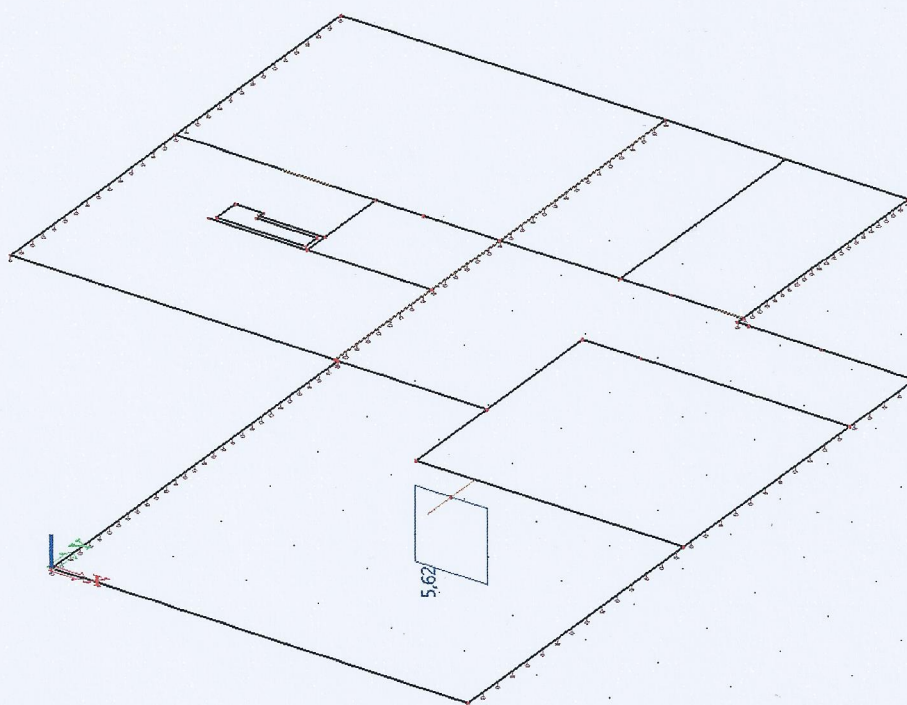


Obr. 12: Řez délky 1 m v místě porovnávání

mxD - [kNm/m]



Obr. 13: Hodnoty $m_y D$ - na prostě uložené desce od vlastní tíhy



Obr. 14: Řez délky 1 m v místě porovnávání

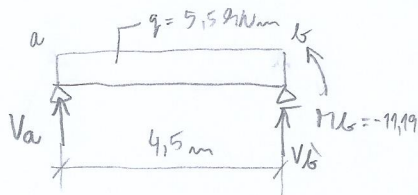
 $myD- [kNm/m]$

$$M_b \cdot \left(\frac{l_{ba}}{3EI} + \frac{l_{bc}}{3EI} \right) + \frac{1}{24} \cdot \frac{q \cdot l_{ba}^3}{EI} + \frac{1}{24} \cdot \frac{q \cdot l_{bc}^3}{EI} = 0$$

$$M_b \cdot \left(\frac{4,5}{3} + \frac{3,295}{3} \right) + \frac{5,5 \cdot 4,5^3}{24} + \frac{5,5 \cdot 3,295^3}{24} = 0$$

$$M_b \cdot \frac{7,795}{3} = -29,081$$

$$M_b = -11,19 \text{ kNm}$$



$$M_a = 0$$

$$V_b \cdot 4,5 - 11,19 - 5,5 \cdot 4,5^2 \cdot 0,5 = 0$$

$$V_b = 14,89 \text{ kN}$$

$$M_b = 0$$

$$V_a \cdot 4,5 + 11,19 - 5,5 \cdot 4,5^2 \cdot 0,5 = 0$$

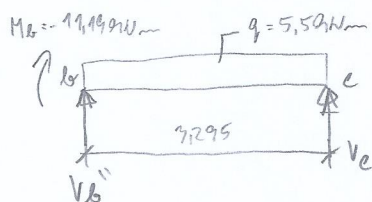
$$V_a = 9,89 \text{ kN}$$

$$F_{12} = 0$$

$$V_a + V_b - q \cdot l = 0$$

$$9,89 + 14,89 - 5,5 \cdot 4,5 = 0$$

$$0 = 0 \quad \text{KONTROLA VÝHODĚLA}$$



$$M_c = 0$$

$$V_b'' \cdot 3,295 - 11,19 - 5,5 \cdot 3,295^2 \cdot 0,5 = 0$$

$$V_b'' = 12,46 \text{ kN}$$

$$M_b = 0$$

$$V_c \cdot 3,295 + 11,19 - 5,5 \cdot 3,295^2 \cdot 0,5 = 0$$

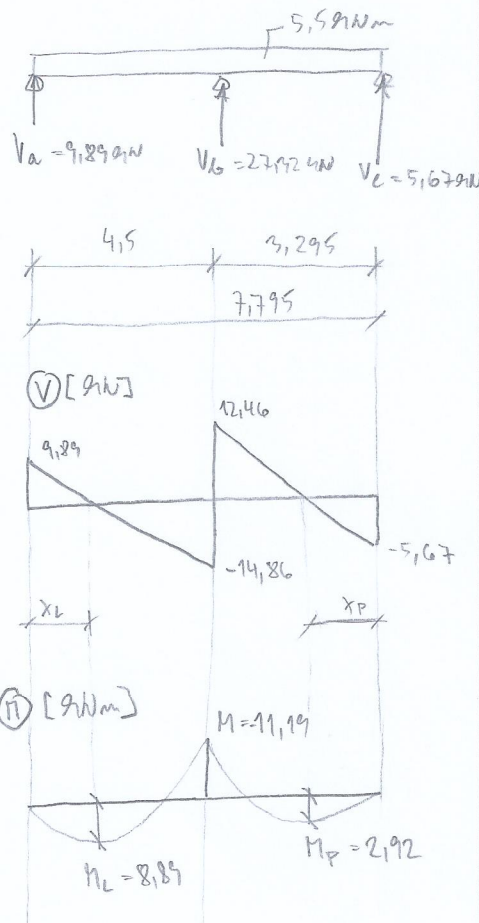
$$V_c = 5,67 \text{ kN}$$

$$F_{12} = 0$$

$$V_b'' + V_c - q \cdot l = 0$$

$$12,46 + 5,67 - 5,5 \cdot 3,295 = 0$$

$$0,007 = 0 \quad \text{KONTROLA VÝHODĚJE}$$



$$V_B = V_B' + V_B'' = 14.86 + 12.46 = 27.32 \text{ kN}$$

KONTROLA NA CELÉM NOSNÍKU

$$M_a = 0$$

$$V_B \cdot 4.5 + V_C \cdot 7.795 - 5.5 \cdot 7.795^2 \cdot 0.5 = 0$$

$$27.32 \cdot 4.5 + 5.67 \cdot 7.795 - 5.5 \cdot 7.795^2 \cdot 0.5 = 0$$

$$0.04 \approx 0 \quad \text{VÝHODNĚ}$$

$$x_L = \frac{9.29}{5.5} = 1.2 \text{ m}$$

$$x_P = \frac{5.67}{5.5} = 1.03 \text{ m}$$

$$M_L = 9.29 \cdot 1.2 - 5.5 \cdot 1.2^2 \cdot 0.5 = 8.89 \text{ kNm}$$

$$M_P = 5.67 \cdot 1.03 - 5.5 \cdot 1.03^2 \cdot 0.5 = 2.92 \text{ kNm}$$

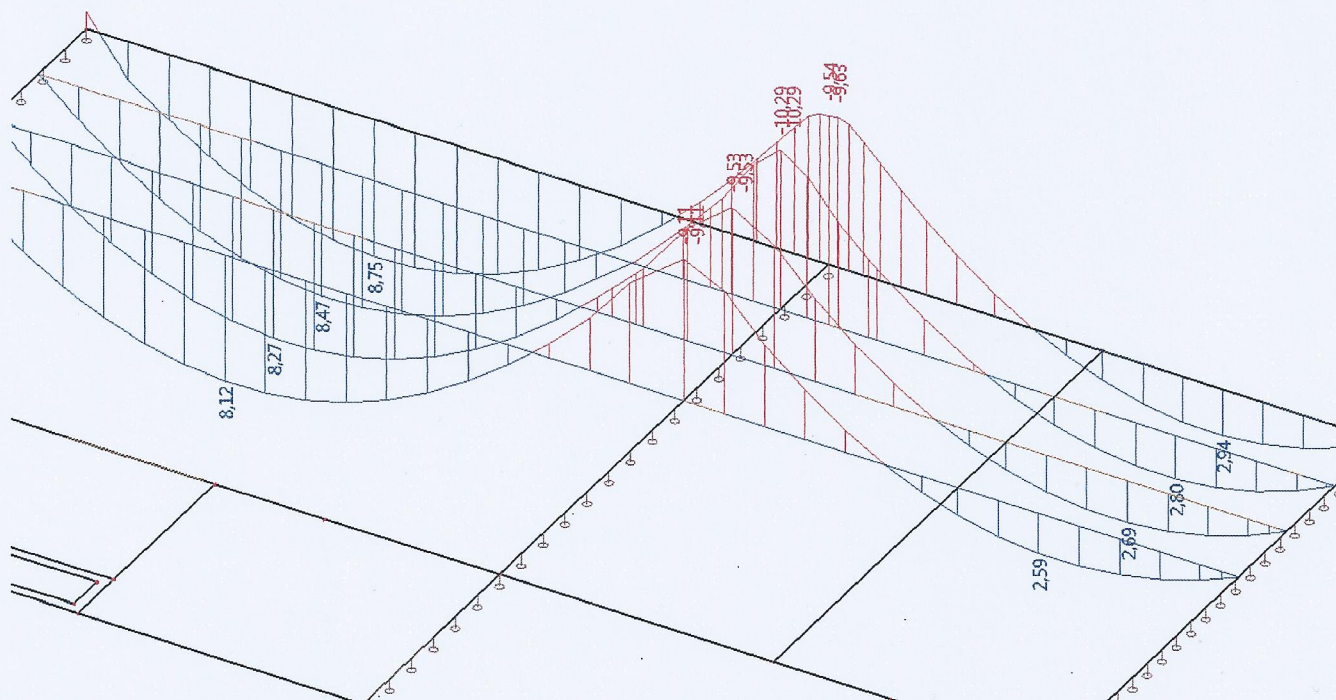
$$M = -11.19 \text{ kNm}$$

5.4. ZÁVĚR POROVNÁNÍ

JAK LZE VIDĚT NA OBR. 15, ROZDÍLY HODNOT MOMENTŮ SE POKYBUJÍ ŘÁDOVĚ V DESETINNÁCH PŘI SROVNÁNÍ RUČNÍHO VÝPOČTU A VÝPOČTU V PC.

PROTO KONSTATUJI, ŽE VUJTRNÍ QILY VYPOČTENÉ PROGRAMEM SCIA ENGINEERING JSOU REÁLNĚ A DUDU S NĚMI NADAĚLE POČÍTAT PŘI POSUZOVÁNÍ QITROPNÍ KONSTRUKCE.

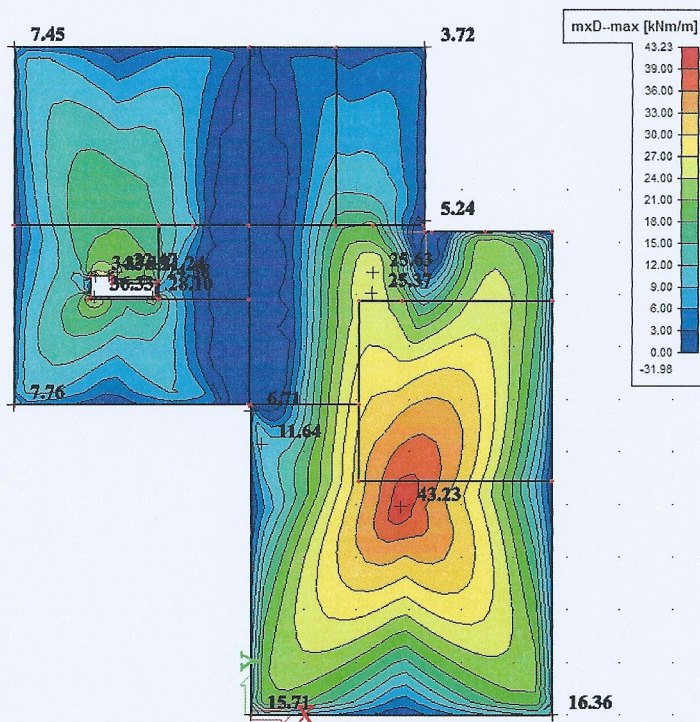
Obr. 15: Hodnoty m_x na spojitě uložené desce od vlastní tíhy



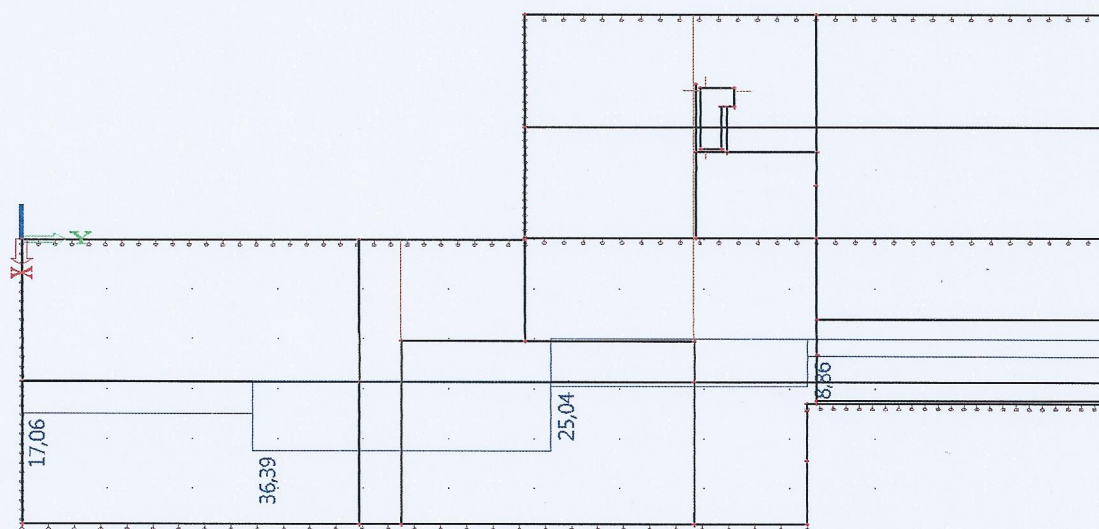
6. DIMENZOVÁNÍ DESKY D1

6.1. OHYB

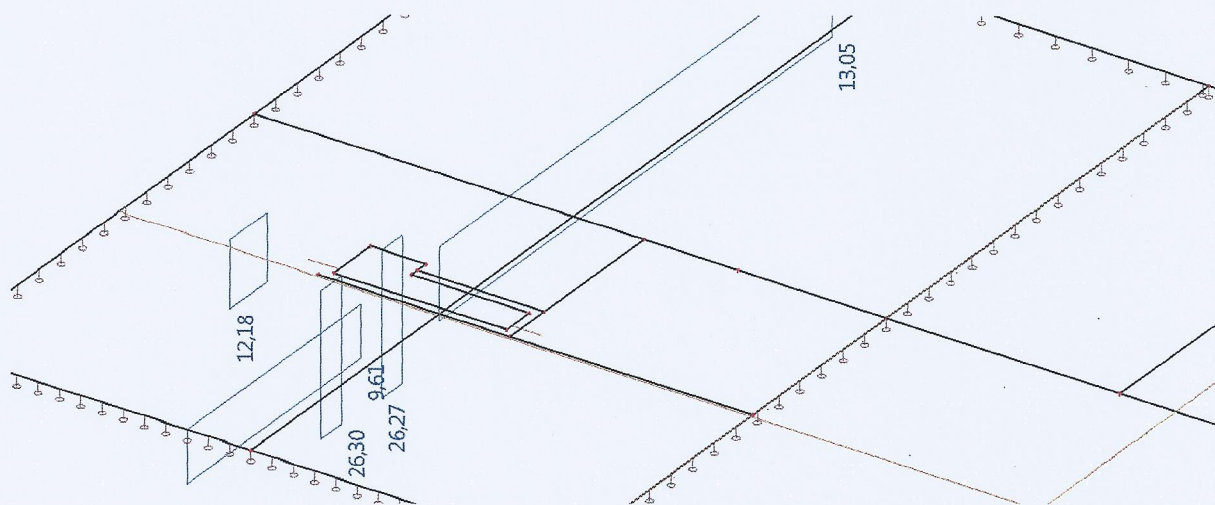
6.1.1 ROZDĚLENÍ DESKY D1 NA DIMENZAČNÍ PÁSY



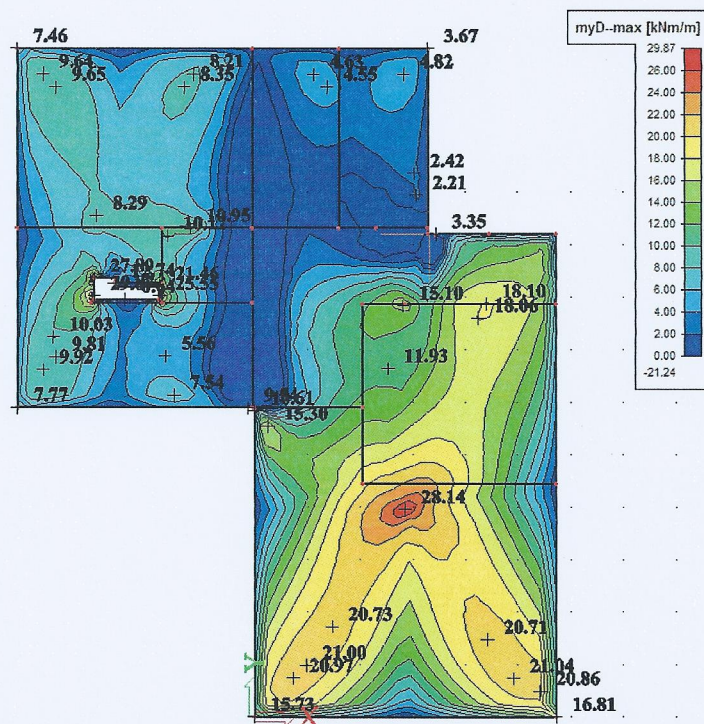
Obr. 16: mxD -



Obr. 17: Hodnoty mxD - pro dimenzování dle jednotlivých pásů v části se schodištěm



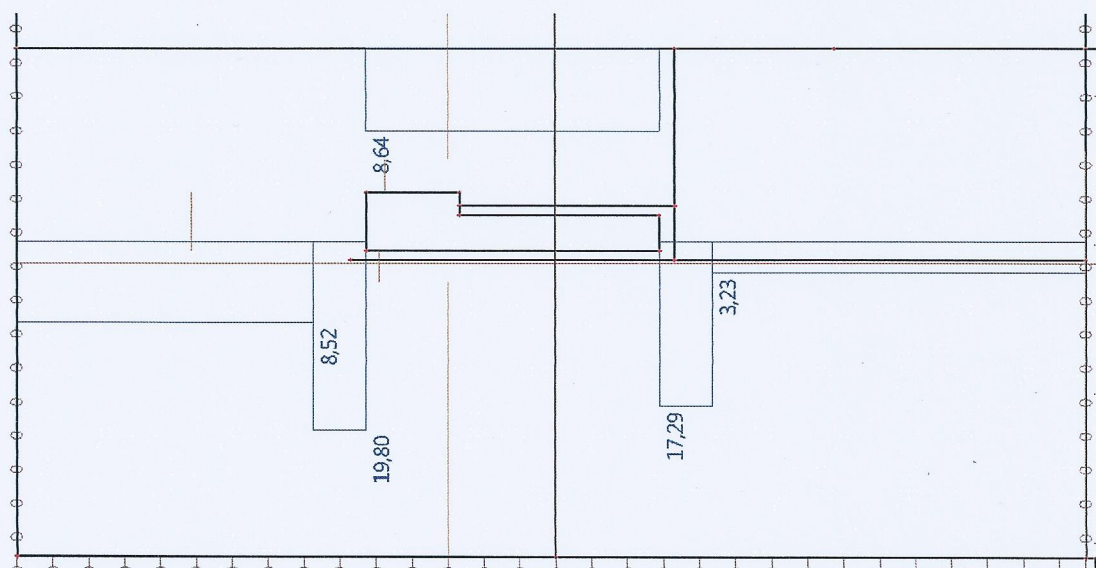
Obr. 18: Hodnoty mxD - pro dimenzování dle jednotlivých pásů v části s otvorem



