

Seznam dokumentace:

- | | |
|--|----------|
| 1. Statický výpočet, technická zpráva | D.1.2.00 |
| 2. Monolitická šachta ŠA1 – výkres výztuže | D.1.2.01 |
| 3. Monolitická šachta ŠA9 – výkres výztuže | D.1.2.02 |

Statický výpočet

Technická zpráva

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení



Investor	:	STATUTÁRNÍ MĚSTO OSTRAVA Prokešovo náměstí 1803/8, 729 30 Ostrava
Akce	:	Rekonstrukce vodovodu a kanalizace ul. Vítkovická <i>DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ SPOLEČNÉHO POVOLENÍ A LINIOVÉ STAVBY</i>
Zodpovědný projektant	:	Ing. Daniela Navrátilová Báňské projekty Ostrava spol. s r.o. Vítkovická 3108/11, 702 00 Ostrava 1
Vypracoval	:	Ing. Dalibor Macura
Zakázkové číslo	:	ST/2024
Číslo přílohy	:	D.1.2.00
Datum	:	06/2024

Počet stran: 17

1. Podklady

K vypracování statického výpočtu sloužily tyto podklady:

- (1) Projektová dokumentace profesní části předmětného objektu
Projektant: Báňské projekty Ostrava a.s.
- (2) ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí – **změna Z3**
ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - obecná zatížení
- (3) ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd.
Základní ustanovení pro výpočet
- (4) ČSN EN1993-1-1 Navrhování ocelových k-cí, Část 1-1 : Obecná pravidla
a pravidla pro pozemní stavby, Prosinec 2006
- (5) ČSN EN 1992 -1- 1 Navrhování betonových konstrukcí
ČSN EN 206 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- (6) ČSN EN 1997 -1 Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy
ČSN EN 1997-1 (731000) – Navrhování geotechnických konstrukcí
- (7) Pažnice UNION – technický list dle ČSN EN 10025-2
- (8) Závěrečná zpráva – řešerše IG a HG poměrů, číslo zakázky: Z23-249 (12/2023)
Vypracoval: GEOSERVICES CZ s.r.o., Kounicova 1064/3, 702 00 Ostrava

1.1 Software:

FIN EC – Beton verze: 2024.16

2. Předmět statického výpočtu a popis jednotlivých konstrukcí

Předmětem statického výpočtu je návrh a posudek jednotlivých nosných prvků ocelové konstrukce rozepření včetně výplně pro pažení výkopových jam pro kanalizační šachty v rámci předmětné stavby. Konkrétně se jedná o pažené jámy pro kanalizační šachty ozn. dle **(1) ŠA1 a ŠA9**.

V dalším je proveden posudek pažení pro monolitickou šachtu ŠA1 podle půdorysného rozměru 4,3 x 4,3 m a max. hloubky šachty 5,5 m s respektováním prostředí dle **(8)** a ustálené hladiny podzemní vody, přičemž pažení šachty ŠA1 platí i pro šachtu ŠA9.

Posudek pažnice UNION jako výplně pro konstrukce pažení je uveden pro nejnepríznivější stav zatížení respektive pro maximální normálové napětí v nejhlubší výkopové jámě konkrétně pro šachtu **ŠA1**.

Dále je předmětem statického výpočtu návrh a posudek ŽB monolitických šachet **ŠA1 a ŠA9**, které budou vybetonovány z betonu **C30/37** (- viz odst. 3. *Použité materiály*). Šachty jsou navrženy jako uzavřené krabice, tl. svislých stěn a dna je **300 mm**, stropní deska šachty má tl. také **300 mm**.

ŽB monolitické konstrukce jsou vyztuženy v tahové a tlakové oblasti pomocí prutů z betonářské oceli 10505 (R) v kombinaci se svařovanou mřížovinou (- viz odst. 3. *Použité materiály*), krytí hlavní výztuže **40 mm**! Smykové napětí ve stropních konstrukcích zajišťuje vlastní dimenze (tl.) této konstrukce.

