

Zak. č. : **3724/DPS-2022**

Arch. č. : **3724/02**

Příl. č. : **D.1.b.6**

**Nemocnice Karviná – Ráj, p.o.**

# **Rekonstrukce kanalizace – Nemocnice Karviná – Ráj**

**Stoka D-3 – úsek VO až SP3**

**Dokumentace pro provádění stavby (DPS)**

## **D.1.b.6 Statický výpočet**

Vedoucí projektant: Ing. Sergej Gorbunov

Hlavní inženýr projektu: Ing. Jiří Zavadil

Vypracoval: Ing. David Kotek

# 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 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou

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

## 2. Předmět statického výpočtu

Předmětem statického výpočtu je:

- posouzení uložení navrženého kanalizačního potrubí v podmínkách stavby
- návrh provizorního překrytí výkopů po dobu výstavby

## 3. Navržené materiály

### Kanalizace

Kanalizace je navržena z plastových trub žebrovaných, PP, DN 500, SN 12, PN1.  
Hrdla jsou těsněna gumovými kroužky.

# Kanalizační potrubí

Uložení potrubí je posouzeno podle diagramů pokládky (podklady výrobce trub) znázorňujících závislost výšky krytí potrubí a zhutnění obsypu.

Potrubí je vedeno částečně pod komunikacemi pro pěší (pod chodníky), částečně pod silničními komunikacemi mimo areál Nemocnice Karviná – Ráj. Pro posouzení podle výše uvedených diagramů pokládky je pro všechny případy uvažováno s potrubím pod komunikací s normálním silničním provozem.

Pro posouzení je uvažováno s tím, že potrubí bude uloženo nad hladinou podzemní vody.

Dimenze potrubí: DN 500

Tuhost trub: SN 12

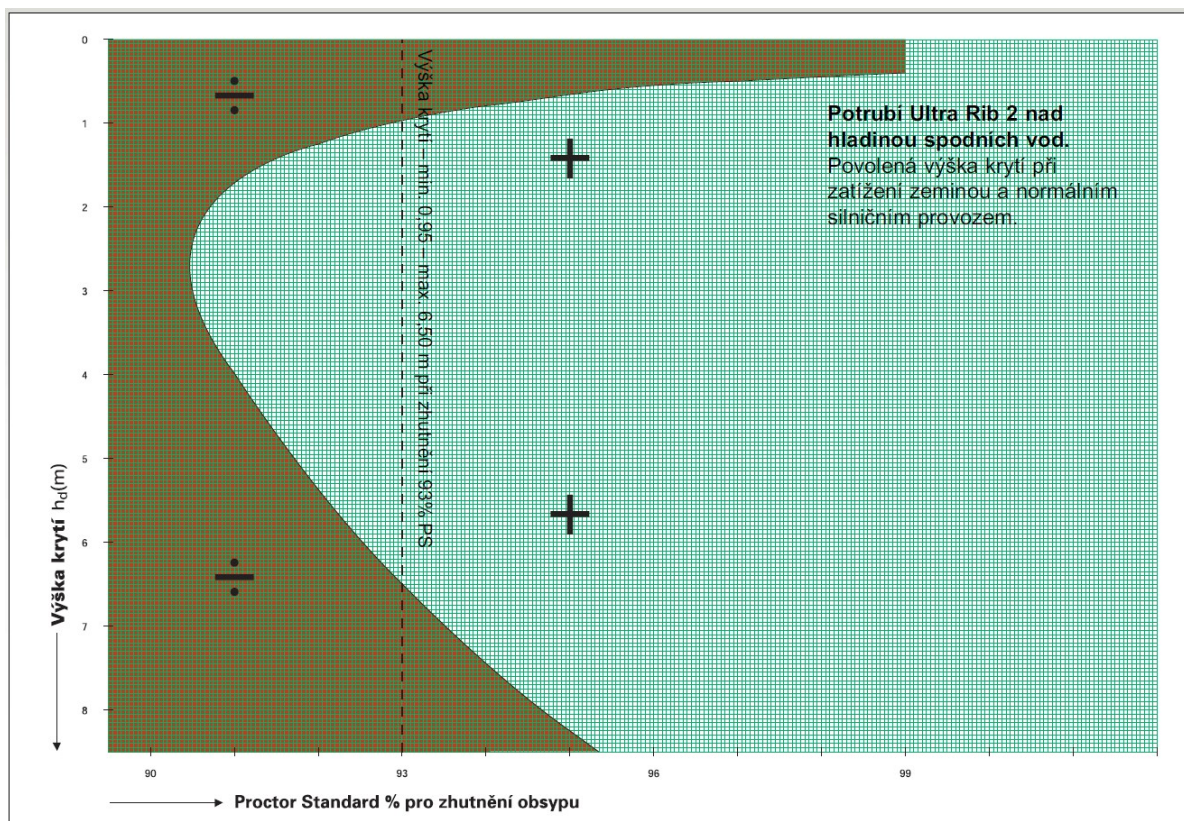
## Posouzení potrubí

Výška nadloží nad vrcholem trub:

Minimální  $H_{\min} = 1,36 \text{ m}$   
Maximální  $H_{\max} = 6,5 \text{ m}$

Diagram pro bezpečné uložení žebrovaného kanalizačního potrubí (pískové sedlo).

