

0.000 = + 264,94 m n.m.

Upozornění:

- Projektová dokumentace je vypracována ve stupni pro povolení záměru. Projektová dokumentace nenahrazuje prováděcí dokumentaci a není určena k provádění stavby
- Při výstavbě musí být dodrženy předpisy a technické normy dle platných ČSN a technické normy platné v České republice
- Pokud dojde při provádění k nejasnostem nebo nepředvídaným okolnostem je nutné neprodleně informovat projektanta a upřesnit další postup prací

| | | | | | |
|--------------------------------|---|--------------------|-----------------|--|---------------------------------|
| HL. PROJEKTANT | | VED. PROJEKCE | VYPRACOVAL | Ing. Přemysl Socha <small>Náměstí T.G.Masaryka 41, Dašice, 533 03 +420 607 212 567 IČO: 74875353</small> | |
| Ing. Přemysl Socha | | Ing. Přemysl Socha | kolektiv autorů | | |
| | | | | | |
| OBJEDNATEL | Obec Libodřice, Libodřice 55,280 02 Kolín | | | FORMÁT | A4 |
| MÍSTO STAVBY | Libodřice, parc. č. 1021 | | | DATUM | 12/2024 |
| Rozšíření ČOV Libodřice | | | | ÚČEL | DPZ |
| | | | | MĚŘÍTKO | |
| | | | | Č. ZAKÁZKY | 20240201 |
| | | | | Č. ARCHIVNÍ | |
| <i>Statické posouzení</i> | | | | ČÍSLO KOPIE | ČÍSLO VÝKRESU D.1.2.1 |

Rozšíření ČOV Libodřice

D.2. Stavebně konstrukční řešení

Dokumentace pro stavební povolení

V Praze, prosinec 2024

Ing. Alexandr Cedrych
tel. 702 300 284
mail: acedrych@volny.cz



Rozšíření ČOV Libodřice

D.2. Stavebně konstrukční část

Dokumentace pro stavební povolení

Zpracovatel části: Ing. Alexandr Cedrych
statická a projekční kancelář
Ruská 102
100 00 Praha 10 – Vršovice

Obsah:

1. Technická zpráva
2. Statické posouzení

1. Technická zpráva

Popis konstrukcí:

Ve stavebně technické části projektu jsou navrženy a posouzeny nosné konstrukce ČOV.

Nádrž ČOV

Jedná se o rozšíření stávající ČOV. Nově je přistavěna nádrž půdorysných rozměrů 6,6 x 7,6 m. Vnitřní výška nádrže je 3,7 m.

Konstrukce je monolitická železobetonová z vodostavebního betonu. Dolní deska je tl. 400 mm, stěny obvodové tl. 300 mm. Použitý beton C30/37-XC4,XA1, ocel B500B, síť KARI.

Technologické spáry betonové konstrukce je nutné zajistit těsníci prvky (bentonitové pásy) pro zajištění vodonepropustnosti konstrukce vany.

Konstrukce vany je navržena na mezní stav únosnosti i dle omezení šířky trhlin (maximální šířka trhlin 0,17 mm – dle hladiny vody). Dále je dodržena konstrukční zásada pro omezení šířky trhlin na maximální vzdálenost vložek výztuže 150 mm.

Při výpočtu je uvažováno s variantním zatížením stěn – plné nádrže bez tlaku zeminy (bez zasypání) a prázdné nádrže se zasypáním zeminou.

Celkové řešení konstrukcí bude součástí projektu pro provedení stavby.

Pro výpočet je uvažována únosnost základové spáry $R_d = 150$ kPa. Uvedené hodnotě vyhovují běžné zeminy s výjimkou jemnozrnných zemin (hlíny a jíly) s měkkou až tuhou konzistencí. Doporučuji přejímku základové spáry kvalifikovaným geologem.

Při provádění zakládání dbát uvedených zásad:

- veškeré zemní práce provádět v klimaticky příznivém období s minimem srážek
- základovou spáru chránit zejména proti přítoku vod z okolního území
- v průběhu výstavby nenechat zatékat dešťovou vodu do podzákladí objektu.

Horní stavba

Stávající nádrže jsou zatíženy kontejnerem o celkové hmotnosti 2950 kg.