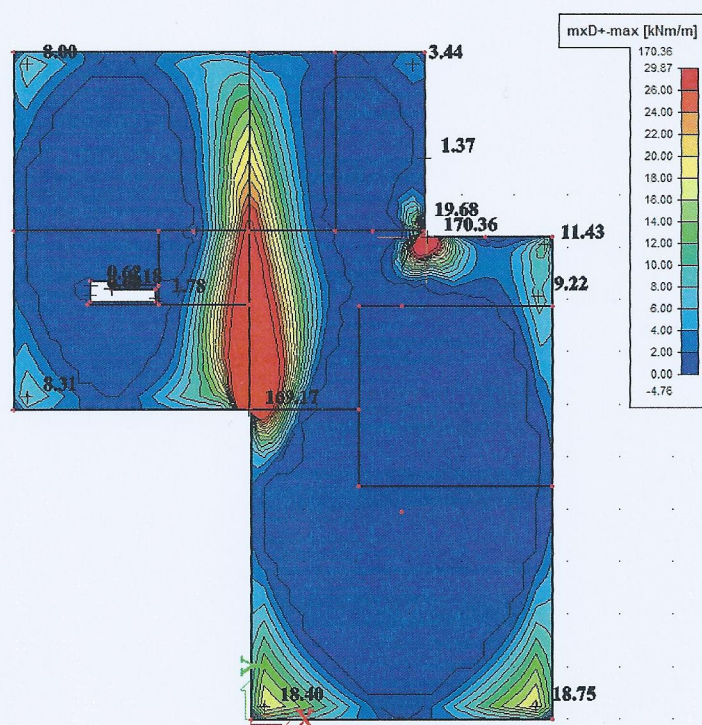
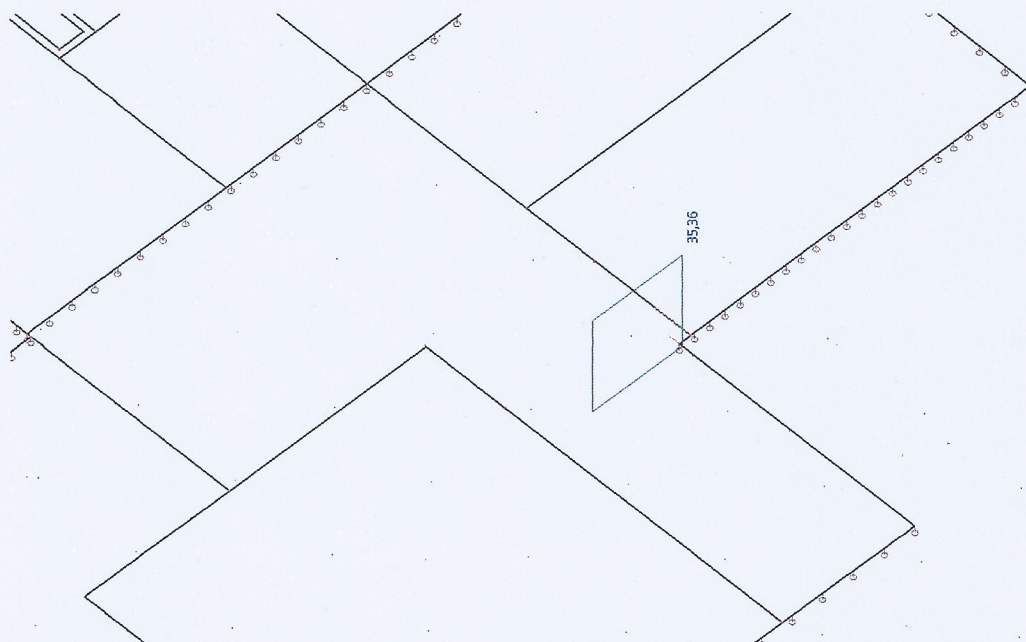
Obr. 19: myD -

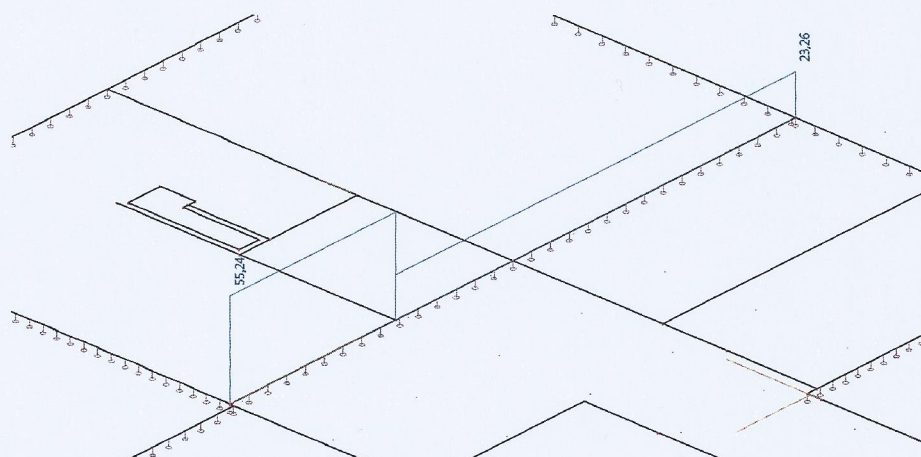


Obr. 20: Hodnoty $m_y D$ - pro dimenzování dle jednotlivých pásů v části se schodištěm

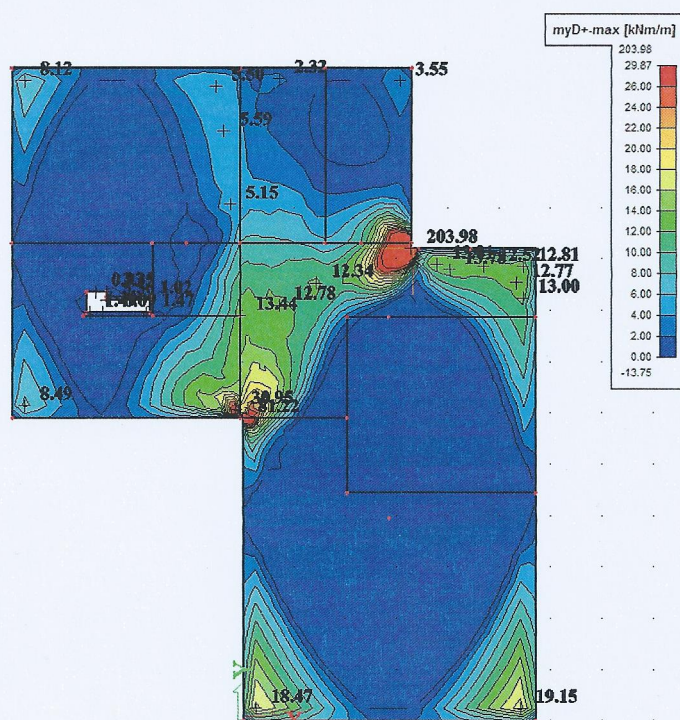


Obr. 21: Hodnoty $m_y D$ - pro dimenzování dle jednotlivých pásů v části s otvorem

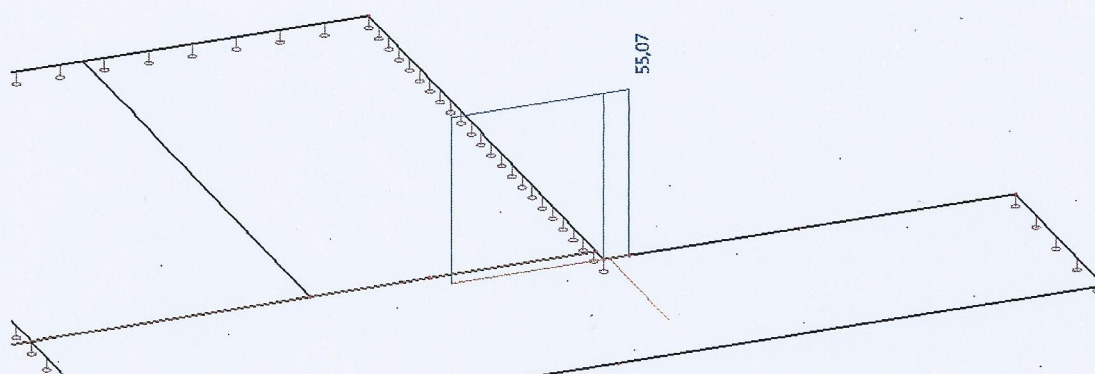
Obr. 22: $mxD+$ Obr. 23: Hodnoty $mxD+$ pro dimenzování v části se schodištěm



Obr. 24: Hodnoty $mxD+$ pro dimenzování v části nad podporou



Obr. 25: $myD+$



Obr. 26: Hodnoty $myD+$ pro dimenzování v části se schodištěm

6.1.2 DIMENZO VÁNÍ PÁSMU B

POŘADN. JEDNOTKY VÉ PÁSMY JSOU OZNAČENA

OBR. 27: SCHÉMA VÝZTUŽE

 $M_{ed} = 36,39 \text{ kNm}$ VIZ OBR. 17

a) MATERIÁL

BETON B25/30 $\rightarrow f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

OCEL: B500B $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$f_{sd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

STUPEŇ VLIVU PROSTŘEDÍ - XC1 - SUCHÉ PROSTŘEDÍ

b) KRYTÍ VÝZTUŽE

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - c_{dur,se} - c_{dur,add}; 10 \text{ mm} \}$$

$$c_{min,b} \Rightarrow \varnothing_{ge} = 6 \sim 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dur,y} = 0 = c_{dur,se} = c_{dur,add}$$

$$c_{min} = \max \{ 6 \sim 10; 15; 10 \} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$$

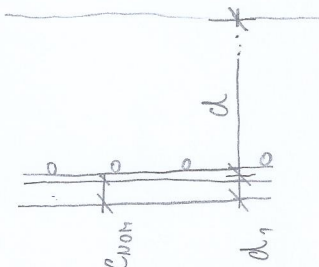
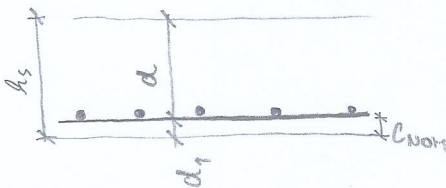
$$c_{nom} = 15 + 5 = 20 \text{ mm}$$

c) NÁVRH VÝZTUŽE

$$d_1 = c + \frac{\varnothing}{2} = 20 + \frac{10}{2} = 25 \text{ mm}$$

 $\varnothing \Rightarrow$ ODHADNUTI $\varnothing 10$

$$d = h_s - d_1 = 220 - 25 = 195 \text{ mm}$$



$$M_{ed} = 36,39 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \eta \Rightarrow A_{st} = \frac{M_{ed}}{f_{sd} \cdot \eta}$$

$$\eta = 0,9 d \Rightarrow \text{ODHAD VZDÁLENOSTI RAHENE VNITŘNÍCH ŽIL}$$

$$A_{st, \text{odp}} = \frac{36,39}{434,78 \cdot 0,9 \cdot 195} = 4,769 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{NAVRHUJI } \sigma 10/150 \Rightarrow A_{st} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

d, KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝŽIVOŽE

$$\epsilon_s \geq \epsilon_{sd}$$

$$\epsilon_{sd} = 2,17\text{‰}$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{us}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,017} \cdot (0,195 - 0,017) = 36,65\text{‰}$$

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{sd}}{b \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{5,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 14,67} = 0,017 \text{ m}$$

$$\epsilon_s \geq \epsilon_{sd}$$

$$36,65\text{‰} \geq 2,17\text{‰} \quad \text{VYHOVUJE}$$

e, POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

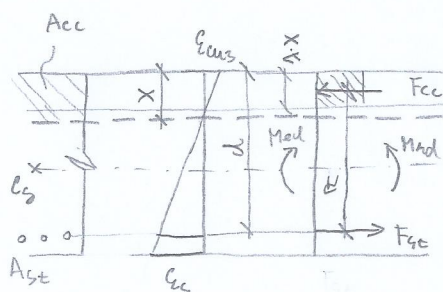
$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 36,39 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \eta = 5,24 \cdot 10^{-4} \cdot 434,780 \cdot 0,188 = 42,83 \text{ kNm}$$

$$\eta = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,195 - \frac{0,8 \cdot 0,017}{2} = 0,188$$

$$42,83 \text{ kNm} \geq 36,39 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$



$$F_{cc} = b \cdot A_{cc} \cdot x \cdot f_{cd}$$

$$F_{st} = A_{st} \cdot f_{sd}$$

$$\eta = d - \frac{\lambda \cdot x}{2}$$

f) POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁŠAD
MINIMÁLNÍ PLOCHA VÝZTUŽE

$$A_{sE,min} < A_{sE} < A_{sE,max}$$

$$A_{sE,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,195 =$$

$$= 2,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{sE} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{sE,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,22 = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$2,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

VÝHODNĚ

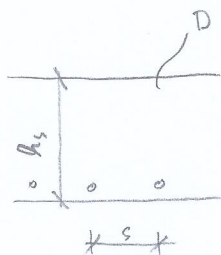
MAXIMÁLNÍ VZDÁLENOST VÝZTUŽE

$$s_{max} = \min \{ 2 \cdot h; 300 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 220; 300 \} = 300 \text{ mm}$$

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$s_{max} \geq s$$

$$300 \text{ mm} \geq 150 \text{ mm} \quad \text{VÝHODNĚ}$$



OSTATNÍ DIMENZAČNÍ PÁSY JSOU ZPRACOVÁNY
DO NÁGLEDOVÍČÍCH TABULEK PODLE TOHOTO
POSTUPU

Tab. 6: Dimenzování směru X - dolní povrch

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON

OCEL

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$g_c = 1,50$	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$e_{c3} = 0,00175$	$g_s = 1,15$
$e_{cu3} = 0,0035$	
$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$	
$f_{cd} = 16,667 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Krytí výztuže

ϕ výztuže = 10 mm	ϕ výztuže = 8 mm	ϕ výztuže = 6 mm
prostředí: XC1	prostředí: XC1	prostředí: XC1
$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 8 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 6 \text{ mm}$
$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$
$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$
$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$
$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$

h = 220 mm

b = 1 m

 $\lambda = 0,8$

NÁVRH VÝZTUŽE

Pás:	ϕ výztuže	d_l	d	z_c	M_{ed}	$A_{st,req}$	$A_{st,pov}$	výztuž
A	10	25	195	175,5	17,06 kNm	0,000224 m ²	0,000314 m ²	ϕ 10 po 250 mm
B	10	25	195	175,5	36,39 kNm	0,000477 m ²	0,000524 m ²	ϕ 10 po 150 mm
C	10	25	195	175,5	25,04 kNm	0,000328 m ²	0,000393 m ²	ϕ 10 po 200 mm
D	6	23	197	177,3	8,86 kNm	0,000115 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
E	6	23	197	177,3	9,61 kNm	0,000125 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
F	10	25	195	175,5	26,3 kNm	0,000345 m ²	0,000393 m ²	ϕ 10 po 200 mm
G	6	23	197	177,3	12,18 kNm	0,000158 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
H	10	25	195	175,5	26,27 kNm	0,000344 m ²	0,000393 m ²	ϕ 10 po 200 mm
I	6	23	197	177,3	13,05 kNm	0,000169 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Pás:	$A_{st,min}$	$A_{st,pov}$	$A_{st,max}$	$A_{st,min} < A_{st} < A_{st,max}$	A_{st}
A	0,000264	0,000314	0,0088	VYHOVUJE	0,000314
B	0,000264	0,000524	0,0088	VYHOVUJE	0,000524
C	0,000264	0,000393	0,0088	VYHOVUJE	0,000393
D	0,000266	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
E	0,000266	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
F	0,000264	0,000393	0,0088	VYHOVUJE	0,000393
G	0,000266	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
H	0,000264	0,000393	0,0088	VYHOVUJE	0,000393
I	0,000266	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283

Tab. 6: Dimenzování směru X - dolní povrch (pokračování)

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

Pás:	x	ε_s	ε_{yd}	$\varepsilon_s > \varepsilon_{yd}$
A	0,01024 m	66,65	2,17	VYHOVUJE
B	0,01709 m	39,93	2,17	VYHOVUJE
C	0,01282 m	53,23	2,17	VYHOVUJE
D	0,00923 m	74,7	2,17	VYHOVUJE
E	0,00923 m	74,7	2,17	VYHOVUJE
F	0,01282 m	53,23	2,17	VYHOVUJE
G	0,00923 m	74,7	2,17	VYHOVUJE
H	0,01282 m	53,23	2,17	VYHOVUJE
I	0,00923 m	74,7	2,17	VYHOVUJE

POSOUZENÍ

Pás:	z_c	M_{rd}	M_{ed}	$M_{rd} > M_{ed}$	VYUŽITELNOST
A	195	26,621	17,06 kNm	VYHOVUJE	64,1 %
B	195	44,425	36,39 kNm	VYHOVUJE	81,9 %
C	195	33,319	25,04 kNm	VYHOVUJE	75,2 %
D	197	24,239	8,86 kNm	VYHOVUJE	36,6 %
E	197	24,239	9,61 kNm	VYHOVUJE	39,6 %
F	195	33,319	26,3 kNm	VYHOVUJE	78,9 %
G	197	24,239	12,18 kNm	VYHOVUJE	50,2 %
H	195	33,319	26,27 kNm	VYHOVUJE	78,8 %
I	197	24,239	13,05 kNm	VYHOVUJE	53,8 %

Tab. 7: Dimenzování směru X - horní povrch

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$g_c = 1,50$	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$e_{c3} = 0,00175$	$g_s = 1,15$
$e_{cu3} = 0,0035$	
$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$	
$f_{cd} = 16,667 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

OCEL

Krytí výztuže

ϕ výztuže = 10 mm prostředí: XC1	ϕ výztuže = 8 mm prostředí: XC1	ϕ výztuže = 6 mm prostředí: XC1
$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 8 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 6 \text{ mm}$
$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$
$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$
$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$
$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$

h = 220 mm

b = 1 m

 $\lambda = 0,8$

NÁVRH VÝZTUŽE

Pás:	ϕ výztuže	d_1	d	z_c	M_{ed}	$A_{st,req}$	$A_{st,pov}$	výztuž
A'	10	25	195	175,5	55,24 kNm	0,000724 m ²	0,000785 m ²	ϕ 10 po 100 mm
B'	10	25	195	175,5	23,26 kNm	0,000305 m ²	0,000314 m ²	ϕ 10 po 250 mm
C'	10	25	195	175,5	35,36 kNm	0,000463 m ²	0,000524 m ²	ϕ 10 po 150 mm

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Pás:	$A_{st,min}$	$A_{st,pov}$	$A_{st,max}$	$A_{st,min} < A_{st} < A_{st,max}$	A_{st}
A'	0,000264	0,000785	0,0088	VYHOVUJE	0,000785
B'	0,000264	0,000314	0,0088	VYHOVUJE	0,000314
C'	0,000264	0,000524 m ²	0,0088	VYHOVUJE	0,000524

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

Pás:	x	ϵ_s	ϵ_{yd}	$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$
A'	0,0256 m	26,66	2,17	VYHOVUJE
B'	0,01024 m	66,65	2,17	VYHOVUJE
C'	0,01709 m	39,93	2,17	VYHOVUJE

POSOUZENÍ

Pás:	z_c	M_{rd}	M_{ed}	$M_{rd} > M_{ed}$	VYUŽITELNOST
A'	195	66,551	55,24 kNm	VYHOVUJE	83 %
B'	195	26,621	23,26 kNm	VYHOVUJE	87,4 %
C'	195	44,425	35,36 kNm	VYHOVUJE	79,6 %

Tab. 8: Dimenzování směru Y - dolní povrch

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$g_c = 1,50$	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$e_{c3} = 0,00175$	$g_s = 1,15$
$e_{cu3} = 0,0035$	
$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$	
$f_{cd} = 16,667 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