V dalším je proveden posudek vytipovaných nosných ŽB konstrukcí šachty ŠA1 pro nejnepríznivější kombinaci zatěžovacích stavů a pro největší rozměry – viz *dále*.

Ostatní podrobnosti – viz výkresová část projektu:

Monolitická šachta ŠA1 – výkres výztuže – číslo výkresu: **D.1.2.01**

Monolitická šachta ŠA9 – výkres výztuže – číslo výkresu: **D.1.2.02**

2.1 Pažení výkopových jam

Pro zajištění stability výkopu příslušné hloubky je navrženo ocelové pažení z pažnic UNION dle ČSN EN 10025-2:2005 (6), které jsou uloženy mezi vodorovné výztužné rámy.

Vodorovné rozepření paženého výkopu tvoří ocelové celosvařované výztužné rámy po 1 m (spodní ¼ výšky šachet po 0,8 m) z válcovaných profilů **IPE 270** a rohové ocelové rozpěry také z válcovaných profilů stejné dimenze nebo z ocelových trubek **TR 133/6** - platí pro šachtu ŠA1 (4,3 x 4,3 m). Svislé distanční profily – rozpěry (podpory) jsou navrženy z válcovaných profilů **IPE 160**, alt. je možné uvažovat z ocelových trubek **TR 133/6** (pokud není uvedeno jinak).

Dno výkopových jam je upraveno hutněným podsypem z lomového kamene uloženým na geotextilii. Podbetonování prvního ocelového rozpěrného rámu a opěrného ŽB panelu z betonu **C12/15**. Při horním lici jam kolem celého obvodu je navržen betonový límec tl. 300 mm a š. 500 mm také z betonu **C12/15**.

Posudek pažených výkopů je proveden na aktivní zemní tlak. Jedná se o mezní boční tlak vznikající v okamžiku porušení zeminy ve smyku při ústupu konstrukce ve směru působení zemního tlaku - min pootočení konstrukce nutné ke vzniku aktivního tlaku je 2 mrad, t.j. 2 mm/m výšky konstrukce.

Dle (8) vrty S2, S3 a J1 je zóna v převážné většině základového podloží charakterizována hlínou písčitou respektive písčitými jíly tuhé až pevné konzistence (**F4 CS**). Ustálená hladina vody v lokálním místě dle (8) je v úrovni – 4,5 (RT). Se snížením hladiny podzemní vody není ve statice uvažováno.

Výpočet zatížení (zatěžovací údaje) pro jednotlivé šachty je uveden v příloze tohoto statického výpočtu.

3. Použité materiály

Použitý materiál ocelových prvků rozepření:

3.1 ocel pevnostní třídy S 235JR (1.0038) dle EN 10025-2

Pro monolitické železobetonové konstrukce jsou navrženy následující materiály dle ČSN EN 1992 -1- 1 Navrhování betonových konstrukcí

3.2 BETON C30/37 – XC4, XF3, XA1 ... venkovní ŽB konstrukce – ŠA1, ŠA9

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$

3.3 NOSNÁ SVAŘOVANÁ VÝZTUŽNÁ SÍŤ

z drátů žebírkových – KARI SZ

$f_{yk} = 420 \text{ MPa}$

3.4 OCEL 10 505 (R)

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

koncová úprava vložek – B, SP1, SP2

4. **Výpočet zatížení a posudek jednotlivých konstrukcí – viz příloha**

→ výpočet zatížení a vnitřních sil

ocelové konstrukce

→ posudek pažnice UNION

→ posudek výztužného rámu - vodorovný prvek **IPE 270** pro $l_0 = 4,3 \times 4,3$ m
pro paženou jámu šachty **ŠA1**

posudek analogicky platí i pro pažení jámy šachty **ŠA9**

Betonové konstrukce

monolitická šachta ŠA1

→ posudek svislé stěny tl. **300 mm** pro $H_0 = 3,60$ m.