Uvažovaná zatížení:

- i) *Stálé* ... dle objemové tíhy
- ii) *Nahodilé*
 - ii-a) Sníh ... I. sněhová oblast ($s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$)
 - ii-b) Vítr ... II. větrná oblast ($v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$)
 - ii-c) Užité ... přetížení povrchů u nádrží ($5,0 \text{ kN/m}^2$)

Použité normy a podklady:

| | |
|-----------------|--|
| ČSN EN 1990 | - Zásady navrhování konstrukcí |
| ČSN EN 1991-1-1 | - Zatížení konstrukcí - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb |
| ČSN EN 1991-1-3 | - Zatížení konstrukcí - Zatížení sněhem |
| ČSN EN 1991-1-4 | - Zatížení konstrukcí - Zatížení větrem |
| ČSN EN 1992-1-1 | - Navrhování betonových konstrukcí |
| ČSN EN 1993-1-1 | - Navrhování ocelových konstrukcí |
| ČSN EN 1995-1-1 | - Navrhování dřevěných konstrukcí |
| ČSN EN 1996-1-1 | - Navrhování zděných konstrukcí |
| ČSN EN 1997-1-1 | - Navrhování geotechnických konstrukcí |
| ČSN 73 1004 | - Navrhování základových konstrukcí |
| ČSN EN 206-1 | - Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda |

Podklady stavební části projektu

Podklady výrobců stavební materiálů a výrobků

2. Statické výpočty

A) Zatížení konstrukcí

Výpočet zemního tlaku

Geometrické charakteristiky:

Výška stěny $H = 3,70 \text{ m}$

Výška zasypání $H_z = 3,70 \text{ m}$

Přítížení povrchu $q = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,00$

Zemina:

Objemová hmotnost $g = 18,00 \text{ kN/m}^3$

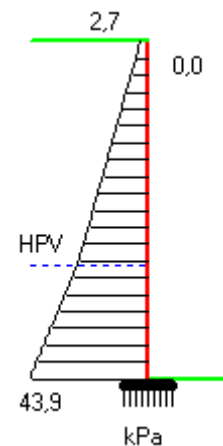
Úhel vnitřního tření $\phi = 28,0$

Soudržnost $c = 0,0$

Součinitel tlaku zeminy $K = 0,531$

Tlak v patě stěny $q_1 = 43,85 \text{ kPa}$

Tlak při povrchu $q_2 = 2,65 \text{ kPa}$



(tlak je uveden v charakteristických hodnotách, součinitel zatížení 1,35 bude zaveden ve výpočtu desky (stěny)).

Voda

Maximální uvažovaná výška vody $H = 3,5 \text{ m}$

tlak (charakteristické hodnota) $q_v = 35 \text{ kPa}$

Ostatní zatížení

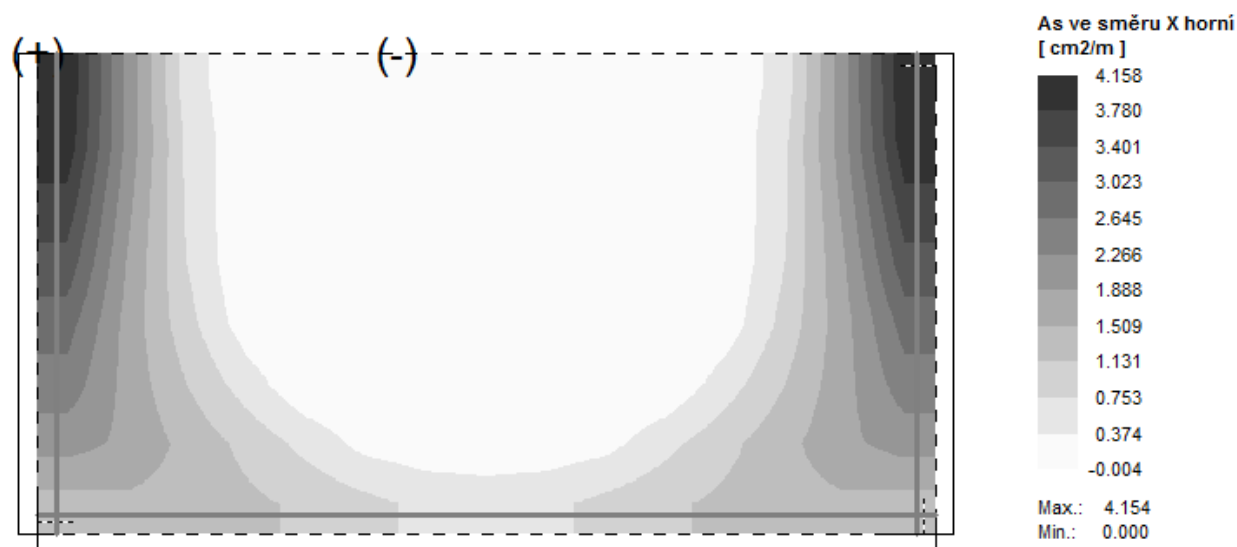
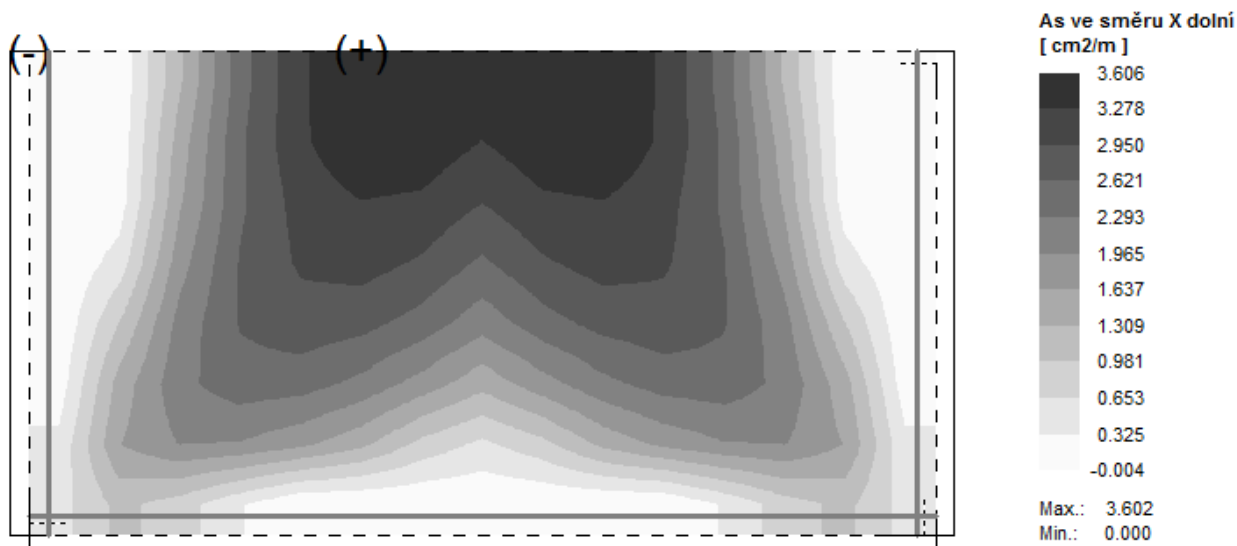
Stěny betonové $3,7 \times 0,3 \times 25 = 27,8 \text{ kN/m}$