OCEL

Krytí výztuže

ϕ výztuže = 10 mm	ϕ výztuže = 8 mm	ϕ výztuže = 6 mm
prostředí: XC1	prostředí: XC1	prostředí: XC1
$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 8 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 6 \text{ mm}$
$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$
$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$
$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$
$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$

h = 220 mm

b = 1 m

 $\lambda = 0,8$

NÁVRH VÝZTUŽE

Pás:	ϕ výztuže	d_1	d	z_c	M_{ed}	$A_{st,req}$	$A_{st,pov}$	výztuž
1	6	33	187	168,3	12,41 kNm	0,00017 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
2	10	35	185	166,5	23,92 kNm	0,00033 m ²	0,000393 m ²	ϕ 10 po 200 mm
3	6	33	187	168,3	12,17 kNm	0,000166 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
4	6	33	187	168,3	3,23 kNm	0,000044 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
5	10	35	185	166,5	17,3 kNm	0,000239 m ²	0,000262 m ²	ϕ 10 po 300 mm
6	6	33	187	168,3	8,64 kNm	0,000118 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm
7	10	35	185	166,5	19,2 kNm	0,000265 m ²	0,000314 m ²	ϕ 10 po 250 mm
8	6	33	187	168,3	8,52 kNm	0,000116 m ²	0,000283 m ²	ϕ 6 po 100 mm

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Pás:	$A_{st,min}$	$A_{st,pov}$	$A_{st,max}$	$A_{st,min} < A_{st} < A_{st,max}$	A_{st}
1	0,000253	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
2	0,00025	0,000393	0,0088	VYHOVUJE	0,000393
3	0,000253	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
4	0,000253	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
5	0,00025	0,000262	0,0088	VYHOVUJE	0,000262
6	0,000253	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283
7	0,00025	0,000314	0,0088	VYHOVUJE	0,000314
8	0,000253	0,000283	0,0088	VYHOVUJE	0,000283

Tab. 8: Dimenzování směru Y - dolní povrch (pokračování)

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

Pás:	x	ϵ_s	ϵ_{yd}	$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$
1	0,00923 m	70,91	2,17	VYHOVUJE
2	0,01282 m	50,5	2,17	VYHOVUJE
3	0,00923 m	70,91	2,17	VYHOVUJE
4	0,00923 m	70,91	2,17	VYHOVUJE
5	0,00854 m	75,82	2,17	VYHOVUJE
6	0,00923 m	70,91	2,17	VYHOVUJE
7	0,01024 m	63,23	2,17	VYHOVUJE
8	0,00923 m	70,91	2,17	VYHOVUJE

POSOUZENÍ

Pás:	z_c	M_{rd}	M_{ed}	$M_{rd} > M_{ed}$	VYUŽITELNOST
1	187	23,009	12,41 kNm	VYHOVUJE	53,9 %
2	185	31,610	23,92 kNm	VYHOVUJE	75,7 %
3	187	23,009	12,17 kNm	VYHOVUJE	52,9 %
4	187	23,009	3,23 kNm	VYHOVUJE	14 %
5	185	21,074	17,3 kNm	VYHOVUJE	82,1 %
6	187	23,009	8,64 kNm	VYHOVUJE	37,6 %
7	185	25,256	19,2 kNm	VYHOVUJE	76 %
8	187	23,009	8,52 kNm	VYHOVUJE	37 %

Tab. 9: Dimenzování směru Y - horní povrch

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON

OCEL

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
$g_c = 1,50$	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
$e_{c3} = 0,00175$	$g_s = 1,15$
$e_{cu3} = 0,0035$	
$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$	
$f_{cd} = 16,667 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Krytí výztuže

ϕ výztuže = 10 mm	ϕ výztuže = 8 mm	ϕ výztuže = 6 mm
prostředí: XC1	prostředí: XC1	prostředí: XC1
$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 8 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 6 \text{ mm}$
$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$	$C_{min,dur} = 15 \text{ mm}$
$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$	$C_{min} = 15 \text{ mm}$
$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 5 \text{ mm}$
$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom} = 20 \text{ mm}$

h = 220 mm

b = 1 m

 $\lambda = 0,8$

NÁVRH VÝZTUŽE

Pás:	ϕ výztuže	d_1	d	z_c	M_{ed}	$A_{st,req}$	$A_{st,pov}$	výztuž
1'	10	35	185	166,5	55,07 kNm	0,000761 m ²	0,000785 m ²	ϕ 10 po 100 mm

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

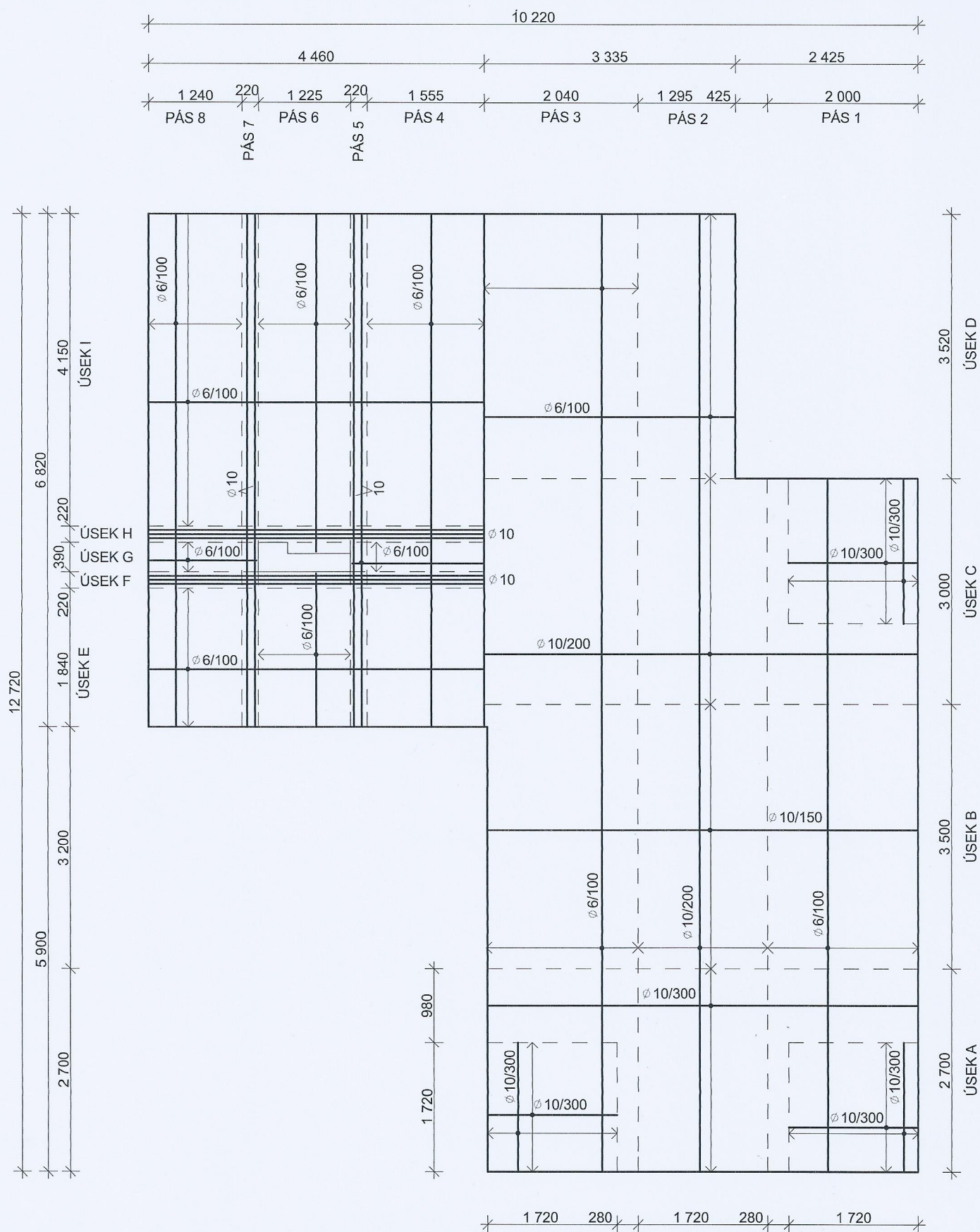
Pás:	$A_{st,min}$	$A_{st,pov}$	$A_{st,max}$	$A_{st,min} < A_{st} < A_{st,max}$	A_{st}
1'	0,00025	0,000785	0,0088	VYHOVUJE	0,000785

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

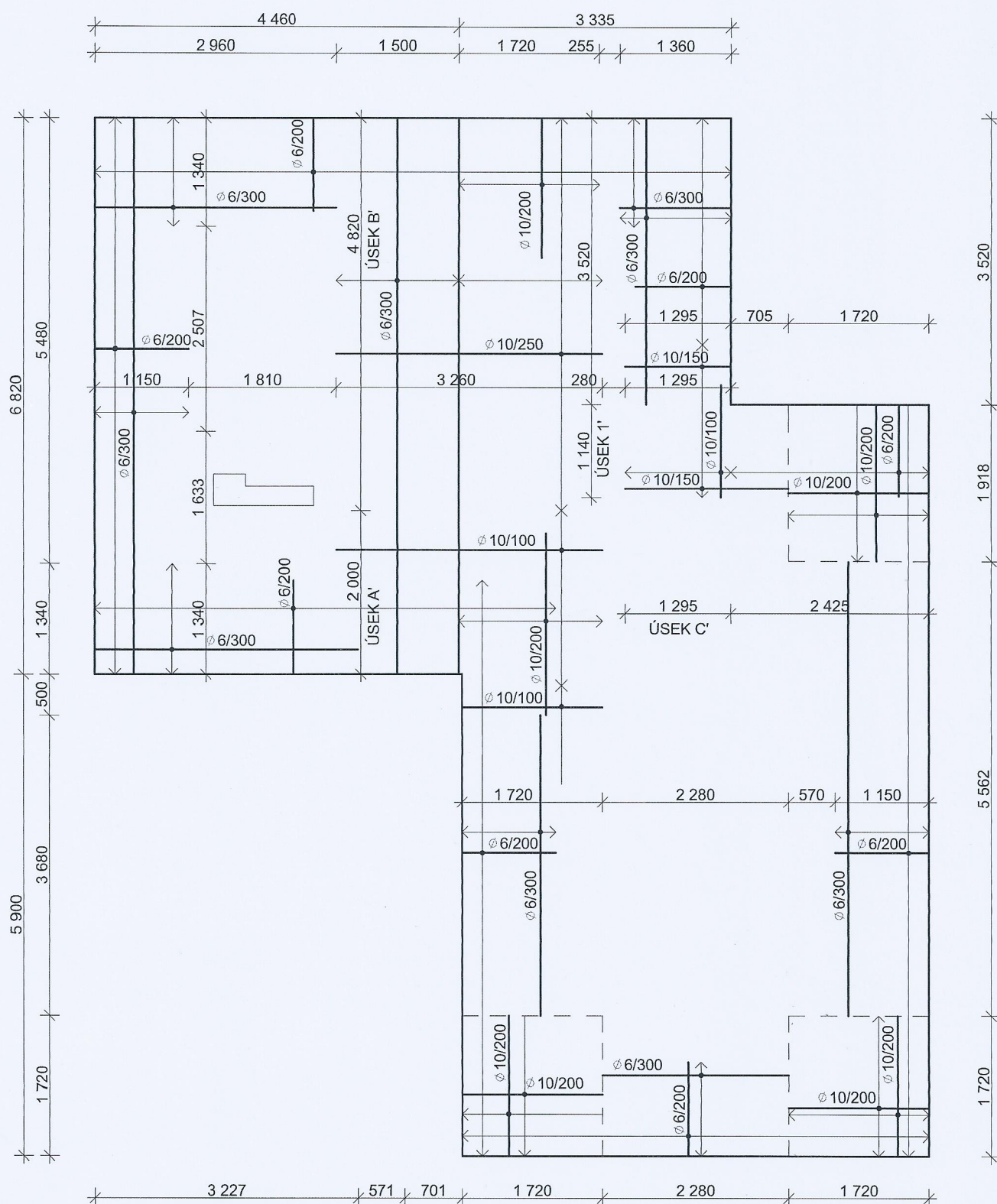
Pás:	x	ϵ_s	ϵ_{yd}	$\epsilon_s > \epsilon_{yd}$
1'	0,0256 m	25,29	2,17	VYHOVUJE

POSOUZENÍ

Pás:	z_c	M_{rd}	M_{ed}	$M_{rd} > M_{ed}$	VYUŽITELNOST
1'	185	63,138	55,07 kNm	VYHOVUJE	87,2 %



Obr. 27: Schéma vyztužení desky D1- spodní povrch



Obr. 28: Schéma vyztužení desky D1- horní povrch

6.2. POŠOUŽENÍ NA EXTRÉMNÍ SMYKOVOU SÍLU

HODNOTY SIL VIZ OBR. 22 REQP.: TAB. 10

$$V_{ed,max} = 102,06$$

$$V_{rd,e} = [C_{rd,e} \cdot \eta \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + \eta_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd,e} \geq (V_{min} + \eta_1 \cdot \rho_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{rd,e} = \frac{0,10}{\gamma_c} = \frac{0,10}{1,5} = 0,067$$

$$\eta = 1 + \left(\frac{200}{d}\right)^{0,5} = 1 + \left(\frac{200}{190}\right)^{0,5} = 2,03 \neq 2,0 \Rightarrow \eta = 2,0$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2} = \frac{195 + 185}{2} = 190 \text{ mm}$$

$$d_x = 195 \text{ mm}; d_y = 185 \text{ mm}$$

$$A_{sx} = 5,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2; A_{sy} = 2,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sx}}{b_w \cdot d_x} = \frac{5,24 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,195} = 2,69 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_2 = \frac{A_{sy}}{b_w \cdot d_y} = \frac{2,83 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,185} = 1,53 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_1 \cdot \rho_2} = \sqrt{2,69 \cdot 10^{-3} \cdot 1,53 \cdot 10^{-3}} = 2,03 \cdot 10^{-3} \neq 0,02$$

$$\rho = 0,02$$

$$\rho_{cp} = \frac{N}{A}; N = 0 \Rightarrow \rho_{cp} \cdot \eta_1 = 0$$

$$V_{rd,e} = [0,067 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,02 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} + 0] \cdot 1 \cdot 0,19 = 0,168 \text{ MN}$$

$$V_{rd,e} \geq 0,495 \cdot 1 \cdot 0,19 = 0,094 \text{ MN}$$

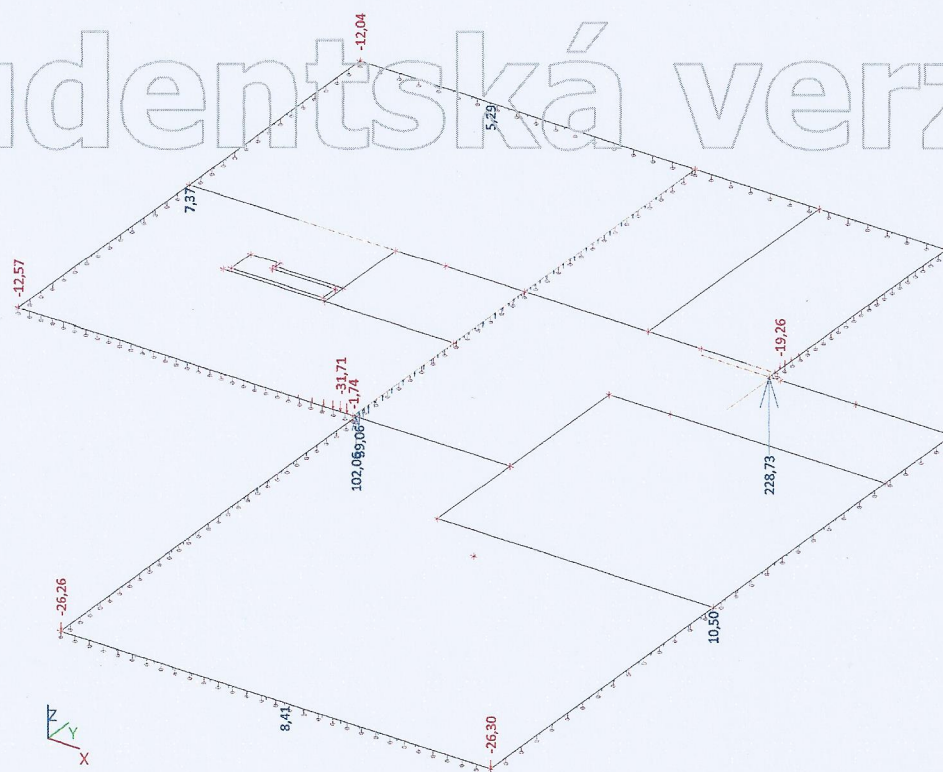
$$V_{min} = 0,035 \cdot \eta^2 \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,035 \cdot 2,0^2 \cdot 25^{0,5} = 0,495 \text{ MPa}$$

$$V_{rd,e} = 168 \text{ N}$$

$$V_{rd,e} \geq V_{ed,max}$$

$$168 \text{ N} \geq 102,06 \text{ N} \quad \text{VYHODNĚ}$$

NENÍ POTŘEBA NAVRHOVAT SMYKOVOU VÝZTUŽ



Obr. 29: Smykové síly

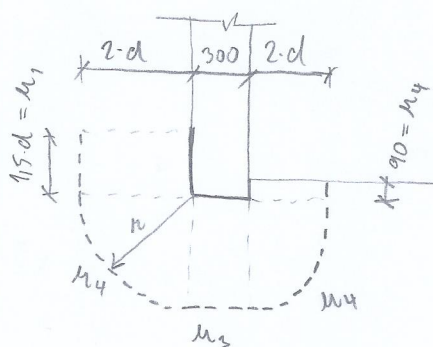
Tab. 10: Výpis posouvacích sil

Lineární výpočet, Extrém : Uzel

Výběr : Vše

Kombinace : MSÚ

Podpora	Stav	dx [m]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
Sle1/S1	MSÚ/1	0,000	-26,30	0,00	0,00
Sle1/S1	MSÚ/1	4,445	10,50	0,00	0,00
Sle1/S1	MSÚ/3	0,000	-21,54	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/1	5,900	-26,26	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/1	0,000	102,06	0,00	0,00
Sle3/S1	MSÚ/3	0,000	83,48	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/2	0,208	-19,26	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/2	0,000	228,73	0,00	0,00
Sle4/S1	MSÚ/3	0,000	186,61	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/4	6,820	-12,57	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/4	3,407	7,37	0,00	0,00
Sle6/S1	MSÚ/3	0,000	-9,68	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/5	0,000	-1,74	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/6	0,117	39,06	0,00	0,00
Sle8/ES1	MSÚ/3	0,000	-1,46	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/1	5,720	-26,30	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/1	2,984	8,41	0,00	0,00
Sle10/S1	MSÚ/3	0,000	-21,49	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/1	4,292	-31,71	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/1	4,500	102,06	0,00	0,00
Sle11/S1	MSÚ/3	0,000	-10,17	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/4	7,795	-12,04	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/4	6,065	5,29	0,00	0,00
Sle12/S1	MSÚ/3	0,000	-4,43	0,00	0,00



6.3. POSOUZENÍ NA PROTLAČENÍ V MÍSTĚ SCHODIŠŤOVÉ ZDI

6.3.1. URČENÍ ÚNOSNOSTI BETON

$$V_{ed} = \alpha \cdot \frac{V_{ed}}{a_i \cdot d}$$

$$V_{ed} = 228,73 + 409 - 11,1 - 19,26 = 199,46 \text{ kN}$$

$$\alpha = 1,35$$

$$a_i = a_1 + 2a_2 + a_3 + a_4$$

$$a_1 = 115 \cdot d = 115 \cdot 190 = 285 \text{ mm}$$

$$d = 190 \text{ mm}$$

$$a_2 = \frac{2\pi \cdot 11}{4} = \frac{1}{2} \pi \cdot 380 = 597 \text{ mm}$$

$$a = 2 \cdot d = 2 \cdot 190 = 380 \text{ mm}$$

$$a_3 = 300 \text{ mm}$$

$$a_4 = 90 \text{ mm}$$

$$a_i = 285 + 2 \cdot 597 + 300 + 90 = 1869 \text{ mm}$$

$$V_{ed} = 1,35 \cdot \frac{199,46}{1,869 \cdot 0,19} = 758,27 \text{ kPa}$$

$$V_{rd,c} = C_{rd,c} \cdot \eta \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + \eta_1 \cdot \sigma_{cp} \geq V_{min} + \eta_1 \cdot \sigma_{cp}$$

$$C_{rd,c} = 0,12 \quad ; \quad \sigma_{cp} = 0 \quad ; \quad A_{sx} = A_{sy} = 0,000302 \text{ m}^2$$

$$\eta = 2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sx}}{b_w \cdot d_x} = \frac{0,000393}{1,0 \cdot 0,195} = 0,00202$$

$$\rho_2 = \frac{A_{sy}}{b_w \cdot d_y} = \frac{0,000393}{1,0 \cdot 0,185} = 0,00212$$

$$\rho = \sqrt{\rho_1 \cdot \rho_2} = \sqrt{0,00202 \cdot 0,00212} = 0,00206 \leq 0,02$$

