



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

VYBRANÉ KONSTRUKCE ČOV

SELECTED CONSTRUCTIONS WTP

P4. STATICKÝ VÝPOČET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Rostislav Blaha

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

BRNO 2025

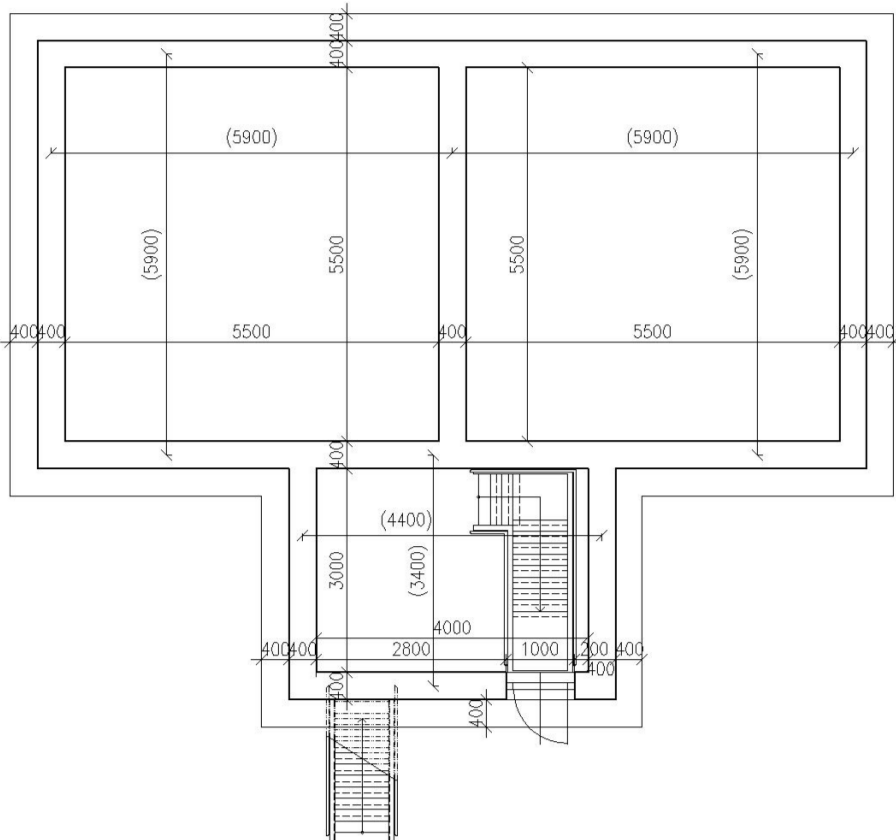
SEZNAM PŘÍLOH:

1. STATICKÝ VÝPOČET 1. ČÁST
2. STATICKÝ VÝPOČET 2. ČÁST

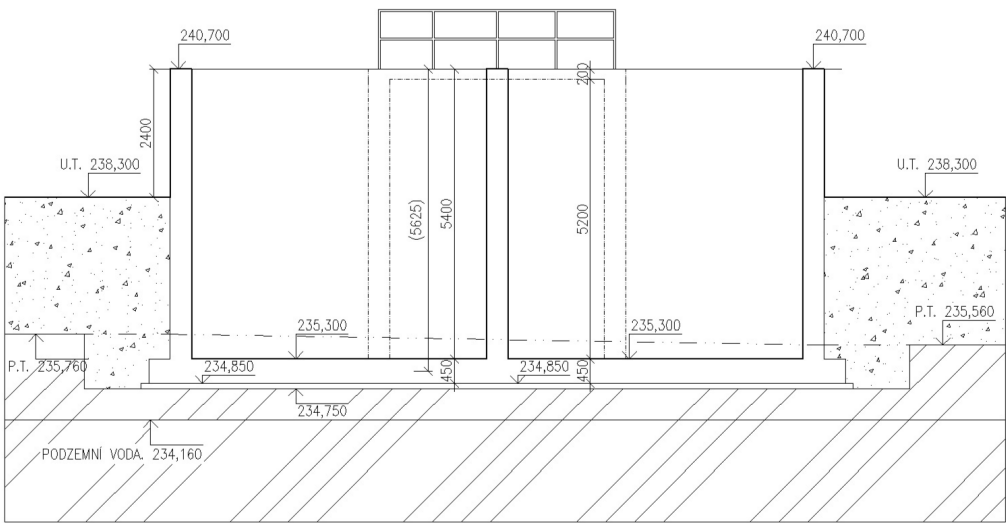
1. Popis konstrukcí	3
1.1. Geometrie nádrží	3
2. Zatížení	4
2.1. Ruční metoda - Tabulky Richard Bareš	5
2.1.1. Tlak kapaliny na stěny	5
2.1.2. Zemní tlak na stěny	6
2.2. 2. Ruční metoda - Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky /Zich, Bažant...9	
2.2.1. Tlak kapaliny na stěny	10
2.2.2. Zemní tlak na stěny	11
2.3. Ruční výpočet - Sníh, Vítr, Užité	14
2.4. Výpočet vnitřních sil SCIA	16
2.4.1. Zadání podloží	17
2.4.2. Porovnání 2 variant modelu podloží	20
2.4.3. Zadání zatížení do programu SCIA.	22
2.4.4. Zatěžovací stavy na stropní desku.....	24
2.4.5. Zatěžovací stavy na stěny	25
2.4.6. Zatěžovací stav na základovou desku	31
2.5. Porovnání ručních metod s programem, 1RM, 2RM, 3MKP.....	37
3. Kombinace	40
3.1. Kombinační klíč	40
3.2. Kombinace pro MSÚ	41
3.3. Kombinace pro MSP	42
3.4. Vykreslení kombinací	43

1.1 Geometrie nádrží

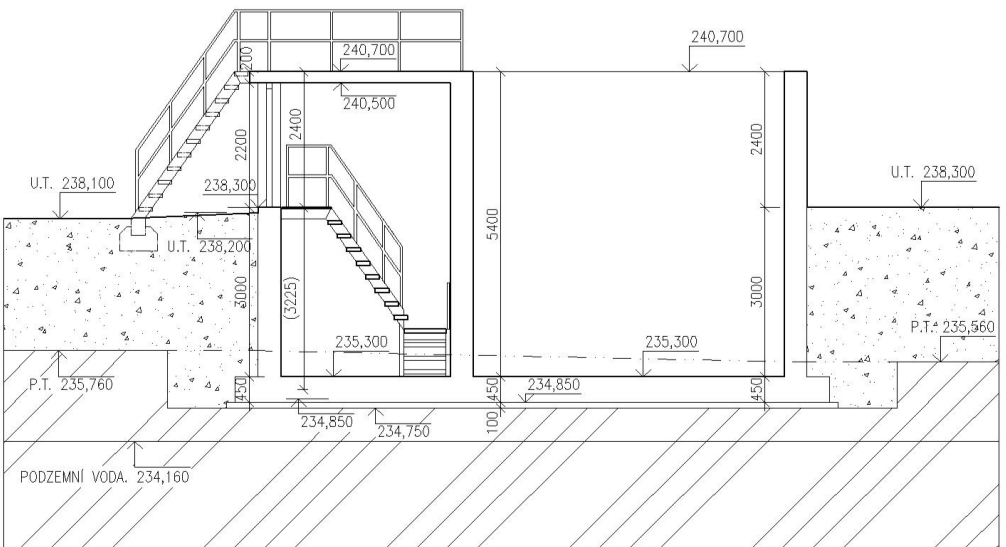
Půdorys



Řez A-A



Řez B-B



Zatěžovací stavy

1. Zatěžovací stav - Vlastní tíha
Bude automaticky generována programem
2. Zatěžovací stav - Tlak kapaliny nádrž N1
Bude generováno v programu
 1. Ruční metoda - tabulky Bareš
 2. Ruční metoda - Zich Bažant
3. Zatěžovací stav - Tlak kapaliny nádrž N2
Bude generováno v programu
 1. Ruční metoda - tabulky Bareš
 2. Ruční metoda - Zich Bažant
4. Zatěžovací stav - Zemní tlaky
Bude generováno v programu
 1. Ruční metoda - tabulky Bareš
 2. Ruční metoda - Zich Bažant
5. Zatěžovací stav - Vztlak
Bude generováno v programu
6. Zatěžovací stav - Užité plošné na desku
Bude započítáno jako 3kN/m^2 - Ruční výpočet
7. Zatěžovací stav - Vítr
Bude vypočítán ručně
Ověření malého vlivu na konstrukci

Porovnání Ručních metod tlaků na stěny a metody konečných prvků
z programu Scia Engineer 25.0

pozn.

V ručních výpočtech bude

uvažováno rovnoměrné napětí v

základové spáře

$$q_f = h \cdot \Delta T = 5625 \cdot 10 = 56250 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$$

ρ_w ...objemová tíha vody

$$f_1 = \frac{a}{b} = \frac{5,9}{5,625} = 1,049 \approx 1,5$$

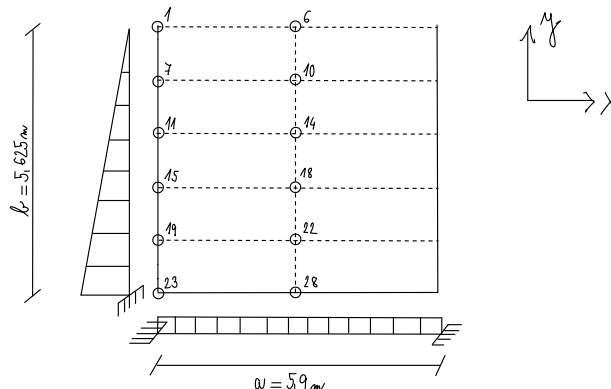
Zjednodušené metody výpočtu pro tlak kapaliny a zeminy

2.1. 1. Ruční metoda - Tabulky Richard Bareš

2.1.1. Tlak kapaliny na stěny

Tabulka 1.93

ŘEZ A-A = ŘEZ B-B - VĚTŠÍ NÁDRŽE



směr x vodorovný

$$M_{x1} = -0,0180 \cdot q_1 \cdot \omega^2 = -0,0180 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = -35,245 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{xc} = 0,0095 \cdot q_1 \cdot a^2 = 0,0095 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = 18,602 \text{ kNm/m}$$

$$M_{x7} = -0.0192 \cdot q_1 \cdot a^2 = -0.0192 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = -37,595 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x10} = 0,0091 \cdot q_1 \cdot a^2 = 0,0091 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = 17,818 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{xH} = -0,0189 \cdot q_1 \cdot \omega^2 = -0,0189 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = -37,007 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x_{14}} = 0,0084 \cdot q_1 \cdot a^2 = 0,0084 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = 16,448 \text{ kN.m/m}$$

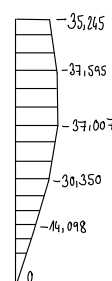
$$M_{x_{15}} = -0,0155 \cdot q_1 \cdot a^2 = -0,0155 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = -30,350 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_{x12} = 0,0061 \cdot q_1 \cdot a^2 = 0,0061 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = 11,944 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

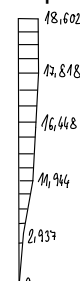
$$M_{x1} = -0,0072 \cdot q_1 \cdot \omega^2 = -0,0072 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = -14,098 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{\text{max}} = 0,0015 \cdot q_1 \cdot \omega^2 = 0,0015 \cdot 56,25 \cdot 5,9^2 = 2,937 \text{ kN.m/m}$$

Moment v rohu



Moment v poli



směr γ svislý

$$M_{M10} = 0,0067 \cdot q_1 \cdot l^2 = 0,0067 \cdot 56,25 \cdot 5,625^2 = 11,925 \text{ kN}\cdot\text{cm/m}$$

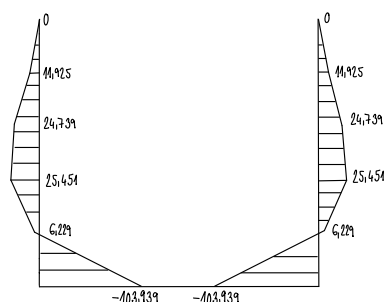
$$M_{u14} = 0,0139 \cdot 91 \cdot 8^2 = 0,0139 \cdot 56,25 \cdot 51,625^2 = 24,739 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{y18} = 0,0143 \cdot q_1 \cdot l^2 = 0,0143 \cdot 56,25 \cdot 5,625^2 = 25,451 \text{ kNm/m}$$

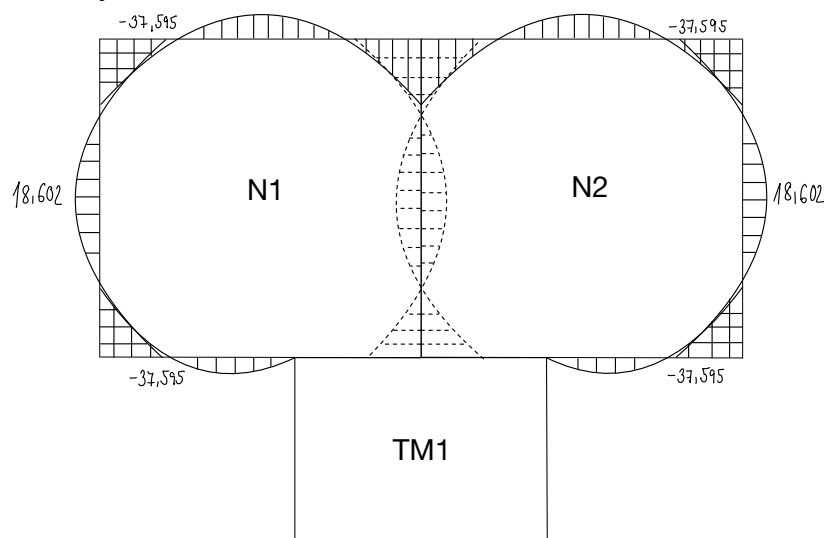
$$M_{uz} = 0,0035 \cdot 91 \cdot 8^2 = 0,0035 \cdot 56,25 \cdot 5,625^2 = 6,229 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{M28} = -0,0584 \cdot q_1 \cdot l^2 = -0,0584 \cdot 56,25 \cdot 56,25^2 = -103,939 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

Momenty ve svislém řezu



Momenty ve vodorovném směru



pozn.

Neuvažujeme tlak vody, jedná se o technickou místnost.

Pouze zemní tlak, který působí ze tří stran.

Z delší přední strany je vchod do objektu, který nám staticky posune volný konec přední stěny na úroveň spodního líce vchodu, tento podzemní objekt je zakryt deskou

$$\beta_2 = \frac{w}{b} = \frac{4,4 \text{ m}}{3,225 \text{ m}} = 1,36 \approx 1,5$$

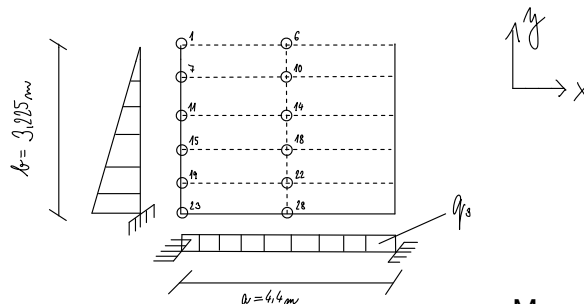
$$q_3 = b \cdot \beta_{Fc} \cdot K_0 = 3,225 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 45,376 \text{ kN/m}^2$$

$$\beta_{Fc} = 21,0$$

$$K_0 = 0,67$$

tabulka 1.93

ŘEZ A-A - TECHNICKÁ MÍSTNOST



směr x vodorovný

$$M_{x1} = -0,0180 \cdot q_3 \cdot w^2 = -0,0180 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = -15,813 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x6} = 0,0095 \cdot q_3 \cdot w^2 = 0,0095 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = 8,346 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x7} = -0,0192 \cdot q_3 \cdot w^2 = -0,0192 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = -16,867 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x10} = 0,0091 \cdot q_3 \cdot w^2 = 0,0091 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = 7,994 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x11} = -0,0189 \cdot q_3 \cdot w^2 = -0,0189 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = -16,603 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x14} = 0,0084 \cdot q_3 \cdot w^2 = 0,0084 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = 7,379 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x15} = -0,0155 \cdot q_3 \cdot w^2 = -0,0155 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = -13,616 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x18} = 0,0061 \cdot q_3 \cdot w^2 = 0,0061 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = 5,359 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x19} = -0,0072 \cdot q_3 \cdot w^2 = -0,0072 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = -6,325 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x22} = 0,0015 \cdot q_3 \cdot w^2 = 0,0015 \cdot 45,376 \cdot 4,4^2 = 1,318 \text{ kN.m/m}$$

směr y svislý

$$M_{y10} = 0,0067 \cdot q_3 \cdot b^2 = 0,0067 \cdot 45,376 \cdot 3,225^2 = 3,162 \text{ kN.m/m}$$

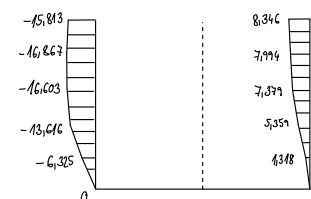
$$M_{y14} = 0,0139 \cdot q_3 \cdot b^2 = 0,0139 \cdot 45,376 \cdot 3,225^2 = 6,560 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{y18} = 0,0143 \cdot q_3 \cdot b^2 = 0,0143 \cdot 45,376 \cdot 3,225^2 = 6,749 \text{ kN.m/m}$$

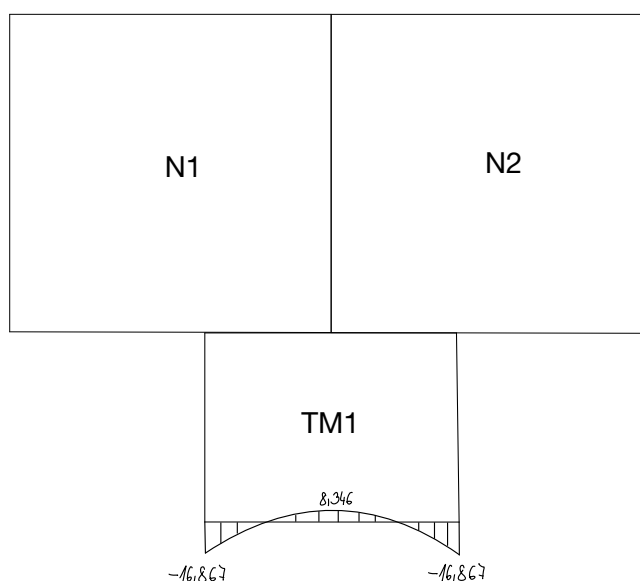
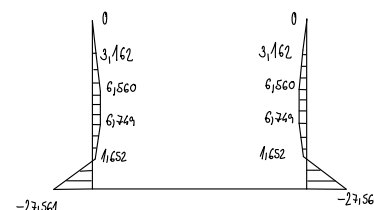
$$M_{y22} = 0,0035 \cdot q_3 \cdot b^2 = 0,0035 \cdot 45,376 \cdot 3,225^2 = 1,652 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{y28} = -0,0584 \cdot q_3 \cdot b^2 = -0,0584 \cdot 45,376 \cdot 3,225^2 = -27,561 \text{ kN.m/m}$$

Moment v rohu Moment v poli



Momenty ve svislém řezu

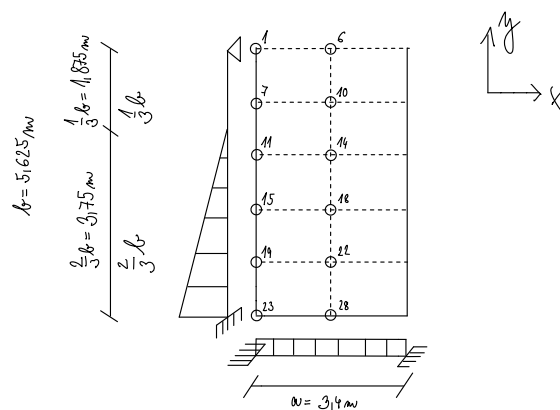


$$\beta_2 = \frac{\omega}{b} = \frac{3,4 \text{ m}}{5,625 \text{ m}} = 0,61 \approx 0,75$$

$$q_4 = b \cdot \beta_{f6} \cdot K_0 = 3,75 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 52,763 \text{ kN/m}^2$$

tabulka 1.101a

ŘEZ B-B - TECHNICKÁ MÍSTNOST



směr x vodorovný

$$M_{x7} = -0,0064 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = -0,0064 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = -3,904 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x10} = 0,0031 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = 0,0031 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = 1,891 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x11} = -0,0164 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = -0,0164 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = -10,003 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x14} = 0,0083 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = 0,0083 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = 5,063 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x15} = -0,0295 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = -0,0295 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = -17,993 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x18} = 0,0137 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = 0,0137 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = 8,356 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x19} = -0,0256 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = -0,0256 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = -15,615 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{x22} = 0,0103 \cdot q_4 \cdot \omega^2 = 0,0103 \cdot 52,763 \cdot 3,4^2 = 6,282 \text{ kN.m/m}$$

směr y svislý

$$M_{y10} = -0,0005 \cdot q_4 \cdot \left(\frac{b}{3}\right)^2 = -0,0005 \cdot 52,763 \cdot 3,75^2 = -0,371 \text{ kN.m/m}$$

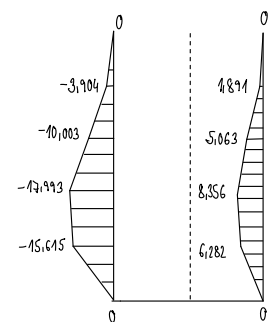
$$M_{y14} = 0,0009 \cdot q_4 \cdot \left(\frac{b}{3}\right)^2 = 0,0009 \cdot 52,763 \cdot 3,75^2 = 0,668 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{y18} = 0,0044 \cdot q_4 \cdot \left(\frac{b}{3}\right)^2 = 0,0044 \cdot 52,763 \cdot 3,75^2 = 3,265 \text{ kN.m/m}$$

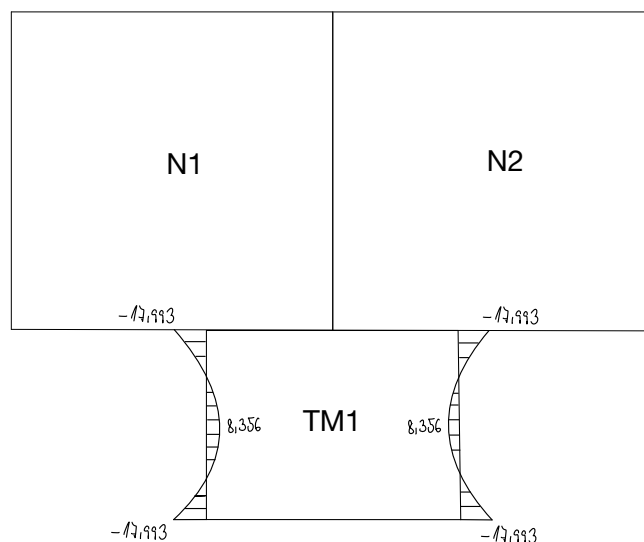
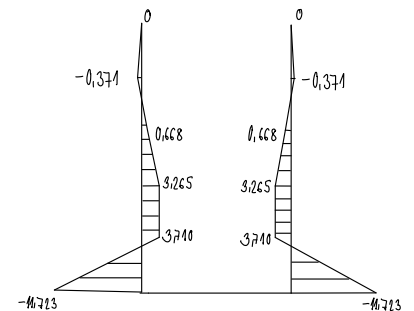
$$M_{y22} = 0,0050 \cdot q_4 \cdot \left(\frac{b}{3}\right)^2 = 0,0050 \cdot 52,763 \cdot 3,75^2 = 3,710 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{y19} = -0,0158 \cdot q_4 \cdot \left(\frac{b}{3}\right)^2 = -0,0158 \cdot 52,763 \cdot 3,75^2 = -11,723 \text{ kN.m/m}$$

Moment v rohu Moment v poli



Momenty ve svislém řezu



pozn.