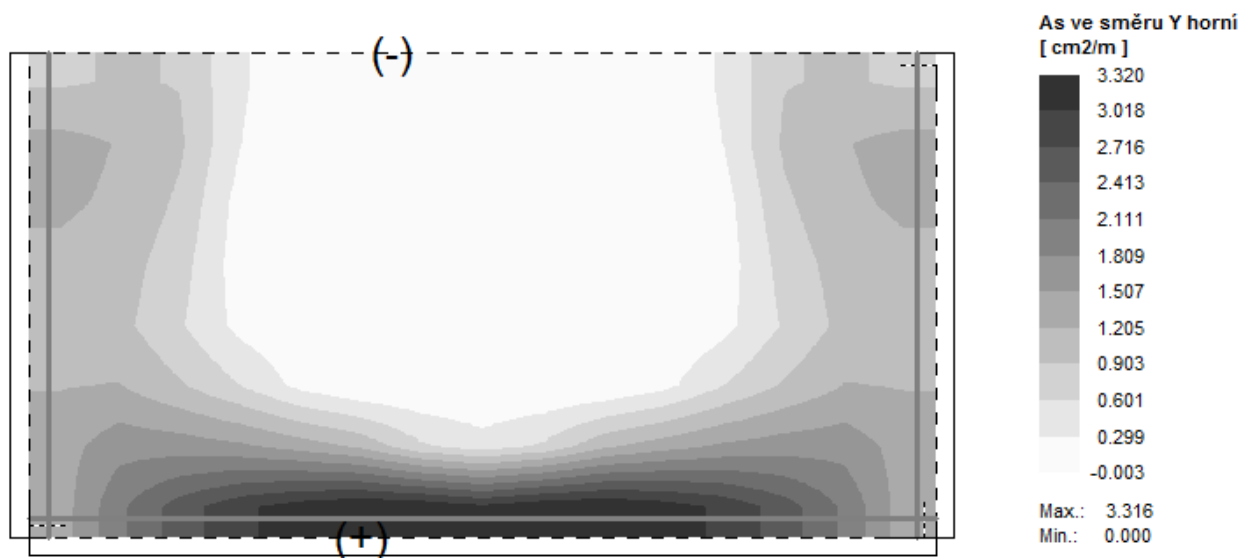
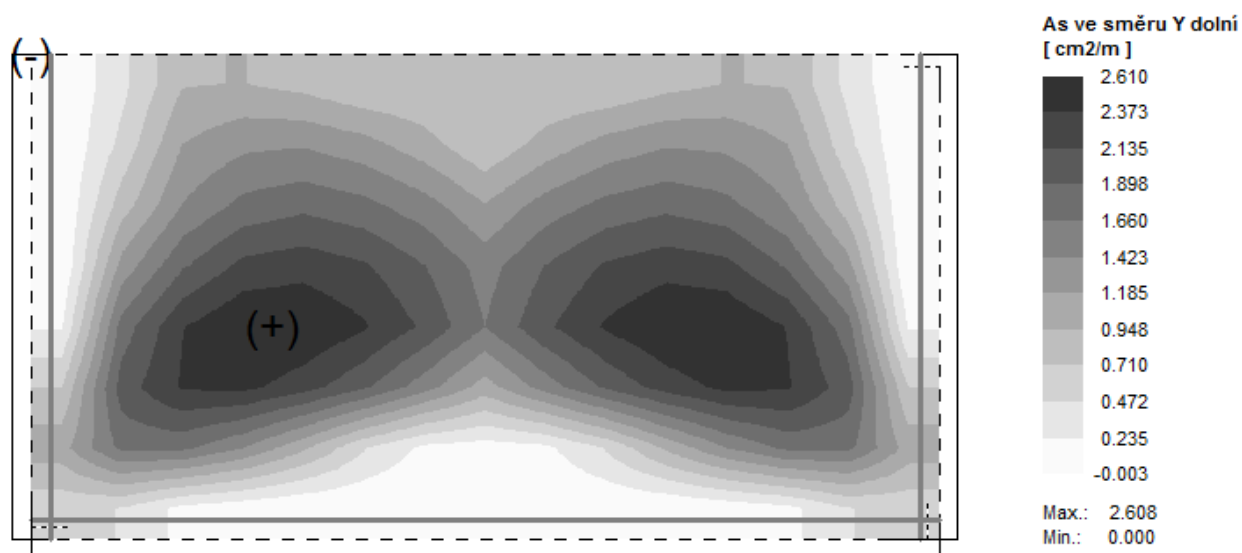
B) Nádrže - návrh a posouzení konstrukcí:

B.1. Stěny vany

Minimální plochy výztuže

Stěna dl. 7,6 m (rozhoduje zatížení zemním tlakem), stěny tl. 300 mm





Návrh výztuže:

Vnitřní i vnější výztuž: AQ100 $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ (KARI 10/100-10/100)
 Svislé rohy R12/150 $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Dolní startéry R12/150 $A_s = 7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$

Plocha výztuže dle minimálního procenta vyztužení:

$A_s = 0,0015 \times (30 - 4,5) \times 100 = 3,83 \text{ cm}^2/\text{m}$
 (vyhovuje síť 10/100-10/100 .. $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Posouzení betonového průřezu pro určení minimální plochy výztuže pro omezení trhlin v místě středu vnitřní části:

Namáhání průřezu:

Návrhový ohybový moment $M_{sd} = 40 \text{ kNm}$

Posouzení únosnosti průřezu:

Beton C30/37 $f_{cd} = 20,00 \text{ MPa}$

Výška průřezu: 300 mm Šířka průřezu: 1000 mm

Ocel B500B $f_{yd} = 434 \text{ MPa}$

Dolní výztuž: Profil: 10 mm Počet: 10 ks Krytí: 40 mm

Horní výztuž: Profil: 10 mm Počet: 10 ks Krytí: 40 mm

Plocha dolní výztuže: $A_{s1} = 785,4 \text{ mm}^2$

Plocha horní výztuže: $A_{s2} = 785,4 \text{ mm}^2$

Rameno vnitřních sil: $z = 246,5 \text{ mm}$

Stupeň vyztužení: $\rho_h = 0,0031$ t.j. procento: 0,31 %

Moment únosnosti: $M_{rd} = 84,02 \text{ kNm}$

$M_{rd} = 84,02 \text{ kNm} \geq M_{sd} = 40 \text{ kNm}$, využití 48 %

Vyhovuje

Výpočet maximální šířky trhlin dle ČSN EN 1992-3:

Maximální výška vody $H_v = 3,5 \text{ m}$

Poměr H_v/h : 11,67

Maximální povolená šířka trhlin: 0,17 mm

Výpočet šířky trhlin dle čl. 7.3.4 ČSN EN 1992-1-1:

Posouzení šířky trhlin:

Maximální vzdálenost trhlin: $s_{rmax} = 320,2 \text{ mm}$

Rozdíl poměrných přetvoření: $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,0004243$

