

Zak.č. : 2528/DPS-2013

Arch.č.: 2525_01

Příl.č.: **D.1.2 - 9.b**

Akce : **Obnova a modernizace ČOV
Bruntál, 3. etapa**

Stupeň PD : Dokumentace pro provádění stavby

Objekt : **SO 109 Plynojem**

Příloha : **D.1.2 - 9.b Statický výpočet**

Objednatel: **Město Bruntál**
Nádražní 20
792 01 Bruntál

Vypracoval: **KONEKO spol. s r.o. Ostrava**

Ostrava, únor 2014

Výtisk č.:

ÚVOD

1. Seznam použité literatury

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

2. Předmět statického výpočtu

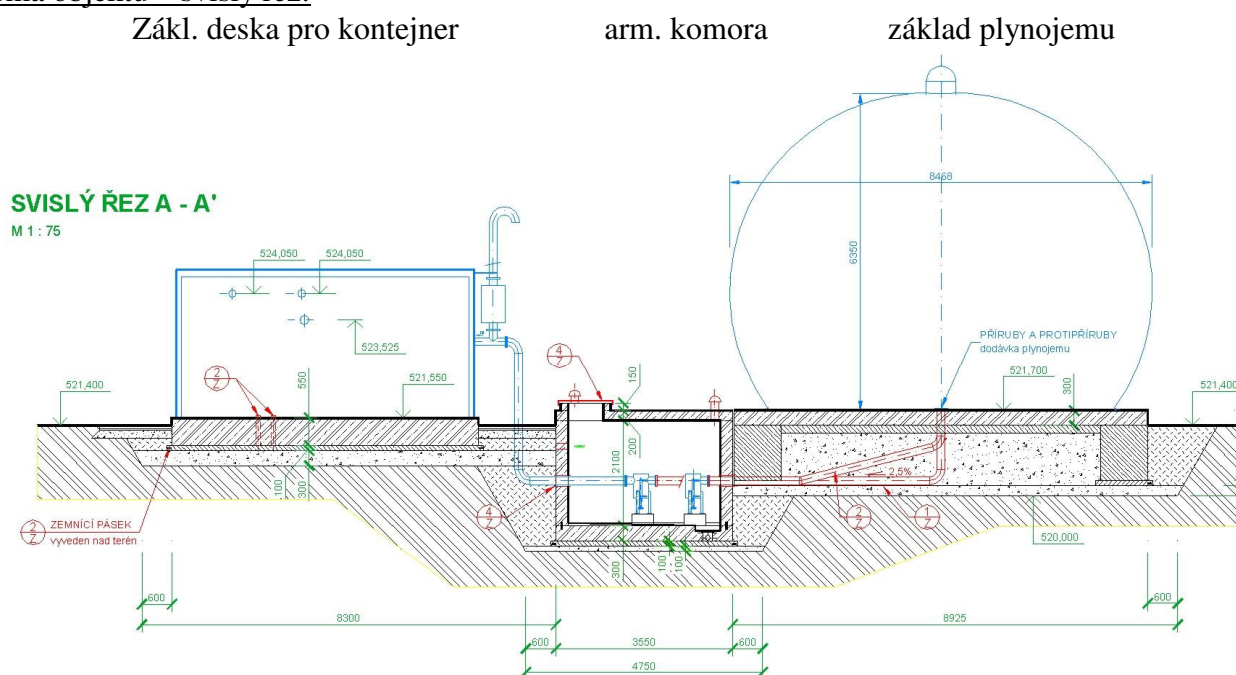
Předmětem předloženého statického výpočtu je podrobný návrh a posouzení konstrukcí plynojemu a objektů příslušných k plynojemu.

Základové konstrukce

Konstrukce plynojemu je založena na betonových základových pásech (půdorysně tvar osmiúhelníku) a na železobetonové základové desce uložené po obvodě na základových pásech a plošně na hutněném podsypu.