Interval použití (hloubky výkopu):  $H \in <0,95 \text{ m}, 6,5 \text{ m}>$



Navržené trouby vyhoví, obsypy potrubí musí být provedeny podle technologického předpisu výrobce trub.

### Závěr:

Navržené kanalizační trouby – žebrované kanalizační trouby PP SN 12, DN 500 – vyhoví pro uložení v pískovém sedle.

## Pažení výkopů

Výkopy pro uložení kanalizačního potrubí a šachet budou v celém rozsahu prováděny pod ochranou systémového pažení.

Pažení musí být navrženo na maximální zemní tlak (zemní tlak v klidu, pro maximální hloubku výkopu), a přetížení od zatížení dopravou na povrchu komunikací (vozidla stavby, **celková hmotnost jednoho vozidla max. 32 t**).

### Zatížení pažení – pro maximální hloubku výkopu:

$$H_{\max} = 6,0 \text{ m}$$

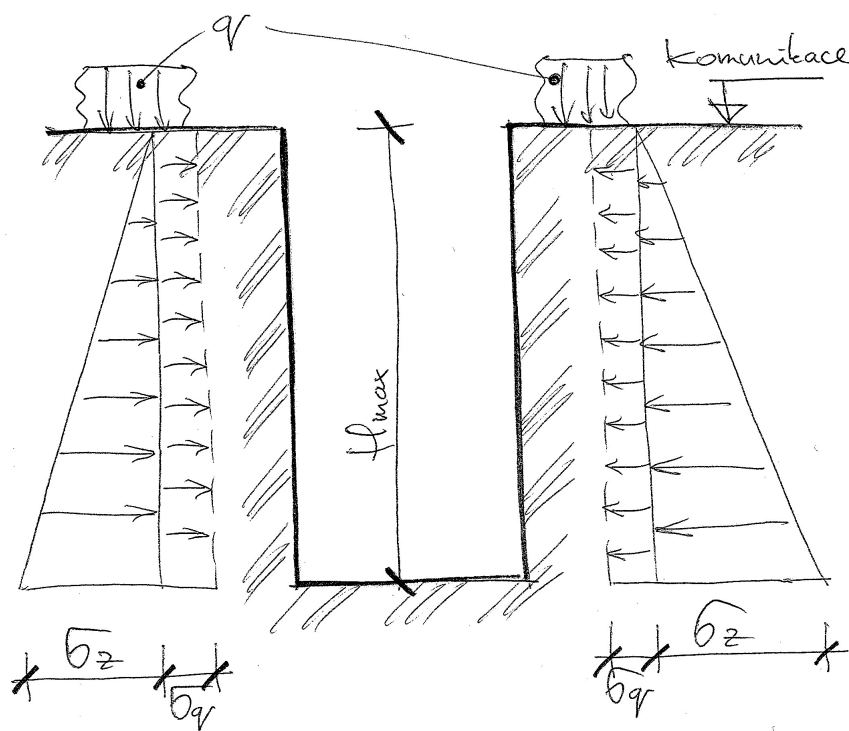
#### Zemní tlak

Objemová hmotnost zeminy	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ (pro soudržné zeminy)
Zemní tlak – tlak v klidu	$K_r \cong 0,667$
Maximální zemní tlak	$\sigma_{z,k} = 6,6 \cdot 19 \cdot 0,667 = 83,6 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota)
	$\sigma_{z,Ed} = 83,6 \cdot 1,35 = 113,0 \text{ kN/m}^2$ (návrhová hodnota)

#### Přetížení od zatížení na povrchu komunikací

Náhradní rovnoměrné zatížení na povrchu komunikace	$q_k = 21 \text{ kN/m}^2$
Přetížení pažení	$\sigma_{q,k} = 21 \cdot 0,667 = 14,0 \text{ kN/m}^2$ (char. hodn.)
	$\sigma_{q,Ed} = 14 \cdot 1,5 = 21,0 \text{ kN/m}^2$ (návrh.hodn.)