V ručních výpočtech bude uvažováno
rovnoměrné napětí v základové spáře

2.2. 2. Ruční metoda - Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky / Miloš Zich, Zdeněk Bažant

Posouzení v učebnici kapitola 3.4 Dimenzování stěnových nosníků pomocí příhradové analogie

Posouzení pro větší nádrže N1 a N2

Podmínka pro nízké nádrže

$$h \leq \frac{a+b}{4} \quad 5,625 \leq \frac{5,9+5,9}{4}$$

$5,625 \not\leq 2,95$...nejedná se o malou nádrž

Podmínka pro střední nádrže

$$h \leq \frac{a+b}{2} \quad 5,625 \leq \frac{5,9+5,9}{2}$$

$$5,625 \leq 5,9 \quad \dots \text{jedná se o střední nádrž} \quad \checkmark$$

Podmínka pro vysoké nádrže

$$h > \frac{a+b}{2}$$

$$5,625 > \frac{5,9+5,9}{2}$$

$$5,625 > 5,9 \dots \text{nejedná se o vysokou nádrž}$$

Posouzení pro menší nádrž (technickou místnost) N3

Podmínka pro nízké nádrže

$$h \leq \frac{a+b}{4} \quad 5,625 \leq \frac{3,4 + 4,4}{4}$$

$$5,625 \neq 1,95 \quad \dots \text{nejedná se o malou nádrž}$$

Podmínka pro střední nádrže

$$h \leq \frac{a+b}{2} \quad 5,625 \leq \frac{3,4 + 4,4}{2}$$

$5,625 \nless 3,9$...nejedná se o střední nádrž

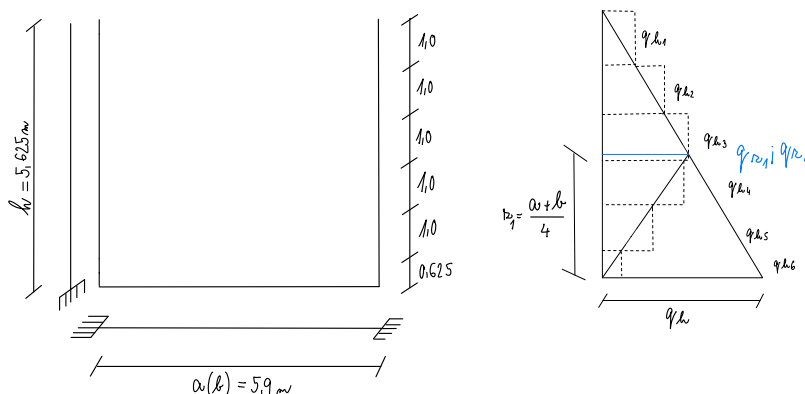
Podmínka pro vysoké nádrže

$$h > \frac{a+b}{2} \quad 5625 > \frac{36+44}{2}$$

$$5625 > 39 \dots \text{jedná se o vysokou nádrž} \quad \checkmark$$

Po domluvě s vedoucím BP jsem všechny tři nádrže řešil jako Vysoké nádrže
 = Výška převládá nad půdorysnými rozměry - stěny tvoří uzavřený rám
 = Stěny se rozdělí na pruhy o výšce 1 metr zatížené příslušnou velikostí zemního
 tlaku, resp. tlaku vody, tyto pruhy se řeší jako uzavřený rám - vykreslení pouze
 největšího momentu

Schéma větší nádrže N1 a N2



zatížení hydrostatickým tlakem vody
ve výšce "z"

$$q_{k_1} = \rho \cdot g \cdot h = 29,5 \cdot 10 = 29,5 \text{ kN/m}^2$$

g ... objemová tíha vody

h ... výška největšího působení

vodorovného tlaku kapaliny na stěnu

$$q_{k_1} = \rho \cdot g \cdot h = 56,25 \cdot 10 = 56,25 \text{ kN/m}^2$$

g ... objemová tíha vody

h ... výška největšího působení

svislého tlaku kapaliny na stěnu

$$h = 5,9 \text{ m}$$

2.2.1. Tlak kapaliny na stěny

ŘEZ A-A = ŘEZ B-B - VĚTŠÍ NÁDRŽE

Horizontální směr

- pro čtvercovou nádrž

- moment v rozích

$$M_1 = -\frac{1}{12} q_{k_1} a^2 = -\frac{1}{12} \cdot 29,5 \cdot 5,9^2 = -85,575 \text{ kNm/m}$$

- momenty v polích

$$M_{a_1} = M_{b_1} = \frac{1}{24} q_{k_1} a^2 = \frac{1}{24} \cdot 29,5 \cdot 5,9^2 = 42,787 \text{ kNm/m}$$

- tlaková (tahová) síla

$$N_1 = \frac{1}{2} q_{k_1} a = \frac{1}{2} \cdot 29,5 \cdot 5,9 = 87,025 \text{ kN}$$

Vertikální směr

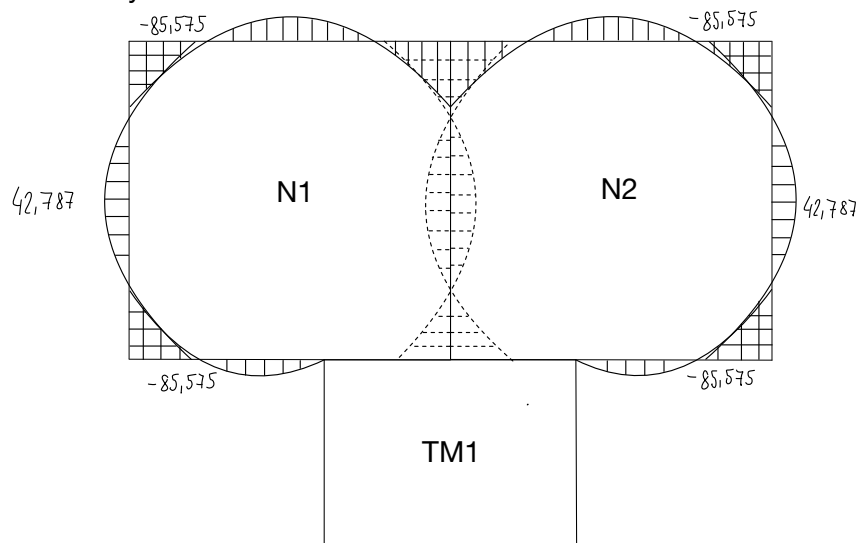
- ve spodní části stěny od tlaku kapaliny je výslednice (síla)

$$S_1 = \frac{1}{2} q_{k_1} a_1 = \frac{1}{2} \cdot 56,25 \cdot 2,95 = 82,969 \text{ kN}$$

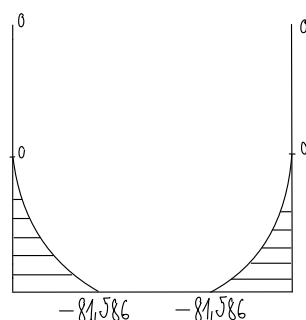
- moment v patě stěny

$$M_{p_1} = \frac{1}{6} q_{k_1} \cdot a_1^2 = S_1 \cdot \frac{a_1}{3} = 82,969 \cdot \frac{2,95}{3} = 81,586 \text{ kNm/m}$$

Momenty ve vodorovném směru



Momenty ve svislém řezu



pozn.

Jelikož máme složitý geologický profil a vycházíme ze tří vrtů, musíme u ručního výpočtu uvažovat zjednodušený model o pouze jednom druhu zeminy.

Pod základovou spárou se ve všech vrtech nachází jíly třídy F6, proto volím je.

Zároveň pro bezpečnější návrh je vhodné zvolit jíly nebo písky - vyšší úhel tření - vyšší vodorovný tlak.

$$q_{b2} = \gamma_1 \cdot \gamma_{F6} \cdot K_0 = 2,95 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 41,507 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{F6} \dots \text{objemová tíha jíly F6} = 21,0 \text{ kN/m}^3$$

$$K_0 = \frac{v}{1-v} = \frac{0,14}{1-0,14} = 0,67$$

$$v = 0,14$$

$$\omega = h = 5,9 \text{ m}$$

$$q_{h2} = h \cdot \gamma_{F6} \cdot K_0 = 5,625 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 79,144 \text{ kN/m}^2$$

2.2.2. Zemní tlak na stěny

ŘEZ A-A = ŘEZ B-B - VĚTŠÍ NÁDRŽE

Horizontální směr

- pro čtvercovou nádrž
 - moment v rozích

$$M_z = -\frac{1}{12} q_{h2} \omega^2 = -\frac{1}{12} \cdot 41,507 \cdot 5,9^2 = -120,405 \text{ kNm/m}$$
 - momenty v polích

$$M_{a2} = M_{b2} = \frac{1}{24} q_{h2} \omega^2 = \frac{1}{24} \cdot 41,507 \cdot 5,9^2 = 60,203 \text{ kNm/m}$$
 - tlaková (tahová) síla

$$N_z = \frac{1}{2} q_{h2} \omega = \frac{1}{2} \cdot 41,507 \cdot 5,9 = 122,446 \text{ kN}$$

Vertikální směr

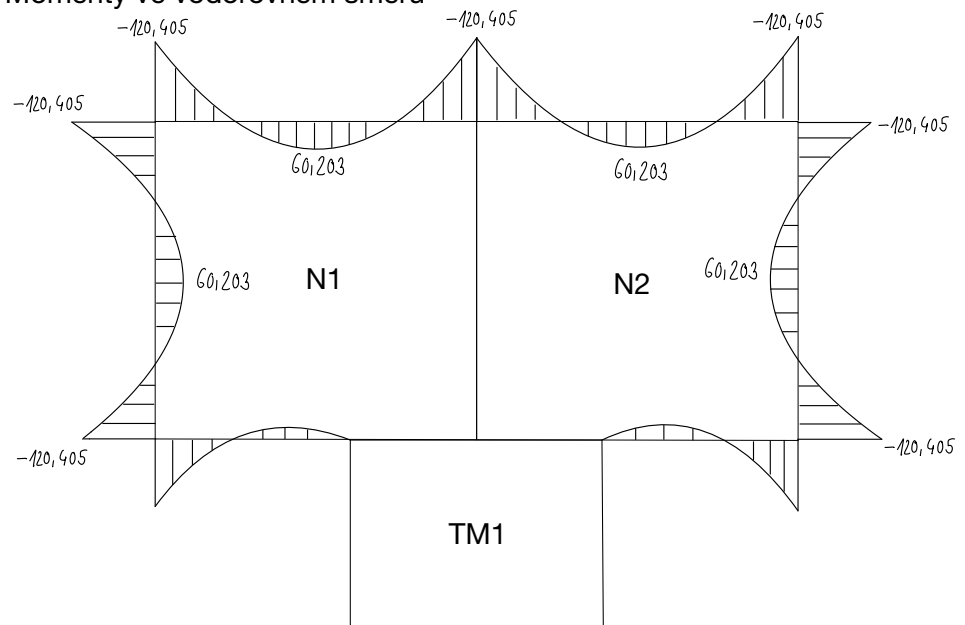
- ve spodní části stěny od zemního tlaku je výslednice (síla)

$$S_z = \frac{1}{2} q_{h2} \cdot \omega_1 = \frac{1}{2} \cdot 79,144 \cdot 2,95 = 116,737 \text{ kN}$$

- moment v patě stěny

$$M_{pz} = \frac{1}{6} q_{h2} \cdot \omega_1^2 = S_z \cdot \frac{\omega_1}{3} = 116,737 \cdot \frac{2,95}{3} = 114,791 \text{ kNm/m}$$

Momenty ve vodorovném směru



Momenty ve svislém řezu

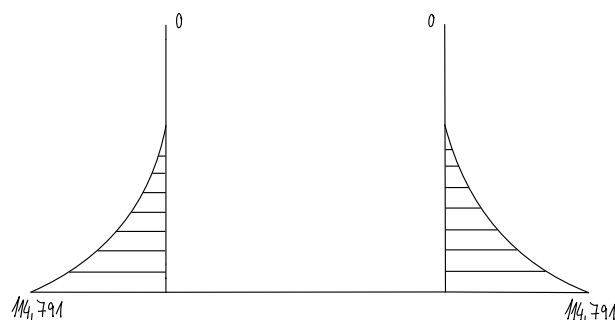
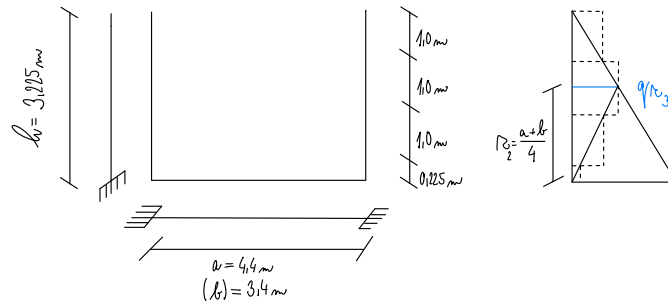


Schéma ŘEZ A-A Technické místnosti TM1



ŘEZ A-A - TECHNICKÁ MÍSTNOST

Horizontální směr

- pro obdelníkovou nádrž

- moment v rozích

$$M = - \frac{q_{r3} (\omega^2 + b^2 \cdot l_c)}{12 (1 + l_c)} = - \frac{27,437 (4,4^2 + 3,4^2 \cdot 0,773)}{12 \cdot (1 + 0,773)} = -36,490 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$l_c = \frac{K_1}{K_2} \cdot \frac{b}{\omega} = \frac{3,4}{4,4} = 0,773$$

- momenty v polích

$$M_{\omega} = \frac{1}{8} q_{r3} \cdot \omega^2 + M = \frac{1}{8} \cdot 27,437 \cdot 4,4^2 + 36,490 = 102,888 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

- tlaková (tahová) síla

$$N_{\omega} = \frac{1}{2} q_{r3} \cdot b = \frac{1}{2} \cdot 27,437 \cdot 3,4 = 46,643 \text{ kN}$$

Vertikální směr

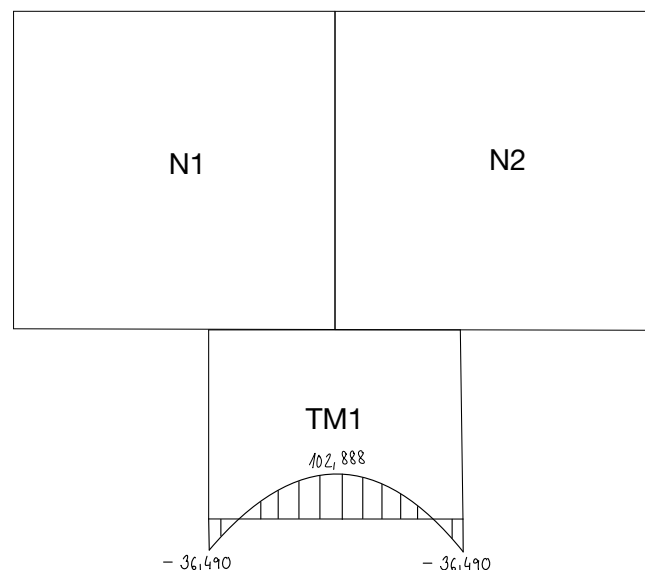
- ve spodní části stěny od zemního tlaku je výslednice (síla)

$$S_3 = \frac{1}{2} q_{r3} \cdot l_c = \frac{1}{2} \cdot 45,376 \cdot 1,95 = 44,242 \text{ kN}$$

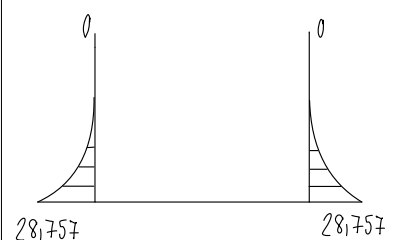
- moment v patě stěny

$$M_{p3} = \frac{1}{6} q_{r3} \cdot l_c^2 = S_3 \cdot \frac{l_c}{3} = 44,242 \cdot \frac{1,95}{3} = 28,757 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

Momenty ve vodorovném směru



Momenty ve svislém řezu



$$q_{r3} = \rho_2 \cdot \rho_{F6} \cdot K_0 = 1,95 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 27,437 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\rho_{F6} \dots \text{objemová tíha jíly F6} = 21,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$K_0 = \frac{v}{1-v} = \frac{0,4}{1-0,4} = 0,67$$

$$v = 0,40$$

$$\omega = 4,4 \text{ m}$$

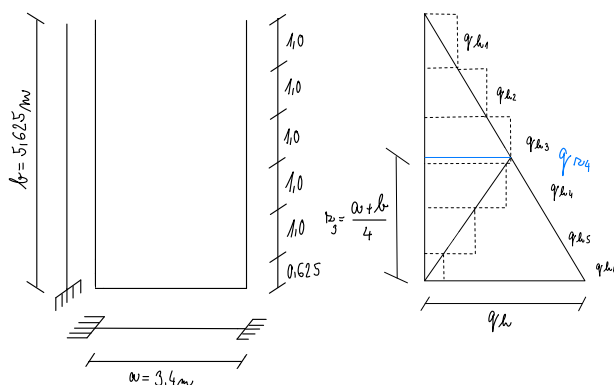
$$b = 3,4 \text{ m}$$

$$l_c = 1,95 \text{ m}$$

$$J_1 = J_2$$

$$q_{r3} = \rho_2 \cdot \rho_{F6} \cdot K_0 = 3,225 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 45,376 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

Schéma ŘEZ B-B Technické místnosti TM1



ŘEZ B-B - TECHNICKÁ MÍSTNOST

Horizontální směr

- pro obdelníkovou nádrž

- moment v rozích

$$M = - \frac{q_{k4} (a^2 + b^2 \cdot l)}{12 (1 + l)} = - \frac{27,437 (4,4^2 + 3,4^2 \cdot 0,773)}{12 \cdot (1 + 0,773)} = -36,490 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$l = \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{b}{a} = \frac{3,4}{4,4} = 0,773$$

- momenty v polích

$$M_b = \frac{1}{8} q_{k4} \cdot b^2 + M = \frac{1}{8} \cdot 27,437 \cdot 3,4^2 + 36,490 = 76,136 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

- tlaková (tahová) síla

$$N_b = \frac{1}{2} q_{k4} \cdot a = \frac{1}{2} \cdot 27,437 \cdot 4,4 = 60,361 \text{ kN}$$

Vertikální směr

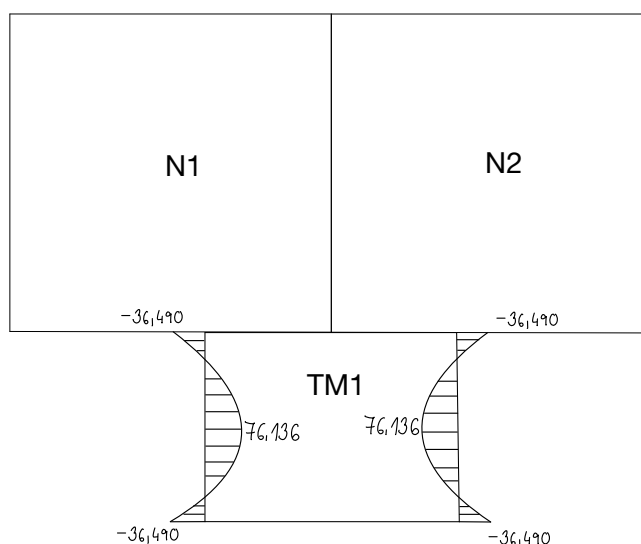
- ve spodní části stěny od zemního tlaku je výslednice (síla)

$$S_q = \frac{1}{2} q_{k2} \cdot l_3 = \frac{1}{2} \cdot 79,144 \cdot 1,95 = 77,165 \text{ kN}$$

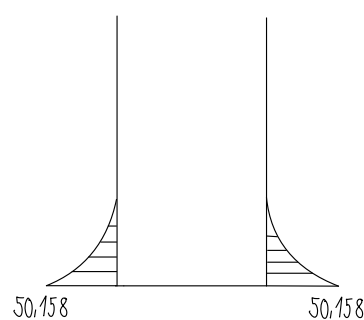
- moment v patě stěny

$$M_{p4} = \frac{1}{6} q_{k2} \cdot l_3^2 = S_q \cdot \frac{l_3}{3} = 77,165 \cdot \frac{1,95}{3} = 50,158 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

Momenty ve vodorovném směru



Momenty ve svislém řezu



$$q_{k4} = \rho_s \cdot \gamma_{F6} \cdot K_o = 1,95 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 27,437 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$\gamma_{F6} \dots \text{objemová tíha jílů F6} = 21,0 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-3}$$

$$K_o = \frac{v}{1-v} = \frac{0,4}{1-0,4} = 0,67$$

$$v = 0,40$$

$$a = 4,4 \text{ m}$$

$$b = 3,4 \text{ m}$$

$$l_2 = \frac{a+b}{4} = \frac{3,4+4,4}{4} = 1,95 \text{ m}$$

$$I_1 = I_2$$

$$q_{k2} = \rho_s \cdot \gamma_{F6} \cdot K_o = 5,625 \cdot 21,0 \cdot 0,67 = 79,144 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$$

pozn. Ve výpočtu uvažuji s výslednou silou jako s tou větší z proměnné a sněhu - neuvažuje se obojí najednou

pozn. Kvůli velkému počtu kombinací při připočítání s větrem (počítání i vnitřních povrchů zavodněných a nezavodněných nádrží) a jeho malému (žádnému) vlivu nebudu s větrem počítat