Součástí objektu plynojemu je armaturní komora (jímka) a základová deska pod kontejner s technologií.

Schéma objektu – svislý řez:



1/ základ plynojemu

Základový pás

Obvodový základový pás z prostého betonu, půdorysně ve tvaru osmiúhelníku.

Šířka základových pásů je 950 mm, výška je navržena 1100 mm. Základové pásy jsou navrženy z betonu pevnostní třídy C 25/30, pro třídu prostředí XC4.

Základová deska

Základová deska bude po obvodě uložena na základovém pásu, plošně bude uložena na hutněném podsypu/podkladním betonu. Tloušťka desky je navržena 300 mm.

Základová deska bude vyztužena u dolního i horního líce konstrukční výztuží – KARI sítěmi 8/100 x 8/100 mm (průměr prutů 8,0 mm, oka 100x100 mm), s krytím 30 mm. Vzájemný přesah sítí je navržen 200 mm.

Horní vrstva výztuže (KARI sítí) bude podepřena stoličkami – vázanou výztuží ϕ R 12, 4 ks/m².

Základová deska je navržena z betonu pevnostní třídy C 30/37, pro třídu prostředí XC4.

Podsypy

Podsypy pod podkladním betonem (plošný podsyp uvnitř základového pásu) i podsypy pod základovým pásem v místě prohloubení výkopu pro armaturní komoru musí být prováděny a hutněny po vrstvách, odpovídajících použitému podsypovému materiálu a použitému hutnícímu mechanismu (viz. tabulka dále).

2/ armaturní komora (jímka)

Monolitická železobetonová podzemní jímka půdorysných rozměrů (vnitřních) 3,05 x 1,8 m, světlé výšky 2,1 m. Tloušťka dna je navržena 0,3 m, tloušťka stěn 0,25 m. Armaturní komora bude zastropena monolitickou železobetonovou stropní deskou tloušťky 0,15 m, s otvorem 600 x 600 mm pro vstup do komory. Stropní deska je výškově v úrovni horní plochy základové desky pod plynojem, tj. 0,3 m nad úrovní upraveného terénu – není možný pojezd vozidly.

Návrh a posouzení železobetonových konstrukcí je provedeno pro delší (podélnou) stěnu. Stěna je pro výpočet uvažována jako po třech stranách vetknutá, nahoře volná. Výpočtové rozměry stěny: délka 3,3 m, výška 2,1 m. Stěna bude zatížena zemním tlakem (v klidu) a přetížením od proměnného zatížení na povrchu terénu.

Pro výpočet zemního tlaku je uvažováno s hlínami (F5) - $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $K_r = 0,667$.

Železobetonové konstrukce armaturní komory jsou navrženy z betonu pevnostní třídy C 30/37, pro třídu prostředí XC4.

Stěny armaturní komory

Zatížení

1/ zemní tlak: $h_z = 2,1 \text{ m}$
 $\sigma_{z,k} = 2,1 * 21 * 0,667 = 28,0 \text{ kN/m}^2$ (charakter. hodnota)
součinitel zatížení $\gamma_f = 1,35$
 $\sigma_{z,Ed} = 28 * 1,35 = 37,8 \text{ kN/m}^2$ (návrh. hodnota)

2/ přetížení od proměnného zatížení na povrchu terénu:

$$\begin{aligned}q_k &= 15,0 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{n,k} &= 15 * 0,667 = 10,0 \text{ kN/m}^2 && \text{(charakter. hodnota)} \\ \text{součinitel zatížení } \gamma_f &= 1,5 \\ \sigma_{n,Ed} &= 10 * 1,5 = 15,0 \text{ kN/m}^2 && \text{(návrh. hodnota)}\end{aligned}$$

Vnitřní síly (momenty) – návrhové hodnoty:

1/ od stálého zatížení (zemní tlak)

$$\begin{aligned}M_o^{sv} &= -0,0453 * 37,8 * 2,1^2 = - 7,6 \text{ kNm} \\ M_l^{sv} &= 0,0122 * 37,8 * 2,1^2 = +2,0 \text{ kNm} \\ M_o^{vod} &= -0,0241 * 37,8 * 3,2^2 = -9,3 \text{ kNm} \\ M_o^{vod'} &= -0,0156 * 37,8 * 3,2^2 = -6,0 \text{ kNm} \\ M_l^{vod} &= 0,0104 * 37,8 * 3,2^2 = +4,0 \text{ kNm} \\ M_l^{vod'} &= 0,0099 * 37,8 * 3,2^2 = +3,8 \text{ kNm}\end{aligned}$$

2/ od proměnného zatížení

$$\begin{aligned}M_o^{sv} &= -0,0865 * 15 * 2,1^2 = - 5,7 \text{ kNm} \\ M_l^{sv} &= 0,0173 * 15 * 2,1^2 = +1,1 \text{ kNm} \\ M_o^{vod} &= -0,0561 * 15 * 3,2^2 = -8,6 \text{ kNm} \\ M_o^{vod'} &= -0,0848 * 15 * 3,2^2 = -13,0 \text{ kNm} \\ M_l^{vod} &= 0,0247 * 15 * 3,2^2 = +3,8 \text{ kNm} \\ M_l^{vod'} &= 0,0413 * 15 * 3,2^2 = +6,3 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Celkové momenty

$$\begin{aligned}M_o^{sv} &= -(7,6+5,7) = - 13,3 \text{ kNm} \\ M_l^{sv} &= 2,0+1,1 = 3,1 \text{ kNm} \\ M_o^{vod} &= -(9,3+8,6) = -17,9 \text{ kNm} \\ M_o^{vod'} &= -(6,0+13,0) = -19,0 \text{ kNm} \\ M_l^{vod} &= 4,0+3,8 = +7,8 \text{ kNm} \\ M_l^{vod'} &= 3,8+6,3 = +10,1 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Návrh a posouzení výztuže

Posouzení navržené výztuže bylo provedeno programem FIN EC – Beton 3D:

Posouzení bylo provedeno na max. návrhový moment, pro tloušťku stěny 250 mm.

Návrh: **KARI síť 8/100 x 8/100 mm**
pevnostní třída betonu C 30/37

Posouzení:
Na MSÚ

1 Rekonstrukce ČOV Bruntál

Součinitele výpočtu

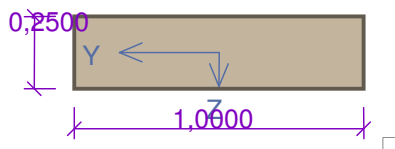
Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

2 Tl. 250 mm

2.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC4
Požadovaná třída betonu: C30/37

Průřez



Materiály

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0$ MPa
Pevnost v tahu $f_{ct} = 2,9$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 32000,0$ MPa

Ocel podélná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Pevnost v tlaku $f_{tk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E = 200000,0$ MPa

Ocel příčná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa
Pevnost v tlaku $f_{tk} = 500,0$ MPa
Modul pružnosti $E = 200000,0$ MPa

Vnitřní síly - základní (MSU)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	1,000

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	8,0	30,0	dolní výztuž

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(8; 0; 10) = 10\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20\text{mm}$$

2.2 Výsledky

Posouzení min. a max. plochy výztuže

Nosník (tažená výztuž):

$$A_{s,min} = 325,7\text{mm}^2 \leq A_s = 502,7\text{mm}^2 \leq A_{s,max} = 10000,0\text{mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	Vyhovuje
		0,00	0,00	0,00	47,83	0,00	0,00	

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk, kroucení) VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 39,7 %

Navržená výztuž vyhoví na MSÚ

Stropní deska

Deska po obvodě prostě podepřená (volně uložená na obvodových stěnách komory), křížem armovaná. Světla rozpětí desky jsou 1,8 x 3,05 m, výpočtové rozměry 1,95 x 3,2 m. Tloušťka desky je navržena 0,15 m.