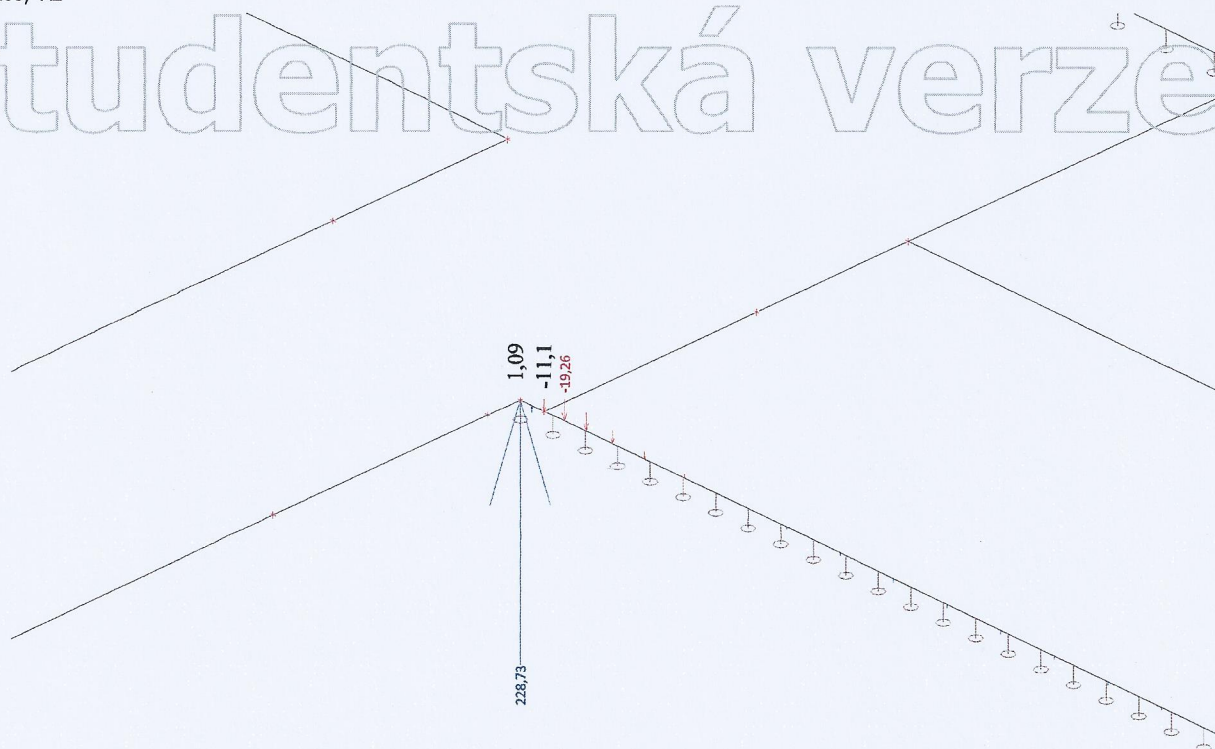
VYHODNĚ

$$V_{rd,c} = 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,002 \cdot 25)^{1/3} = 410 \text{ kPa}$$

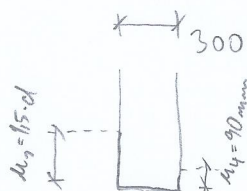
$$V_{min} = 0,0035 \cdot \eta^{1/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2^{1/2} \cdot 25^{0,5} = 0,495 \text{ MPa}$$

$$V_{rd,c} = 0,495 \text{ MPa}$$

Reakce; Rz



Obr. 30: Detail smykových sil na protlačení



$$V_{rd,e} \geq V_{ed}$$

$$495 \text{ kPa} \not\geq 758,27 \text{ kPa} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

JE NUTNÝ NÁVRH VÝZTUŽE NA PROTLAČENÍ

6.3.2. KONTROLA NA ODSVODU μ_0

$$V_{ed,o} = \frac{\mu_0 \cdot V_{ed}}{\mu_0 \cdot d} \leq V_{rd,max} = 0,5 \cdot V \cdot f_{cd}$$

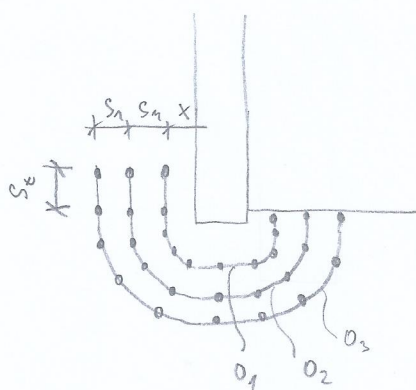
$$V_{ed,o} = \frac{1195 \cdot 199,46}{2 \cdot 0,285 \cdot 0,19} = 2486 \text{ kN}$$

$$V_{rd,max} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 16,66 = 4,498 \text{ MN} = 4498 \text{ kN}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ctk}}{500} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{25}{250} \right] = 0,54$$

$$V_{ed,o} \leq V_{rd,max}$$

$$2486 \text{ kN} \leq 4498 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$



6.3.3 NÁVRH VÝZTUŽE NA PROTLAČENÍ

$$d = 190 \text{ mm} ; 2 \cdot d = 380 \text{ mm}$$

$$s_m \leq 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 190 = 142,5 \Rightarrow \text{VOLÍM } s_m = 140 \text{ mm}$$

$$x = \{ 0,3 \cdot d \sim 0,5 \cdot d \} = \{ 0,3 \cdot 190 \sim 0,5 \cdot 190 \} = \\ = \{ 57 \sim 95 \} = 80 \text{ mm}$$

$$s_t \leq 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 190 = 285 \text{ mm}$$

$$O_3 = \mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \pi \cdot (x + 2 \cdot s_m) = 0,285 + 0,3 + 0,09 + \\ + \pi \cdot (0,08 + 2 \cdot 0,14) = 1,805 \text{ m}$$

$$O_2 = \mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \pi \cdot (x + s_m) = 0,285 + 0,3 + 0,09 + \\ + \pi \cdot (0,08 + 0,14) = 1,765 \text{ m}$$

$$O_3 = \mu_1 + \mu_3 + \mu_4 + \pi \cdot x = 0,285 + 0,3 + 0,09 + \pi \cdot 0,08 = \\ = 0,925$$

n - POČET GYSLÝCH TĚMĚNKŮ V OBRUDU

$$n_{\min} = \frac{0}{s_{\max}} = \frac{1,805}{0,285} = 6,3 \Rightarrow 7 \text{ PRUTŮ MINIMÁLNĚ}$$

$$\text{NAVRMUJI } 9 \times \sigma 6 \Rightarrow A_{sw1} = 0,28 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{sw} = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

6.3.4 POSOUZENÍ

$$V_{rd,cs} = 0,75 \cdot V_{rd,s} + 1,5 \cdot \left(\frac{d}{s_n} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{wy} \cdot \frac{1}{n_s \cdot d} \cdot n_{ind}$$

$$d = 90^\circ; d = 190 \text{ mm}; s_n = 140 \text{ mm}; n_s = 1869 \text{ mm}$$

$$V_{rd,c} = 495 \text{ kPa}; A_{sw} = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$f_{wy} = 250 + 0,25 \cdot d = 250 + 0,25 \cdot 190 = 297,5 \text{ MPa}$$

$$f_{wy} \leq f_{sd}$$

$$297,5 \text{ MPa} \leq 434,78 \text{ MPa}$$

$$V_{rd,cs} = 0,75 \cdot 495 + 1,5 \cdot \left(\frac{190}{140} \right) \cdot 297,5 \cdot \frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{1,869 \cdot 0,19} =$$

$$= 804,44 \text{ kPa}$$

$$V_{rd,cs} \geq V_{ed}$$

$$804,44 \text{ kPa} \geq 758,27 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

6.3.5 DALŠÍ KONTROLOVANÝ OBRUD

$$m_{out} = \frac{n \cdot V_{ed}}{V_{rd,c} \cdot d} = \frac{1,95 \cdot 0,199}{0,495 \cdot 0,19} = 2,85 \text{ m}$$

$$n - 2d \leq 1,5d$$

$$0 = n_1 + n_2 + n_3 + \pi \cdot n$$

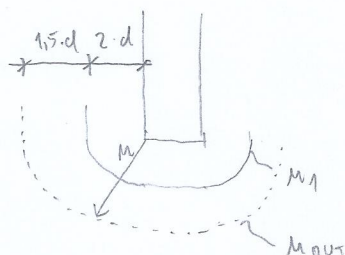
$$n = \frac{0 - (n_1 + n_2 + n_3)}{\pi} = \frac{2,85 - (0,285 + 0,13 + 0,09)}{\pi} = 0,692 \text{ m}$$

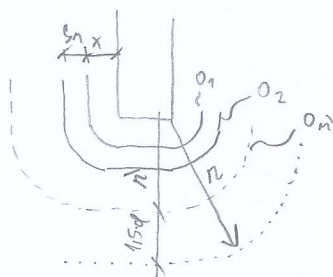
$$0,692 - 2 \cdot 0,19 \leq 1,5 \cdot 0,19$$

$$0,312 \text{ m} \nless 0,285 \text{ m} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

m_{out} JE DÁL NEŽ $1,5 \cdot d$ OD $n_1 \Rightarrow$

JE POTŘEBA PŘIDAT DALŠÍ OBRUD.





$$n' = n - 1,5 \cdot d = 0,692 - 1,5 \cdot 0,14 = 0,407 \text{ m}$$

n' - POLOHĚR OBVODU, KTERÝ JE MAXIMÁLNĚ
VŽDÁLEN OD μ_{OUT}

$$m = \frac{n' - x}{s_n} = \frac{0,407 - 0,08}{0,14} = 2,37 \Rightarrow \text{MIN. } 3 \cdot s_n \Rightarrow$$

$\Rightarrow 4 \times \text{OBVOD}$

$$O_4 = 0,675 + \pi \cdot (0,08 + 3 \cdot 0,14) = 2,245 \text{ m}$$

$$O_3 = 1,805 \text{ m}$$

$$O_2 = 1,765 \text{ m}$$

$$O_1 = 0,925 \text{ m}$$

$$s_{b4} = \frac{O_4}{8} = \frac{2,245}{8} = 280 \text{ mm} \leq s_{bmax} = 285 \text{ mm}$$

$$s_{b3} = \frac{O_3}{8} = \frac{1,805}{8} = 0,225 \text{ m}$$

$$s_{b2} = \frac{1,765}{8} = 0,170$$

$$s_{b1} = \frac{0,925}{8} = 0,115 \text{ m}$$

6.3.6 POSOUZENÍ DRUŽÉHO OBVODU

$$V_{Rd,cs}^2 = 0,75 \cdot V_{Rd,s} + 1,5 \cdot \left(\frac{d}{s_n} \right) \cdot A_{sk} \cdot f_{w,eff} \cdot \frac{\sin \alpha}{\mu_2 \cdot d}$$

$$\mu_2 = \mu_{OUT} = 2,25 \text{ m}$$

$$V_{Rd,cs}^2 = 0,75 \cdot 495 + 1,5 \cdot \left(\frac{140}{140} \right) \cdot 2,54 \cdot 10^4 \cdot 297500 \cdot \frac{\sin 90^\circ}{2,25 \cdot 0,14} =$$

$$= 653,33 \text{ MPa}$$

$$V_{ed}^2 = \frac{13 \cdot V_{ed}}{\mu_2 \cdot d} = \frac{135 \cdot 197,46}{2,25 \cdot 0,14} = 497,3 \text{ MPa}$$

$$653,33 \text{ MPa} \geq 497,3 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

6.3.7. KONSTRUKČNÍ ZAGADY

$$\frac{A_{gkmin} \cdot (1,5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha)}{s_m \cdot s_e} \geq 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\frac{0,28 \cdot 10^{-4} \cdot (1,5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ)}{0,14 \cdot 0,224} \geq 0,08 \cdot \frac{\sqrt{25}}{500}$$

$$0,0013 \geq 0,0008$$

VYHOVUJE

6.4. KOTVENÍ PRUTŮ

6.4.1 KOTVENÍ Ø 10

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 12 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = d_{ce} \cdot \frac{f_{ctk,0,05}}{s_c} = 1,0 \cdot \frac{1,2}{1,5} = 0,8 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{A_s}{f_{bd}}$$

$$\sigma_s = \frac{A_{s,reqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{sd} = 1 \cdot f_{sd} = 434,78 \text{ MPa}$$

- BUDU POČÍTAT S MAXIMÁLNÍM NAPĚTÍM →

DELŠÍ KOTVENÍ DĚLKA, ALE CHYBA NA 4TRAVU

BEZPEČNOSTI

$$l_{b,reqd} = \frac{10}{4} \cdot \frac{434,78}{2,7} = 402,5 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5 \cdot l_{b,reqd} \geq l_{b,min}$$

$$d_1 \sim d_5 \text{ VSOU ZHRAVNŮJÍCÍ SOUČINITELE} \Rightarrow d_1 \cdot d_5 = 1,0$$

$$l_{bd} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 402,5 = 402,5 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max \{ l_{b,reqd} \cdot 0,7; 10 \cdot d; 100 \text{ mm} \} =$$

$$= \max \{ 0,7 \cdot 402,5; 10 \cdot 10; 100 \} = 120,75 \text{ mm}$$

$$402,5 \text{ mm} \geq 120,75 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$l_{bd}^{10} = 400 \text{ mm}$$

6.4.2. KOTVENÍ Ø6

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 27 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 12 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{A_s}{f_{bd}} = \frac{6}{4} \cdot \frac{434,78}{27} = 241,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = 434,78 \text{ MPa}$$

$$l_{bd} = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot \lambda_5 \cdot l_{b,reqd} \\ = 10 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 241,5 \text{ mm} \doteq 250 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max \{ l_{b,reqd} \cdot 0,15 ; 10 \varnothing ; 100 \text{ mm} \} = \\ = \max \{ 0,15 \cdot 241,5 ; 10 \cdot 6 ; 100 \text{ mm} \} = 100 \text{ mm}$$

$$250 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$l_{bd}^6 = 250 \text{ mm}$$

6.5. STYKOVÁNÍ PRUTŮ

6.5.1 STYKOVÁNÍ Ø 10

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 12 = 27 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 434,78 \text{ MPa}$$

$$l_{b,reqd} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{A_s}{f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{434,78}{27} = 402,6 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 10$$

$$\lambda_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (c_d - \varnothing)}{\varnothing} = 1 - \frac{0,15 \cdot (20 - 10)}{10} = 0,85$$

$$0,7 < \lambda_2 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$\lambda_5 = 1,0$$

$$\lambda_6 = 1,5 \quad (\text{STYKOVÁNÍ BUDE OS JEDEN PRUT} \\ \text{V JEDNÉ ŘADĚ})$$

$$l_0 = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_5 \cdot \lambda_6 \cdot l_{b,reqd} = 10 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \\ \cdot 1,5 \cdot 402,6 \doteq 500 \text{ mm}$$

$$l_{\min} = \max \{ 0,7 \cdot d_6 \cdot l_{\text{brzd}}; 15 \cdot \varnothing \cdot 200 \text{ mm} \} =$$

$$= \max \{ 0,7 \cdot 15 \cdot 402,6; 15 \cdot 10; 200 \} = 200 \text{ mm}$$

$$l_{\min} \leq l_0$$

$$200 \text{ mm} \leq 500 \text{ mm} \quad \text{VYKONUJE}$$

$$l_0^{\text{I}} = 500 \text{ mm}$$

6.5.2. VYKOVÁNÍ Ø6

$$f_{bd} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 434,78 \text{ MPa}$$

$$l_{\text{brzd}} = \frac{\varnothing}{4} \cdot \frac{\sigma_s}{f_{bd}} = \frac{6}{4} \cdot \frac{434,78}{2,7} = 241,5 \text{ mm}$$

$$l_0 = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_5 \cdot \lambda_6 \cdot l_{\text{brzd}}$$

$$\lambda_1 = 1,0$$

$$\lambda_2 = 1 - \frac{0,15 \cdot (cd - \varnothing)}{\varnothing} = 1 - \frac{0,15 \cdot (20 - 6)}{6} = 0,65$$

$$0,7 < \lambda_2 < 1,0 \Rightarrow \lambda_2 = 0,7$$

$$\lambda_3 = 1,0$$

$$\lambda_5 = 1,0$$

$$\lambda_6 = 1,5$$

$$l_0 = 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 241,5 = 260 \text{ mm}$$

$$l_{\min} = \max \{ 0,7 \cdot d_6 \cdot l_{\text{brzd}}; 15 \cdot \varnothing; 200 \text{ mm} \} =$$

$$= \max \{ 0,7 \cdot 15 \cdot 241,5; 15 \cdot 6; 200 \text{ mm} \} = 200 \text{ mm}$$