2.3. Ruční výpočet Sníh Vítr Užité

6. ZS Užité

$$q_k = \underline{3,00 \text{ kN/m}^2} > 0,56 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ UŽITNÉ na desku

$$q = \underline{3,0 \text{ kN/m}^2}$$

ZATÍŽENÍ SNĚHEM na desku podle ČSN EN 1991-1-3

oblast I

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

... charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_s \cdot s_k$$

$$\mu_i = 0,8$$

... tvarový součinitel zatížení sněhem

$$C_e = 1,0$$

... součinitel expozice

$$C_s = 1,0$$

... tepelný součinitel

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

... zatížení sněhem na desce

7. ZS Vítr

ZATÍŽENÍ VĚTREM podle ČSN EN 1991-1-4

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

... základní rychlost větru podle oblastí

$$C_{dir} = 1$$

... součinitel směru větru

$$C_{season} = 1$$

... součinitel ročního období

$$v_R = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} \\ = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

... základní rychlost větru

$$z = 2,4 \text{ m}$$

... výška zdi nádrže, na kterou působí vítr

$$C_{pe}(z) = k_{z,pe} \cdot k_{w}\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot k_{w}\left(\frac{2,4}{0,05}\right) = 0,736$$

... součinitel drsnosti terénu

$$k_{z,pe} = 0,19 \cdot \left(\frac{z}{z_m}\right) = 0,19 \cdot \left(\frac{0,05}{0,05}\right) = 0,19$$

... součinitel terénu

$$C_o(z) = 1$$

... součinitel orografie

$$v_m(z) = C_{pe}(z) \cdot C_o(z) \cdot v_R \\ = 0,736 \cdot 1 \cdot 25 \\ = 18,4 \text{ m/s}$$

... char. střední rychlost větru ve výšce z nad terénem

$$q_p(z) = \left[1 + 7 \cdot I_v(z)\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2 \\ = \left[1 + 7 \cdot 0,258\right] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 18,4^2 = 0,594 \text{ kN/m}^2 \dots \text{maximální dynamický tlak}$$

$$I_v(z) = \frac{k_{z,pe}}{C_o(z) \cdot k_w\left(\frac{z}{z_0}\right)} \\ = \frac{1}{1 \cdot k_w\left(\frac{2,4}{0,05}\right)} = 0,258$$

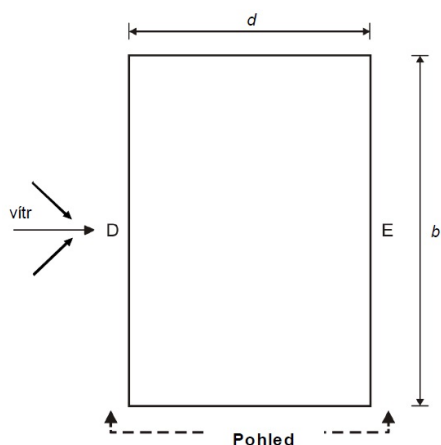
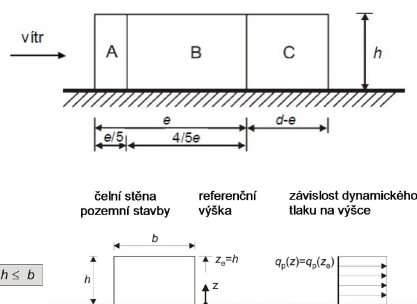
... vliv turbulencí

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

... měrná hmotnost vzduchu

$$w_k = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Půdorys

Pohled pro $e < d$ 

Tabulka 7.1 – Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

Oblast	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

$$h = z = 2,4 \text{ m}$$

... výška zdí nad povrchem

$$h/d \leq 0,25$$

$$b = 11,8 \text{ m}$$

... délka delšího rozměru

$$C_{pe,10} \leq 10 \text{ m}^2$$

$$l = 4,8 \text{ m}$$

... délka 2h

$$d = 9,3 \text{ m}$$

... délka kratšího rozměru

$$q_p(z) = q_p(z_s)$$

$$w_s = q_p(z_s) C_{pe}$$

... tlak větru na vnější povrchy

pro vítr z obou stran stěn platí:

$$w_{se}: A = 0,594 \cdot (-1,2) = -0,718 \text{ kN/m}^2$$

$$B = 0,594 \cdot (-0,8) = -0,475 \text{ kN/m}^2$$

$$C = 0,594 \cdot (-0,5) = -0,297 \text{ kN/m}^2$$

$$D = 0,594 \cdot (0,7) = 0,416 \text{ kN/m}^2$$

$$E = 0,594 \cdot (-0,3) = -0,178 \text{ kN/m}^2$$

Tabulka 7.2 – Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro ploché střechy

Typ střechy	Oblasti							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Ostré hrany	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	
							-0,2	

$$h = z = 2,4 \text{ m}$$

... výška zdí nad povrchem

$$C_{pe,10} \leq 10 \text{ m}^2$$

$$b = 4,4 \text{ m}$$

... délka delšího rozměru

$$l = 4,4 \text{ m}$$

... délka b

$$d = 3,4 \text{ m}$$

... délka kratšího rozměru

pro vítr na desku platí:

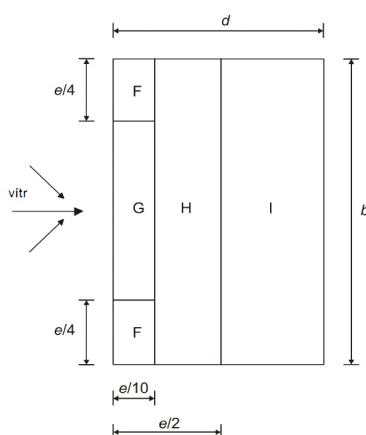
$$w_{se}: F = 0,594 \cdot (-1,8) = -1,069 \text{ kN/m}^2$$

$$G = 0,594 \cdot (-1,2) = -0,713 \text{ kN/m}^2$$

$$H = 0,594 \cdot (-0,7) = -0,416 \text{ kN/m}^2$$

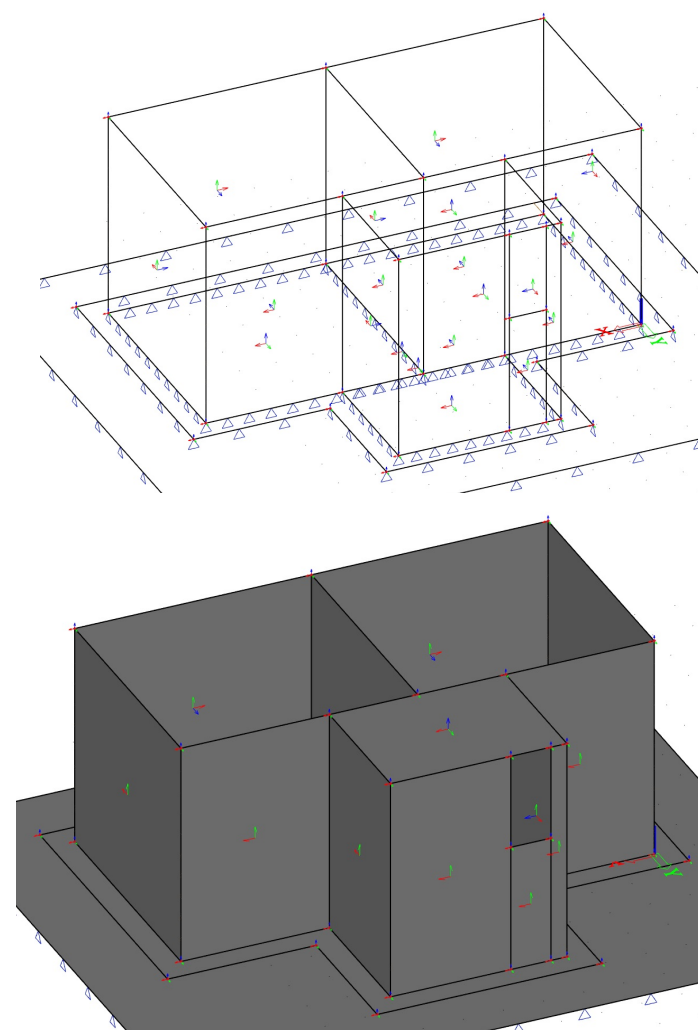
$$I = 0,594 \cdot (0,2) = 0,119 \text{ kN/m}^2$$

$$I = 0,594 \cdot (0,2) = 0,119 \text{ kN/m}^2$$



2.4. Výpočet vnitřních sil pomocí programu Scia Engineer 25.0

Výpočtový model



pozn. Pro stěnu mezi dvěma nádržemi platí, že lokální osa (směr Z) je umístěn do středu nádrže N2, kvůli použití počítání kombinace, kdy uvažují plnou pouze jednu nádrž (nádrž N2), tudíž konvence momentů na této stěně platí pouze pro 2. nádrž N2, pro nádrž N1 jsou tyto momenty přesně opačné

Konvence ohybových momentů

Stropní deska:

mxD-	Moment v řezu B-B na dolním povrchu desky
mxD+	Moment v řezu B-B na horním povrchu desky
myD-	Moment v řezu A-A na dolním povrchu desky
myD+	Moment v řezu A-A na horním povrchu desky

Stěny:

mxD-	Moment ve vodorovném řezu na vnějším povrchu
mxD+	Moment ve vodorovném řezu na vnitřním povrchu
myD-	Moment ve svislém řezu na vnějším povrchu
myD+	Moment ve svislém řezu na vnitřním povrchu

Základová deska:

mxD-	Moment v řezu B-B na dolním povrchu desky
mxD+	Moment v řezu B-B na horním povrchu desky
myD-	Moment v řezu A-A na dolním povrchu desky
myD+	Moment v řezu A-A na horním povrchu desky

pozn. Při zadávání více profilů vrtů ve Scia Engineer 25.0 a jejich následné korelaci máme na výběr ze dvou možností.

1. možnost je zadat vrstvy přesně v pořadí a s vlastnostmi tak, jak je zadáno v geologickém průzkumu. Jelikož se ale dva (či více) různých vrtů nemůže nacházet v jedné geologické oblasti, každému vrtu zadáme svou geologickou oblast. Výsledek: máme 3 vrty ze zadání a 3 geologické oblasti ke každému z nich.
2. možnost zadání více geologických profilů vrtů je vložení milimetrové vrstvy mezi každou zadanou vrstvu tak, aby každý vrt měl stejný počet vrstev a i ty vrstvy, které daný profil neobsahuje, se promítaly v prostoru mezi vrty.

Po vykreslení vnitřních sil v programu jsem udělal porovnání obou variant pro nejhrošší kombinaci

2.4.1. Zadání podloží

Vychází se z geologického průzkumu provedeného ve třech hloubkových vrtech. Každý vrt má specifické složení a vlastnosti zemin.

Původní terén zjištěný v geologickém průzkumu byl nerovný, v následujících tabulkách uvažuji s dorovnaným terénem okolní horní vrstvou zeminy

1. varianta zadávání

Hodnoty z tabulek v GEO průzkumu

HJ1

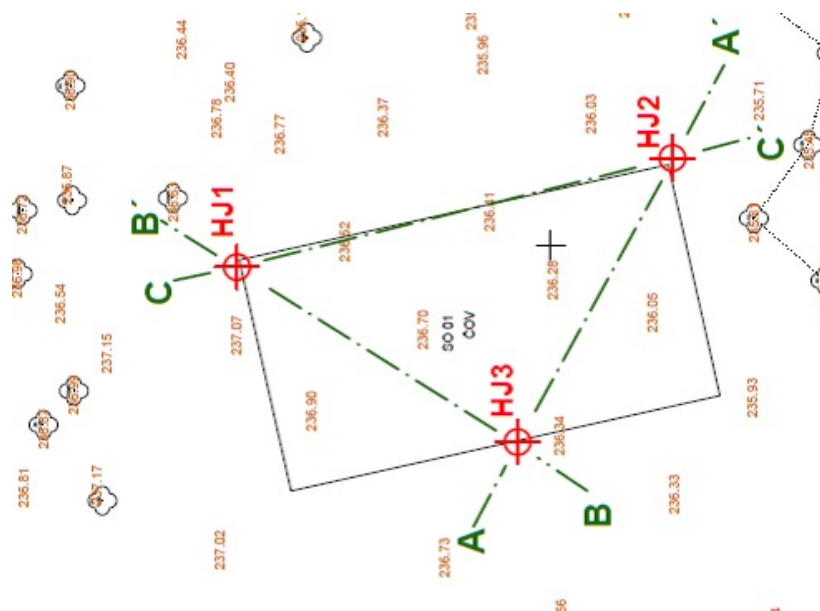
výška upraveného terénu		238.3					
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná	hmotnost	
0. nahnutá zemina - hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,54	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá	0,6	6	0,4	19,2	19,2	F6 CL	
2. jíl s příměsí štěrku, pevný	0,6	12	0,4	21,6	21,6	F6 CL	
3. štěrk jílovopísčité, ulehlý, zvodnělý	1,2	21	0,3	22,5	22,5	G5 GC	
4. písek se štěrkem, ulehlý, zvodnělý	0,4	30	0,3	22,6	22,6	S3 S-F	
5. písek prachovitý, středně ulehlý, zvodnělý	0,2	29	0,3	21,5	21,5	S4 SM	
6. jíl, tuhý až pevný	0,4	6	0,4	19,3	19,3	F6 CL	
7. jíl s vysokou plasticitou, měkký	2,8	2	0,4	17,5	17,5	F7 MV	
8. jíl plastický, tuhý	1,8	4	0,42	18,6	18,6	F8 CH	
9. jíl plastický, tuhý až pevný	1	6	0,42	19,4	19,4	F8 CH	
		9					

HJ2

výška upraveného terénu		238.3					
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná	hmotnost	
0. nahnutá zemina - hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,65	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	0,8	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
2. jíl prachovitý, pevný	0,2	13	0,4	20,6	20,6	F6 CL	
3. písek prachovitý s příměsí štěrku	0,2	27	0,3	21,4	21,4	S3 S-F	
4. jíl pevný	0,4	9	0,4	19,9	19,9	F6 CL	
5. štěrk jílovopísčité, středně ulehlý	0,4	38	0,3	21,9	21,9	G5 GC	
6. písek prachovitý, ulehlý	1	26	0,3	22,3	22,3	S4 SM	
7. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	2	5	0,4	18,6	18,6	F7 MV	
8. jíl plastický, tuhý	1,4	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH	
9. jíl plastický, pevný	2,6	10	0,42	20,1	20,1	F8 CH	
		9					

HJ3

výška upraveného terénu		238.3					
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná	hmotnost	
0. nahnutá zemina - hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,6	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína písčité, svrchu cca 20 cm humusovitá, pevná	0,6	11	0,4	19,6	19,6	F5 ML	
2. jíl, měkký až tuhý	0,8	3	0,4	18,2	18,2	F6 CL	
3. jíl prachovitopísčité, tuhý až pevný	0,4	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS	
4. hlína jílovitá, vysoce plastická, tuhá až pevná	0,2	7	0,4	19,6	19,6	F7 MV	
5. jíl prachovitý, pevný	0,4	8	0,4	20,8	20,8	F6 CL	
6. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	1,8	4	0,4	18,5	18,5	F7 MV	
7. jíl plastický, tuhý až měkký	2,2	3	0,42	18,1	18,1	F8 CH	
8. jílovec rozložený, prachovitý až jemně písčité, tuhý až pevný	1,4	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS	
9. jílovec rozložený, tuhý	1,2	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH	
		9					



HJ1		238.3					
výška upraveného terénu							
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná hmotnost		
0. nahnutá zemina - hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,54	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá	0,6	6	0,4	19,2	19,2	F6 CL	
1. hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	0,001	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína písčitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, pevná	0,001	11	0,4	19,6	19,6	F5 ML	
2. jíl s příměsí štěrku, pevný	0,6	12	0,4	21,6	21,6	F6 CL	
2. jíl prachovitý, pevný	0,001	13	0,4	20,6	20,6	F6 CL	
2. jíl, měkký až tuhý	0,001	3	0,4	18,2	18,2	F6 CL	
3. štěrk jilovopísčitý, ulehlý, zvodnělý	1,2	21	0,3	22,5	22,5	G5 GC	
3. písek prachovitý s příměsí štěrku	0,001	27	0,3	21,4	21,4	S3 S-F	
3. jíl prachovitopísčitý, tuhý až pevný	0,001	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS	
4. písek se štěrkem, ulehlý, zvodnělý	0,4	30	0,3	22,6	22,6	S3 S-F	
4. jíl pevný	0,001	9	0,4	19,9	19,9	F6 CL	
4. hlína jilovitá, vysoce plastická, tuhá až pevná	0,001	7	0,4	19,6	19,6	F7 MV	
5. písek prachovitý, středně ulehlý, zvodnělý	0,2	29	0,3	21,5	21,5	S4 SM	
5. štěrk jilovopísčitý, středně ulehlý	0,001	38	0,3	21,9	21,9	G5 GC	
5. jíl prachovitý, pevný	0,001	8	0,4	20,8	20,8	F6 CL	
6. jíl, tuhý až pevný	0,4	6	0,4	19,3	19,3	F6 CL	
6. písek prachovitý, ulehlý	0,001	26	0,3	22,3	22,3	S4 SM	
6. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	0,001	4	0,4	18,5	18,5	F7 MV	
7. jíl s vysokou plasticitou, měkký	2,8	2	0,4	17,5	17,5	F7 MV	
7. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	0,001	5	0,4	18,6	18,6	F7 MV	
7. jíl plastický, tuhý až měkký	0,001	3	0,42	18,1	18,1	F8 CH	
8. jíl plastický, tuhý	1,8	4	0,42	18,6	18,6	F8 CH	
8. jíl plastický, tuhý	0,001	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH	
8. jilovec rozložený, prachovitý až jemně písčitý, tuhý až pevný	0,001	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS	
9. jíl plastický, tuhý až pevný	1	6	0,42	19,4	19,4	F8 CH	
9. jíl plastický, pevný	0,001	10	0,42	20,1	20,1	F8 CH	
9. jilovec rozložený, tuhý	0,001	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH	
	11,558	m					

HJ2		238.3					
výška upraveného terénu							
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná hmotnost		
0. nahnutá zemina - hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,65	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá	0,001	6	0,4	19,2	19,2	F6 CL	
1. hlína jilovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	0,8	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL	
1. hlína písčitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, pevná	0,001	11	0,4	19,6	19,6	F5 ML	
2. jíl s příměsí štěrku, pevný	0,001	12	0,4	21,6	21,6	F6 CL	
2. jíl prachovitý, pevný	0,2	13	0,4	20,6	20,6	F6 CL	
2. jíl, měkký až tuhý	0,001	3	0,4	18,2	18,2	F6 CL	
3. štěrk jilovopísčitý, ulehlý, zvodnělý	0,001	21	0,3	22,5	22,5	G5 GC	
3. písek prachovitý s příměsí štěrku	0,2	27	0,3	21,4	21,4	S3 S-F	
3. jíl prachovitopísčitý, tuhý až pevný	0,001	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS	
4. písek se štěrkem, ulehlý, zvodnělý	0,001	30	0,3	22,6	22,6	S3 S-F	
4. jíl pevný	0,4	9	0,4	19,9	19,9	F6 CL	
4. hlína jilovitá, vysoce plastická, tuhá až pevná	0,001	7	0,4	19,6	19,6	F7 MV	
5. písek prachovitý, středně ulehlý, zvodnělý	0,001	29	0,3	21,5	21,5	S4 SM	
5. štěrk jilovopísčitý, středně ulehlý	0,4	38	0,3	21,9	21,9	G5 GC	
5. jíl prachovitý, pevný	0,001	8	0,4	20,8	20,8	F6 CL	
6. jíl							

HJ3						
výška upraveného terénu			238,3			
název vrstvy	tloušťka	Edef	Poisson	obj. tíha suché	saturovaná hmotnost	
0. nahnutá zemina - hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	2,6	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL
1. hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá	0,001	6	0,4	19,2	19,2	F6 CL
1. hlína jílovitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, tuhá až měkká	0,001	3	0,4	18,3	18,3	F6 CL
1. hlína písčitá, svrchu cca 20 cm humusovitá, pevná	0,6	11	0,4	19,6	19,6	F5 ML
2. jíl s příměsí štěrku, pevný	0,001	12	0,4	21,6	21,6	F6 CL
2. jíl prachovitý, pevný	0,001	13	0,4	20,6	20,6	F6 CL
2. jíl, měkký až tuhý	0,8	3	0,4	18,2	18,2	F6 CL
3. štěrk jílovopísčitý, ulehlý, zvodnělý	0,001	21	0,3	22,5	22,5	G5 GC
3. písek prachovitý s příměsí štěrku	0,001	27	0,3	21,4	21,4	S3 S-F
3. jíl prachovitopísčitý, tuhý až pevný	0,4	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS
4. písek se štěrkem, ulehlý, zvodnělý	0,001	30	0,3	22,6	22,6	S3 S-F
4. jíl pevný	0,001	9	0,4	19,9	19,9	F6 CL
4. hlína jílovitá, vysoce plastická, tuhá až pevná	0,2	7	0,4	19,6	19,6	F7 MV
5. písek prachovitý, středně ulehlý, zvodnělý	0,001	29	0,3	21,5	21,5	S4 SM
5. štěrk jílovopísčitý, středně ulehlý	0,001	38	0,3	21,9	21,9	G5 GC
5. jíl prachovitý, pevný	0,4	8	0,4	20,8	20,8	F6 CL
6. jíl, tuhý až pevný	0,001	6	0,4	19,3	19,3	F6 CL
6. písek prachovitý, ulehlý	0,001	26	0,3	22,3	22,3	S4 SM
6. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	1,8	4	0,4	18,5	18,5	F7 MV
7. jíl s vysokou plasticitou, měkký	0,001	2	0,4	17,5	17,5	F7 MV
7. jíl s vysokou plasticitou, tuhý	0,001	5	0,4	18,6	18,6	F7 MV
7. jíl plastický, tuhý až měkký	2,2	3	0,42	18,1	18,1	F8 CH
8. jíl plastický, tuhý	0,001	4	0,42	18,6	18,6	F8 CH
8. jíl plastický, tuhý	0,001	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH
8. jílovec rozložený, prachovitý až jemně písčitý, tuhý až pevný	1,4	6	0,35	19,3	19,3	F4 CS
9. jíl plastický, tuhý až pevný	0,001	6	0,42	19,4	19,4	F8 CH
9. jíl plastický, pevný	0,001	10	0,42	20,1	20,1	F8 CH
9. jílovec rozložený, tuhý	1,2	6	0,42	19,2	19,2	F8 CH
11,618 m						

Výpočet konstrukce nádrže počítám s 2. variantou, 1. variantu jsem přidal k porovnání

2.4.2. Porovnání 2 variant modelu podloží

Po porovnání obou modelů můžeme pozorovat různé chování parametrů C1 a C2.