Zatížení stropní desky – vlastní hmotností a proměnným zatížením (max. 10 kN/m²).

Zatížení

1/ stálé – vlastní hmotnost desky

$$g_k = 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{char. hodnota})$$

$$\text{součinitel zatížení } \gamma_f = 1,35$$

$$g_{Ed} = 3,75 \cdot 1,35 = 5,06 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{návr. hodnota})$$

2/ proměnné

$$q_k = 10,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{char. hodnota})$$

$$\text{součinitel zatížení } \gamma_f = 1,5$$

$$q_{Ed} = 10,0 \cdot 1,5 = 15,0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{návr. hodnota})$$

Vnitřní síly – momenty

$$\text{poměr stran } \gamma = a/b = 1,95/3,2 = 0,61$$

$$M_{xEd} = 0,0857 \cdot (5,06 + 15) \cdot 1,95^2 = 6,5 \text{ kNm}$$

$$M_{yEd} = 0,0131 \cdot (5,06 + 15) \cdot 3,2^2 = 2,7 \text{ kNm}$$

Návrh a posouzení výztuže

Posouzení navržené výztuže bylo provedeno programem FIN EC – Beton 3D:

Posouzení bylo provedeno na max. návrhový moment, pro tloušťku desky 150 mm.

Návrh: **KARI síť 6/100 x 6/100 mm**
pevnostní třída betonu C 30/37

Posouzení:

Na MSÚ

1 Rekonstrukce ČOV Bruntál

Součinitele výpočtu

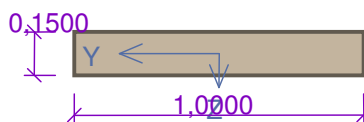
Uvažovány dle normy ČSN EN 1992-1-1.

2 Stropní deska jímky

2.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC4 - karbonatace: střídavě mokré a suché
Požadovaná třída betonu: C30/37

Průřez



□ Beton : C

30/37

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 30,0$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ct} = 2,9$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 32000,0$ MPa

Ocel podélná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Pevnost v tlaku $f_{tk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E = 200000,0$ MPa

Ocel příčná : Sítě (SZ)

Mez kluzu $f_{yk} = 500,0$ MPa

Pevnost v tlaku $f_{tk} = 500,0$ MPa

Modul pružnosti $E = 200000,0$ MPa

Materiály

Vnitřní síly - základní (MSU)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	6,50	0,00	0,00	1,000

Vyztužení průřezu

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	6,0	25,0	dolní výztuž

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Průřez bez smykové výztuže.

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(6; 30; 10) = 30\text{mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40\text{mm}$$

2.2 Výsledky

Posouzení min. a max. plochy výztuže

Nosník (tažená výztuž):

$$A_{s,min}= 184,0\text{mm}^2 \leq A_s= 282,7\text{mm}^2 \leq A_{s,max}= 6000,0\text{mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	6,50	0,00	0,00	Vyhovuje
		0,00	0,00	0,00	15,20	0,00	0,00	

Mezní stav únosnosti (ohyb, smyk, kroucení) VYHOVUJE

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití průřezu: 42,8 %

Navržená výztuž vyhoví na MSÚ

3/ základová deska pro kontejner

Monolitická železobetonová základová deska půsodorysných rozměrů 6,15 x 2,635 m. Tloušťka desky je navržena 0,45 m, deska je celoplošně uložena na hutněném podsypu. Základová deska je navržena z betonu pevnostní třídy C 30/37, pro třídu prostředí XC4.