→ posudek stropní desky tl. **300 mm** pro $L_s = 2,00$ m.

posudky analogicky platí i pro ŽB konstrukce monolitické šachty **ŠA9**

Výpočet zatížení a vnitřních sil

n	normová hodnota zatížení (charak.)
r	výpočtová hodnota zatížení (návrh.)

g0 vlastní tíha

	n	γ_r	r
[kNm ⁻³]			
ŽB konstrukce	25,00	1,35	35,10
[kNm ⁻²]			
stropní desky šachet tl. 300 mm	7,50	1,35	10,13
[kNm ⁻¹]			
stěny šachet pro H _{max} = 3,6 m tl. 300 mm	27,00	1,35	36,45

tlak zeminy, tlakové účinky podzemní vody, pojezd vozidel (kNm⁻²)výkopová jáma pro šachtu ŠA1 – dno - 5,50H = 5,50 m, H_{wmax} ≈ 1,0 m

Tlak zeminy – Rankinova teorie bez uvažování koheze!
sopsis směrných normových hodnot uvažovaných ve výpočtu dle (8):

$\gamma = 18,5 \text{ kNm}^{-3}$ (F4 CS)
Poissonovo číslo $\nu = 0,35$ (F4 CS),
Efektivní úhel vnitřního tření $\varphi_{ef} = 22-27^\circ$ (F4 CS)
Efektivní soudržnost, $c_{ef} = 14 \text{ kPa}$ (F4 CS),
 $E_{def} = 6 - 8 \text{ MPa}$ (F4 CS)
 $\gamma = 18,5 \text{ kNm}^{-3}$
 $\nu = 0,35$
 $\varphi_{ef} = 22^\circ (27^\circ)$
 $c_{ef} = 14 \text{ kPa}$

tlakové účinky pojezdem vozidla: $q_v = 9,0 \text{ kNm}^{-2}$ **pro aktivní zemní tlak:**

$S_a = \frac{1}{2} \gamma_n \cdot H^2 \cdot K_a$
 $K_a = \tan^2 (45^\circ - \varphi/2)$
 $K_a = 0,25 (0,45)$

$S_a = \frac{1}{2} \cdot 18,5 \cdot 5,5^2 \cdot 0,45 = 125,9 \text{ kN.m}^{-1}$
 $\sigma_a = 18,5 \cdot 5,5 \cdot 0,45 = 45,8 \text{ kNm}^{-2}/\text{m}$

Tlak zeminy pro F4 CS – Rankinova teorie s uvažováním koheze!

$\sigma_c = 2 \cdot 14,0 \cdot 0,7 \cdot \tan 56^\circ = 29,1 \text{ kNm}^{-2}/\text{m}$
 $\sigma_a = \gamma \cdot H - c = 18,5 \cdot 5,5 - 29,1 = 72,65 \text{ kNm}^{-2}$
 $\sigma_{red} = (\gamma \cdot H - H_w + H_w \cdot 14,0 \cdot 0,7)/H$
 $\sigma_{red} = (18,5 \cdot 4,5 + 1,0 \cdot 14,0 \cdot 0,7)/5,5 = 16,9 \text{ kNm}^{-2}$
 $\sigma_a = 16,9 \cdot 5,5 - 29,1 = 63,85 \text{ kNm}^{-2} < 72,65 \text{ kNm}^{-2}$

tlakové účinky pojezdem vozidla:

$$q_v = 9,0 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\Delta S_a = 9,0 \cdot 3,4 \cdot 0,45 = 13,8 \text{ kN.m}^{-1}$$

tlakové účinky podzemní vody:

$$q_w = 10 \text{ kN}, H_{w\max} = 1,0 \text{ m}$$

$$\Delta S_{aw} = 10 \cdot 1,0 = 10,0 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma S_a = 45,8 + 13,8 + 10,0 = 69,6 \text{ kN.m}^{-1}$$

**posudek pažnice UNION pro pažení jámy pro šachtu ŠA1
včetně vlivu HSV**
tlakové účinky podzemní vody:

$$q_w = 10 \text{ kN}, H_{w\max} = 1,0 \text{ m}$$

$$\Delta S_{aw} = 10 \cdot 1,0 = 10,0 \text{ kN/m}$$

pro aktivní zemní tlak :