Parametry C1 vyjadřují odpor prostředí vůči normálové deformaci, parametry C2 pak odpor proti smykové deformaci.

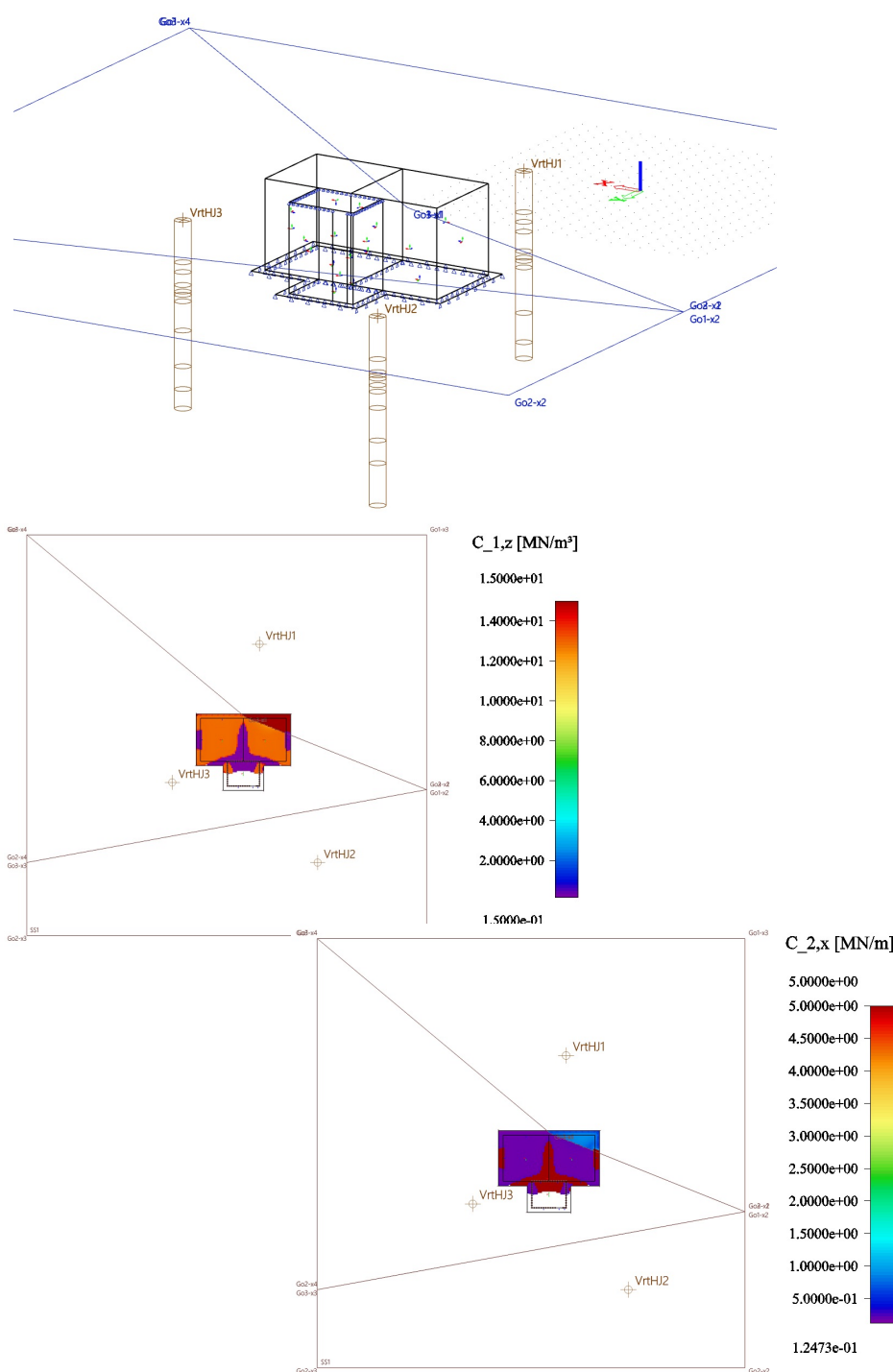
U prvního varianty s třemi geologickými oblastmi je zřejmý zlom na hranici uvedených vrtů.

U druhé varianty tento zlom není, parametry nevykazují žádnou větší odchylku ve svém průběhu.

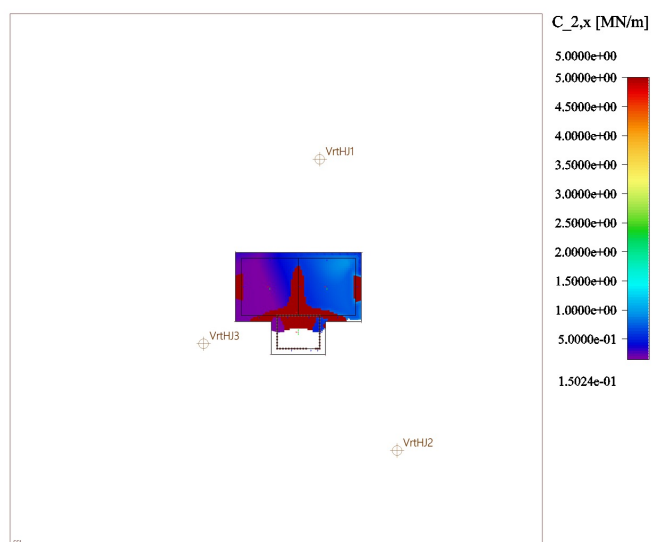
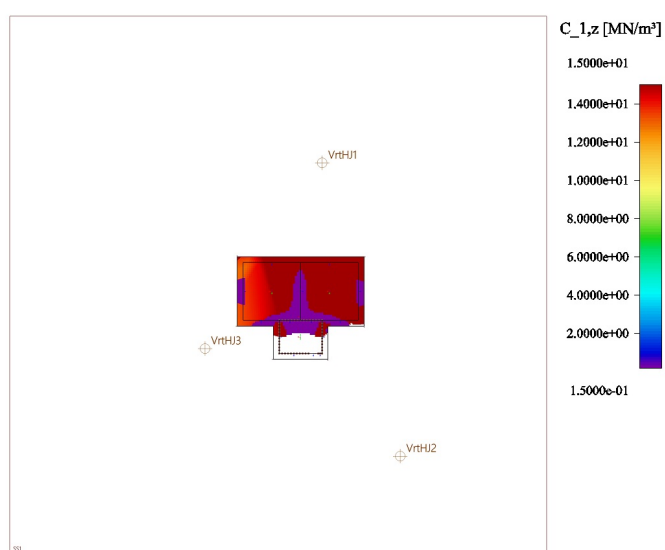
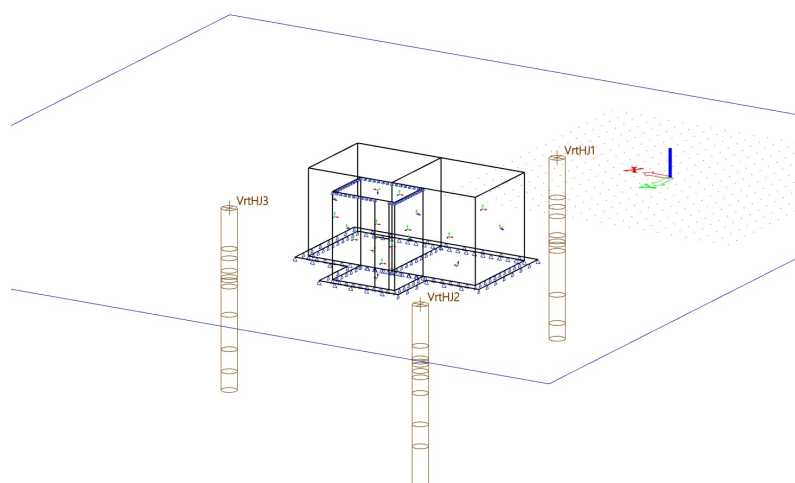
To, který z modelů je přesnější, není možné určit. V našem případě, kdy nedochází k výrazným odlišnostem v jednotlivých vrstvách je zvyklostí počítat model 2. variantou pomocí milimetrových vrstev.

Model jsem pro další výpočty doplnil o milimetrovou vrstvu základu, která se doporučuje pro Soilin navrhovat

1. varianta

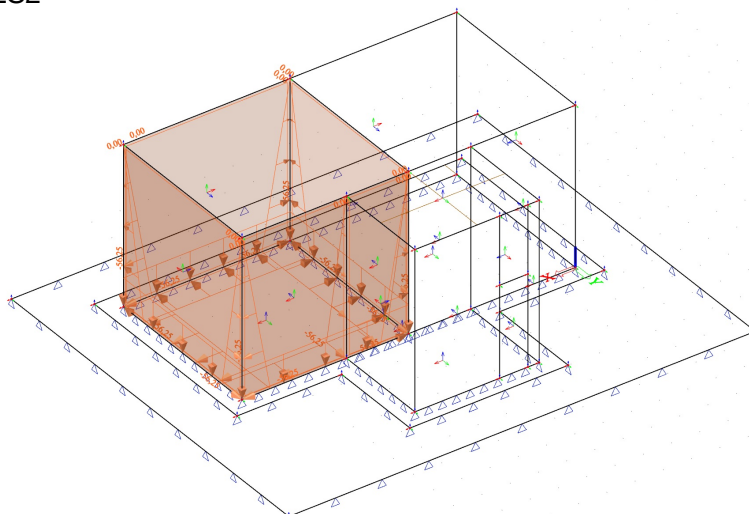


2. varianta

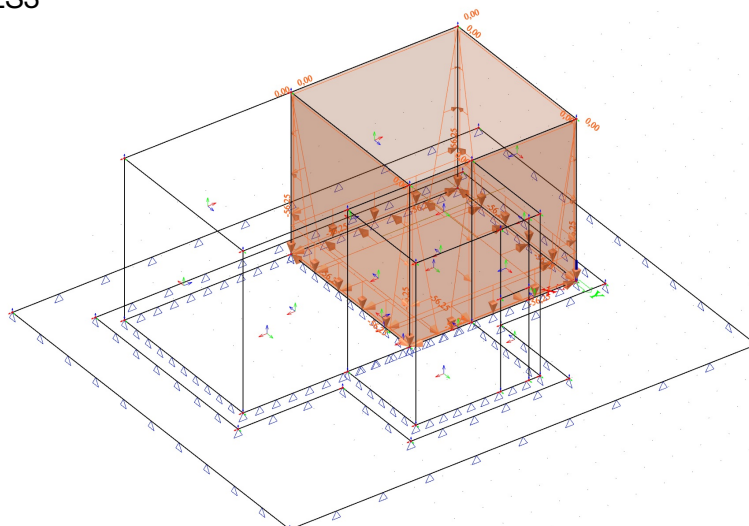


2.4.3. Zadání zatížení do programu SCIA

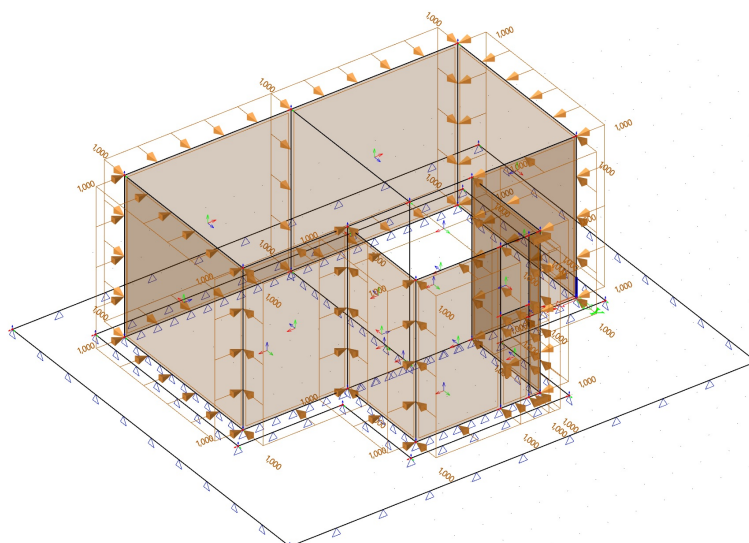
ZS2



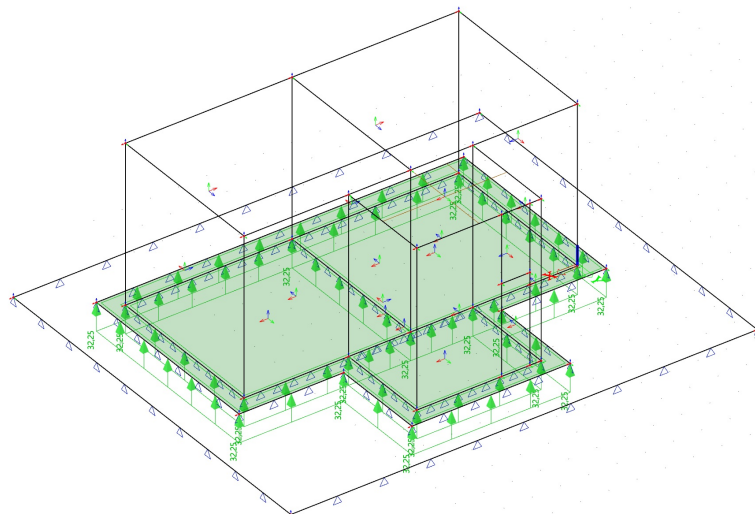
ZS3



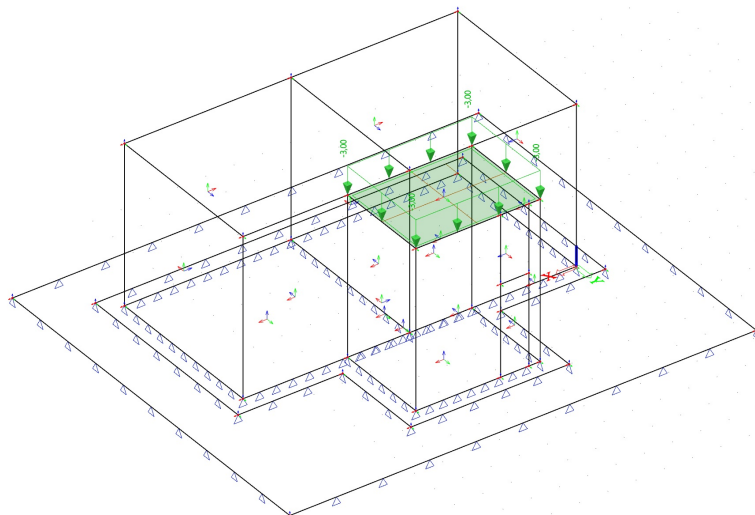
ZS4



ZS5



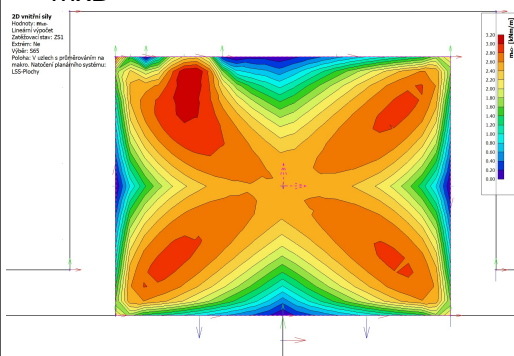
ZS6



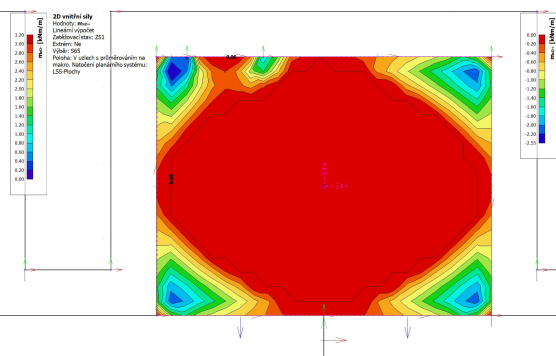
2.4.4. Zatěžovací stavy na stropní desku

1.ZS - Vlastní tíha

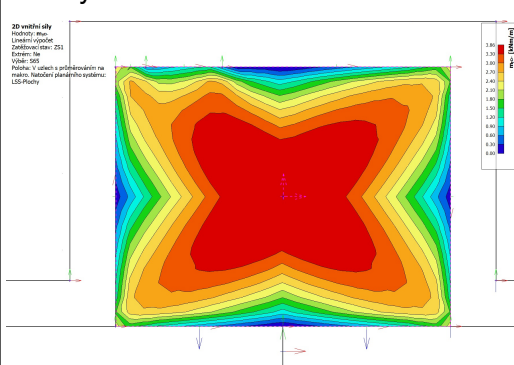
mxD-



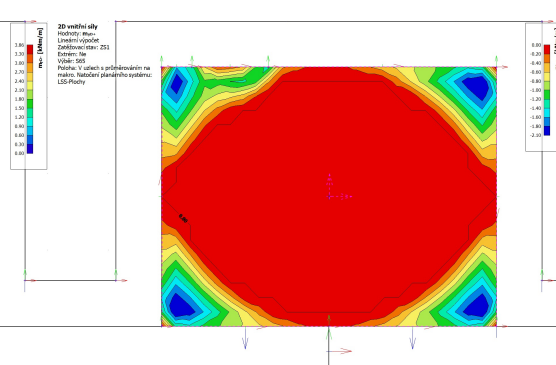
mxD+



myD-

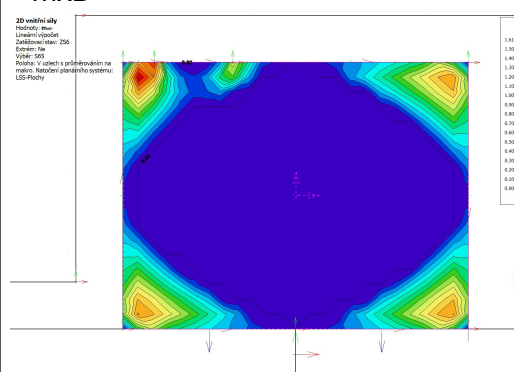


myD+

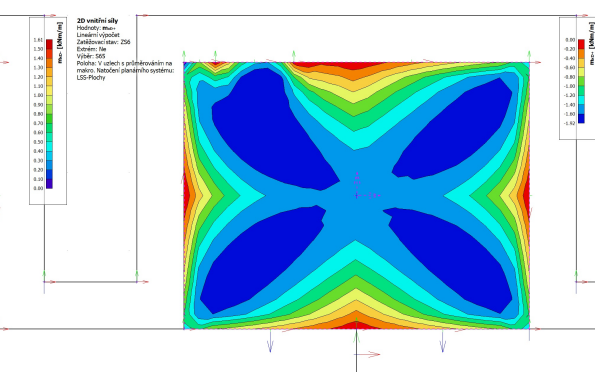


6.ZS - Plošné proměnné na desku

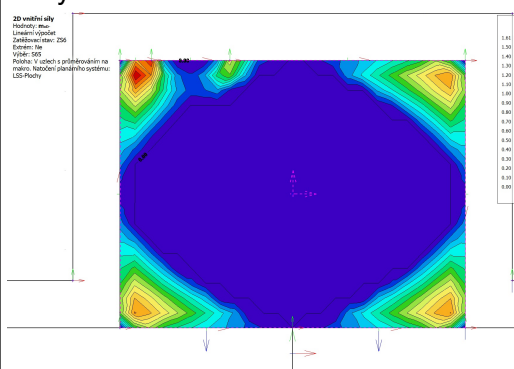
mxD-



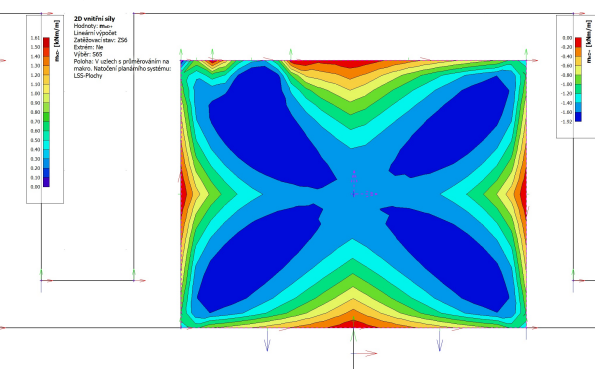
mxD+



myD-



myD+

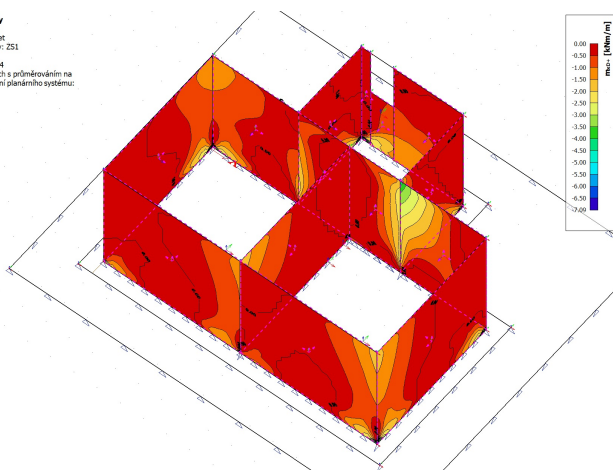


2.4.5. Zatěžovací stavy na stěny

1.ZS - Vlastní tíha

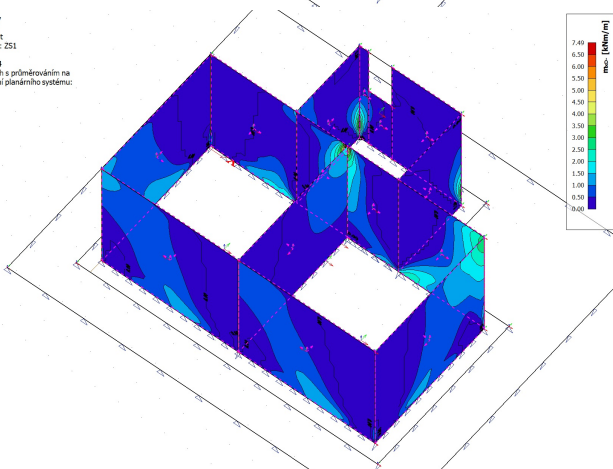
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extenze: Ne
Výběr: S51_S64
Poznámka: V úsech s průměrováním na
makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