$$l_0 \geq l_{\min}$$

$$260 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \text{VYKONUJE}$$

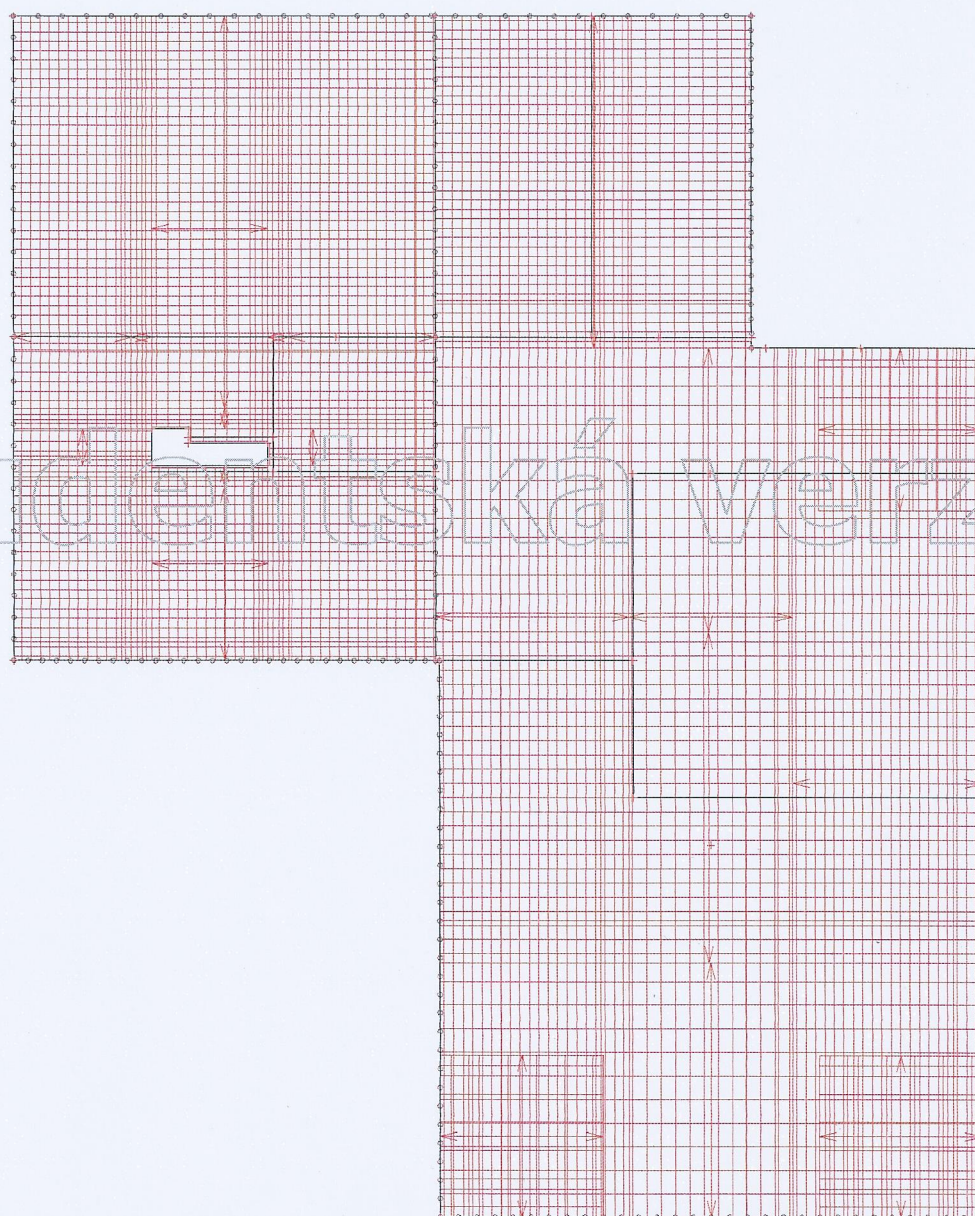
$$l_0^{\text{II}} = 260 \text{ mm}$$

6.6. PRŮHYB

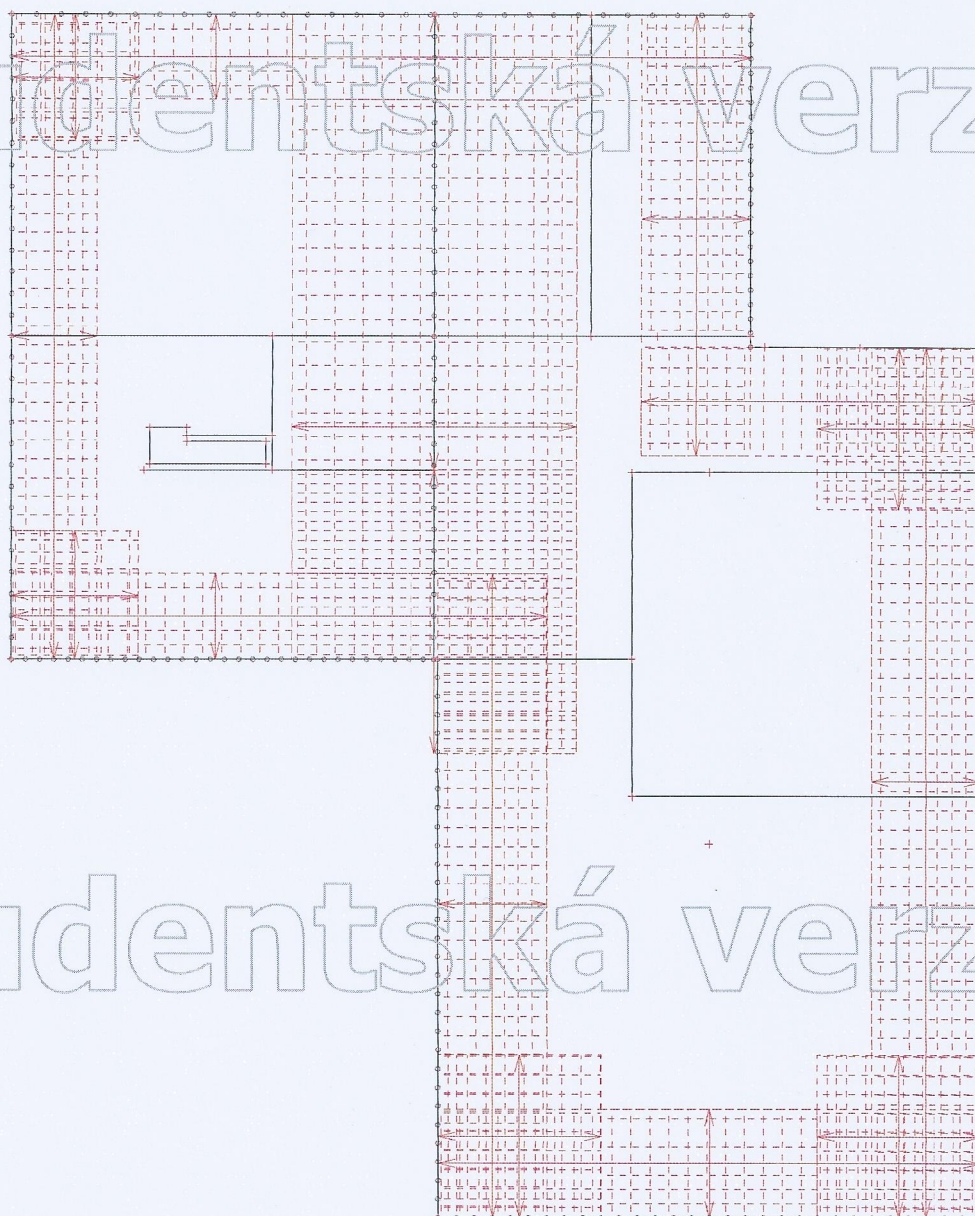
Pro výpočet průhybu je nutné vložit kombinaci a určit výztuž. Kombinaci jsem použil kvazistálou a výztuž jsem zadal dle ručního výpočtu.

KVAZISTÁLÁ KOMBINACE PRO BETON

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Kvazistálá_průhyb	ZS01 - Vlasní tíha deska	1,00
	ZS04 -Vlastní tíha střechy	1,00
	ZS05 -Užitné	0,30
	ZS02 - Stálé plošné - omítka, podlaha	1,00
	ZS08 -Užitné - schodiště	0,30
	ZS03 - Stálé llineární - zdivo, schodiště	0,30



Obr. 31: Schéma dolní výztuže zadané v programu



Obr. 32: Schéma horní výztuže zadané v programu

6.6.1. Lineární průhyb

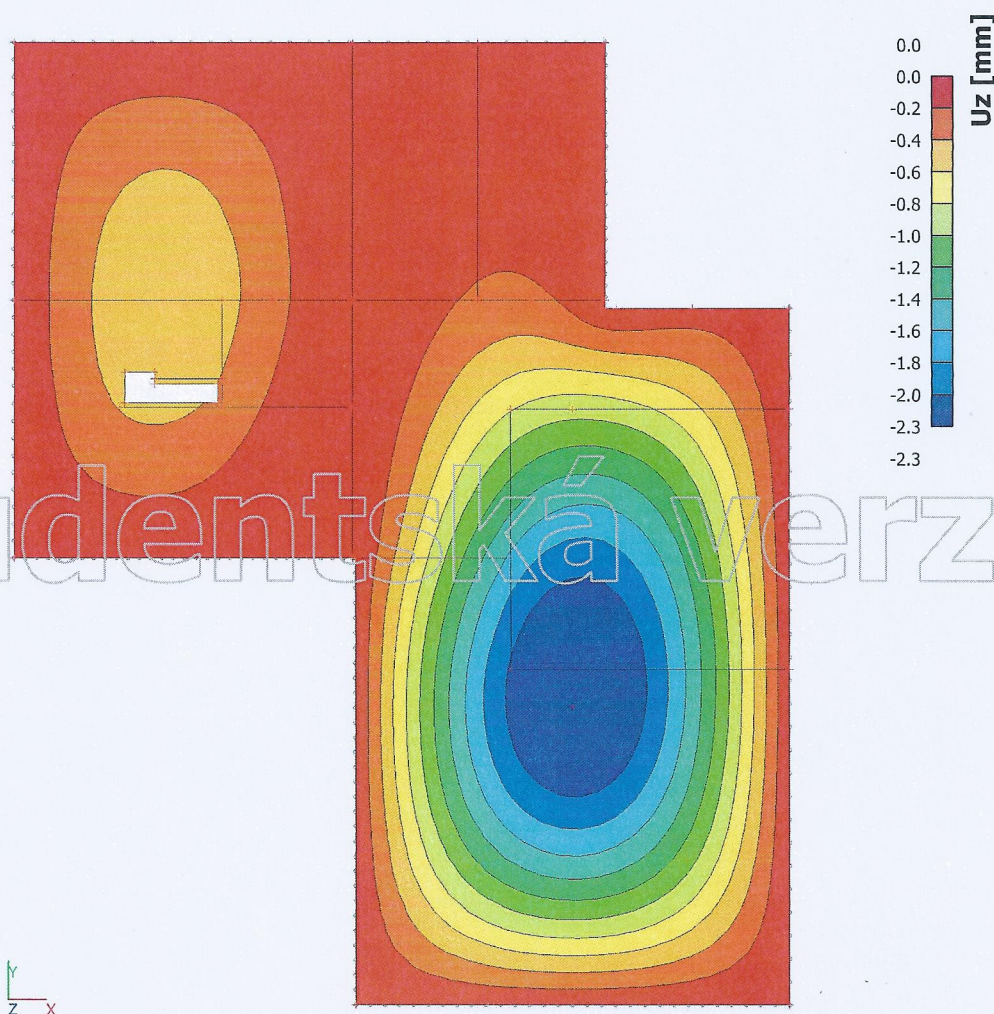
Deformace betonu, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Typ zatížení : : Kvazistálá průhyb

Deformace : lineární

Stav	Uzel	X [m]	Y [m]	Z [m]	U _x [mm]	U _y [mm]	U _z [mm]	Fi _x [mrad]	Fi _y [mrad]	Fi _z [mrad]
Kvazistálá průhyb	497	2,922	4,057	0,000			-2,3	0,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	2281	-0,409	6,555	0,000			0,0	0,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	365	2,984	0,000	0,000			0,0	-0,9	0,0	
Kvazistálá průhyb	N76	3,445	9,200	0,000			0,0	0,7	-0,1	
Kvazistálá průhyb	393	5,720	4,198	0,000			0,0	0,0	-1,3	
Kvazistálá průhyb	417	0,000	3,920	0,000			0,0	0,0	1,2	



Obr. 33: Lineární průhyb

6.6.2. Nelineární průhyb

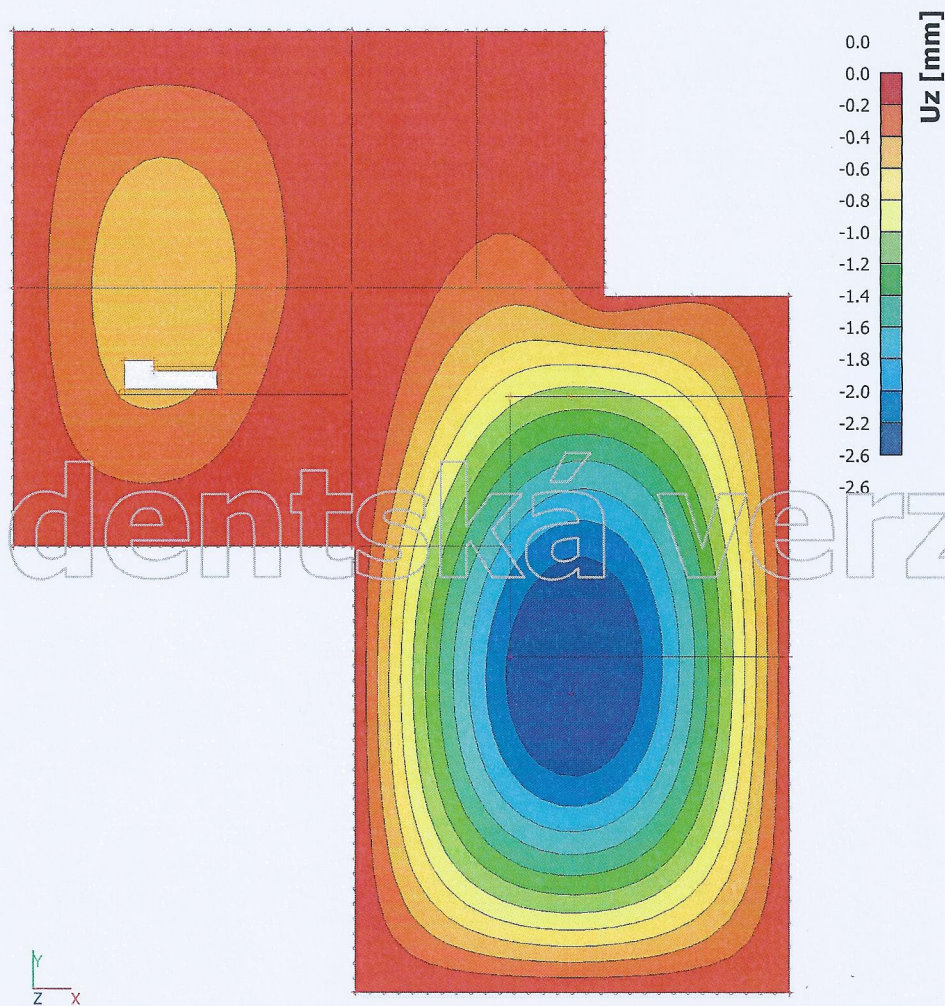
Deformace betonu, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Typ zatížení : Kvazistálá průhyb

Deformace : nelineární

Stav	Uzel	X [m]	Y [m]	Z [m]	U _x [mm]	U _y [mm]	U _z [mm]	Fi _x [mrad]	Fi _y [mrad]	Fi _z [mrad]
Kvazistálá průhyb	510	2,860	4,158	0,000			-2,6	0,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	2202	-0,291	6,857	0,000			0,0	0,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	365	2,984	0,000	0,000			0,0	-1,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	965	3,351	9,200	0,000			0,0	0,9	0,0	
Kvazistálá průhyb	N48	5,720	4,445	0,000			0,0	0,0	-1,4	
Kvazistálá průhyb	416	0,000	4,165	0,000			0,0	0,0	1,3	



Obr. 34: Nelineární průhyb

6.6.3. Nelineární průhyb s dotvarováním

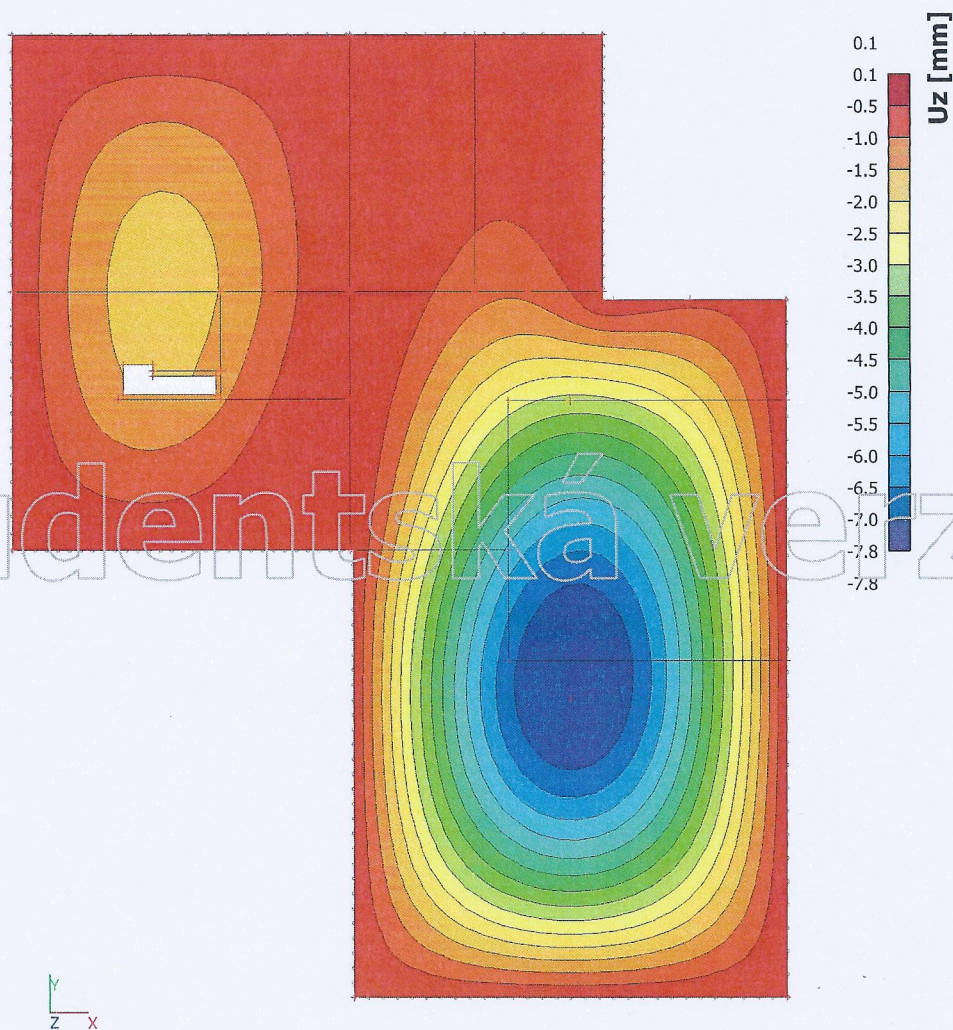
Deformace betonu, Extrém : Globální

Výběr : Vše

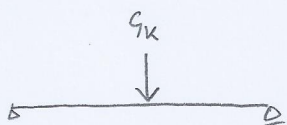
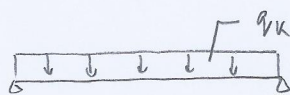
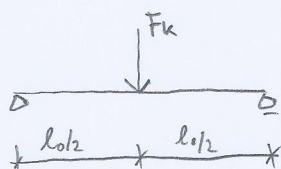
Typ zatížení : : Kvazistálá průhyb

Deformace : nelineární s dotvarováním

Stav	Uzel	X [m]	Y [m]	Z [m]	U _x [mm]	U _y [mm]	U _z [mm]	Fi _x [mrad]	Fi _y [mrad]	Fi _z [mrad]
Kvazistálá průhyb	498	2,860	4,074	0,000			-7,8	0,0	0,1	
Kvazistálá průhyb	2281	-0,409	6,555	0,000			0,1	0,0	0,0	
Kvazistálá průhyb	365	2,984	0,000	0,000			0,0	-3,1	0,0	
Kvazistálá průhyb	1241	3,331	8,996	0,000			-0,5	2,5	-0,2	
Kvazistálá průhyb	393	5,720	4,198	0,000			0,0	0,0	-4,4	
Kvazistálá průhyb	417	0,000	3,920	0,000			0,0	0,0	4,1	



Obr. 35: Nelineární průhyb s dotvarováním



STÁLÉ - SÍLA

TÍMA STŘECHY

$$F_k = 19,04 \text{ kN}$$

PROMĚNNÉ - PLOŠNÉ

$$\text{VĚTNE} : 1,105 \cdot 2 \text{ kN/m}^2 = 2,21 \text{ kN/m} = q_k$$

PROMĚNNÉ - SÍLA

SNÍM

$$S_k = 7,794 \text{ kN}$$

7.1.3. KOMBINACE

$$a, \text{ CHARAKTERISTICKÁ} : G_{k,i} + Q_k + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

VARIANTA A

$$\text{PLOŠNÉ} : f_{den}^A = 8,24 + 2,21 = 10,45 \text{ kN/m}$$

$$\text{SÍLA} : F_{den}^A = 19,04 + 7,794 \cdot 0,5 = 22,94 \text{ kN}$$

VARIANTA B

$$\text{PLOŠNÉ} : f_{den}^B = 8,24 + 2,21 \cdot 0,7 = 9,79 \text{ kN/m}$$

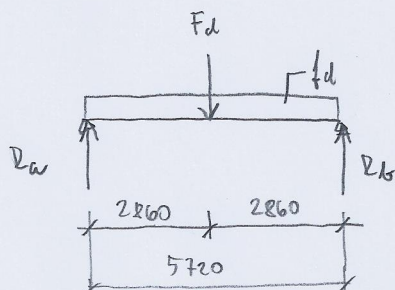
$$\text{SÍLA} : F_{den}^B = 19,04 + 7,794 = 26,83 \text{ kN}$$

b, KVAZISTÁLA

$$G_{k,i} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\text{PLOŠNÉ} : f_{dkv} = 8,24 + 0,3 \cdot 2,21 = 8,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{SÍLA} : F_{dkv} = 19,04 + 0 \cdot 7,794 = 19,04 \text{ kN}$$



7.1.4. VNITRNÍ SILY

a, CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

VARIANTA A

$$R_a = R_b = 0,5 \cdot F_{dch}^A + 0,5 \cdot f_{dch}^A \cdot l = 0,5 \cdot 22,94 + 0,5 \cdot 10,45 \cdot 5,72 = 41,36 \text{ kN}$$

$$M_{ch}^A = \frac{1}{2} l \cdot R_a - \frac{1}{8} \cdot f_{dch}^A \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,72 \cdot 41,36 - \frac{1}{8} \cdot 10,45 \cdot 5,72^2 = 75,55 \text{ kNm}$$

VARIANTA B

$$R_a = R_b = 0,5 \cdot f_{dch}^B + 0,5 \cdot f_{dch}^B \cdot l = 0,5 \cdot 26,23 + 0,5 \cdot 9,79 \cdot 5,72 = 41,41 \text{ kN}$$

$$M_{ch}^B = \frac{1}{2} l \cdot R_a - \frac{1}{8} f_{dch}^B \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,72 \cdot 41,41 - \frac{1}{8} \cdot 9,79 \cdot 5,72^2 = 78,39 \text{ kNm}$$

$$M_{ch} = \max \{ M_{ch}^A ; M_{ch}^B \} = \max \{ 75,55 \text{ kNm} ; 78,39 \text{ kNm} \} = 78,39 \text{ kNm}$$

b, KVAZISTÁTNÍ KOMBINACE

$$R_a = R_b = 0,5 \cdot F_{dkv} + 0,5 \cdot f_{dkv} \cdot l = 0,5 \cdot 19,04 + 0,5 \cdot 8,9 \cdot 5,72 = 34,97 \text{ kN}$$

$$M_{kv} = \frac{l}{2} \cdot R_a - \frac{1}{8} \cdot f_{dkv} \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,72 \cdot 34,97 - \frac{1}{8} \cdot 8,9 \cdot 5,72^2 = 63,61 \text{ kNm}$$