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma_n \cdot H^2 \cdot K_a$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \varphi/2)$$

$$K_a = 0,25 (0,45)$$

$$S_a = \frac{1}{2} \cdot 18,5 \cdot 5,5^2 \cdot 0,45 = 125,9 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$\sigma_a = 18,5 \cdot 5,5 \cdot 0,45 = 45,8 \text{ kNm}^{-2}/\text{m}$$

$$M_{s\max} = 0,125 \cdot 62,1 \cdot (0,8 \cdot 1,05)^2 (\text{z.š.}) = 6,6 \text{ kNm}$$

$$\text{pažnice UNION – ocel S 235JR+AR, } W_y = 48,4 \text{ cm}^3$$

$$M_{s\max} = 6,6 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{sk} = 6,6 \cdot 10^3 / 48,4 = 134,7 \text{ MPa} < 235/1,15 = 204,3 \text{ MPa}$$

Únosnost průřezu v ohybu

$$M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = 48,4 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^{-6} / 1,15 = 9,8 \text{ kNm}$$

Jednotkový posudek:

$$M_{\max}/M_{c,Rd} \leq 1 = 6,6/9,8 = 0,67 < 1,0 \quad \dots \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE !!!}}}$$

pažnice UNION ... vyhovuje!

platí pro S_{amax}

posudek analogicky platí i pro pažení jam šachty ŠA1

**Ocelová konstrukce rozepření – výztužné vodorovné rámy
pro pažení jam kanalizační šachty Š01 a Š04**

Základní data EC3 : EN 1993	
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu f_y	235.0	MPa
pevnost v tahu f_u	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

Posudek výztužného rámu - vodorovný prvek **IPE 270** pro $l_0 = 3,3$ m

- pro paženou šachtu **ŠA1 – 4,3 x 4,3 m**

výpočet vnitřních sil:

schéma:

$\begin{array}{c} 1 \\ \dots a \longleftrightarrow b \dots \\ 0,5 \quad 3,3 \quad 0,5 \end{array}$
 1 ... pole
 (... 0,5 m rohová rozpěra)

$$q_{\max} = 72,7 \text{ kN.m}^{-1}$$

$$l_{0\max} = 3,3 \text{ m}$$

$$M_{1\max} = 79,2 \text{ kNm}$$

posudek:

$$W_{\text{IPE270}} = 429 \text{ cm}^3, I_{\text{IPE270}} = 57,9 \text{ cm}^4$$

Mezní stav únosnosti :

$$\delta_{\text{SK}} = M_{\max}^r / W_x = 79,2 \cdot 10^3 / 429$$

$$\delta_{\text{SK}} = \mathbf{184,6 \text{ MPa}} < \mathbf{R(f_y) = 235 \text{ MPa}} \quad \dots \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE !!!}}$$

Únosnost průřezu v ohybu

$$M_{c,Rd} = W_y \cdot f_y / \gamma_{M0} = 429 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^{-6} / 1,15 = 100,83 \text{ kNm}$$

Jednotkový posudek:

$$M_{\max} / M_{c,Rd} \leq 1 = 79,2 / 100,8 = \mathbf{0,78 < 1,0} \quad \dots \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE !!!}}$$

Mezní stav deformace pro $q^n = 56,3 \text{ kNm}^{-1}$ ($\gamma_f = 1,35$!)

$$y_{sk} = 0,011 \cdot q \cdot l^4 / E \cdot I_x$$

$$y_{skl} = 0,011 \cdot 72,7 \cdot 3300^4 / 210 \cdot 10^3 \cdot 57,9 \cdot 10^6$$

$$y_{skl} = \mathbf{7,8 \text{ mm}} < \mathbf{y_{dov} = 11,0 \text{ mm}} \quad (\mathbf{l/300})$$

$$\dots \quad \mathbf{\underline{VYHOVUJE !!!}}$$

Konstrukčně jsou navrženy: svislé podpory z **IPE 160** a rohové rozpěry z ocelových trubek - **TR 133/6**

posudek výztužného rámu analogicky platí

i pro pažení jámy kanalizační šachty **ŠA9**