Šířka trhlin: $w_k = 0,14 \text{ mm}$

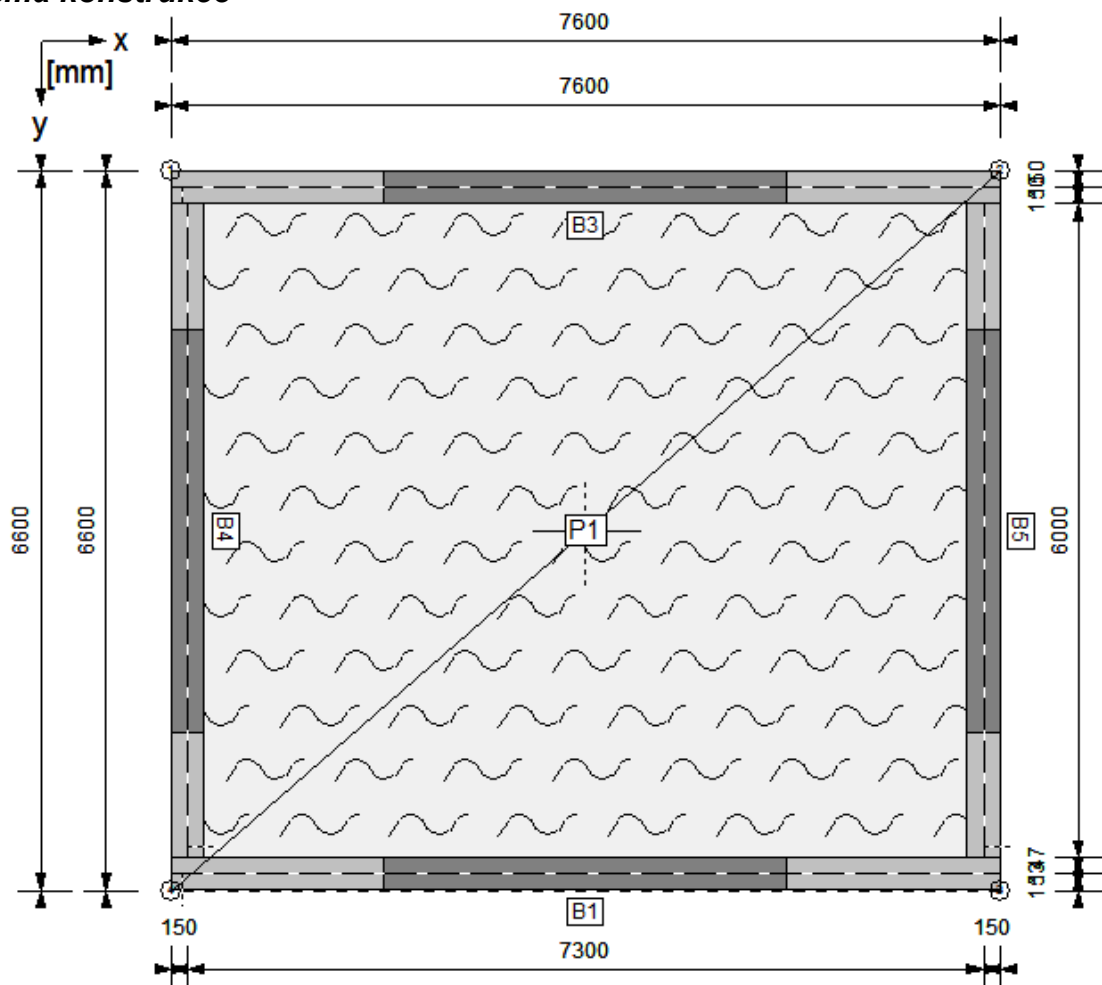
Vyhovuje

$w_k = 0,14 \text{ mm} \leq w_{kmax} = 0,17 \text{ mm}$

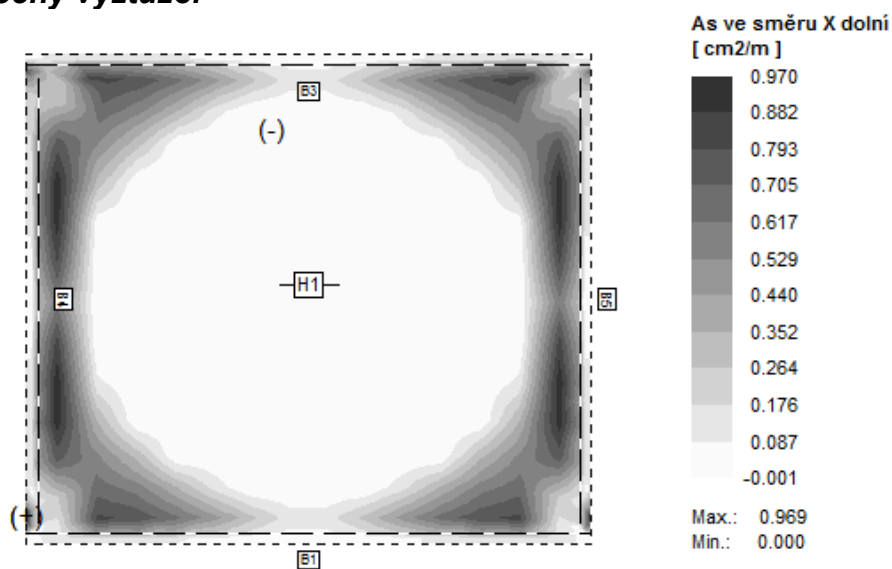
B.2. Základová deska:

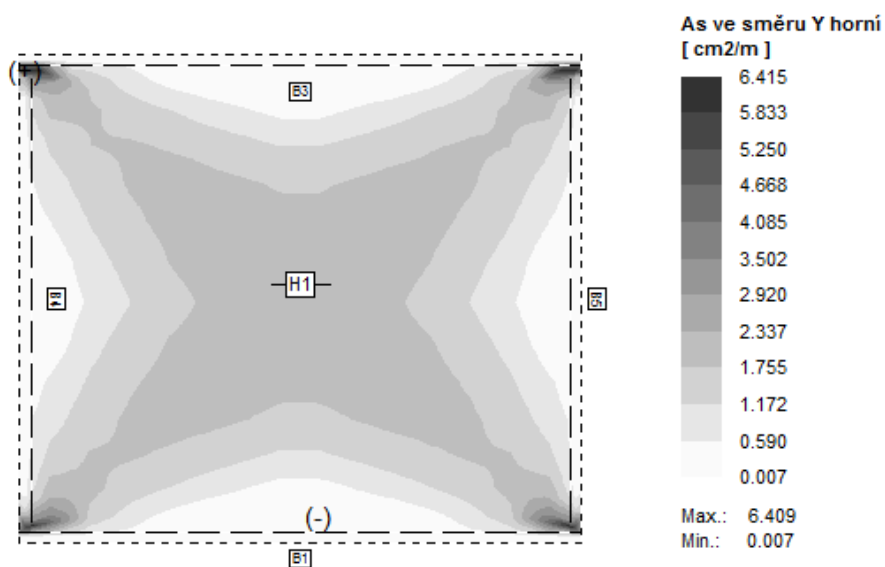
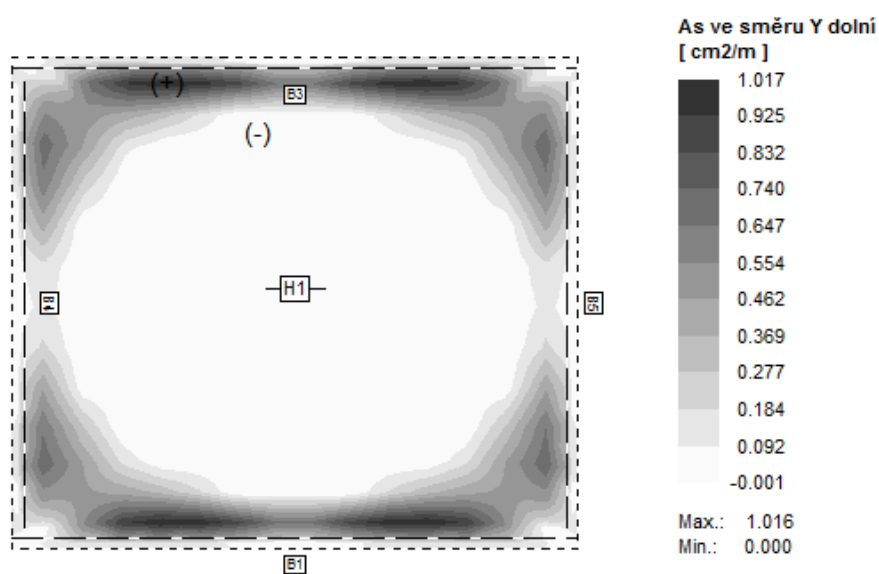
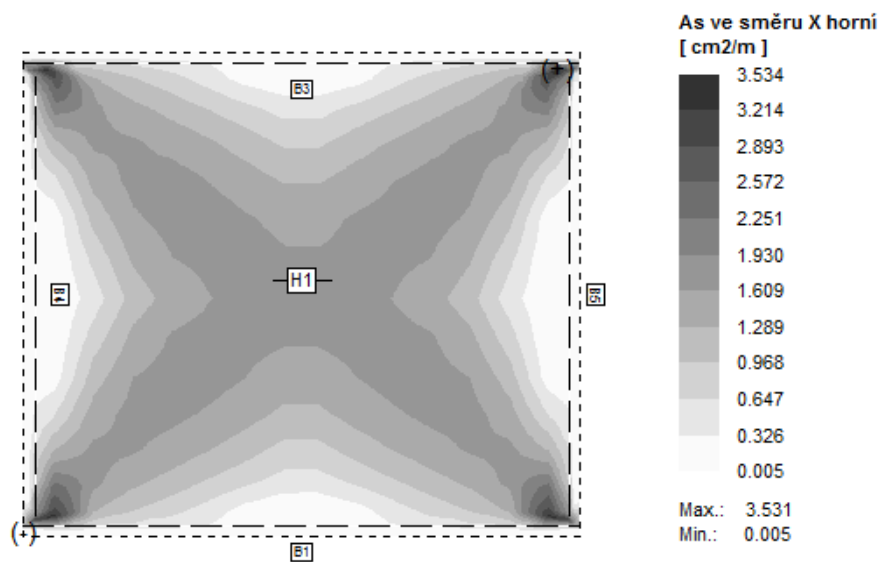
Deska tl. 400 mm.