7.1.5. POUŽITÝ MATERIÁL

BETON C 35/45

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

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

OCEL B500B

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

7.1.6. KRÁTKODOBÝ PRŮMYB

$$\bar{A}_s = A_s \cdot d_e = 13,58 \cdot 10^{-4} \cdot 51,88 = 7,99 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 12 \cdot 112 = 13,58 \cdot 10^{-4}$$

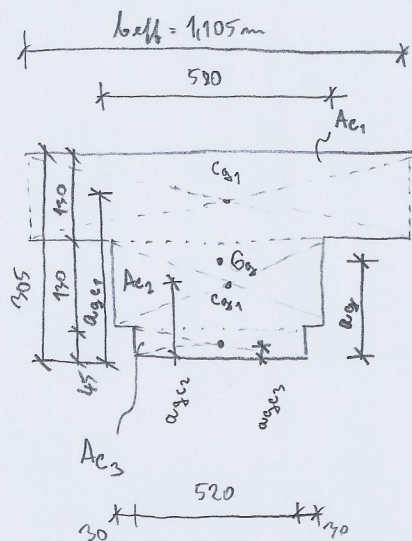
$$d = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{34} = 5,88$$

I, PRŮŘEZ NEPORUŠENÝ TRHLINOU

$$a_g = \frac{A_{c1} \cdot a_{gc1} + A_{c2} \cdot a_{gc2} + A_{c3} \cdot a_{gc3} + \bar{A}_s \cdot d_1}{A_{c1} + A_{c2} + A_{c3} + \bar{A}_s} =$$

$$= \frac{1105 \cdot 0,13 \cdot 0,24 + 0,58 \cdot 0,13 \cdot 0,11 + 0,52 \cdot 0,045^2 \cdot 0,5}{1105 \cdot 0,13 + 0,58 \cdot 0,13 + 0,52 \cdot 0,045 + 7,99 \cdot 10^{-3}} +$$

$$+ \frac{7,99 \cdot 10^{-3} \cdot 0,021}{1105 \cdot 0,13 + 0,58 \cdot 0,13 + 0,52 \cdot 0,045 + 7,99 \cdot 10^{-3}} = 0,174 \text{ m}$$



$$I_I = I_{c1} + A_{c1} \cdot (a_{gc1} - a_g)^2 + I_{c2} + A_{c2} \cdot (a_g - a_{gc2})^2 +$$

$$+ I_{c3} + A_{c3} \cdot (a_g - a_{gc3})^2 + \bar{A}_s \cdot (a_g - d_1)^2 =$$

$$= \frac{1}{12} 1105 \cdot 0,13^3 + 1105 \cdot 0,13 \cdot (0,24 - 0,174)^2 + \frac{1}{12} 0,58 \cdot 0,13^3 +$$

$$+ 0,58 \cdot 0,13 \cdot (0,174 - 0,11)^2 + \frac{1}{12} 0,52 \cdot 0,045^3 + 0,52 \cdot 0,045 \cdot$$

$$\cdot (0,174 - 0,5 \cdot 0,045)^2 + 7,99 \cdot 10^{-3} \cdot (0,174 - 0,021)^2 =$$

$$= 19,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

POZN.: PŘÍSPĚVEK $\approx \frac{1}{12} b \cdot h^3$ OD VÝZTUŽE NEUVAŽUJI.

ZANEDBÁVÁM JED, JEJIKOŽ JE HODNOTA ŘÁDOVĚ
MENŠÍ, NEŽ VÝSLEDEK, NEBUDE MÍT VLIV.

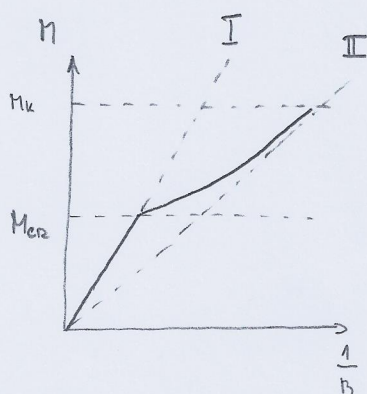
$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_T}{h - a_g} = 3200 \cdot \frac{19,71 \cdot 10^{-4}}{0,1305 - 0,174} =$$

$$= 48,15 \text{ kNm}$$

$$M_{cm} = 78,39 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} \leq M_{cm} \rightarrow \text{VZNIKNOU TRMLINY}$$

$$48,15 \text{ kNm} \leq 78,39 \text{ kNm}$$



I NEPORUŠENÝ PRŮŘEZ

II ZCELA PORUŠENÝ PRŮŘEZ

POZN.: TRMLINY NA PRŮŘEZU VZNIKNOU, PROTO JE
MŮŽNÉ INTERPOLOVAT TUKOST MEZI
NEPORUŠENÝM A ZCELA PORUŠENÝM
PRŮŘEZEM.

$$B_I = I_T \cdot E_{cm} = 19,71 \cdot 10^{-4} \cdot 34 \cdot 10^9 = 67014000 \text{ Nm}^2$$

II, PLNĚ PORUŠENÝ PRŮŘEZ

- POČÍTÁME S BETONEM PŮSOBÍCÍM V TLAKU
A S TAŽENOU VÝZTUŽÍ

POLOHA NEUTRÁLNÉ OSY

$$\text{PŘEDPOKLAD } x_i \leq h_g = 130 \text{ mm}$$

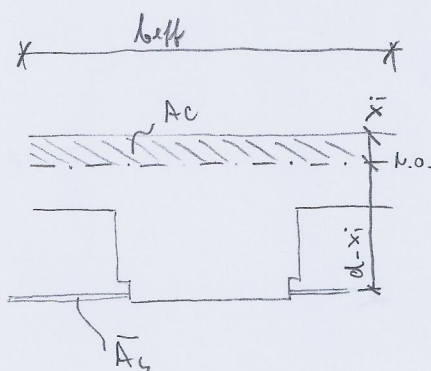
$$S_{ec} = S_g$$

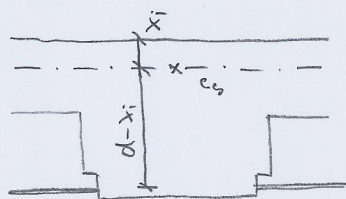
$$b_{eff} \cdot x_i \cdot \frac{1}{2} x_i = \bar{A}_s \cdot (d - x_i)$$

$$\frac{1}{2} b_{eff} \cdot x_i^2 + A_s \cdot x_i - \bar{A}_s \cdot d = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,105 \cdot x_i^2 + 7,99 \cdot 10^{-3} x_i - 7,99 \cdot 10^{-3} \cdot 0,284 = 0$$

$$x_i = \begin{cases} 0,057 \text{ m} \\ -0,072 \text{ m} \end{cases}$$





$$x_i \leq h_f$$

$$0,057 \text{ m} \leq 0,13 \text{ m} \quad \text{VYMOVUJE}$$

TLAČENÝ BETON NEZAHAMUJE DO 9TOUJNY

$$\begin{aligned} I_{II} &= I_c + A_c \cdot (0,5 \cdot x_i)^2 + A_s \cdot (d - x_i)^2 = \frac{1}{12} \cdot 1105 \cdot 0,057^3 + \\ &+ 1105 \cdot 0,057 \cdot (0,5 \cdot 0,057)^2 + 7,99 \cdot 10^{-3} \cdot (0,284 - 0,057)^2 = \\ &= 4,752 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$B_{II} = I_{II} \cdot E_{cm} = 4,752 \cdot 10^{-4} \cdot 34 \cdot 10^9 = 16156800 \text{ Nmm}^2$$

INTERPOLACE TUHLOTÍ

$$\frac{1}{B} = \frac{1 - \xi}{B_I} + \frac{\xi}{B_{II}}$$

$$\xi = 1 - \mu \cdot \left(\frac{M_{cr}}{M_{ch}} \right)^2 = 1 - 1,0 \cdot \left(\frac{48,15}{78,34} \right)^2 = 0,623$$

$\mu = 1,0$ (KRÁTKODOBÉ PŮSOBENÍ ZATÍŽENÍ)

$$\frac{1}{B} = \frac{1 - 0,623}{67014000} + \frac{0,623}{16156800}$$

$$B = 22631958 \text{ Nmm}^2$$

PRŮMYS OD KRÁTKODOBÝCH ÚČINKŮ ZATÍŽENÍ

$$w_1' = \frac{5}{384} \cdot \frac{F_{dkv} \cdot l^4}{B} = \frac{5}{384} \cdot \frac{8900 \cdot 5,72^4}{22631958} = 0,0055 \text{ m}$$

$$w_1'' = \frac{F_{kv} l^3}{48 \cdot B} = \frac{19040 \cdot 5,72^3}{48 \cdot 22631958} = 0,0033 \text{ m}$$

$$w_1 = w_1' + w_1'' = 5,5 + 3,3 = 8,8 \text{ mm}$$

POZN: w_1' ZNAČÍ PRŮMYS OD KROJITÉHO ZATÍŽENÍ

w_1'' ZNAČÍ PRŮMYS OD OSAMĚLÉ GILY

POSOUZENÍ KRÁTKO DOBĚHO PRŮMYBU

$$w_1 = 8,8 \text{ mm}$$

$$w_p = \frac{l}{500} = \frac{5720}{500} = 11,44 \text{ mm}$$

$$w_1 \leq w_p$$

$$8,8 \text{ mm} \leq 11,44 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

7.1.7 DLOUHODOBÝ PRŮMYB

$$\tilde{A}_s = A_s \cdot d_{eff} = 13,58 \cdot 10^{-4} \cdot 17,648 = 0,024 \text{ m}^2$$

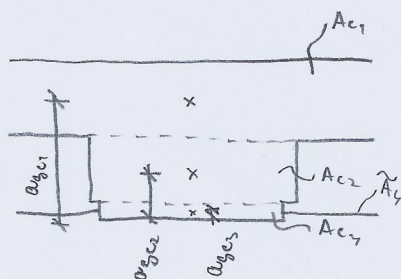
$$d_{eff} = \frac{E_s}{E_{c,eff}} = \frac{200}{11,333} = 17,648$$

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \psi(t_0, \infty)} = \frac{34 \cdot 10^9}{1 + 2,0} = 11,333 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$\lambda_0 = \frac{2 A_c}{h} = \frac{2 \cdot (1105 \cdot 0,13 + 0,58 \cdot 0,13 + 0,52 \cdot 0,045)}{2 \cdot (0,13 + 0,2025)} = 0,519$$

 $\gamma_0 = 2,0$, CEMENT N , BETON C35/45

I, PRŮŘEZ NEPORUŠENÝ TRHLINOU



$$\alpha_b = \frac{A_{c1} \cdot a_{s1} + A_{c2} \cdot a_{c2} + A_{c3} \cdot a_{s3} + \tilde{A}_s \cdot d_1}{A_{c1} + A_{c2} + A_{c3} + \tilde{A}_s} =$$

$$= \frac{1105 \cdot 0,13 \cdot 0,24 + 0,58 \cdot 0,13 \cdot 0,11 + 0,52 \cdot 0,045 \cdot 0,5 + 0,024 \cdot 0,021}{1105 \cdot 0,13 + 0,58 \cdot 0,13 + 0,52 \cdot 0,045 + 0,024} =$$

$$= 0,164 \text{ m}$$

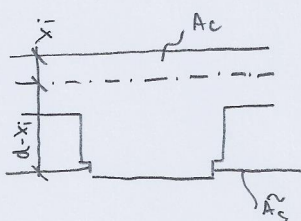
$$\begin{aligned}
 I_I &= I_{e1} + A_{e1} \cdot (a_{se1} - a_s)^2 + I_{e2} + A_{e2} \cdot (a_s - a_{se2})^2 + \\
 &+ I_{e3} + A_{e3} \cdot (a_s - a_{se3})^2 + \tilde{A}_s \cdot (a_s - d)^2 = \\
 &= \frac{1}{12} \cdot 1,105 \cdot 0,13^3 + 1,105 \cdot 0,13 \cdot (0,24 - 0,164)^2 + \\
 &+ \frac{1}{12} \cdot 0,158 \cdot 0,13^3 + 0,158 \cdot 0,13 \cdot (0,164 - 0,11)^2 + \\
 &+ \frac{1}{12} \cdot 0,152 \cdot 0,045^3 + 0,152 \cdot 0,045 \cdot (0,164 - 0,5 \cdot 0,045)^2 + \\
 &+ 0,024 \cdot (0,164 - 0,021)^2 = 24,289 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{cr} &= f_{ctm} \cdot \frac{I_I}{h - a_s} = 3200 \cdot \frac{24,289 \cdot 10^{-4}}{0,305 - 0,164} = \\
 &= 55,12 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{cm} = 78,39 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} \leq M_{cm}$$

$$55,12 \text{ kNm} \leq 78,39 \text{ kNm} \quad \text{JE POTŘEBA INTERPOLACE TĚŽKOTÍ}$$



II PORUŠENÝ PRŮŘEZ

$$x_i \leq h_s = 130 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = b_s$$

$$b_{eff} \cdot x_i \cdot \frac{1}{2} x_i = \tilde{A}_s \cdot (d - x_i)$$

$$\frac{1}{2} b_{eff} \cdot x_i^2 + \tilde{A}_s \cdot x_i - \tilde{A}_s \cdot d = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,105 \cdot x_i^2 + 0,024 \cdot x_i - 0,024 \cdot 0,284 = 0$$

$$x_i = \begin{cases} 0,0915 \\ -0,135 \text{ mm} \end{cases}$$

$$0,0915 \text{ mm} \leq 0,13 \text{ mm} \quad \text{VÝHODUJE}$$

$$I_{II} = I_c + A_c \cdot (0,5 \cdot x_i)^2 + \hat{A}_s \cdot (d - x_i)^2 = \frac{1}{12} \cdot 1105 \cdot 0,13^3 +$$

$$+ 1105 \cdot 0,13 \cdot (0,5 \cdot 0,0915)^2 + 0,024 \cdot (0,284 -$$

$$- 0,0915)^2 = 13,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$B_{II} = I_{II} \cdot E_{cm,eff} = 13,92 \cdot 10^{-4} \cdot 11,333 \cdot 10^9 =$$

$$= 15775536 \text{ Nmm}^2$$

INTERPOLACE TUMOGYI

$$\frac{1}{B} = \frac{1-\xi}{B_I} + \frac{\xi}{B_{II}}$$

$$\xi = 1 - m \cdot \left(\frac{\sigma_{cr2}}{\sigma_{cr1}} \right)^2 = 1 - 0,5 \cdot \left(\frac{55,12}{78,34} \right)^2 = 0,752$$

m = 0,5 (DLOUMODOBÉ PŮSOBENÍ ZATÍŽENÍ)

$$\frac{1}{B} = \frac{1 - 0,752}{27526724} + \frac{0,752}{15775536}$$

$$B = 17643477 \text{ Nmm}^2$$

PRŮMYB OD DLOUMODOBÝCH VĚTNKŮ

$$w_2' = \frac{5}{384} \cdot \frac{f_{d,cr} \cdot l^4}{B} = \frac{5}{384} \cdot \frac{8,9 \cdot 10^3 \cdot 5,172^4}{17643477} = 0,007 \text{ m}$$

$$w_2'' = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot B} = \frac{19040 \cdot 5,172^3}{48 \cdot 17643477} = 0,0042 \text{ m}$$

$$w_2 = w_2' + w_2'' = 7 + 4,2 = 11,2 \text{ mm}$$

SMĚŠTOVÁNÍ

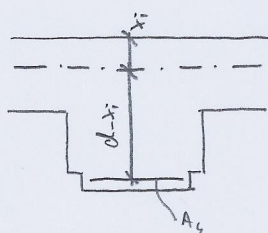
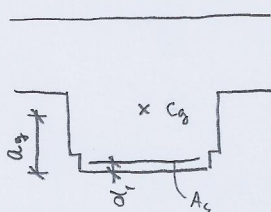
$$W_z = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{n_{cr}} \cdot l^2$$

$$\frac{1}{n_{cr}} = \xi_{cr} \cdot d_{eff} \cdot \frac{S}{I}$$

JE-LIKOŽ DOŠLO K POKRMAÁNÍ PRŮŘEZU MUSÍ SE

POMĚR $\frac{S}{I}$ INTERPOLOVAT MEZI HODNOTAMI NEPORUŠENÉHO
A PLNĚ PORUŠENÉHO PRŮŘEZU

$$\frac{S}{I} = \frac{(1-\xi) \cdot S_I}{I_I} + \frac{\xi \cdot S_{II}}{I_{II}}$$



S - STATICKÝ MOMENT REÁLNÉ PLOCHY VÝŽTUŽE

$$S_I = A_g \cdot (a_g - d_1) = 13,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,164 - 0,021) = 1,942 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$S_{II} = A_s \cdot (d - x_i) = 13,58 \cdot 10^{-4} \cdot (0,284 - 0,0915) = 2,614 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_I = 24,289 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_{II} = 13,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$\frac{S}{I} = \frac{(1 - 0,752) \cdot 1,942 \cdot 10^{-4}}{24,289 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,752 \cdot 2,614 \cdot 10^{-4}}{13,92 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= 0,161 \text{ m}^{-1}$$

$$d_{eff} = 17,648$$

$$\xi_{cr} = \xi_{cd} + \xi_{ca}$$

$$\xi_{cd} = \rho d_s(t, t_s) \cdot \eta_h \cdot \xi_{cd,0}$$

$$\rho d_s(t, t_s) = \frac{t - t_s}{(t - t_s) + 0,04 \cdot \sqrt{f_{t0}}} = \frac{28 - 7}{(28 - 7) + 0,04 \cdot \sqrt{0,519^3}} =$$

$$= 1,0$$

$$h_0 = 0,1519 \text{ m} \quad ; \quad 60\% \text{ VLNKOST}$$

$$\eta_h = 0,7$$

$$\xi_{cd,0} = 0,4075\% \quad (\text{BET C35/45})$$

$$\epsilon_{cd} = 10 \cdot 0,7 \cdot 0,0004075 = 2,25 \cdot 10^{-4}$$

$$\epsilon_{CA} = \sigma_{a_1}(t) - \epsilon_{CH}(\infty)$$

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

$$\sigma_{a_1}(t) = 1 - e^{-0,2 \cdot t^{0,5}} = 1 - e^{-0,2 \cdot 28^{0,5}} = 0,653$$

$$\epsilon_{CA} = 0,653 \cdot 6,25 \cdot 10^{-5} = 4,081 \cdot 10^{-5}$$

$$\epsilon_{cs} = 2,25 \cdot 10^{-4} + 4,081 \cdot 10^{-5} = 3,26 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{1}{k_{cs}} = 3,26 \cdot 10^{-4} \cdot 17,642 \cdot 0,161$$

$$k_{cs} = 1080$$

$$W_3 = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{1010} \cdot 5,72^2 = 0,0032 \text{ m}$$

POSOUŽENÍ DLOUHODOBÉHO PRŮMYBU

$$W_2 \leq W_P$$

$$W_2 = 11,2 \text{ mm}$$

$$W_P = \frac{l}{500} = \frac{5720}{500} = 11,44$$

$$11,2 \text{ mm} \leq 11,44 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

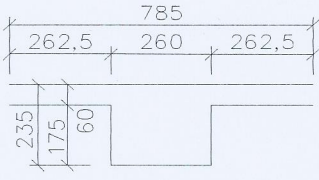
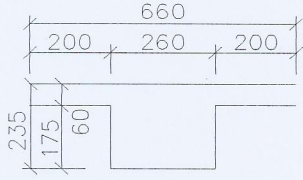
$$W_2 + W_3 \leq W_k$$

$$W_k = \frac{l}{250} = \frac{5720}{250} = 22,88 \text{ mm}$$

$$W_2 + W_3 = 11,2 + 3,8 = 15 \text{ mm}$$

$$15 \text{ mm} \leq 22,88 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Tab.11: Ukázka nevyhovujících průřezů