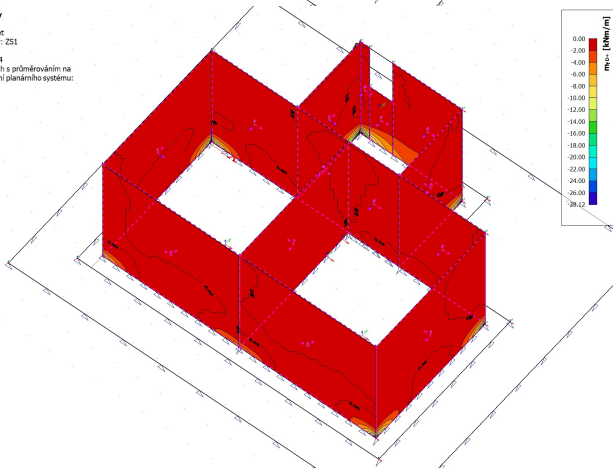
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extenze: Ne
Výběr: S51_S64
Poznámka: V úsech s průměrováním na
makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



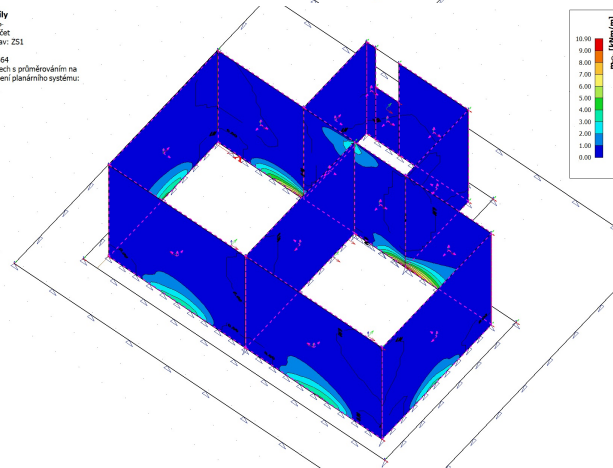
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extenze: Ne
Výběr: S51_S64
Poznámka: V úsech s průměrováním na
makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

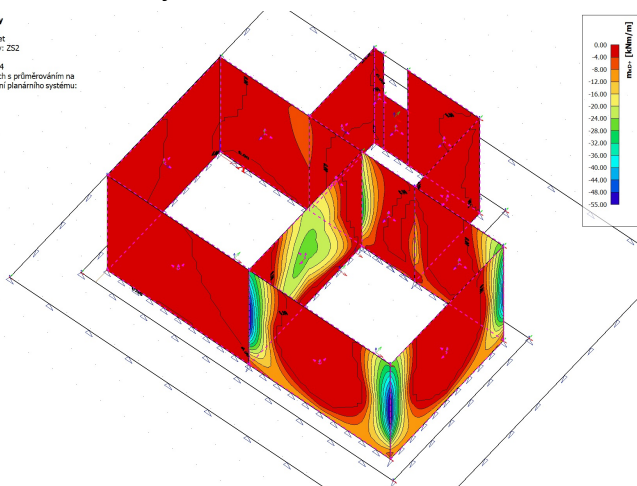
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extenze: Ne
Výběr: S51_S64
Poznámka: V úsech s průměrováním na
makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



2.ZS - Tlak vody v nádrži N1

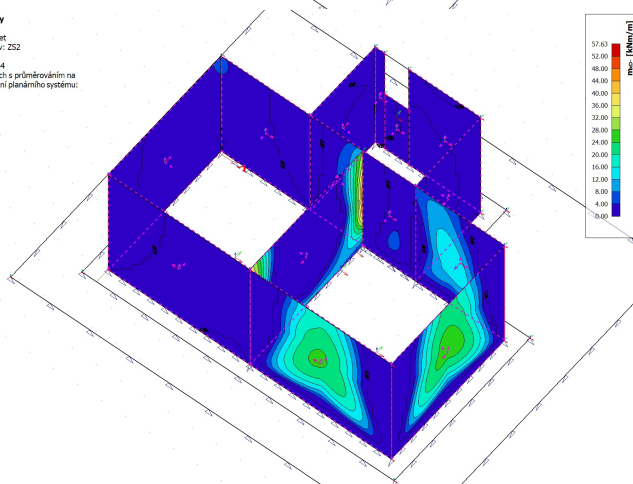
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úsech s průměrováním na
makro. Nátěžení planárního systému:
LSS-Plochy



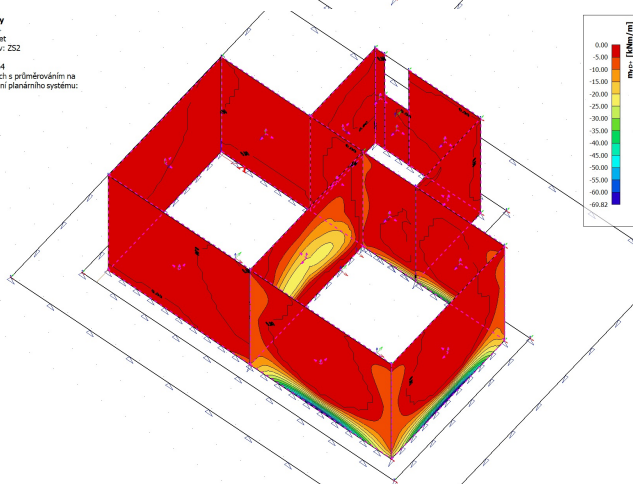
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úsech s průměrováním na
makro. Nátěžení planárního systému:
LSS-Plochy



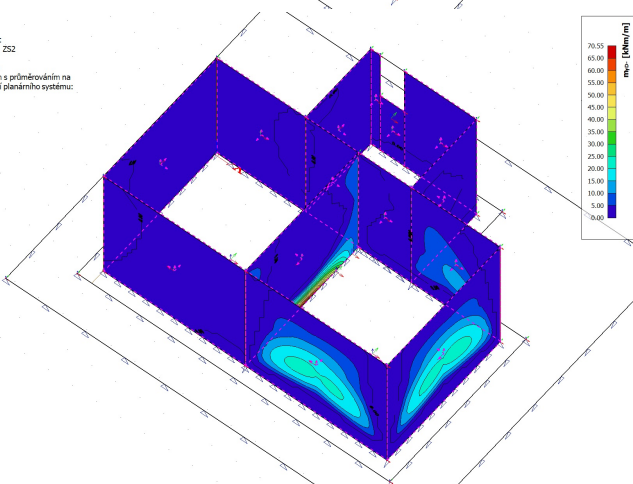
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úsech s průměrováním na
makro. Nátěžení planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

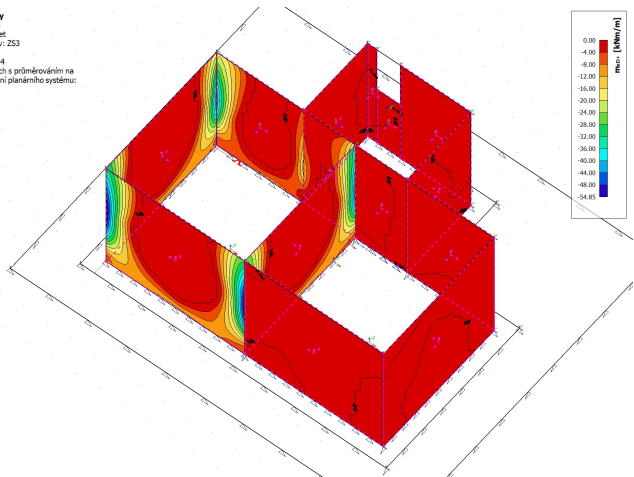
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úsech s průměrováním na
makro. Nátěžení planárního systému:
LSS-Plochy



3.ZS - Tlak vody v nádrži N2

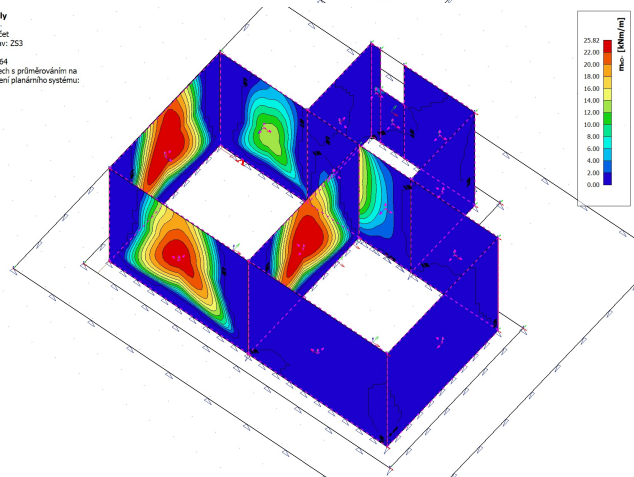
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mpa
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z53
Extrém: Ne
Výběr: S51, S64
Polooha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



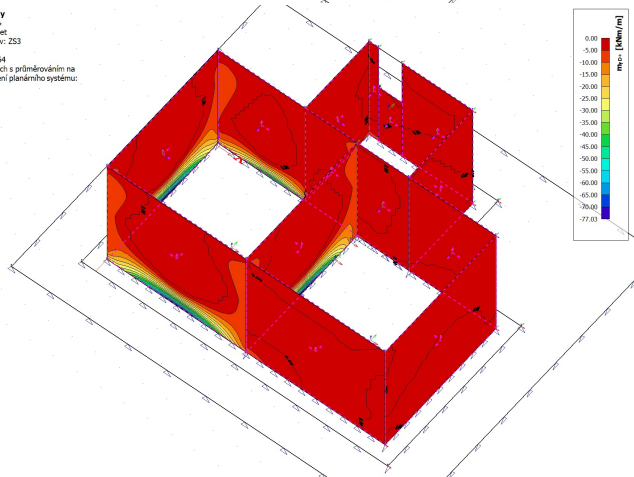
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mpa
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z53
Extrém: Ne
Výběr: S51, S64
Polooha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



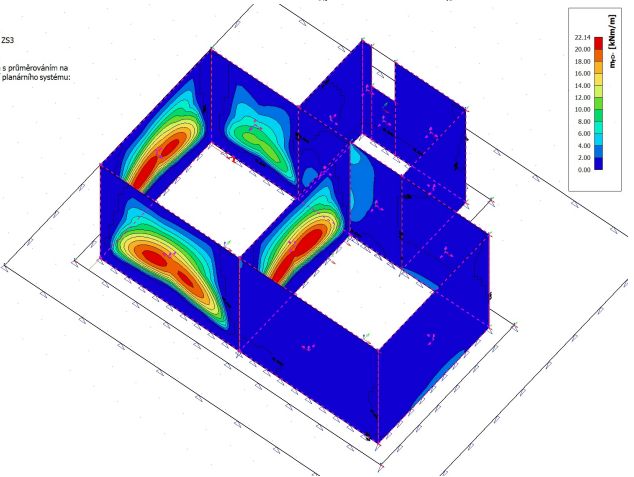
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mpa
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z53
Extrém: Ne
Výběr: S51, S64
Polooha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

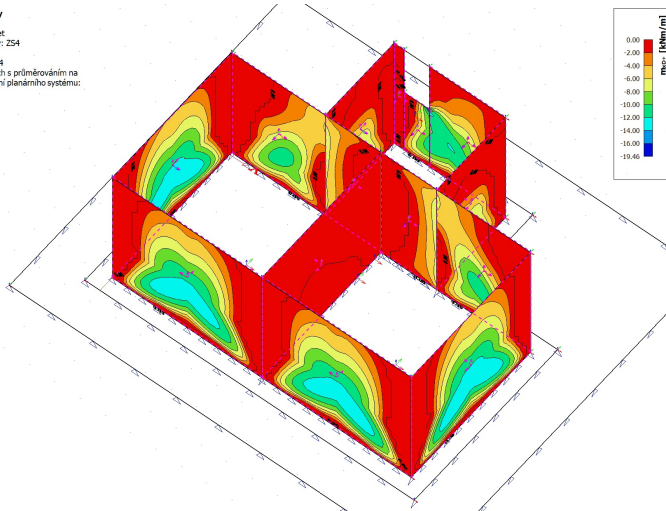
2D vnitřní síly
Hodnoty: mpa
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z53
Extrém: Ne
Výběr: S51, S64
Polooha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



4.ZS - Zemní tlaky na nádrž

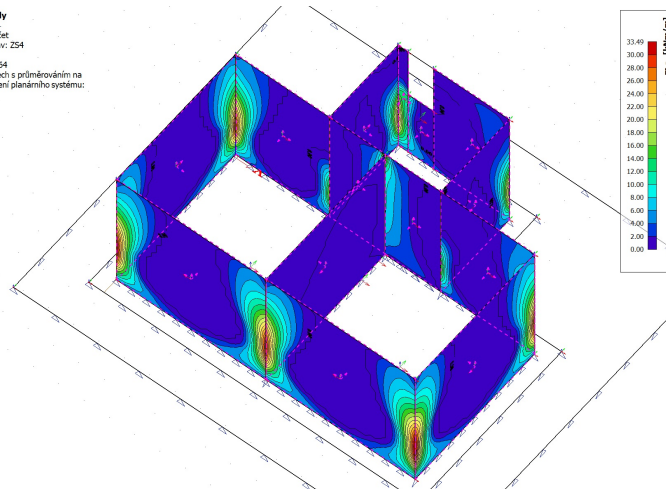
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



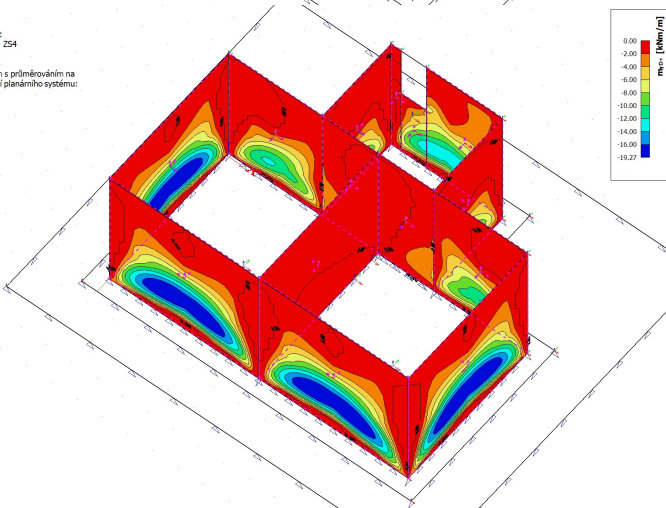
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



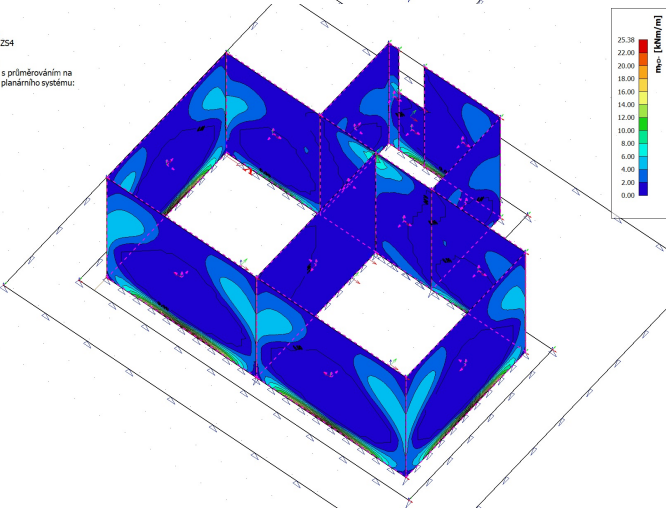
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V úzlech s průměrováním na makro. Nátobení planárního systému: LSS-Plochy

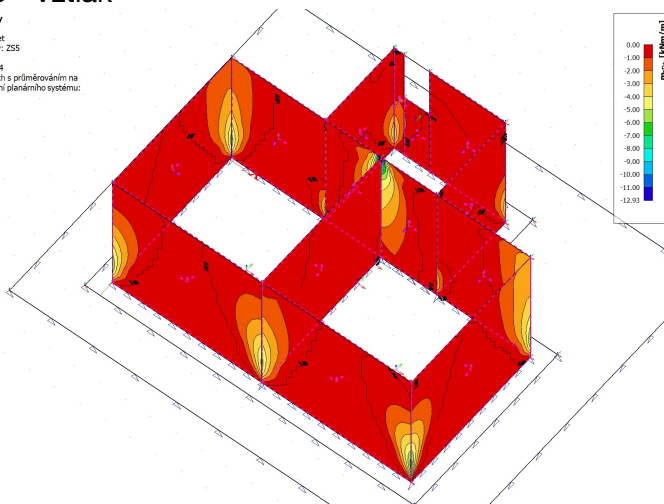


5.ZS - Vztlak

mxD+

2D vnitřní síly

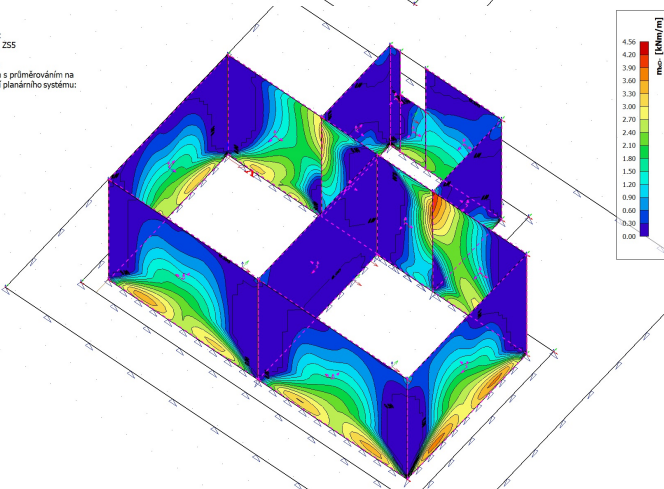
Hodnoty: max.
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S51..S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



mxD-

2D vnitřní síly

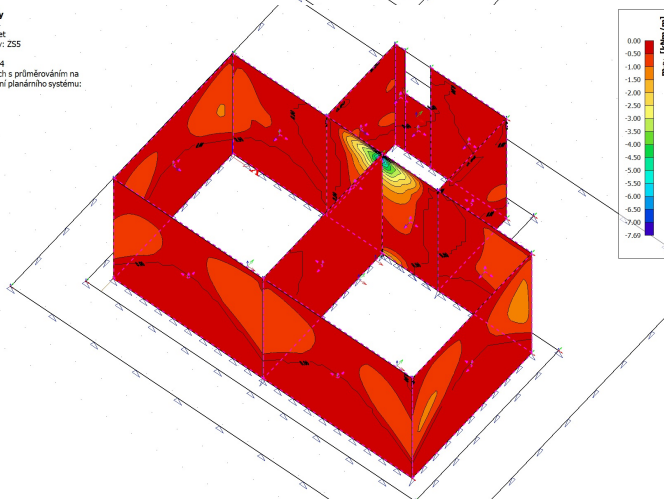
Hodnoty: max.
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S51..S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



myD+

2D vnitřní síly

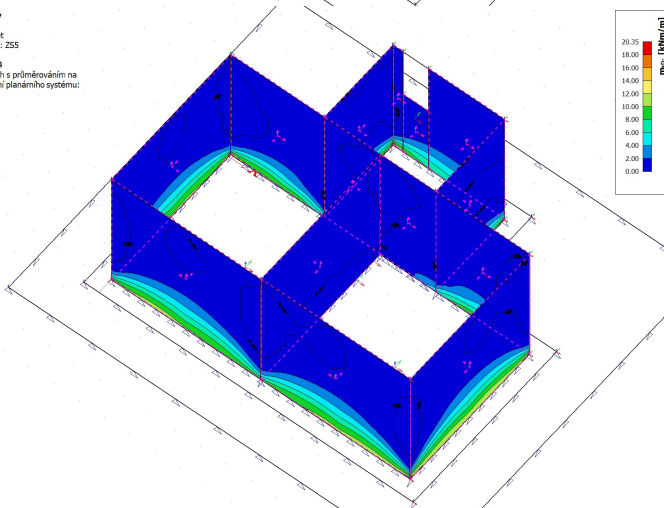
Hodnoty: max.
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S51..S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

2D vnitřní síly

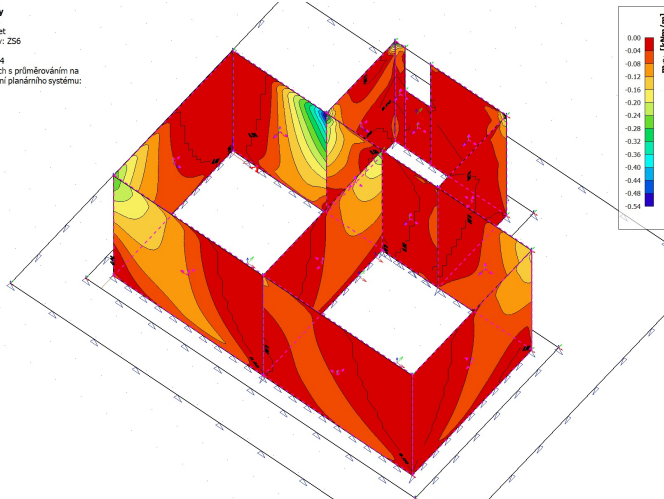
Hodnoty: max.
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S51..S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému:
LSS-Plochy



6.ZS - Plošné proměnné na desku

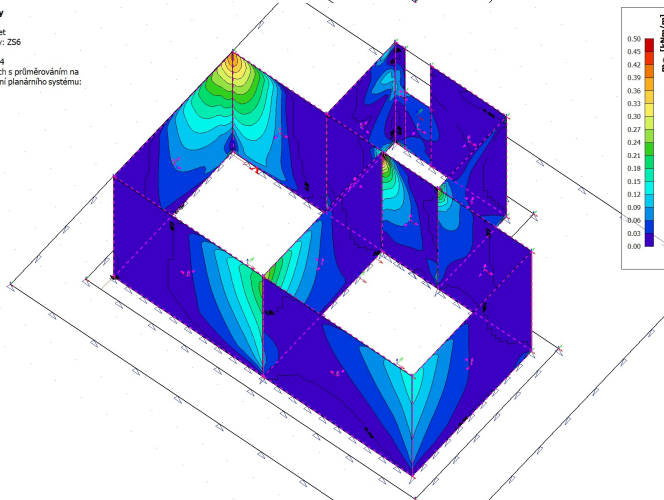
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžení planárního systému: LSS-Plochy



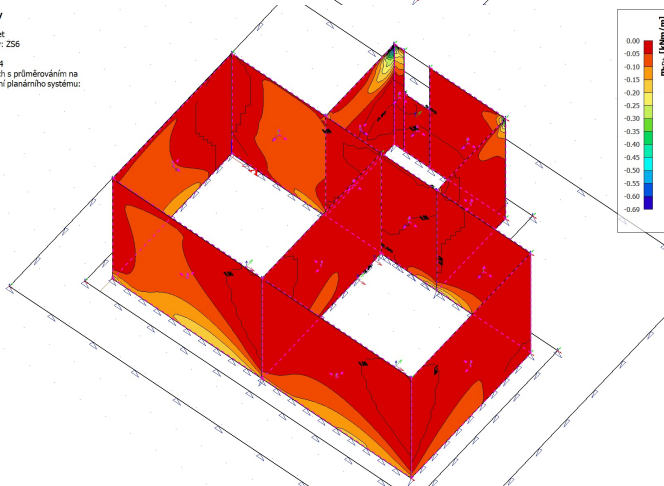
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžení planárního systému: LSS-Plochy