Schema konstrukce



Minimální plochy výztuže:





Návrh výztuže:

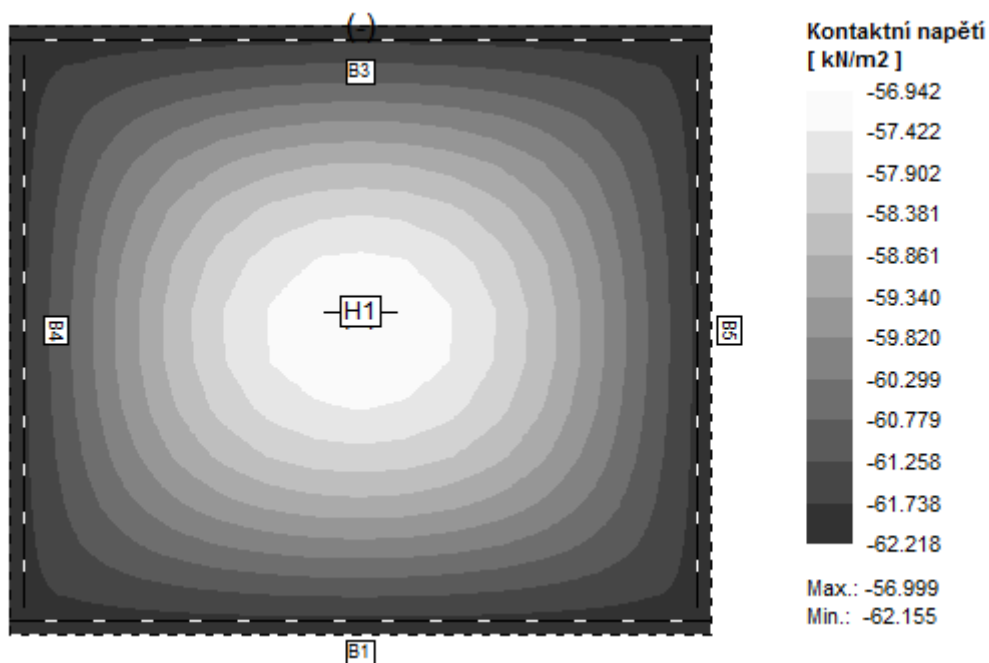
| | | |
|--------------|-------|---|
| Dolní výztuž | AQ100 | $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ (KARI 10/100-10/100) |
| Horní výztuž | AQ100 | $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ (KARI 10/100-10/100) |

Plocha výztuže dle minimálního procenta vyztužení:

$$A_s = 0,0015 \times (40 - 4,5) \times 100 = 5,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

(vyhovuje síť 10/100-10/100 .. $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Kontaktní napětí:



(kontaktní napětí je v charakteristických hodnotách)

Je uvažována únosnost základové spáry minimálně $R_d = 150 \text{ kPa}$

Návrhové zatížení základové půdy $s_d = 63 \times 1,4 = 88,2 \text{ kPa}$

Napětí nákladové spáry $s_d = 88,2 \text{ kPa} < R_d = 150 \text{ kPa}$ **Vyhovuje**

B.3. Stabilita nádrže s ohledem na vztlak vody

Je posouzena stabilita nádrže s ohledem na vztlak vody.

A) Hmotnost nádrže:

| | | |
|--------------|------------------------------------|---------------------|
| Dno | $V = 7,6 \times 6,6 \times 0,4 =$ | 20,1 m ³ |
| Stěny 300 mm | $V = 27,2 \times 3,7 \times 0,3 =$ | 30,2 m ³ |
| ----- | | |
| Celkem objem | $V =$ | 50,3 m ³ |

Hmotnost nádrže: $G = 50,3 \times 25 =$ 1257,5 kN

Maximální hladina podzemní vody od dolní hrany spodní desky nádrže:

$$h_v = 1257,5 \times 0,9 / (7,6 \times 6,6 \times 10 \times 1,1) = 2,5 \text{ m}$$

Maximální výška hladiny podzemní vody od dolní hrany základové desky je 2,5 m.
Předpokládaná úroveň spodní vody od dolní hrany desky je 1,65 m.

HPV = 1,65 m < maximum 2,5 m Vyhovuje

C. Zatížení stávající desky

Zatížení:

Kontejner, hmotnost 2950 kg.

Zatížení na 1 m²: $2950 / 2,435 / 6,055 = 200 \text{ kg/m}^2$

Zatížení stropní konstrukce

| | charakt. | souč.zat. | reduk.(komb.) | návrhové |
|--------------------------------------|----------|-----------|---------------|----------|
| Vlastní hmotnost | 5 | 1,35 | | 6,75 |
| železobetonový strop tloušťky 200 mm | | | | |
| Ostatní stálé (kontejner) | 2 | 1,35 | | 2,7 |
| Užitné | 3 | 1,5 | 0,7 | 3,15 |
| <hr/> | | | | |
| Celkem (kN/m ²) | 10 | | | 12,6 |

Hodnoty v kombinacích pro mezní stavy použitelnosti:

| | kN/m ² | souč.zat. | souč.komb. |
|---|-------------------|-----------|------------|
| Charakteristická kombinace | qk1 = 10,00 | 1,26 | |
| Častá kombinace | qk2 = 8,50 | 1,48 | 0,5 |
| Kvazistálá kombinace | qk3 = 7,90 | 1,59 | 0,3 |
| Poměr kvazistálá/charakteristická kombinace | = 0,79 | | |

Kontejner je umístěn v části s vnitřní stěnou. Statické schema – spojitý nosník 2,9 + 2,8 m.