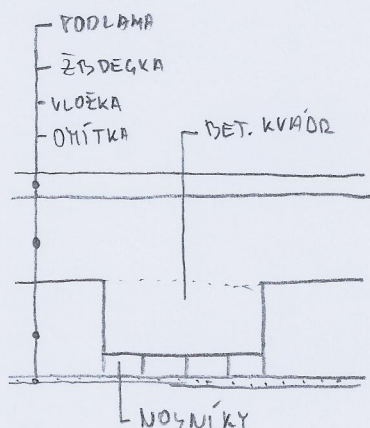
KONSTRUKCE	POČET NOSNÍKŮ POT	2	2
	ŽB DESKA NAD VLOŽKOU MIAKO	60 mm	60 mm
	OSO VÁ VZDÁLENOST DALŠÍCH NOSNÍKŮ	625 mm	500 mm
VÝPOČTOVÝ MODEL			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	4,173	3,787
	q_k [kN/m]	1,57	1,32
	F_k [kN]	19,14	19,14
	S_k [kN]	7,794	7,794
VNITŘNÍ SÍLY	M_{ch} [kNm]	59,93	57,64
	M_{kv} [kNm]	46,22	44,33
KRÁTKODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	14,44	14,05
	B [Nm ²]	4713179	4616120
	w_1' [mm]	13,7	12,6
	w_1'' [mm]	15,8	16
	w_1 [mm]	29,5	28,6
	$l/500$ [mm]	11,44	11,44
	POSOUZENÍ	NEVYHOVUJE	NEVYHOVUJE
DLOUHODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	NEPOČÍTÁM, JELIKOŽ NEVYŠEL KRÁTKODOBÝ PRŮHYB	NEPOČÍTÁM, JELIKOŽ NEVYŠEL KRÁTKODOBÝ PRŮHYB
	B [Nm ²]		
	w_2' [mm]		
	w_2'' [mm]		
	w_2 [mm]		
	$l/500$ [mm]		
	POSOUZENÍ		
	R_{cs}		
	w_3 [mm]		
	$w_2 + w_3$ [mm]		
	$l/250$ [mm]		
	POSOUZENÍ		

Tab.11: Ukázka nevyhovujících průřezů (pokračování)

KONSTRUKCE	POČET NOSNÍKŮ POT	3	4
	ŽB DESKA NAD VLOŽKOU MIAKO	60 mm	160 mm
	OSO VÁ VZDÁLENOST DALŠÍCH NOSNÍKŮ	625 mm	625 mm
VÝPOČTOVÝ MODEL			
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	5,04	9,05
	q_k [kN/m]	1,89	2,21
	F_k [kN]	19,14	19,14
	S_k [kN]	7,794	7,794
VNITŘNÍ SÍLY	M_{ch} [kNm]	62,85	81,7
	M_{kv} [kNm]	50,15	66,95
KRÁTKODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	23,83	57,81
	B [Nm ²]	7203961	30882334
	w' [mm]	10,8	4,7
	w'' [mm]	10,3	2,4
	w [mm]	21,1	7,1
	$l/500$ [mm]	11,44	11,44
	POSOUZENÍ	NEVYHOVUJE	VYHOVUJE
DLOUHODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	NEPOČÍTÁM, JELIKOŽ NEVYŠEL KRÁTKODOBÝ PRŮHYB	63,97
	B [Nm ²]		21895238
	w_2' [mm]		6,2
	w_2'' [mm]		3,4
	w_2 [mm]		9,6
	$l/500$ [mm]		11,44
	POSOUZENÍ		VYHOVUJE
	R_{cs}		TATO VARIANTA SICE VYHOVĚLA, ALE JELIKOŽ V PRŮHYBU ZŮSTALA REZERVA ROZHODL JSEM SE VYZKOUŠET MENŠÍ TL. DESKY. TZN. HOSPODÁRNĚJŠÍ PRŮŘEZ
	w_3 [mm]		
	$w_2 + w_3$ [mm]		
	$l/250$ [mm]		
	POSOUZENÍ		

Tab.12: Výsledná sestava Miako stropu pod sloupem S1

KONSTRUKCE	POČET NOSNÍKŮ POT	4
	ŽB DESKA NAD VLOŽKOU MIAKO	130 mm
	OSOVÁ VZDÁLENOST DALŠÍCH NOSNÍKŮ	625 mm
VÝPOČTOVÝ MODEL		
ZATÍŽENÍ	g_k [kN/m]	8,24
	q_k [kN/m]	2,21
	F_k [kN]	19,04
	S_k [kN]	7,794
VNITŘNÍ SÍLY	M_{ch} [kNm]	78,39
	M_{kv} [kNm]	63,61
KRÁTKODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	48,115
	B [Nm ²]	22631958
	w' [mm]	5,5
	w'' [mm]	3,3
	w [mm]	8,8
	$l/500$ [mm]	11,44
	POSOUZENÍ	VYHOVUJE
DLOUHODOBÝ PRŮHYB	M_{cr} [kNm]	55,12
	B [Nm ²]	17643477
	w_2' [mm]	7
	w_2'' [mm]	4,2
	w_2 [mm]	11,2
	$l/500$ [mm]	11,44
	POSOUZENÍ	VYHOVUJE
	R_{cs}	1080
	w_3 [mm]	3,8
	$w_2 + w_3$ [mm]	15
	$l/250$ [mm]	22,88
	POSOUZENÍ	VYHOVUJEE



7.2. POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

7.2.1. POD GLOUPKEM S1

ZATÍŽENÍ

STÁLÉ - PLOŠNÉ : $g_k = 2,24 \text{ kN/m}$

- SÍLA : $F_k = 19,04 \text{ kN}$

PROHĚNNÉ - PLOŠNÉ : $g_k = 2,21 \text{ kN/m}$

SÍLA : $S_k = 7,794 \text{ kN}$

KOMBINACE

DLE C.10a : $\sum \gamma_{g,i} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \gamma_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

PLOŠNÉ : $f_d^a = 1,35 \cdot 2,24 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 2,21 = 13,44 \text{ kN/m}$

SÍLA : $F_d^a = 1,35 \cdot 19,04 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 7,794 = 31,55 \text{ kN}$

DLE C.10b : $\sum \gamma_{g,i} \cdot \xi \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \gamma_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

PLOŠNÉ : $f_d^b = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 2,24 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 2,21 = 11,78 \text{ kN/m}$

SÍLA : $F_d^b = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 19,04 + 1,5 \cdot 7,794 = 33,54 \text{ kN}$

VNITŘNÍ SÍLY

DLE C.10a

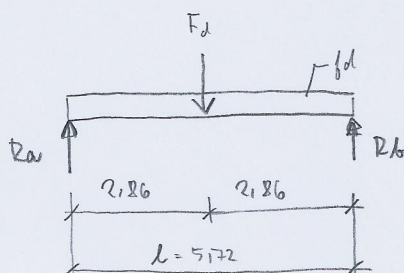
$$R_a = R_b = 0,5 \cdot F_d^a + l \cdot f_d^a \cdot 0,5 = 0,5 \cdot 31,55 + 5,72 \cdot 13,44 \cdot 0,5 = 54,21 \text{ kN}$$

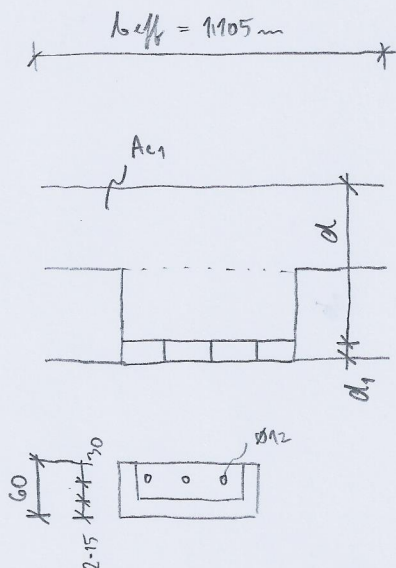
$$M_{ed}^a = R_a \cdot 0,5 \cdot l - \frac{1}{2} f_d^a \cdot l^2 = 0,5 \cdot 5,72 \cdot 54,21 - \frac{1}{2} \cdot 5,72^2 \cdot 13,44 = 100,1 \text{ kNm}$$

DLE C.10b

$$R_a = R_b = 0,5 \cdot F_d^b + l \cdot f_d^b \cdot 0,5 = 0,5 \cdot 33,54 + 5,72 \cdot 11,78 \cdot 0,5 = 50,46 \text{ kN}$$

$$M_{ed}^b = R_a \cdot 0,5 \cdot l - \frac{1}{2} f_d^b \cdot l^2 = 50,46 \cdot 0,5 \cdot 5,72 - \frac{1}{2} \cdot 11,78 \cdot 5,72^2 = 96,14 \text{ kNm}$$





$$M_{ed} = \max \{ M_{ed}^a; M_{ed}^b \} = \max \{ 100,1; 96,14 \} = 100,1 \text{ kNm}$$

POSOUDZENÍ

$$A_{gt} = 12 \cdot 0,92 = 11,58 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d = h - d_1 = 0,12 - 0,036 = 0,084 \text{ m}$$

$$d_1 = 36 \text{ mm}$$

$$\text{BETON C35/45; } f_{cd} = 1,0 \cdot \frac{35}{1,5} = 23,33 \text{ MPa}$$

$$A_{cc} = l_{eff} \cdot b \cdot x$$

$$x = \frac{A_{gt} \cdot f_{cd}}{l_{eff} \cdot b \cdot f_{cd}} \Rightarrow l_{eff} \cdot b \cdot x = \frac{A_{gt} \cdot f_{cd}}{f_{cd}}$$

$$A_{cc} = \frac{A_{gt} \cdot f_{cd}}{f_{cd}} = \frac{11,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{23,33} = 0,0253 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = l_{eff} \cdot h_s = 1105 \cdot 0,13 = 0,144 \text{ m}^2$$

$0,0253 \text{ m}^2 < 0,144 \text{ m}^2 \Rightarrow$ TLAČENÁ PLOCHA BETONU
NEZAHAMUJE DO ŽIVNÝ

$$x = \frac{11,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1105 \cdot 0,13 \cdot 23,33} = 0,0286 \text{ m}$$

KONTROLA PŘETVŮŘENÍ VÍŽTUŽE

$$\epsilon_s > \epsilon_{sd}$$

$$\epsilon_{sd} = 2,17\text{‰}$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu2}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,0286} \cdot (0,084 - 0,0286) = 31,26\text{‰}$$

$$31,26\text{‰} > 2,17\text{‰} \quad \text{VYMOVUJE}$$

ÚNOSNOST

$$M_{nd} > M_{ed}$$

$$M_{ed} = 100,14 \text{ kN}$$

$$M_{nd} = A_{gt} \cdot f_{sd} \cdot \eta$$

$$e = d - \frac{g \cdot x}{2} = 0,284 - \frac{0,8 \cdot 0,0286}{2} = 0,273 \text{ m}$$

$$M_{ed} = 13,58 \cdot 10^{-4} \cdot 434780 \cdot 0,273 = 161,1 \text{ Nmm}$$

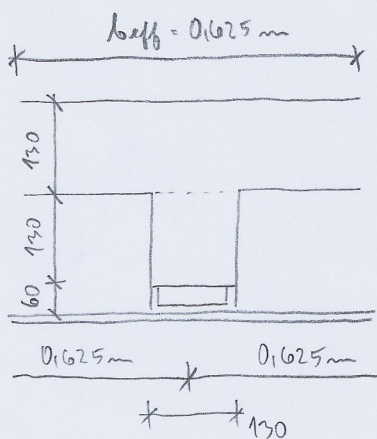
$$M_{ed} \geq M_{red}$$

$$161,1 \text{ Nmm} \geq 100,1 \text{ Nmm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

7.2.2. POSOUZENÍ V MÍSTĚ JEDNOMO NOSNÍKU (NEOZATÍŽENĚNÍ PŘÍPAD)

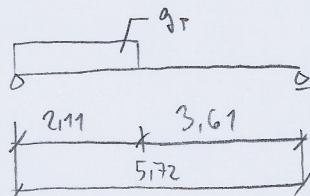
ZATÍŽENÍ:

STATICKÉ PLOŠNÉ



		$S [N/m]$
PODLAMA	$0,625 \cdot 0,93$	0,581
ŽEB DEŠKA	$0,625 \cdot 0,17 \cdot 25$	2,031
BET. KVÁDR	$0,13 \cdot 0,13 \cdot 24$	0,406
OMÍTKA	$0,625 \cdot 0,01 \cdot 21$	0,131
VLOŽKY	$(4 \cdot 15,4) \text{ N}_2/m \cdot 10 = 616 \text{ N/m} = 0,616$	
NOSNÍK	$1 \cdot 23,65 \text{ N}_2/m \cdot 10 = 236,5 \text{ N/m} = 0,237$	
		$g_k = 4,0 \text{ N/m}$

STATICKÉ LINIOVÉ



$$\text{PŘÍČKA} \quad g_P = 3,75 \text{ N/m}$$

TOHOTO POLI PŘISUZUJI 50% Z TÍHY

$$g_P = 1,875 \text{ N/m}$$

PROSTĚNNÉ PLOŠNÉ

$$\text{VŽITNÉ: } 2 \text{ N/m}^2 \Rightarrow 0,625 \cdot 2 = 1,25 \text{ N/m} = g_k$$

KOMBINACE

$$\text{DLE 6.10 a} \quad \sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$$

$$\text{PLOŠNÉ} \quad f_d^a = 1,35 \cdot 40 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 125 = 6,713 \text{ kN/m}$$

$$\text{LINIOVÉ} \quad g_d^a = 1,35 \cdot 1,875 = 2,53 \text{ kN/m}$$

$$\text{DLE 6.10 b} \quad \sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$$

$$\text{PLOŠNÉ} : f_d^b = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 4 + 1,5 \cdot 1,25 = 6,465 \text{ kN/m}$$

$$\text{LINIOVÉ} \quad g_d^b = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 1,875 = 2,15 \text{ kN/m}$$

VNITŘNÍ SÍLY

$$\sum M_{i,a} = 0$$

$$g_d \cdot 2,11 \cdot 0,5 \cdot 2,11 + f_d \cdot 5,72 \cdot 0,5 \cdot 5,72 - R_b \cdot 5,72 = 0$$

$$2,53 \cdot 2,11 \cdot 0,5 \cdot 2,11 + 6,713 \cdot 5,72 \cdot 0,5 \cdot 5,72 = R_b \cdot 5,72$$

$$R_b = 20,12 \text{ kN}$$

$$\sum M_{i,b} = 0$$

$$R_a \cdot 5,72 - g_d \cdot 2,11 \cdot (0,5 \cdot 2,11 + 3,61) - 5,72 \cdot f_d \cdot 0,5 \cdot 5,72 = 0$$

$$R_a \cdot 5,72 - 2,53 \cdot 2,11 \cdot (0,5 \cdot 2,11 + 3,61) - 5,72 \cdot 6,713 \cdot 0,5 \cdot 5,72 = 0$$

$$R_a = 23,55 \text{ kN}$$

$$\sum F_{i,z} = 0$$

$$g_d \cdot 2,11 + 5,72 \cdot f_d - R_b - R_a = 0$$

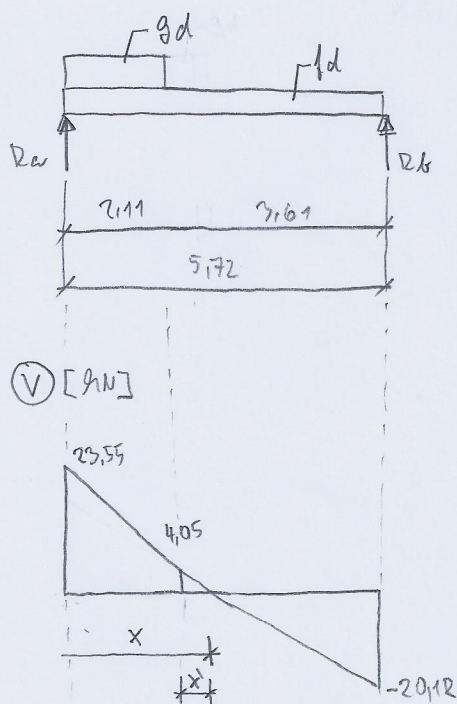
$$2,53 \cdot 2,11 + 5,72 \cdot 6,713 - 20,12 - 23,55 = 0$$

$$0,006 \approx 0$$

$$x' = \frac{4,05}{6,713} = 0,603$$

$$x = 2,11 + 0,603 = 2,713$$

$$\begin{aligned} M_x &= R_a \cdot 2,713 - g_d \cdot 2,11 \cdot (0,5 \cdot 2,11 + 0,603) - f_d \cdot 2,713^2 \cdot 0,5 = \\ &= 23,55 \cdot 2,713 - 2,53 \cdot 2,11 \cdot (0,5 \cdot 2,11 + 0,603) - 6,713 \cdot \\ &\quad \cdot 2,713^2 \cdot 0,5 = 30,73 \text{ kNm} \end{aligned}$$



POSOBOZENÍ

$$C35/45 \Rightarrow f_{cd} = \frac{75}{1,5} = 23,33 \text{ MPa}$$

$$A_{gt} = 3 \cdot \pi \cdot 12^2 = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d = h - d_1 = 0,42 - 0,036 = 0,284$$

$$A_{cc} = b_{eff} \cdot \lambda \cdot x$$

$$x = \frac{A_{gt} \cdot f_{sd}}{b_{eff} \cdot \lambda \cdot f_{cd}} \Rightarrow b_{eff} \cdot \lambda \cdot x = \frac{A_{gt} \cdot f_{sd}}{f_{cd}}$$

$$A_{cc} = \frac{A_{gt} \cdot f_{sd}}{f_{cd}} = \frac{3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{23,33} = 0,0063 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = b_{eff} \cdot h_g = 0,625 \cdot 0,13 = 0,021 \text{ m}^2$$

$$A_{cc} \leq A_{c1}$$

$$0,0063 \text{ m}^2 \leq 0,021 \text{ m}^2$$

VYHODNĚ

TLAČENÁ PLOCHA NET NEZASAHUJE
DO ŠTOJNY

$$x = \frac{3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{0,625 \cdot 0,8 \cdot 23,33} = 0,0126 \text{ m}$$

KONTROLA PŘETVORENÍ

$$\epsilon_s \geq \epsilon_{sd}$$

$$\epsilon_{sd} = 2,17\text{‰}$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,0126} \cdot (0,284 - 0,0126) = 75,38\text{‰}$$

$$75,38\text{‰} \geq 2,17\text{‰} \quad \text{VYHODNĚ}$$

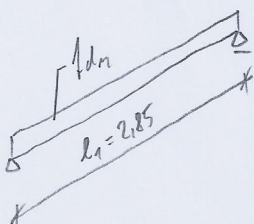
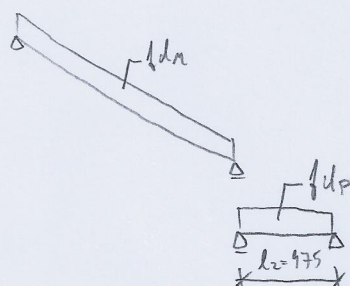
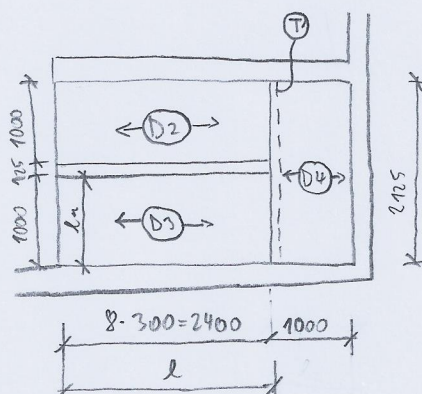
$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 30,33 \text{ kNm}$$

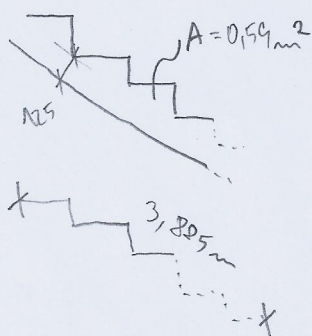
$$M_{rd} = A_{gt} \cdot f_{sd} \cdot \eta = 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,278 = 40,97 \text{ kNm}$$

$$\eta = d \cdot \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,284 - \frac{0,8 \cdot 0,0126}{2} = 0,278$$

$$40,97 \text{ kNm} \geq 30,33 \text{ kNm} \quad \text{VYHODNĚ}$$



RADIENO



8. SCHODIŠTĚ

8.1. NÁVRH SCHODIŠTĚ

$$kv = 2970$$

$$VÝŠKA \text{ GRUPNŮ} = \frac{1970}{12} = 165 \text{ mm} = h$$

$$2h + b = 630$$

$$b = 630 - 2h = 630 - 2 \cdot 165 = 300 \text{ mm}$$

8.2. SCHODIŠTOVÉ RADIENO

8.2.1. ZATÍŽENÍ

STATÉ:

$$VL. TÍHA: 0,59 \cdot 1 \cdot 25 = 14,75 \text{ kN} / 2,85 = 5,18 \text{ kN/m}$$

$$DLAŽBA: 0,008 \cdot 1 \cdot 7,885 \cdot 11 = 0,799 \text{ kN} / 2,85 = 0,28 \text{ kN/m}$$

$$TMEL: 0,004 \cdot 1 \cdot 3,885 \cdot 15 = 0,233 \text{ kN} / 2,85 = 0,08 \text{ kN/m}$$

$$g_k = 5,47 \text{ kN/m}$$

UŽITNÉ

$$q_k^R = \frac{Q_1}{l_1} = \frac{7,2}{2,85} = 2,53 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = l \cdot q \cdot l_2 = 2,4 \cdot 3 \cdot 1 = 7,2 \text{ kN}$$