#### Schéma:



## Provizorní překrytí výkopové rýhy

Pro zajištění plynulého průjezdu především vozidel záchranné služby během provádění výkopových prací v místě otevřeného výkopu je navrženo překrytí výkopové rýhy ocelovým plechem. Pro výpočet tloušťky plechu je uvažováno s pojezdem plechu **osobním nebo lehkým nákladním automobilem o celkové hmotnosti max. 3,5 t (kategorie dopravních ploch F)**.

**Šířka výkopu v úrovni komunikace je cca 1,45 m**, vč. tloušťky pažení.

Pro výpočet vnitřních sil je uvažováno s nadvýlomem šířky cca 300 mm (pro celou šířku výkopu).

### Zatížení:

Osobní a lehký nákladní automobil

celková hmotnost vozidla

$$m = 3,5 \text{ t}$$

zatížení jedné (více zatížené) nápravy

$$Q_k = 25,0 \text{ kN}$$

zatížení na jedno kolo:

kolo zadní nápravy

$$Q_k/2 = 12,5 \text{ kN}$$

model jedné nápravy:

rozteč kol

$$B = 1,8 \text{ m}$$

součinitel zatížení

$$\gamma_Q = 1,5$$

dynamický součinitel

$$\delta = 1,3$$

Pro výpočet je uvažováno pouze se zatížením jedním kolem, na šířku plechu (ve směru osy výkopu) 1,0 m:

$$Q_{k,1} = 12,5 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$Q_{Ed,1} = 12,5 * 1,5 * 1,3 = 24,4 \text{ kN}$$

Zatížení plechem – odhadem navržena tloušťka 30 mm (pro výpočet zatížení):

$$g_k = 78,5 * 0,03 = 2,355 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G = 1,35$$

$$g_{Ed} = 2,355 * 1,35 = 3,18 \text{ kN/m}$$

## Překrytí pro maximální šířku výkopu 1,5 m

### Vnitřní síly – moment:

Výpočtové rozpětí:

$$l = 1,5 + 0,3 = 1,8 \text{ m}$$

$$M_D = 1/8 * 3,18 * 1,8^2 + 1/4 * 24,4 * 1,8 = 1,3 + 11,0 = 12,7 \text{ kNm}$$

### Navrženo:

ocelový plech tloušťky 15 mm, šířka plechů je min. 1,0 m

$$(W = 1/6 * 1,0 * 0,015^2 = 37,5 * 10^{-6} \text{ m}^3, I = 1/12 * 1,0 * 0,015^3 = 2,81 * 10^{-7} \text{ m}^4)$$

## Posouzení na únosnost:

Posouzení bylo provedeno programem FIN EC – ocel.

## Projekt

Akce : Nemocnice Karviná – Ráj, p.o., Rekonstrukce kanalizace –  
Nemocnice Karviná – Ráj, Stoka D-3 – úsek VO až SP3

Datum : 13.07.2023

## Norma

Norma **EN 1993-1-1, EN 1993-1-4/Česko.**

Součinitele pro ocelové konstrukce

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,000$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,000$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

Součinitele pro korozivzdornou ocel

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,100$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,100$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

## 1 Plech

### 1.1 Vstupní data

**Délka dílce:** 2,000 m

#### Průřez

**Název:** tyč hranatá 1000x15

Konstrukční ocel, plný - tyč hranatá 1000x15	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 15,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 1000,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 15,0E+03 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 500,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 7,5 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 281E+03 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 1,25E+09 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 4,3 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 288,7 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 1,12E+06 \text{ mm}^4$

#### Materiál

**Název:** EN 10025 : Fe 360

**Materiálové charakteristiky:**

Mez kluzu  $f_y$  : 235,0 MPa

Mez pevnosti  $f_u$  : 360,0 MPa

Modul pružnosti  $E$  : 210000 MPa

Modul pružnosti ve smyku  $G$  : 81000 MPa



Vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zatěžovací případ	N [kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]	T <sub>t</sub> [kNm]	T <sub>ω</sub> [kNm]	Bimoment [kNm <sup>2</sup> ]
Zat. případ 1	0,000	0,000	12,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 2,000$  m  
Součinitel vzpěrné délky  $k_z$  Nezadáno  
Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 2,000$  m  
Součinitel vzpěrné délky  $k_y$  Nezadáno

1.2 Výsledky

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1

Vnitřní síly:  $N = 0,000$  kN;  $M_y = 12,300$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm

Posudek nejneprůzračnější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti:  $M_{y,R} = 13,219$  kNm

$| 0,000 + 0,930 + 0,000 | = | 0,930 | < 1$  **Vyhovuje**

Stíhlost dílce: 461,9

**Průřez vyhovuje**

Využití

Využití průřezu: 95,0 %

Vyhoví na únosnost (MSÚ)

Závěr:

Provizorní překrytí výkopu maximální šířky 1,5 m je navrženo z ocelového plechu tloušťky 15 mm. Plech musí přesahovat hranu výkopu na každé straně minimálně o 500 mm. Minimální šířka plechů je 1,0 m.