Posouzení betonového průřezu

(výpočet proveden s minimálním procentem vyztužení)

Namáhání průřezu:

Návrhový ohybový moment v poli $M_{sd1} = 9,63 \text{ kNm}$

Návrhový ohybový moment v podpoře $M_{sd2} = 11,53 \text{ kNm}$

Návrhová posouvající síla $V_{sd} = 22,84 \text{ kN}$

Statické působení:

Spojitý nosník, 2 pole (pole: $M = 1/11 \cdot q \cdot L^2$, podpora: včetně redukce $M_m = M - F \cdot x \cdot t/8$
rozpětí $L = 2,90 \text{ m}$

Rovnoměrné zatížení $q_k = 10,00 \text{ kN/m}$

Součinitel zatížení $n = 1,26$

Posouzení únosnosti průřezu - pole:

Beton C25/30 $f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$

Výška průřezu: 200 mm Šířka průřezu: 1000 mm

Ocel B500B $f_{yd} = 434 \text{ MPa}$

Profil: 8 mm Počet: 5 ks Krytí: 30 mm

Plocha výztuže: $A_s = 251,3 \text{ mm}^2$

Rameno vnitřních sil: $z = 162,7 \text{ mm}$

Stupeň vyztužení: $\rho = 0,0015$ t.j. procento: 0,15 %

Moment únosnosti: $M_{rd} = 17,75 \text{ kNm}$

$M_{rd} = 17,75 \text{ kNm} \geq M_{sd} = 9,63 \text{ kNm}$, využití 54 %

Vyhovuje

Průhyb - výpočet:

Efektivní modul pružnosti betonu $E_{c,eff} = 9003 \text{ MPa}$

Součinitel dotvarování $f_i = 2,44$

Součinitel $\alpha_e = 22,22$

Moment na mezi vzniku trhlin $M_{cr} = 18,28 \text{ kNm}$

Moment v kvazistálé kombinaci $M_d = 6,88 \text{ kNm}$

Tuhost bez trhlin $BI = 6,21 \text{ MNm}^2$

Tuhost s trhlami $BII = 0,99 \text{ MNm}^2$

Průhyb s dotvarováním $w_1 = 0,81 \text{ mm}$

Průhyb od smršťování $w_2 = 0,26 \text{ mm}$

Přetvoření celkem (kvazistálá komb.) $w_{celk} = 1,07 \text{ mm} < w_{max} = 11,60 \text{ mm}$

Relativní deformace $L / 2702 < L / 250 = 11,6 \text{ mm}$ Vyhovuje

Výpočet šířky trhlin dle čl. 7.3.4 ČSN EN 1992-1-1:

Posouzení šířky trhlin:

Maximální vzdálenost trhlin: $s_{rmax} = 231,9 \text{ mm}$

Rozdíl poměrných přetvoření: $e_{sm}-e_{cm} = 0,0005171$

Šířka trhlin: $w_k = 0,12 \text{ mm}$

Vyhovuje

$w_k = 0,12 \text{ mm} \leq w_{kmax} = 0,2 \text{ mm}$

Posouzení únosnosti průřezu - podpora:

Beton C25/30 $f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$

Výška průřezu: 200 mm Šířka průřezu: 1000 mm

Ocel B500B $f_{yd} = 434 \text{ MPa}$

Profil: 8 mm Počet: 5 ks Krytí: 30 mm

Plocha výztuže: $A_s = 251,3 \text{ mm}^2$

Rameno vnitřních sil: $z = 162,7 \text{ mm}$

Stupeň vyztužení: $\rho = 0,0015$ t.j. procento: 0,15 %

Moment únosnosti: $M_{rd} = 17,75 \text{ kNm}$

$M_{rd} = 17,75 \text{ kNm} \geq M_{sd} = 11,53 \text{ kNm}$, využití 65 %

Vyhovuje

Posouzení smyku:

Smyková síla přenášená betonem: $V_{cd} = 62,78 \text{ kN}$

Celková smyková únosnost: $V_{rd} = 62,78 \text{ kN}$

$V_{rd} = 62,78 \text{ kN} \geq V_{sd} = 22,84 \text{ kN}$, využití 36 %

Vyhovuje

3. Závěr

*Navržené konstrukce **vyhovují**.*

V Praze, prosinec 2024

Ing. Alexandr Cedrych

tel. 702 300 284

mail: acedrych@volny.cz