Zatěžovací údaje (hmotnost kontejneru a místa působení zatížení na základovou desku) nebyly k datu zpracování této části PD známy, výztuž základové desky byla navržena na základě odborného odhadu. **Pro realizaci je nutné provést podrobné posouzení! Na základě skutečných zatěžovacích údajů**

Navržená výztuž:

U dolního i horního líce základové desky jsou navrženy KARI sítě 8/100 x 8/100 mm, s krytím 30 mm. Vzájemný přesah sítí je navržen 200 mm.

Horní vrstva výztuže (KARI sítí) bude podepřena stoličkami – vázanou výztuží ϕ R 14, 4 ks/m².

Podsypy

Podsypy pod základovou deskou musí být prováděny a hutněny po vrstvách, odpovídajících použitému podsypovému materiálu a použitému hutnícímu mechanismu (viz. tabulka dále).

Obsypy a podsypy

Obsypy a podsypy musí být prováděny po vrstvách, jejichž tloušťka odpovídá použitému materiálu a použitému hutnícímu mechanismu – viz. následující tabulka:

Tab. A: ÚČINNOST ZHUTŇOVACÍCH STROJŮ - 1- VYSOKÁ KVALITA

	TYP ZEMINY					
	SOUDRŽNÁ		NESOUDRŽNÁ		STEJNOZRNNÁ	
	h_{max}	N	h_{max}	N	h_{max}	N
HLADKÉ VÁLCE [kg/cm šířky běhounu]						
21 až 27	12	8	12	10	12	10
27 až 53	12	6	12	8	12	8
nad 55	15	4	15	8	nevh.	nevh.

Statický výpočet

MŘÍŽOVÉ VÁLCE [kg/cm šířka běhounu]						
27 až 53	15	10	nevh.	nevh.	15	10
53 až 80	15	8	12	12	nevh.	nevh.
nad 80	15	4	15	12	nevh.	nevh.
PNEUMATIKOVÉ VÁLCE [1000 kg/jedno kolo]						
1,0 až 1,5	12	6	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.
1,5 až 2,0	15	5	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.
2,0 až 2,5	18	4	12	12	6	10
2,5 až 4,0	23	4	12	10	nevh.	nevh.
4,0 až 6,0	30	4	12	10	nevh.	nevh.
6,0 až 8,0	35	4	15	8	nevh.	nevh.
8,0 až 12	40	4	15	8	nevh.	nevh.
nad 12	46	4	18	6	nevh.	nevh.
VIBRAČNÍ VÁLCE [kg/m šířky běhounu]						
2,7 až 4,5	nevh.	nevh.	7,5	16	15	16
4,5 až 7,0	nevh.	nevh.	7,5	12	15	12
7,0 až 12	10	12	12	12	16	6
12 až 18	12	8	15	8	20	10*
18 až 23	15	4	15	4	23	12*
23 až 28	18	4	18	4	25	10*
28 až 36	20	4	20	4	27	8*
36 až 43	23	4	23	4	30	8*
43 až 50	25	4	23	4	30	6*
VIBRAČNÍ DESKY [kg/cm ² plochy desky]						
0,08 až 0,10	nevh.	nevh.	nevh.	nevh.	7,5	6
0,10 až 0,12	nevh.	nevh.	7,5	10	10	6
0,12 až 0,14	nevh.	nevh.	7,5	6	15	6
0,14 až 0,18	10	6	12	6	15	4
0,18 až 0,21	15	6	15	5	20	4
nad 21	20	6	20	5	25	4
VIBRAČNÍ PĚCH [hmotnost v kg]						
(VIBROÚDERNÝ) 50 až 60	10	3	10	3	15	3
60 až 75	12	3	12	3	20	3
nad 75	20	3	15	3	23	3
ÚDERNÝ PĚCH [hmotnost v kg]						
do 100	15	4	15	6	nevh.	nevh.
nad 100	27	8	27	12	nevh.	nevh.

h_{\max} = největší výška vrstvy po zhutnění [cm] N = nejmenší počet pojezdů

Vypracoval: Ing. David Kotek

.....

V Ostravě, únor 2014