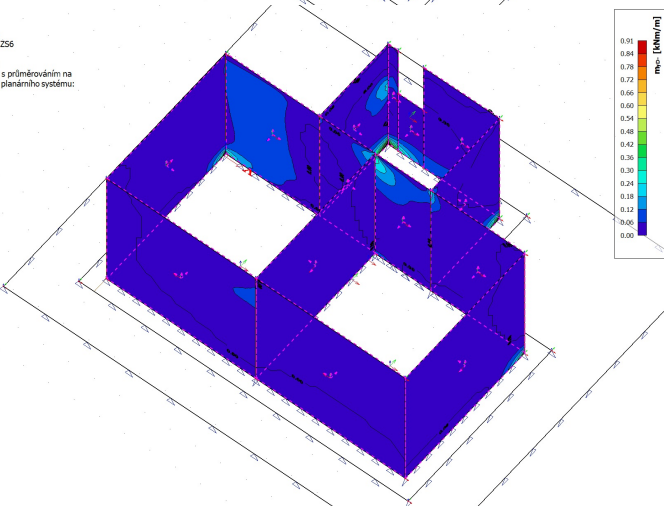
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S51_S64
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžení planárního systému: LSS-Plochy

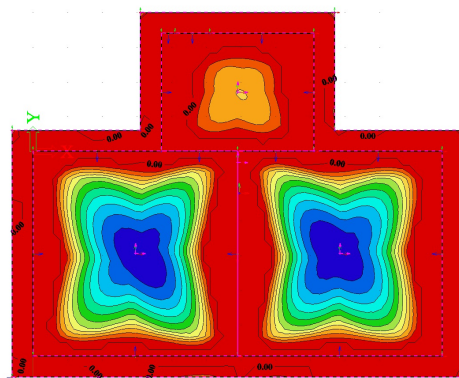


2.4.6. Zatěžovací stavy na základovou desku

1.ZS - Vlastní tíha

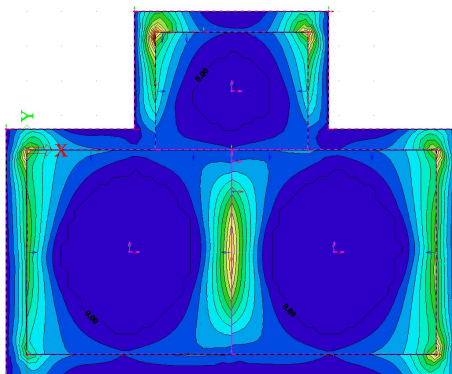
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému: LSS-Plochy



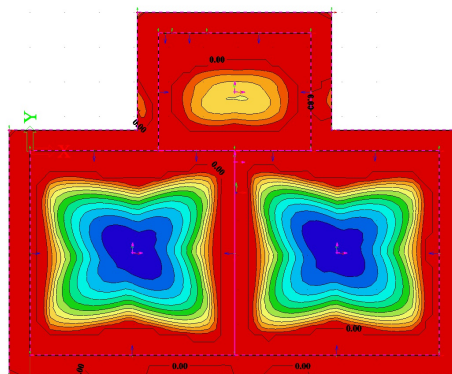
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému: LSS-Plochy



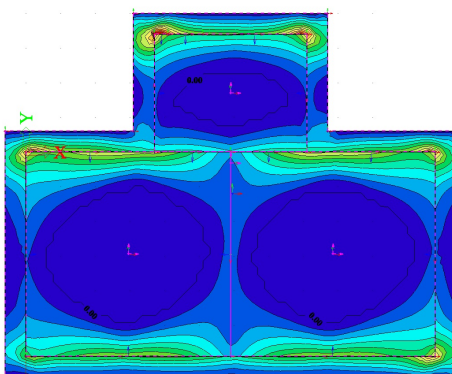
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému: LSS-Plochy



myD-

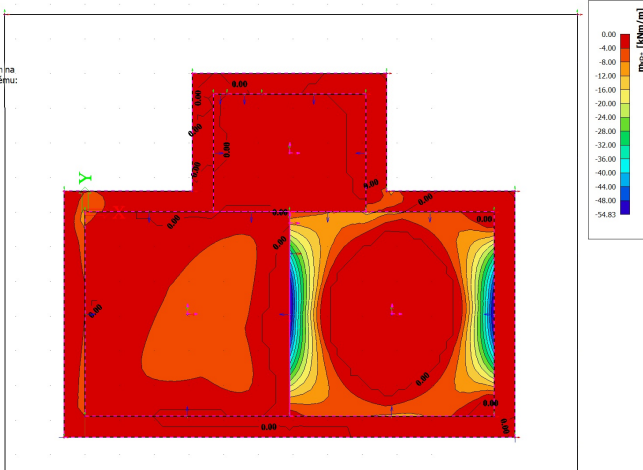
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátvoření planárního systému: LSS-Plochy



2.ZS - Tlak vody v nádrži N1

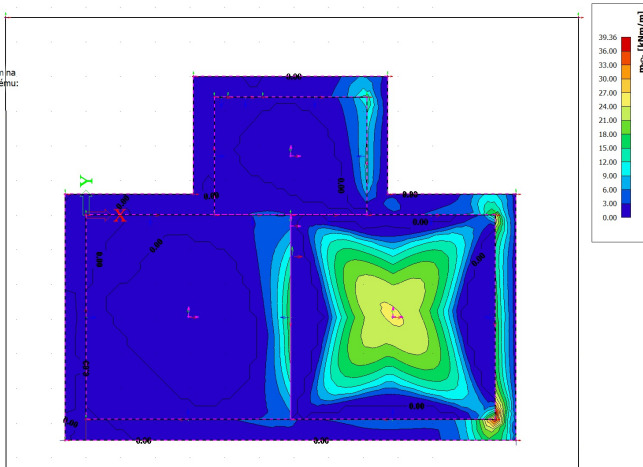
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



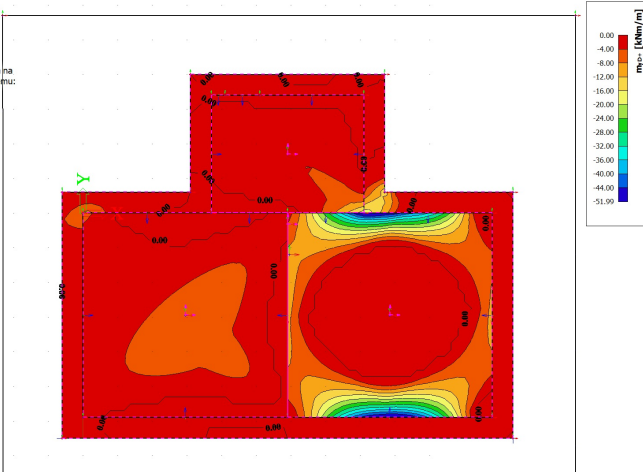
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



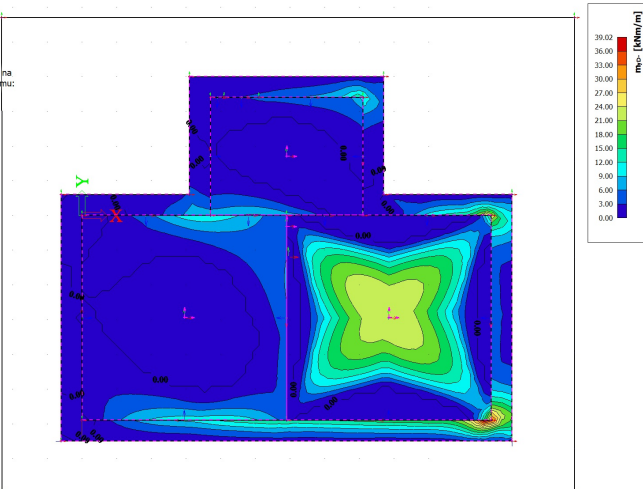
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

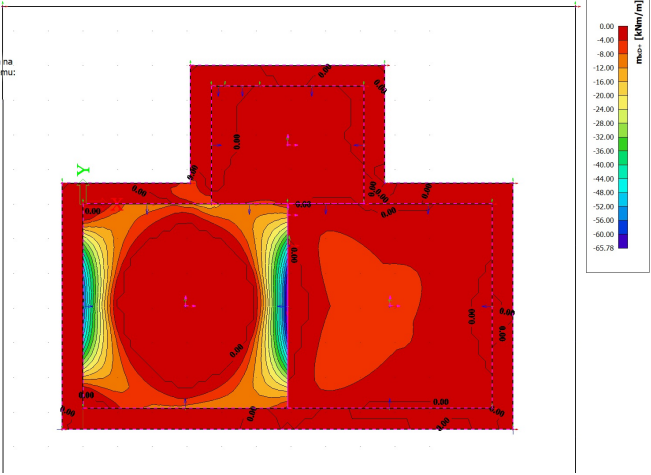
2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS2
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



3.ZS - Tlak vody v nádrži N2

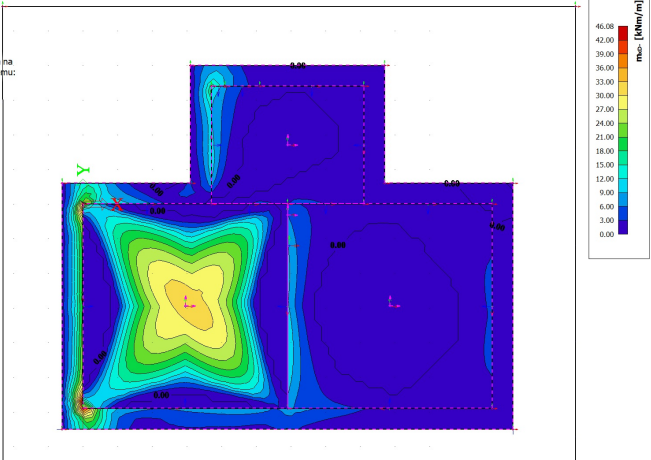
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS3
Extrem: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



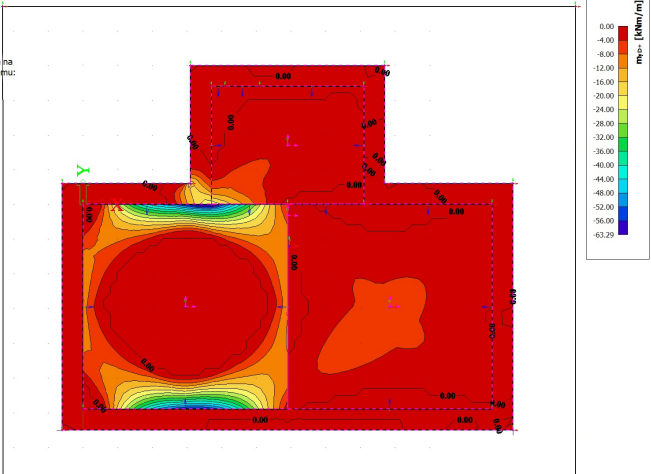
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS3
Extrem: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



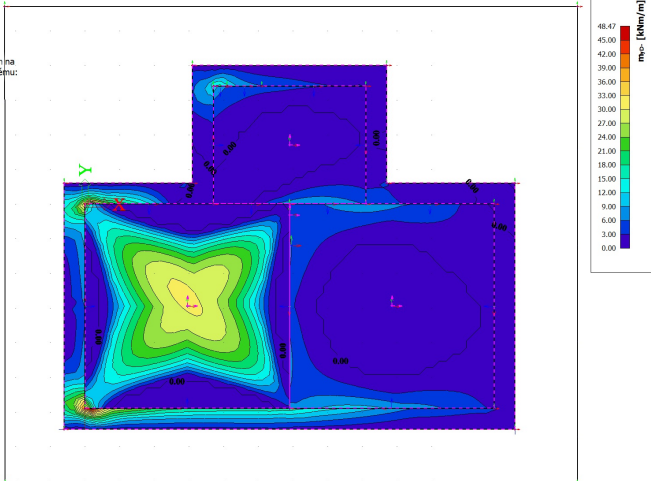
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS3
Extrem: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

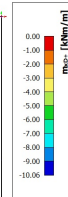
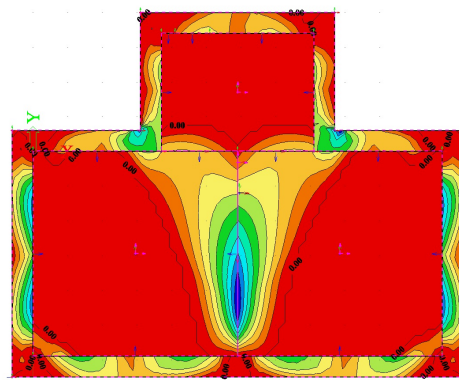
2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS3
Extrem: Ne
Výběr: S1_S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



4.ZS - Zemní tlaky na nádrž

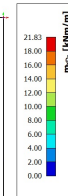
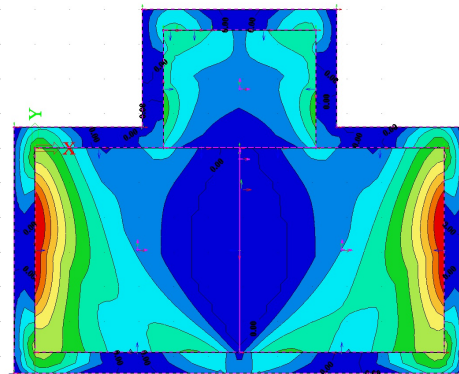
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S1_54
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



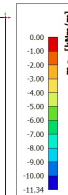
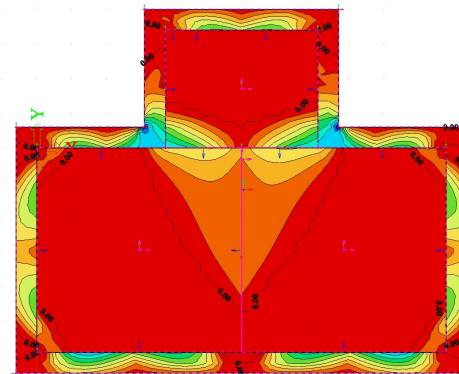
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S1_54
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



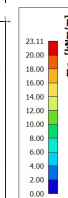
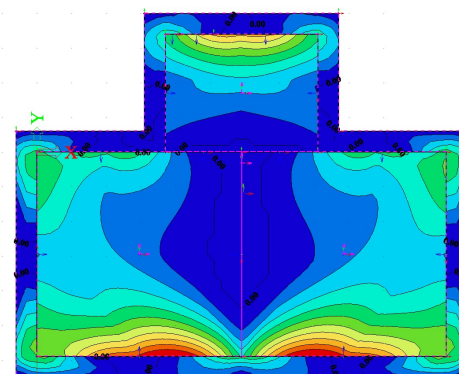
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S1_54
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

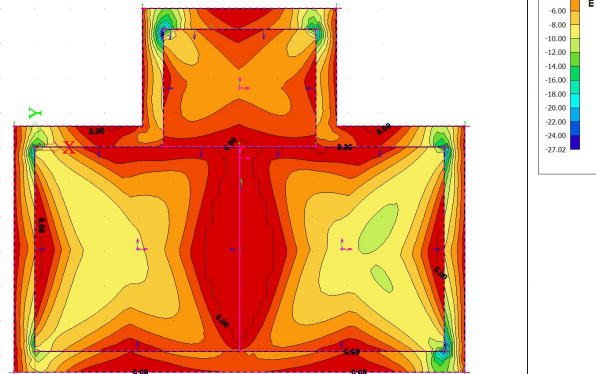
2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z54
Extrém: Ne
Výběr: S1_54
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



5.ZS - Vztlak

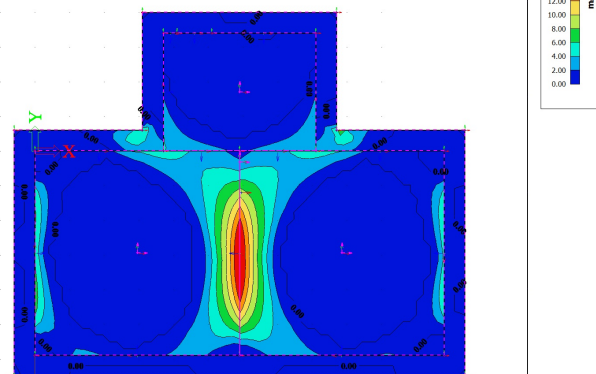
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



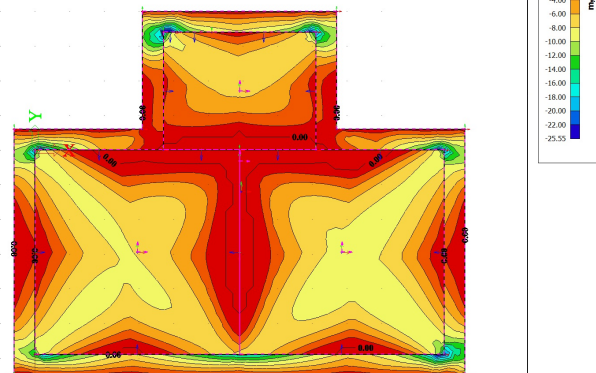
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



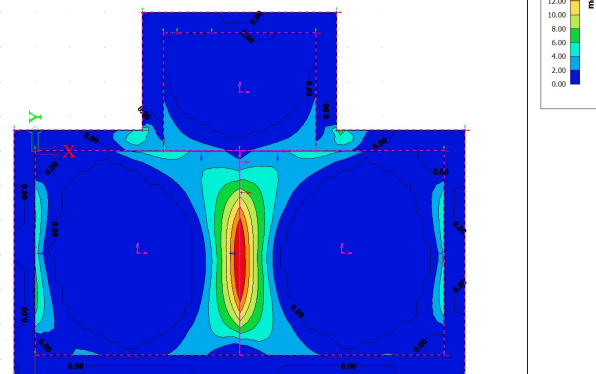
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{yy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

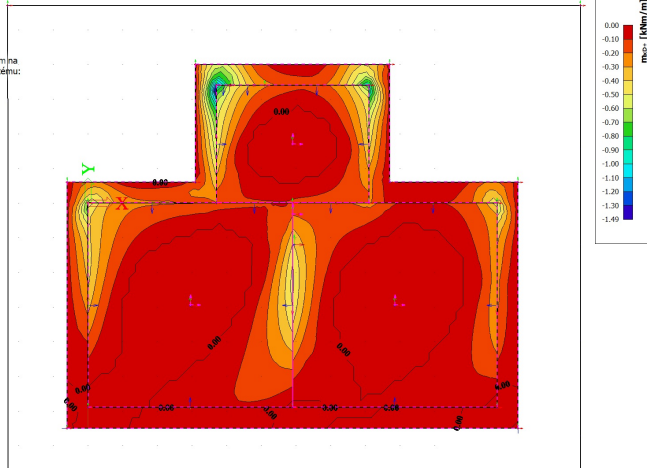
2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{yy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z55
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



6.ZS - Plošné proměnné na desku

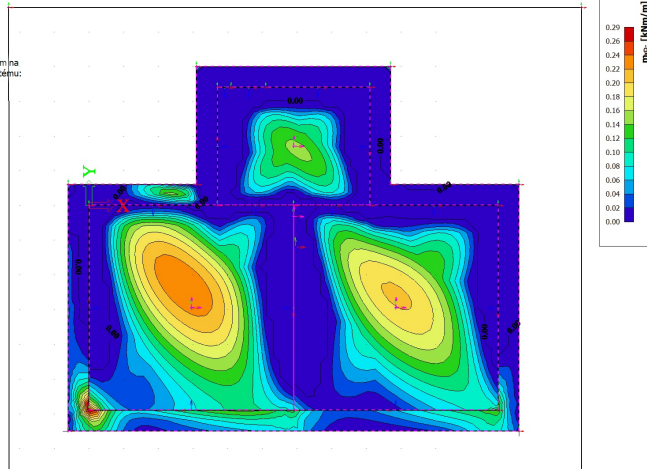
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému:
LSS-Plochy



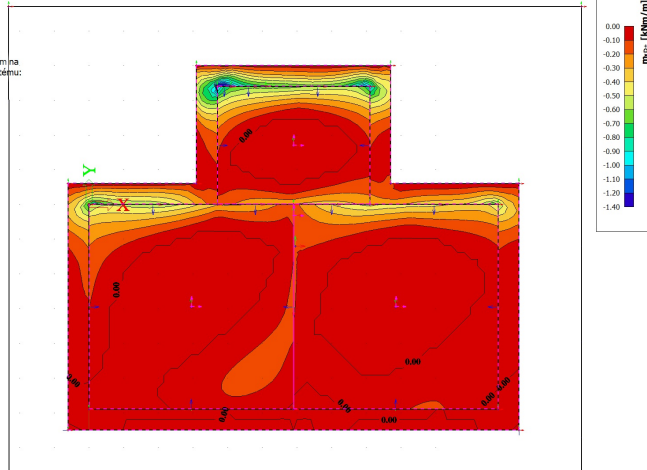
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému:
LSS-Plochy



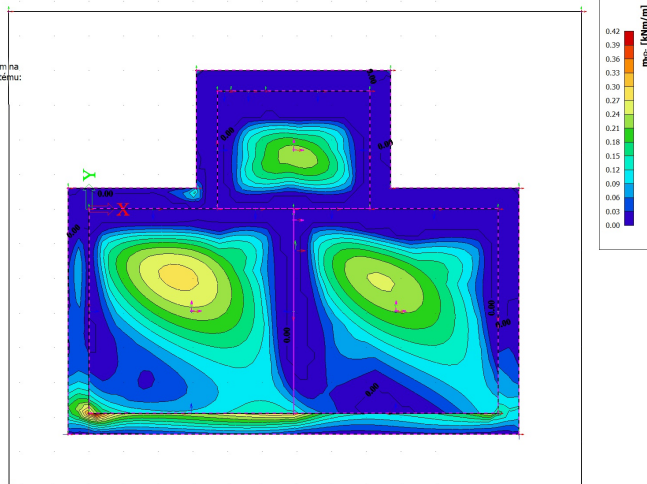
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xy}
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: Z56
Extrém: Ne
Výběr: S1..S4
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému:
LSS-Plochy



2.5. Porovnání ručních metod s programem, 1.RM, 2.RM, 3MKP

1. Ruční metoda - Tabulky desek a stěn
2. Ruční metoda - Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky
3. Metoda konečných prvků Scia Engineer

		Ruční výpočet			Rozdíl max momentů (SCIA/Bareš) [%]
		Zich/Bažant	Ruční výpočet Bareš	Scia	
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	
Větší nádrže					
Tlak vody	Momenty ve vodorovném směru				
	Moment v poli	42,787	18,602	25,8	28%
	Moment v rohu	-85,575	-37,595	-53,65	30%
	Momenty ve svislém směru				
	Moment v patě st	-81,586	-103,94	-77,03	35%
Zemní tlak	Momenty ve vodorovném směru				
	Moment v poli	60,203	17,442	17,8	2%
	Moment v rohu	-120,405	-35,262	-42,28	17%
	Momenty ve svislém směru				
	Moment v patě st	-114,791	-43,329	-34,26	26%
Menší nádrž/delší stěna					
Zemní tlak	Momenty ve vodorovném směru				
	Moment v poli	102,888	8,346	12,03	31%
	Moment v rohu	-36,49	-16,867	-23,15	27%
	Momenty ve svislém směru				
	Moment v patě st	-28,757	-27,561	-20,96	31%
Menší nádrž/kratší stěna					
Zemní tlak	Momenty ve vodorovném směru				
	Moment v poli	76,136	8,356	8,89	6%
	Moment v rohu	-36,49	-17,993	-21,92	18%
	Momenty ve svislém směru				
	Moment v patě st	-50,158	-11,723	-11,18	5%

V 1. případě byly porovnány hodnoty všech tří metod. Při porovnání je zřejmé, že 1. ruční metoda se velmi vymyká oproti hodnotám 2. ruční a 3. MKP.