Provádění podsypů a obsypů

Přehled hutnění, mocnosti vrstev a počtu pojezdů (ATV A 139)  
(v tabulce na další straně jsou uvedeny směrné hodnoty; přesné nejnižší a nejvyšší hodnoty lze určit teprve na základě zkoušek)

Druh přístroje		Pohotov. hmot. kg	Třída zhutnitelnosti								
			V1 - nesoudržné a slabě soudržné zeminy (např. písek a štěrk)			V2 - soudržné zeminy se smíšenou zrnitostí (štěrk a písek s větším podílem hlinité a jílovité složky)			V3 - soudržné jemnozrnné zeminy (hlíny a jíly)		
			Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů	Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů	Vhodnost	Tloušťka vrstvy v cm	Počet pojezdů
1. Lehké hutnicí prostředky (převážně pro zónu potrubí)											
Vibrační pěchy	Lehké	- 25	+	- 15	2 - 4	+	- 15	2 - 4	+	- 10	2 - 4
	Střední	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	3 - 4	+	10 - 30	2 - 4

Výbušné pěchy	Lehké	- 100	*	20 - 30	3 - 4	+	15 - 25	3 - 5	+	20 - 30	3 - 5
Vibrační desky	Lehké	- 100	+	- 20	3 - 5	*	- 15	4 - 6	-	-	-
	Střední	100-300	+	20 - 30	3 - 5	*	15 - 25	4 - 6	-	-	-
Vibrační válce	Střední	- 600	+	20 - 30	4 - 6	*	15 - 25	5 - 6	-	-	-
2. Střední a těžké hutnicí prostředky (nad zónou potrubí)											
Vibrační pěchy		25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	2 - 4	+	10 - 30	2 - 4
	Těžké	60-200	+	40 - 50	2 - 4	+	20 - 40	2 - 4	+	20 - 30	2 - 4
Výbušné pěchy	Střední	100-500	*	20 - 40	3 - 4	+	25 - 35	3 - 4	+	20 - 30	3 - 5
	Těžké	500	*	30 - 50	3 - 4	+	30 - 50	3 - 5	+	30 - 40	3 - 5
Vibrační desky	Střední	300-750	+	30 - 50	3 - 5	*	20 - 40	3 - 5	-	-	-
	Těžké	750	+	40 - 70	3 - 5	*	30 - 50	3 - 5	-	-	-
Vibrační válce		600-800	+	20 - 50	4 - 6	+	20 - 40	5 - 6	-	-	-

Vhodnost: + doporučené \* většinou vhodné - nevhodné

## Postup zkoušení zásypů rýh

**Technické parametry dle TP 146 Povolování a provádění výkopů a zásypů pro inženýrské sítě ve vozovkách pozemních komunikací.**

Kritériem při polních zkouškách (in situ) je v závislosti na kategorii kontroly a druhu použité technologie obvykle jeden parametr nebo kombinace z těch, které jsou dále uvedeny:

- přímé zkušební metody (viz ČSN 72 1006):

- stanovení objemové hmotnosti,
- stanovení parametru míry zhutnění (D, C, ID),

- nepřímé zkušební metody (viz ČSN 72 1006):

- statický modul přetvárnosti a/nebo poměr statických modulů přetvárnosti z druhé a první zatěžovací větve při statické zatěžovací zkoušce1),
- rázový modul deformace při rázové zatěžovací zkoušce,
- penetrační odpor při dynamické, popř. statické penetrační zkoušce apod.

- 1) Při kontrole modulu přetvárnosti zemní pláně a nestmelených konstrukčních vrstev podle ČSN 73 6126 je to však metoda přímá.

**Tabulka 1 - Minimální hodnoty modulu přetvárnosti Edef,2, resp. rázového modulu deformace Mvd**  
**Minimální hodnota modulu přetvárnosti Edef,2 resp. rázového modulu deformace Mvd1) v MPa**  
**od hrany zóny zásypu po aktivní zóně v aktivní zóně**

Konstrukce	Zemina	od hrany zóny zásypu po aktivní zóně	v aktivní zóně
Vozovka	jemnozrnná (soudržná)	30 (15)	45 (25)
	hrubozrnná (nesoudržná)	60 (30)	80 (40)
Chodník	jemnozrnná (soudržná)	30 (15)	45 (25)
	hrubozrnná (nesoudržná)	60 (30)	60 (30)



Pozn.: 1) Hodnoty v závorkách platí pro rázové moduly deformace Mvd stanovené zařízením skupiny C (LDD) ve smyslu ČSN 73 6192 a ČSN 72 1006.