8.2.2. KOMBINACE

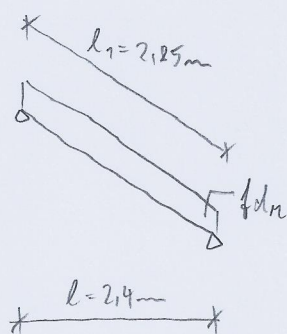
$$\text{DLE 6.10a: } \gamma_g \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{01} \cdot Q_1$$

$$f_{d1}^a = 1,35 \cdot 5,47 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 2,53 = 10,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{DLE 6.10b: } \gamma_g \cdot \{ \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_1$$

$$f_{d1}^b = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 5,47 + 1,5 \cdot 2,53 = 10,07 \text{ kN/m}$$

$$f_{d1} = 10,07 \text{ kN/m}$$



8.2.3 VNITŘNÍ SÍLY

$$R_a = l_1 \cdot f_d \cdot 0,5 = 2,25 \cdot 10,07 \cdot 0,5 = 11,35 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = R_a \cdot 0,5 \cdot l - \frac{1}{2} \cdot l_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot l \cdot f_d = 11,35 \cdot 0,5 \cdot 2,4 - \frac{1}{8} \cdot 2,4 \cdot 2,25 \cdot 10,07 = 8,61 \text{ kNm}$$

8.2.4 MATERIÁL

BETON C25/30

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_c \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1,0 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa} ; \epsilon_{cr3} = 7,5 \text{‰}$$

OCEL : B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} ; f_{sd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_s = 2,17 \text{‰}$$

8.2.5 KŘEČÍ VRÁTVÁ

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,6} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dev} - c_{dur,se} - c_{dur,add} ; 10 \text{ mm} \}$$

$$c_{min,6} \Rightarrow \varnothing_{se} \Rightarrow 6 \sim 10$$

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

$$\Delta c_{dur,se} = c_{dur,se} = c_{dur,add} = 0$$

$$c_{min} = \max \{ 6 \sim 10 ; 15, 10 \} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 15 + 5 = 20 \text{ mm}$$

POZN. BOD 8.2.4 A BOD 8.2.5 PLATÍ I PRO
MEZUPODESTU D4 A TRÁM T

8.2.6 NÁVRH VÝZTUŽE

ODHADUJI σ_6

$$d_1 = c + \frac{\sigma}{2} = 20 + \frac{6}{2} = 23 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 125 - 23 = 102 \text{ mm}$$

$$M_{ed} = A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \xi \Rightarrow A_{st, reqd} = \frac{M_{ed}}{f_{sd} \cdot \xi}$$

$$\xi = 0,9 \cdot d$$

$$A_{st, reqd} = \frac{8,61}{434,78 \cdot 0,9 \cdot 102} = 2,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{NAVRMUJI } \sigma_6/125 \Rightarrow A_{st} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

KONTROLA PŘETAŽENÍ VÝZTUŽE

$$\xi_s > \xi_{jd}$$

$$\xi_{jd} = 2,77\%$$

$$\xi_s = \frac{\xi_{mez}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,0074} \cdot (0,102 - 0,0074) = 13,24\%$$

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{sd}}{b \cdot \sigma \cdot f_{cd}} = \frac{2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,67} = 0,0074$$

$$13,24\% \geq 2,77\% \quad \text{VÝMOKUJE}$$

8.2.7. POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

$$M_{ed} \leq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 8,61 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = A_{st} \cdot f_{sd} \cdot \xi = 434,78 \cdot 10^3 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,099 = 9,72 \text{ kNm}$$

$$\xi = d - \frac{\sigma \cdot x}{2} = 0,102 - \frac{0,8 \cdot 0,0074}{2} = 0,099 \text{ m}$$

$$9,72 \text{ kNm} \geq 8,61 \text{ kNm} \quad \text{VÝMOKUJE}$$

8.2.8 VOSOŽENÍ K-ČNÍM ŽÁDAD

MIN. PLOCHA VÝŽTOŽE

$$A_{gt,min} < A_{gt} < A_{gt,max}$$

$$A_{gt,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{216}{500} \cdot 1 \cdot 0,02$$

$$= 1,51 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{gt} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{gt,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,125 = 0,005 \text{ m}^2$$

$$1,51 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 0,005 \text{ m}^2$$

VYMOUJE

MAXIMÁLNÍ VĚDÁLENOST VÝŽTOŽE

$$s_{max} \leq \min \{ 2 \cdot d; 300 \text{ mm} \} = \min \{ 2 \cdot 125; 300 \} =$$

$$= 250 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max}$$

$$125 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$$

VYMOUJE

8.3. MEZIPODEŠTA

8.3.1. ŽATÍŽENÍ

ŽITÁLE:

$$\text{VLASTNÍ TÍHA: } 1 \cdot 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{DLAŽBA: } 1 \cdot 0,002 \cdot 19 = 0,152 \text{ kN/m}$$

$$\text{TMEI: } 1 \cdot 0,004 \cdot 15 = 0,06 \text{ kN/m}$$

$$g_k = 2,712 \text{ kN/m}$$

UŽITNÉ:

$$q_k^p = 3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

8.3.2. KOMBINACE

DLE 6.10 a $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k1} \cdot Q_k$

$$f_{dP}^a = 1,35 \cdot 2,712 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 3 = 6,81 \text{ kN/m}$$

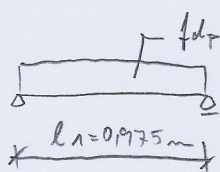
DLE 6.10 b $\gamma_G \cdot \{ G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$

$$f_{dP}^b = 1,35 \cdot 0,25 \cdot 2,712 + 1,5 \cdot 3 = 7,61 \text{ kN/m}$$

$$f_{dP} = 7,61 \text{ kN/m}$$

8.3.3 VNITŘNÍ QÍLY

$$M_{ed} = \frac{1}{8} f_{dP} \cdot l_1^2 = \frac{1}{8} \cdot 7,61 \cdot 0,975^2 = 0,91 \text{ kNm}$$



8.3.4 MATERIAL

- viz BOD 8.2.4

8.3.5 KŘÍČÍ VRSTVA

- viz BOD 8.2.5

8.2.6. NÁVRH VÝZTUŽE

$$c = 20 \text{ mm}$$

ODMĚRUJI Ø 6

$$d_1 = c + \frac{\sigma}{2} = 20 + \frac{6}{2} = 23 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 100 - 23 = 77 \text{ mm}$$

$$A_{s, reqd} = \frac{M_{ed}}{f_{sd} \cdot z} = \frac{0,91}{434,28 \cdot 0,977} = 0,202 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{NAVRMUJI } \text{Ø} 6/200, \quad A_{s, reqd} = 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

(PŘIHLÉDNUTÍ KE KONSTRUKČNÍM ZÁKADNÍM)

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

$$\epsilon_s \geq \epsilon_{sd}$$

$$\epsilon_{sd} = 2,17\%$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} \cdot (d - x) = \frac{3,5}{0,0046} \cdot (0,077 - 0,0046) = 55,1\%$$

$$x = \frac{A_{st} \cdot f_{sd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{1,41 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,0 \cdot 0,8 \cdot 16,67} = 0,0046 \text{ m}$$

$$55,1\% \geq 2,17\% \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.3.7. POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

$$M_{nd} \geq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 0,91 \text{ kNm}$$

$$M_{nd} = A_{st} \cdot f_{sd} \cdot z = 1,41 \cdot 10^{-4} \cdot 434780 \cdot 0,075 = 4,59 \text{ kNm}$$

$$z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0,077 - \frac{0,8 \cdot 0,0046}{2} = 0,075 \text{ m}$$

$$4,59 \text{ kNm} \geq 0,91 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.3.8 POSOUZENÍ K-ČNÍCH ŽÁDAD

MIN. PLOCHA VÝZTUŽENÍ

$$A_{st,min} < A_{st} < A_{st,max}$$

$$A_{st,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 1 \cdot 0,077 = 104 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{st,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1 \cdot 0,1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{st} = 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$104 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

VYHOVUJE

MINIMÁLNÍ VZDÁLENOST VÝZTUŽE

$$s_{max} = \min \{ 2 \cdot h ; 300 \} = \min \{ 2 \cdot 100 ; 300 \} = 200 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max}$$

$$200 \text{ mm} \leq 200 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.3.9. VÝZTUŽ NA ČÁSTEČNÉ VETKNUTÍ

$$\hat{A}_s = 0,25 \cdot A_s = 0,25 \cdot 1,141 \cdot 10^{-4} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

S PŘÍHLÉDNUTÍM K VELIKOSTI PRVKU A VZDÁLENOSTI PRUTŮ POUŽIJÍ STEJNOU VÝZTUŽ JAKO U ŠTODNÍM POUZECU

$$\hat{A}_s = A_s = 1,141 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

8.4. TRÁM

8.4.1. ZATÍŽENÍ

STATĚ

$$\text{VL. TÍMA} : 0,15 \cdot 0,225 \cdot 25 = 0,844 \text{ kN/m}$$

$$\text{MEZIPODESTA} : 2,712 \text{ kN/m} / 1 \text{ m} = 2,712 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,975 = 1,322 \text{ kN/m}$$

$$\text{RAHENA} : 5,47 \text{ kN/m} / 1 \text{ m} = 5,47 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,5 \cdot 2,85 = 7,795$$

PROHĚNNÉ

$$\text{VĚTNÉ PODESTA} : q_k^p = 3 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

$$\text{VĚTNÉ RAHENA} : q_k^R = \frac{0,5 \cdot Q_1}{l_n} = \frac{0,5 \cdot 7,2}{1,0} = 3,6 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = l \cdot q \cdot l_n = 2,4 \cdot 3 \cdot 1,0 = 7,2 \text{ kN}$$

8.4.2 KOMBINACE

$$\text{DLE 6.10a} : \gamma_g \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_1 + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\hat{f}_{d,a} = 1,35 \cdot (0,844 + 1,322) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 3 = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\hat{f}_{d,a} = 1,35 \cdot 7,795 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 3,6 = 14,3 \text{ kN/m}$$

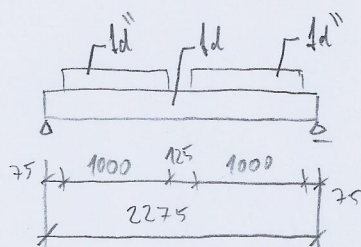
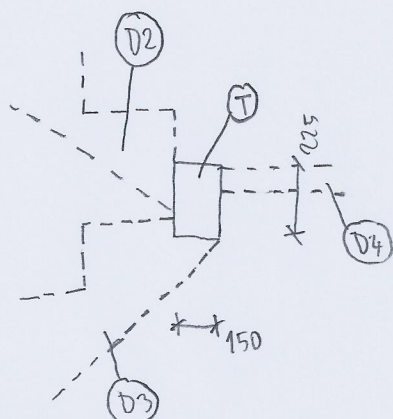
$$\text{DLE 6.10b} : \gamma_g \cdot G_k \cdot \xi + \gamma_Q \cdot Q_1 + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

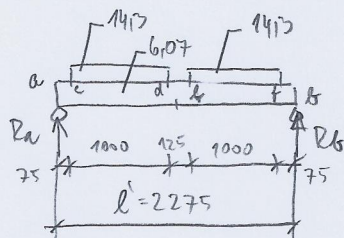
$$\hat{f}_{d,b} = 1,35 \cdot (0,844 + 1,322) \cdot 0,85 + 1,5 \cdot 3 \cdot 0,7 = 5,64 \text{ kN/m}$$

$$\hat{f}_{d,b} = 1,35 \cdot 0,85 \cdot 7,795 + 1,5 \cdot 3,6 = 14,3 \text{ kN/m}$$

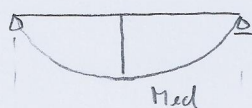
$$\hat{f}_d = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\hat{f}_d = 14,3 \text{ kN/m}$$

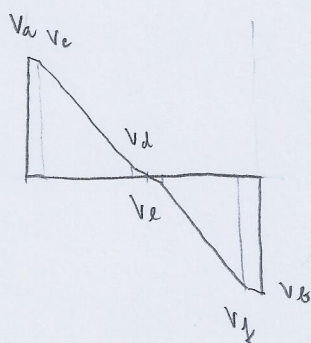




(M)



(V)



8.4.3 VNITŘNÍ QÍLY

$$R_a = R_b = 0,5 \cdot f_d \cdot l' + f_d'' \cdot l_n = 0,5 \cdot 6,07 \cdot 2,275 + 14,3 \cdot 1 = 21,2$$

$$M_{ed} = R_a \cdot l' \cdot 0,5 - 0,5 \cdot l' \cdot f_d \cdot \frac{1}{4} l' - l_n \cdot f_d'' \cdot (0,5 \cdot l_n + 0,5 \cdot 0,125) = 21,2 \cdot 2,275 \cdot 0,5 - \frac{1}{8} \cdot 6,07 \cdot 2,275^2 - 1 \cdot 14,3 \cdot 0,5 \cdot (1 + 0,125) = 12,14 \text{ kNm}$$

POSOUVACÍ QÍLY

$$V_a = R_a = 21,2 \text{ kN}$$

$$V_c = R_a - 0,075 \cdot f_d = 21,2 - 0,075 \cdot 6,07 = 20,75 \text{ kN}$$

$$V_d = V_c - 1 \cdot f_d'' - 1 \cdot f_d = 20,75 - 14,3 - 6,07 = 0,38 \text{ kN}$$

$$V_e = V_d - 0,125 \cdot f_d = 0,38 - 0,125 \cdot 6,07 = -0,38 \text{ kN}$$

$$V_f = V_e - 1 \cdot f_d'' - 1 \cdot f_d = -0,38 - 14,3 - 6,07 = -20,75$$

$$V_b = -R_b = -21,2 \text{ kN}$$

8.4.4 MATERIÁL

VIZ BOD 8.2.4

$$f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$$

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

8.4.5. KRYCÍ VRSTVA

VIZ BOD 8.2.5

$$c = 20 \text{ mm}$$

8.4.6 NÁVRH VÝZTUŽE

ODMHOVUJÍ Ø 12, TŘMÍNEK Ø 8

$$d_1 = c + \frac{\varnothing}{2} = 20 + 8 \cdot \frac{12}{2} = 34 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 225 - 34 = 191 \text{ mm}$$

$$A_{s, reqd} = \frac{M_{ed}}{f_{td} \cdot z} = \frac{12,14}{434,78 \cdot 0,9 \cdot 191} = 1,73 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{NAVHMUJÍ } 2 \cdot \varnothing 12 \quad A_{st} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

POZN: POKUD BY VYŠEL TŘMÍNEK Ø 6, ZVĚTŠÍ JE DLENO VNITŘNÍCH QIL VNOSNOST BUDE VYŠŠÍ. UVAŽOVÁNÍ Ø 8 BY BYLA CHYBA NA STRANU BEZPEČNOSTI

KONTROLA PŘETVOŘENÍ VŮZTUŽE

$$\epsilon_s \geq \epsilon_{sd}$$

$$\epsilon_{sd} = 2,17\text{‰}$$

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{uz}}{x} \cdot (d-x) = \frac{715}{0,049} \cdot (0,191 - 0,049) = 10,14\text{‰}$$

$$x = \frac{A_{gt} \cdot f_{sd}}{b \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{0,15 \cdot 0,18 \cdot 16,67} = 0,049 \text{ m}$$

$$10,14\text{‰} \geq 2,17\text{‰} \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.4.7 POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 12,92 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = A_{gt} \cdot f_{sd} \cdot \eta = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 434780 \cdot 0,171 = 16,89 \text{ kNm}$$

$$\eta = d - \frac{a \cdot x}{2} = 0,191 - \frac{0,08 \cdot 0,049}{2} = 0,171 \text{ m}$$

$$16,89 \text{ kNm} \geq 12,92 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.4.8. POSOUZENÍ K-ČNÍCH ZÁŘAD

MIN. PLOCHA VŮZTUŽE

$$A_{gt, \min} \leq A_{gt} \leq A_{gt, \max}$$

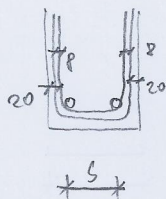
$$A_{gt, \min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{26}{500} \cdot 0,15 \cdot 0,191 = 0,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{gt} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{gt, \max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,15 \cdot 0,225 = 13,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$0,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 13,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

VYHOVUJE



MAX VZDÁLE NOST VŮZTUŽE

$$s = 150 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 8 - 12 = 82 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 200 \text{ mm}$$

$$s_{\min} = \max \{ 1,2 \cdot s; d_s + 5; 20 \text{ mm} \} = \max \{ 1,2 \cdot 12; 16 + 5; 20 \} = 21 \text{ mm}$$

$$s_{\min} < s < s_{\max}$$

$$21 \text{ mm} < 82 \text{ mm} < 200 \text{ mm}$$

STUPEŇ VYŽTOŽENÍ

$$\rho_{w, \min} = 0,08 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{sk}} = 0,08 \cdot \frac{25}{500} = 0,0008$$

$$\rho = \frac{A_{sx}}{b_w \cdot d} = \frac{226 \cdot 10^{-4}}{0,15 \cdot 0,191} = 0,00789$$

$$\rho \geq \rho_{w, \min}$$

$$0,00789 \geq 0,0008 \quad \text{VYHOVUJE}$$

8.4.9 NÁVRH SMYKOVÉ VYŽTOŽE

$$V_{rd,c} \geq V_{ed,1}$$

$$V_{rd,c} = [c_{rd,c} \cdot \eta \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{\frac{1}{4}} + \eta_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd,c} \geq (v_{\min} + \eta_1 \cdot \rho_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$c_{rd,c} = \frac{0,18}{\rho_L} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\eta = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{191}} = 2,02 \leq 2,0$$

$$\eta = 2,0$$

$$\rho_1 = 0,00789 \leq 0,02$$

$$\rho_{cp} = \frac{N_{rd}}{A} \quad ; \quad N_{rd} = 0 \Rightarrow \eta_1 \cdot \rho_{cp} = 0$$

$$v_{\min} = 0,075 \cdot \eta^{\frac{2}{3}} \cdot f_{ck}^{0,5} = 0,075 \cdot 2,0^{\frac{2}{3}} \cdot 25^{0,5} = 0,495 \text{ MPa}$$

$$V_{rd,c} = [0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,00789 \cdot 25)^{\frac{1}{4}}] \cdot 150 \cdot 191 =$$

$$= 18578 \text{ N} = 18,578 \text{ kN}$$

$$V_{\min} \cdot 150 \cdot 191 = 0,495 \cdot 150 \cdot 191 = 14181 \text{ N} = 14,181 \text{ kN}$$

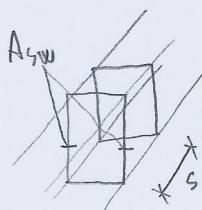
$$V_{rd,c} = 18,578 \text{ kN}$$

$$V_{ed,1} = V_c - f_d \cdot d = f_d'' \cdot d = 20,75 - 6,07 \cdot 0,191 = 14,03 \cdot 0,191 =$$

$$V_c = 20,75 \text{ kN}$$

$$V_{ed,1} = 14,91 \text{ kN}$$

$$18,578 \text{ kN} \geq 14,91 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$



SMYKOVÁ VÝZTUŽ DLE KZ

$$s_{min} = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 191 = 143,25 \text{ mm}$$

NAVRMUJI $\sigma_b / 140 \text{ mm}$ $A_{sw} = 0,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot f} = \frac{0,57 \cdot 10^{-4}}{0,150 \cdot 0,225} = 0,0016$$

$$\rho_{w,min} = 0,0008$$

$$\rho_w \geq \rho_{w,min}$$

$$0,0016 \geq 0,0008$$