Proto s ní dále neuvažuji.

Hodnoty 2. a 3. metody se liší maximálně o 35%, průměrně však pouze o 21%, což lze považovat za vhodnou odchylku, vzhledem k daným podmínkám.

Vytvořil ještě jednu tabulku, která porovnává 2. ruční metodu Bareše a Metodu konečných prvků, abychom zjistili více dopodrobna, jak moc se oproti sobě liší pouze tyto dvě metody výpočtů.

Ve Scii jsem vytvořil řezy stěn tak, aby byla stěna rozdělena na 5 stejných částí po výšce, abych dostal hodnoty ze SCII ve stejných místech jako jsou počítány ruční Barešovou metodou. Z těchto řezů jsem následně vypisoval hodnoty do tabulky:

		Bareš	Scia	Rozdíl			Bareš	Scia	Rozdíl
Větší nádrž		[kNm]	[kNm]	[%]	Technická místnost delší stěna		[kNm]	[kNm]	[%]
Tlak vody	Vodorovný směr x				Zemní tlak	Vodorovný směr x			
	Moment v rohu					Moment v rohu			
		-35,245	-30,04	17%			-15,813	-10,88	45%
		-37,595	-44,8	16%			-16,867	-17,79	5%
		-37,007	-53,65	31%			-16,603	-22,49	26%
		-30,35	-50,86	40%			-13,616	-23,15	41%
		-14,098	-25,89	46%			-6,325	-15,93	60%
		0	-12,19	100%			0	3,46	100%
	Moment v poli					Moment v poli			
		18,602	21,55	14%			8,346	7,53	11%
		17,818	23,6	25%			7,994	10,63	25%
		16,448	25,8	36%			7,379	12,03	39%
		11,944	22,48	47%			5,359	10,61	49%
		2,937	8,75	66%			1,318	5,46	76%
		0	-14,45	100%			0	3,01	100%
	Svislý směr y					Svislý směr y			
	Moment ve svislém řezu					Moment ve svislém řezu			
		0	0,31	100%			0	3,24	100%
		11,925	6,35	88%			3,162	6,71	53%
		24,739	15,93	55%			6,56	10,82	39%
		25,451	20,15	26%			6,749	12,88	48%
		6,229	2,35	165%			1,652	5,11	68%
		-103,939	-77,03	35%			-27,561	-20,96	31%
Zemní tlak	Vodorovný směr x				Technická místnost kratší stěna				
	Moment v rohu				Zemní tlak	Vodorovný směr x			
		-33,058	-1,37	2313%		Moment v rohu			
		-35,262	-12,8	175%			0	-0,42	100%
		-34,711	-26,35	32%			-3,904	-1,78	119%
		-28,467	-42,28	33%			-10,003	-8,13	23%
		-13,223	-39,63	67%			-17,993	-20,61	13%
		0	-6,22	100%			-15,615	-21,92	29%
	Moment v poli					Moment v poli			
		17,447	5,62	210%			0	0,1	100%
		16,712	8,08	107%			1,891	0,27	600%
		15,427	13,14	17%			5,063	2,21	129%
		11,203	17,80	37%			8,356	7,02	19%
		2,755	13,74	80%			6,282	8,89	29%
		0	5,00	100%			0	1,32	100%
	Svislý směr y					Svislý směr y			
	Moment ve svislém řezu					Moment ve svislém řezu			
		0	0,04	100%			0	0,31	100%
		4,971	1,17	325%			-0,371	1,08	134%
		10,313	3,98	159%			0,668	-1,63	141%
		10,61	13,69	22%			3,265	3,26	0%
		2,597	14,23	82%			3,71	8,8	58%
		-43,329	-34,26	26%			-11,723	-11,18	5%

Z hodnot můžeme vidět odlišnosti v hodnotách. Průběh zatížení je ale podobný u obou metod, pouze u Zemního tlaku na Větší nádrž je odchylka momentů na horním povrchu stěny, která bude nejspíše způsobena uvažováním 3D prostoru ve SCII. Svůj vliv mohou mít i ostatní faktory uvažované níže.

Závěr:

Z porovnání Dvou metod ručních a metody MKP z programu Scia můžeme vidět zřetelné výkyvy hodnot momentů v poli i v rozích, nejvíce u metody Zich/Bažant.

Nejpřesněji z metod počítá metoda MKP z programu Scia.

U dvou ručních metod dochází k nesrovnalostem díky různým vlivům.

U metody první mohou mít za následek odlišných hodnot od MKP například nepřesné uvažování obou nádrží jako „Vysokých nádrží“ nebo to že se nejedná o nádrže, kde výškový rozměr výrazně přesahuje rozměry půdorysné, jak je v knize uvedeno. Další vliv může mít také to, že nádrž není jednoduchá o pouze jedné komoře, ale skládá se ze tří částí, které na sebe vzájemně působí. Důvodem největšího výkyvu momentů u Technické místnosti je i nepřesné uložení horního konce stěn. V knize se uvažuje s volnými konci, v modelu je uvažováno s kloubovým napojením na stropní desku.

U druhé ruční metody je to například absence 3D prostoru - vlivu okolních napojených stěn a desek nádrže a celkové zanedbání složitosti počítané konstrukce. Také vetknutí v této metodě je považováno za zcela tuhé, čehož není reálné dosáhnout u MKP. Další problém může být přetížení od zeminy, která v této metodě není definována přesnou výškou, pouze zatížením do $1/3$ případně $2/3$.

V dalších výpočtech je počítáno s metodou konečných prvků z programu Scia Engineer.

3.1. Kombinační klíč

Mezní stavy únosnosti:

	MSÚ - dle tab. A.2 ČSN EN 1991-4			MSP - dle tab. A.5 ČSN EN 1991-4	
Kombinační součinitele stropní deska					
	MSÚ			MSP	
	$\gamma_{g,q}$	ξ	$\Psi_{0,i}$	γ	$\Psi_{2,i}$
ZS1	1,35	0,9		1	
ZS6	1,5		0,7	0,3	

	MSÚ - dle tab. A.2 ČSN EN 1991-4			MSP - dle tab. A.5 ČSN EN 1991-4	
Kombinační součinitele stěny					
	MSÚ			MSP	
	$\gamma_{g,q}$	ξ	$\Psi_{0,i}$	γ	$\Psi_{2,i}$
ZS1	1,35	0,9		1	
ZS2	1,35		1		0,8
ZS3	1,35		1		0,8
ZS4	1,35	0,9		1	
ZS5	1,5		0,7	0,3	
ZS6	1,5		0,7	0,3	

	MSÚ - dle tab. A.2 ČSN EN 1991-4			MSP - dle tab. A.5 ČSN EN 1991-4	
Kombinační součinitele základové desky					
	MSÚ			MSP	
	$\gamma_{g,q}$	ξ	$\Psi_{0,i}$	γ	$\Psi_{2,i}$
ZS1	1,35	0,9		1	
ZS2	1,35		1		0,8
ZS3	1,35		1		0,8
ZS4	1,35	0,9		1	
ZS5	1,5		0,7	0,3	
ZS6	1,5		0,7	0,3	

Mezní stavy únosnosti:

$$6.10a \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{g,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{q,j} \psi_{0,i} Q_{k,1} + \sum_{\tilde{i} \geq 1} \gamma_{q,\tilde{i}} \psi_{0,\tilde{i}} Q_{k,\tilde{i}}$$

$$6.10b \quad \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{g,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{q,j} Q_{k,1} + \sum_{\tilde{i} \geq 1} \gamma_{q,\tilde{i}} \psi_{0,\tilde{i}} Q_{k,\tilde{i}}$$

Mezní stavy použitelnosti:

Charakteristická kombinace:

$$6.14b \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{\tilde{i} \geq 1} \psi_{0,\tilde{i}} Q_{k,\tilde{i}}$$

Kvazistálá kombinace:

$$6.16b \quad \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{\tilde{i} \geq 1} \psi_{2,\tilde{i}} Q_{k,\tilde{i}}$$

pozn. Byly vybrány
pouze nejhorší
očekávané kombinace a
hůře vycházející, z
rovníc 6.10a, 6.10b

3.2. Kombinace pro MSÚ

Stropní deska

K1: ZS1 + ZS6

$$G.10_a: 1,35 \cdot ZS1 + 1,5 \cdot ZS6 \cdot 0,7 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot 1,35 ZS1 + 1,5 ZS6$$

Stěny

prázdná nádrž/zasypaná (bez vztlaku)

K2: ZS1 + ZS4 + ZS6

$$G.10_a: 1,35(ZS1 + ZS4) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot ZS6 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot (ZS1 + ZS4) + 1,5 \cdot ZS6$$

plná nádrž/nezasypaná

K3: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6

$$G.10_a: 1,35 ZS1 + 1,35(ZS2 + ZS3) + 1,5 \cdot 0,7 ZS6 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot 1,35 ZS1 + 1,35(ZS2 + ZS3) + 1,5 ZS6$$

jedna plná/jedna prázdná/nezasypaná

K4: ZS1 + ZS3 + ZS6

$$G.10_a: 1,35 ZS1 + 1,35 ZS3 + 1,5 ZS6 \cdot 0,7 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot 1,35 ZS1 + 1,35 ZS3 + 1,5 ZS6$$

Základová deska

prázdná nádrž/zasypaná (se vztlakem)

K5: ZS1 + ZS4 + ZS5 + ZS6

$$G.10_a: 1,35(ZS1 + ZS4) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (ZS5 + ZS6)$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot (ZS1 + ZS4) + 1,5 \cdot (ZS5 + ZS6) \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

plná nádrž/nezasypaná

K6: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6

$$G.10_a: 1,35(ZS1) + 1,35(ZS2 + ZS3) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot ZS6 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot 1,35(ZS1) + 1,35 \cdot (ZS2 + ZS3) + 1,5 ZS6$$

jedna plná/jedna prázdná/nezasypaná

K7: ZS1 + ZS3 + ZS6

$$G.10_a: 1,35 ZS1 + 1,35(ZS3) + 1,5 \cdot 0,7 ZS6 \quad \bullet \text{ ROZHODUJÍCÍ'}$$

$$G.10_b: 0,9 \cdot 1,35 ZS1 + 1,35(ZS3) + 1,5 ZS6$$

3.3. Kombinace pro MSP

Stropní deska

K1: ZS1 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot ZS1 + 0,7 \cdot ZS6$$

$$KVAZI : 1 \cdot ZS1 + 0,3 \cdot ZS6$$

Stěny

prázdná nádrž/zasypaná (bez vztlaku)

K2: ZS1 + ZS4 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot (ZS1 + ZS4) + 0,7 \cdot ZS6$$

$$KVAZI : 1 \cdot (ZS1 + ZS4) + 0,3 \cdot ZS6$$

plná nádrž/nezasypaná

K3: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0,7 \cdot ZS6$$

$$KVAZI : 1 \cdot ZS1 + 0,8 \cdot (ZS2 + ZS3) + 0,3 \cdot ZS6$$

jedna plná/jedna prázdná/nezasypaná

K4: ZS1 + ZS3 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot ZS1 + ZS3 + ZS6 \cdot 0,7$$

$$KVAZI : 1 \cdot ZS1 + 0,8 \cdot ZS3 + 0,3 \cdot ZS6$$

Základová deska

prázdná nádrž/zasypaná (se vztlakem)

K5: ZS1 + ZS4 + ZS5 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot (ZS1 + ZS4) + 0,7 \cdot (ZS5 + ZS6)$$

$$KVAZI : 1 \cdot (ZS1 + ZS4) + 0,3 \cdot (ZS5 + ZS6)$$

plná nádrž/nezasypaná

K6: ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0,7 \cdot ZS6$$

$$KVAZI : 1 \cdot ZS1 + 0,8 \cdot (ZS2 + ZS3) + 0,3 \cdot ZS6$$

jedna plná/jedna prázdná/nezasypaná

K7: ZS1 + ZS3 + ZS6

$$CHAR : 1 \cdot ZS1 + ZS3 + ZS6 \cdot 0,7$$

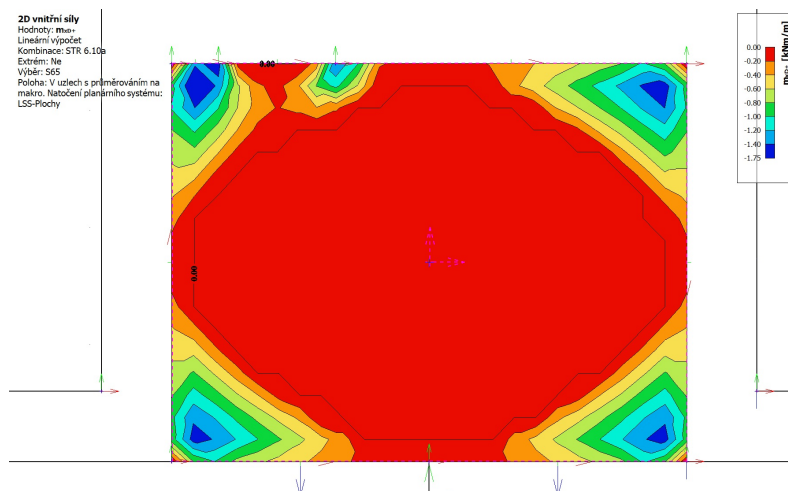
$$KVAZI : 1 \cdot ZS1 + 0,8 \cdot ZS3 + 0,3 \cdot ZS6$$

3.4. Vykreslení kombinací

Stropní deska
K1:

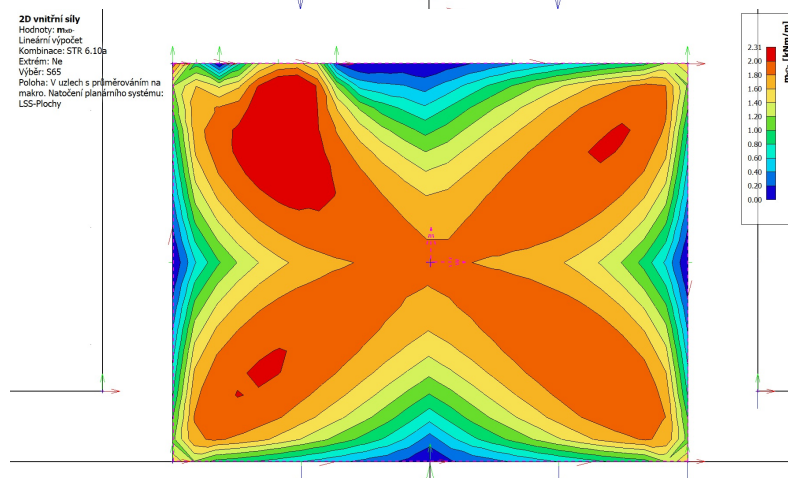
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Kombinace: STR 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 565
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



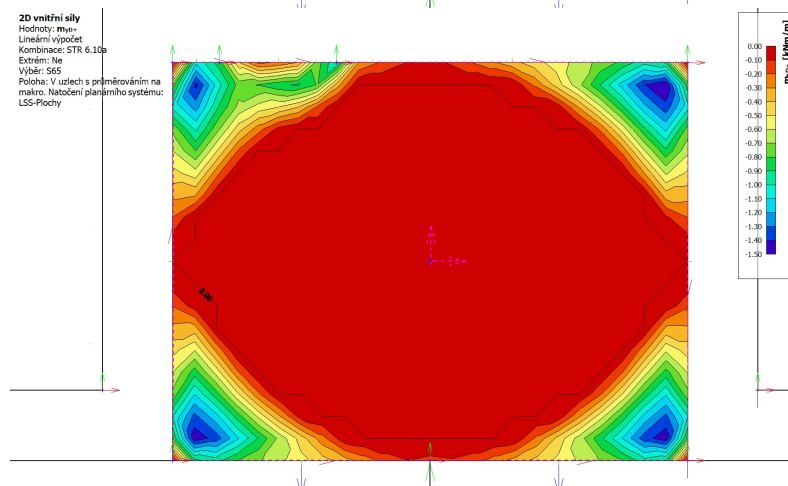
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{xx}
Lineární výpočet
Kombinace: STR 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 565
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



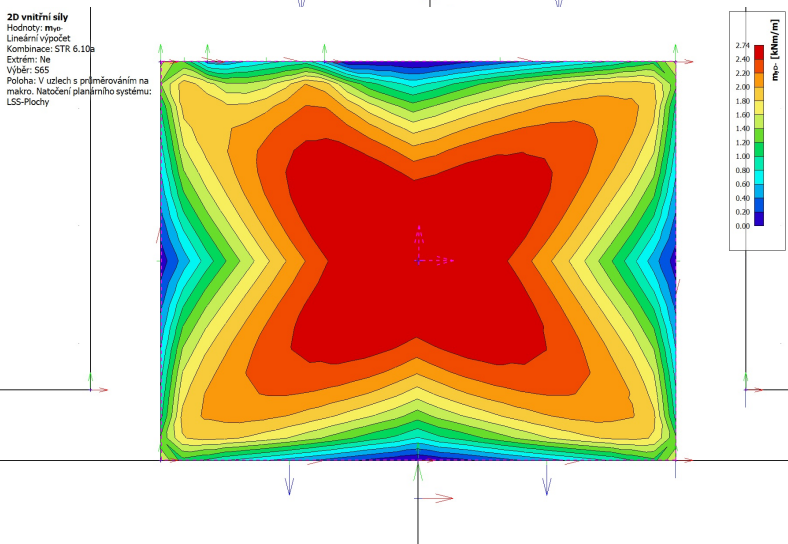
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{yy}
Lineární výpočet
Kombinace: STR 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 565
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

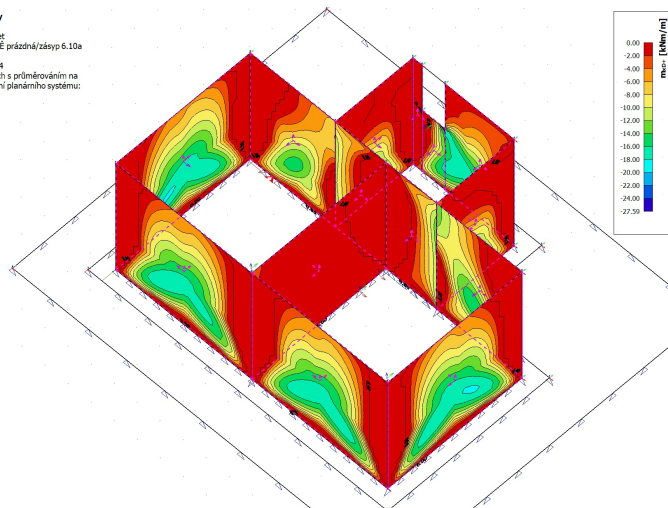
2D vnitřní síly
Hodnoty: m_{yy}
Lineární výpočet
Kombinace: STR 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 565
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



Stěna
K2:

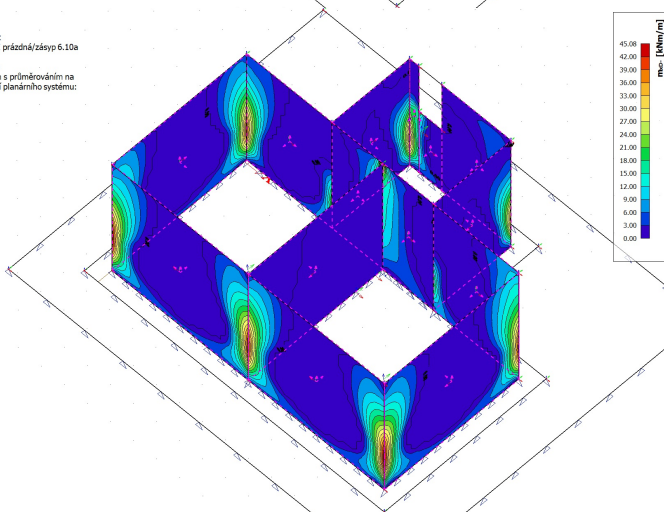
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ prázdná/zásyp 6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



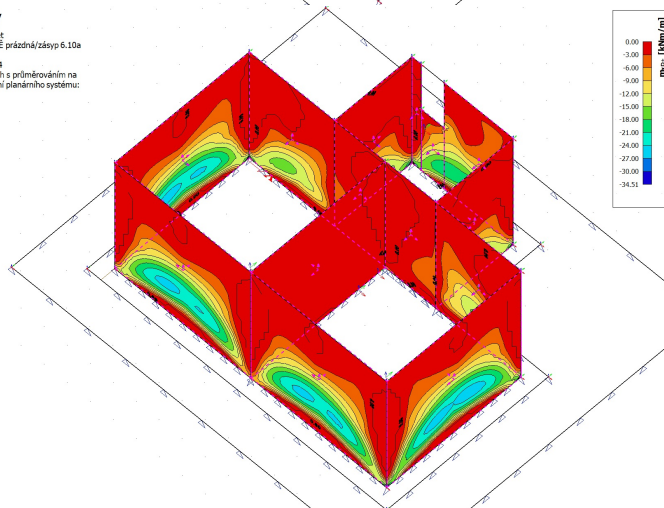
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ prázdná/zásyp 6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