### **Zkoušky budou prováděny ve dvou fázích, a to:**

V průběhu provádění obsypu a zásypu rýhy pro uložení kanalizace budou prováděny zkoušky míry hutnění v souladu s ČSN 72 1006. Zkoušky se budou provádět v krajské komunikaci u každé vstupní/revizní šachty, jinak po vzdálenostech cca 50 m, a to vždy ve třech-čtyřech úrovních – v úrovni základové spáry, obsypu, zásypu potrubí v úrovni silniční pláně (300 mm pod živичnými vrstvami) a před pokládkou stmelených vrstev.

### **Hodnoty rázového modulu deformace (Mvd)**

- |  |        |
|--|--------|
| - Rostlá základová spára                 | 10 MPa |
| - Podsyp pod objekty (šachty)            | 20 MPa |
| - Zóna obsypu potrubí 30 cm nad potrubím | 15 MPa |
| - Zásypová zóna 1 m nad potrubím         | 30 MPa |

### **Hodnoty modulu přetvárnosti (Edef,2)**

- |   |         |
|---|---------|
| - Zemní pláš komunikace (300 mm pod živичnými vrstvami) | 60 MPa  |
| - Nestmelené vrstvy                                     | 120 MPa |

Po provedení jednotlivých konstrukčních vrstev je nutné provést přejímací zkoušky dle příslušných ČSN – 73 6121–73 6129, TP 146, TKP 7, ČSN EN 13108-5.

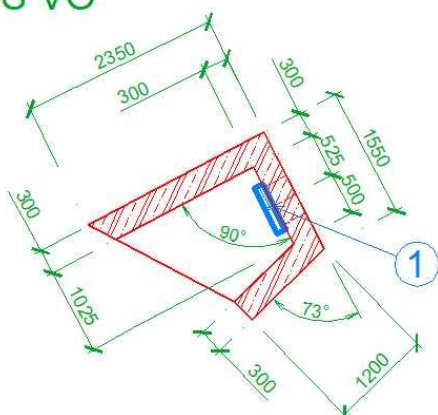
O provedení jednotlivých zkoušek budou vyhotoveny samostatné protokoly, které budou předány investorovi stavby.

## **Výustní objekt**

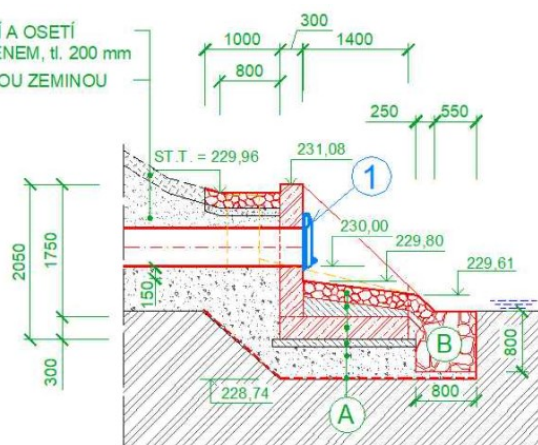
### Schéma objektu:

#### **PŮDORYS VO**

M 1 : 75



OHUMUSOVÁNÍ A OSETÍ  
TRAVNÍM SEMENEM, tl. 200 mm  
ZÁSYP TRÍDĚNOU ZEMINOU



Ukončení kanalizace v místním toku „Mlýnka“. Jedná se o monolitický železobetonový objekt osazený v terénu ve svažitém břehu toku.

Půdorysné rozměry objektu jsou cca 2,35 x 1,6 m.

Výustní objekt tvoří dno, čelní stěna s osazením potrubí a koncové klapky, a boční stěny kopírující sklon svahu břehu toku.

Tloušťka dna i stěn je navržena 300 mm.

Objekt je navržen z betonu C 30/37 – XF3.

Podrobný výpočet není proveden, výztuž objektu je navržena pouze konstrukční -  $\phi$  R 12 po 150 mm, u obou líců dna i stěn, v obou na sebe kolmých směrech.

---

Vypracoval: Ing. David Kotek  
autorizovaný inženýr v oborech Statika a dynamika staveb a Pozemní stavby,  
členské číslo ČKAIT 1102306

V Ostravě, červenec 2023

.....