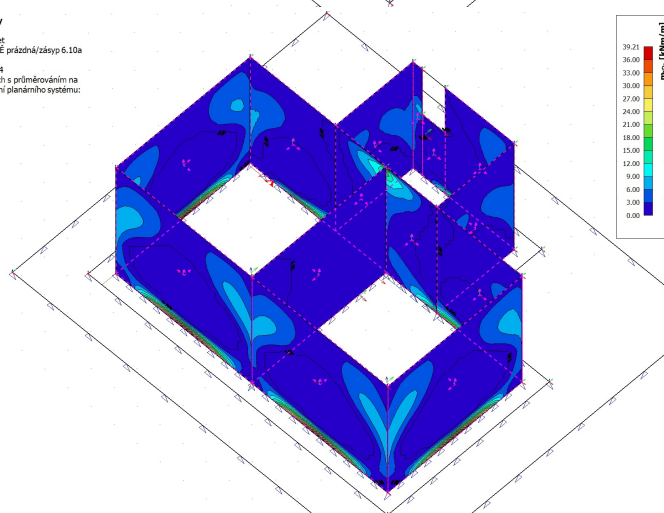
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ prázdná/zásyp 6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

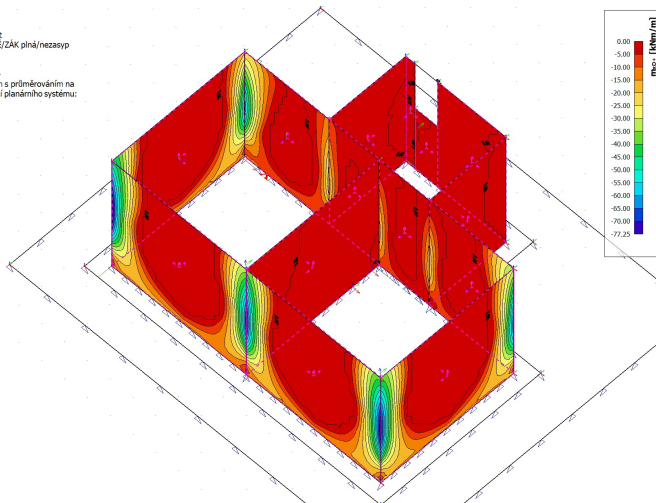
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ prázdná/zásyp 6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S51_S64
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Nátocení planárního systému: LSS-Plochy



Stěny
K3:

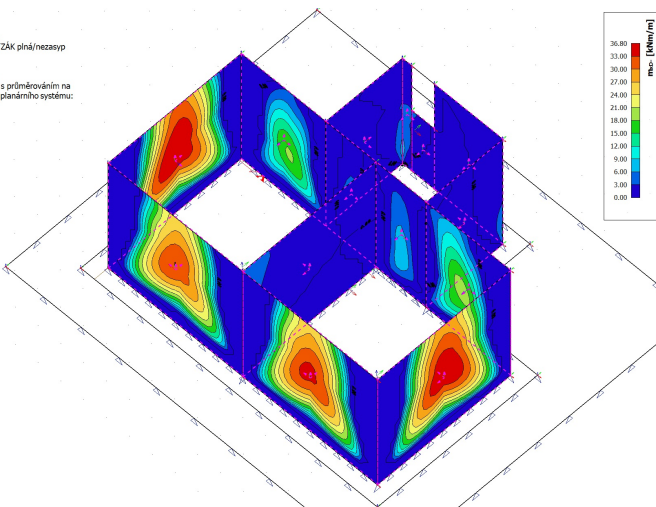
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: max
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: 551_564
Polooha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



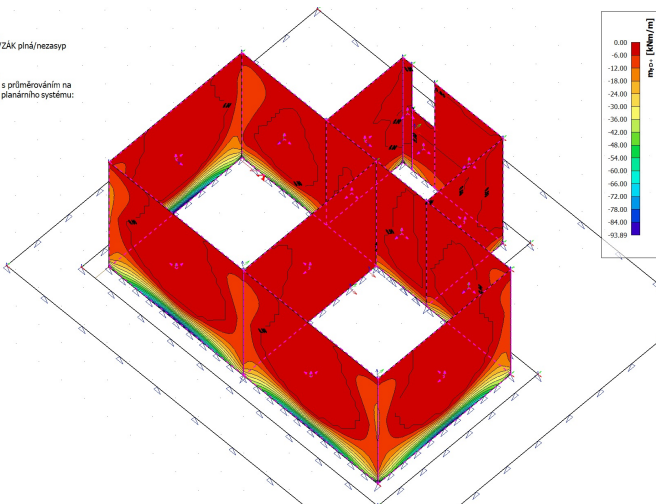
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: max
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: 551_564
Polooha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



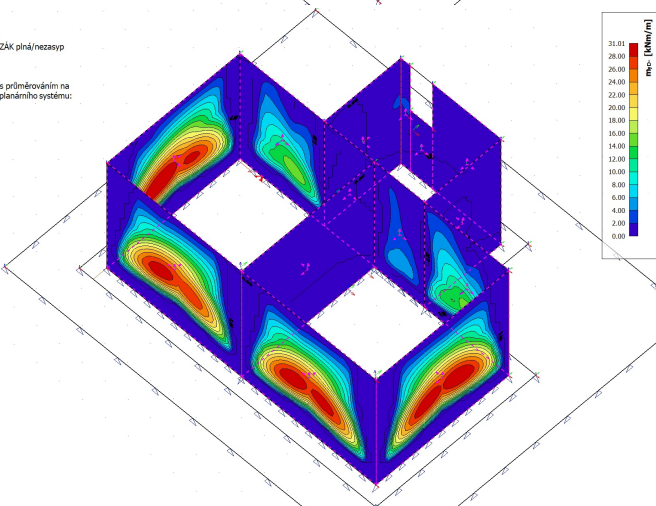
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: max
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: 551_564
Polooha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



myD-

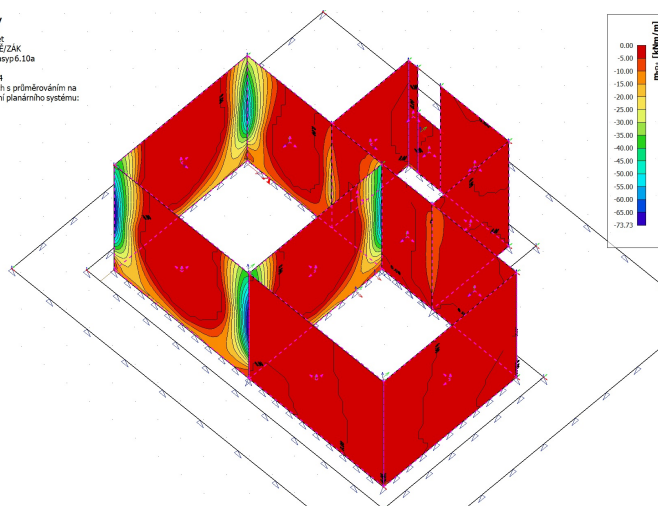
2D vnitřní síly
Hodnoty: max
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: 551_564
Polooha: V uzlech s průměrováním na makro. Natočení planárního systému: LSS-Plochy



Stěny
K4:

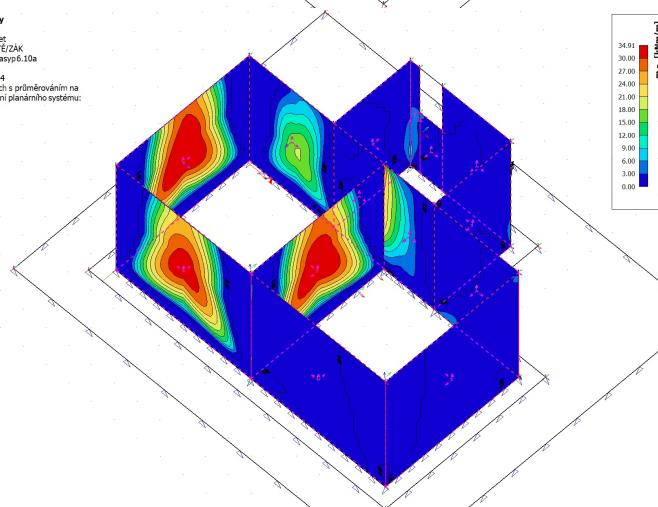
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK
jednapřná/nezasyp6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 551..564
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžní planární systém:
LSS-Plochy



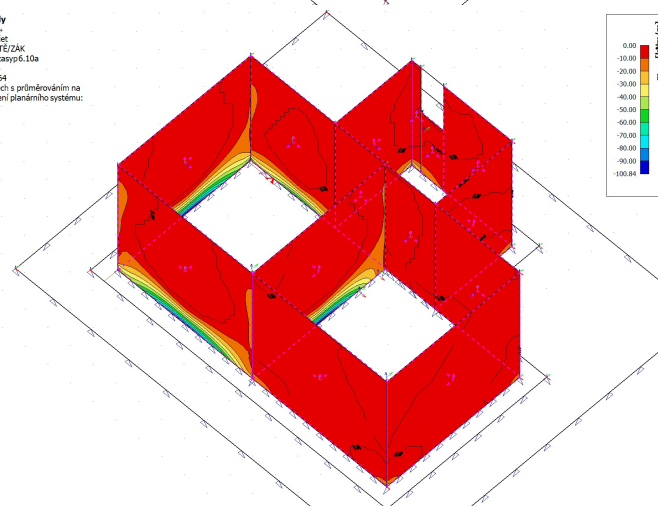
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK
jednapřná/nezasyp6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 551..564
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžní planární systém:
LSS-Plochy



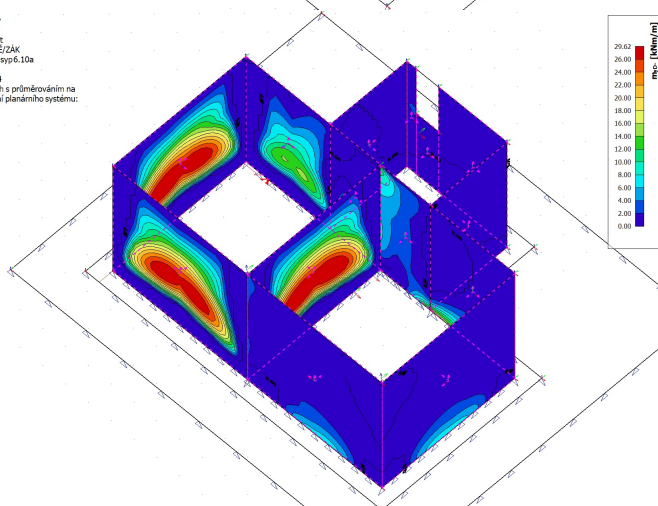
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK
jednapřná/nezasyp6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 551..564
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžní planární systém:
LSS-Plochy



myD-

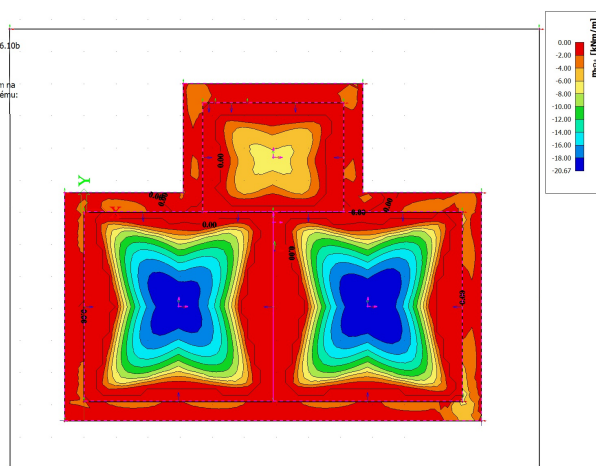
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN/m
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK
jednapřná/nezasyp6.10a
Extrém: Ne
Výběr: 551..564
Položka: V uzlech s průměrováním na makro. Nátěžní planární systém:
LSS-Plochy



Základová
deska
K5:

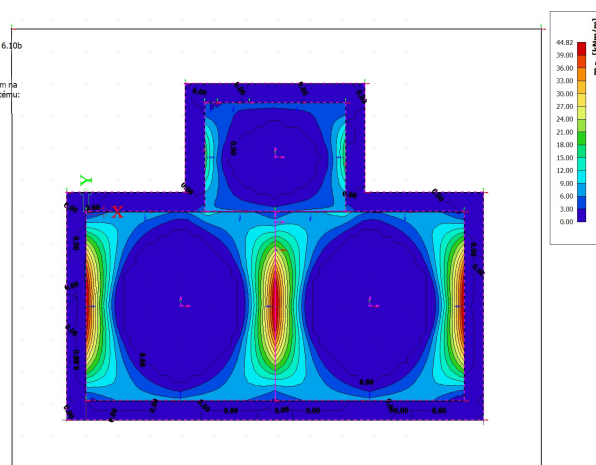
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Kombinace: ZAK, prázdná/zásep 6.10b
+ vztlak
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



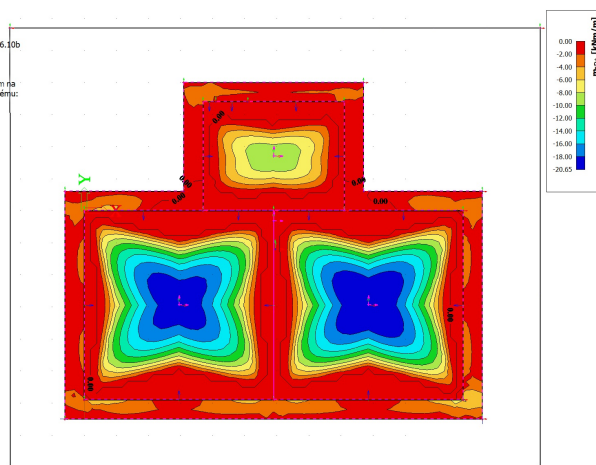
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mxx
Lineární výpočet
Kombinace: ZAK, prázdná/zásep 6.10b
+ vztlak
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



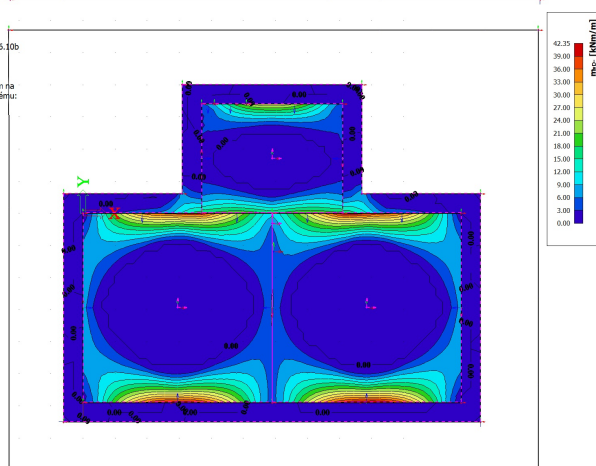
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Kombinace: ZAK, prázdná/zásep 6.10b
+ vztlak
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

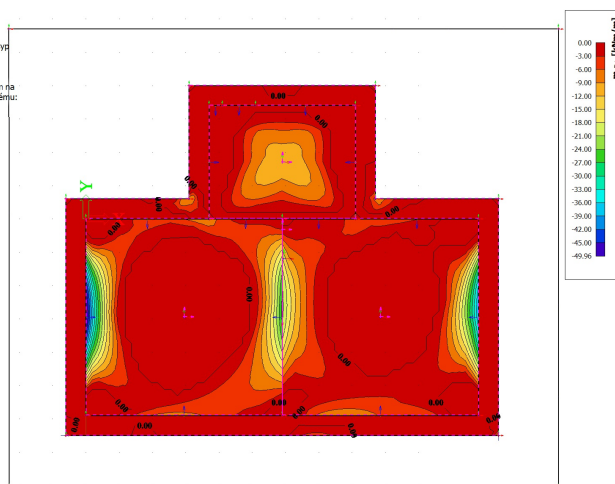
2D vnitřní síly
Hodnoty: myy
Lineární výpočet
Kombinace: ZAK, prázdná/zásep 6.10b
+ vztlak
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



Základová
deska
K6:

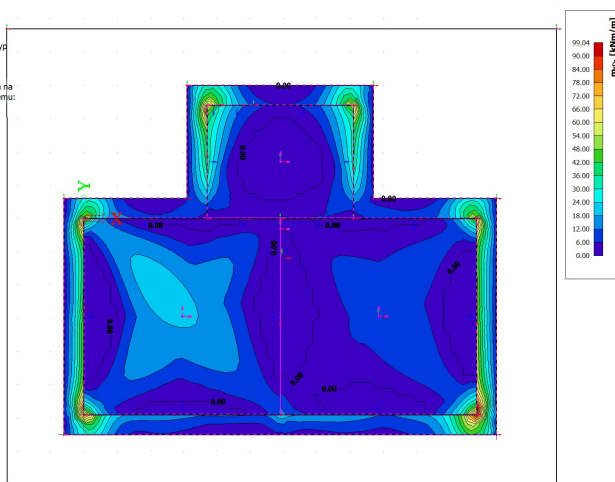
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S1..S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



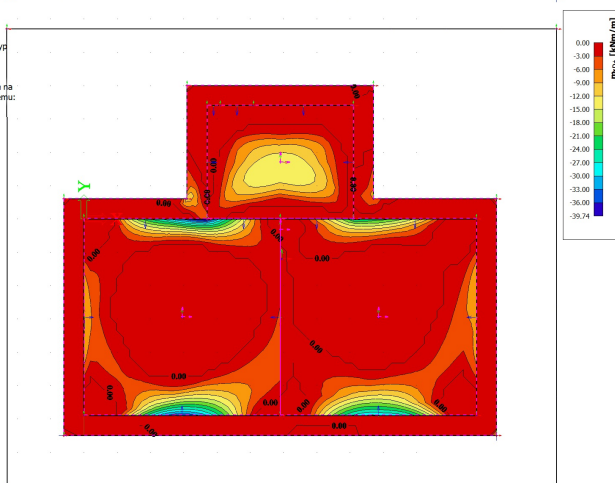
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S1..S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



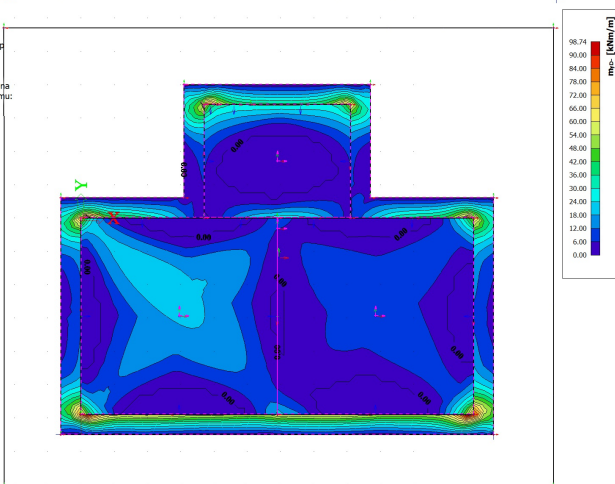
myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S1..S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

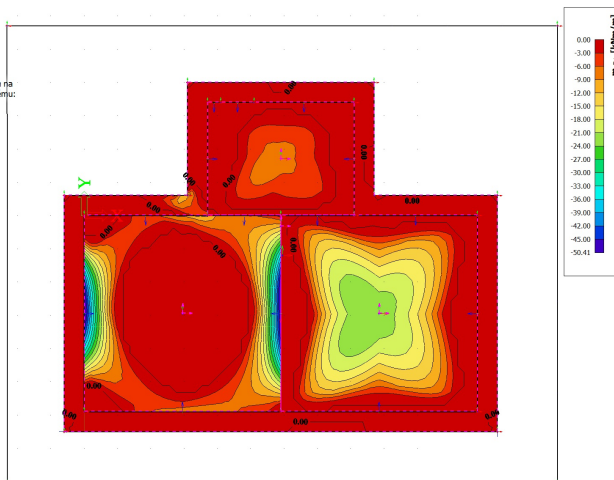
2D vnitřní síly
Hodnoty: mN
Lineární výpočet
Kombinace: STE/ZAK plná/nezasyp
6.10a
Extrem: Ne
Výběr: S1..S4
Položka: V uzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



Základová
deska
K7:

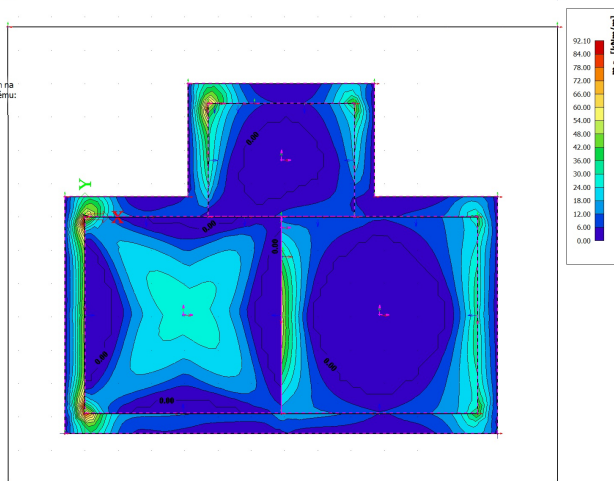
mxD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK
jednaplná/nezasyp 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V úzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



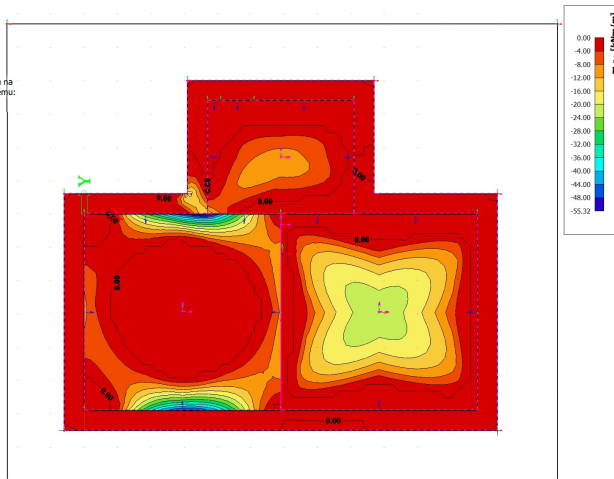
mxD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK
jednaplná/nezasyp 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V úzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



myD+

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK
jednaplná/nezasyp 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V úzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy



myD-

2D vnitřní síly
Hodnoty: mve
Lineární výpočet
Kombinace: STĚ/ZÁK
jednaplná/nezasyp 6.10a
Extrém: Ne
Výběr: S1_S4
Položka: V úzlech s průměrováním na
makro. Natožení planárního systému:
LSS-Plochy

