

Obl. nr **6639**

**OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE**  
**układu odwadniania ostatecznego**  
**szybu ‘WYZWOLENIE’**  
**Zabytkowej Kopalni Węgla Kamiennego „GUIDO”**  
**w Zabrze**

Opracował:

*inż. M. Nowak*

Sprawdził:

*mgr inż. A. Kuliszewicz*

Kierownik Działu  
Projektowo – Konstrukcyjnego  
*mgr inż. A. Sokołowski*

Bytom, wrzesień, 2011 r.

Obl. nr **6639**

## **1. Podstawa obliczeń**

- a) Obliczenia rurociągu przeprowadzono w oparciu o normę: PN-G-05011 – „Rurociągi szybowe. Zasady projektowania”.
- b) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych” wraz z późniejszymi zmianami.

## **2. Założenia**

### **2.1. Materiały konstrukcyjne:**

- rury                      stal P235TR2                       $R_m = 345 \text{ MPa}$
- podpory                stal S235JR                       $R_m = 360 \text{ MPa}$

### **2.2. Współczynniki bezpieczeństwa:**

- dla rur (z zaświadczeniem jakości)                       $x_1 \geq 1,8$
- dla konstrukcji stalowej                       $n \geq 6,0$

### **2.3. Naprężenia dopuszczalne:**

- dla rur

$$k_1 = \frac{R_m}{x_1} = \frac{345,0}{1,8} = 191,6 \text{ MPa}$$

- dla konstrukcji stalowej

$$k_2 = \frac{R_m}{n} = \frac{360,0}{6} = 60,0 \text{ MPa}$$

## **3. Obliczenia**

### **3.1. Zestaw pompowy OS-80B/3-z**

Przyjęto zestaw pompowy o parametrach:

- wydajność                       $Q = 36 \text{ m}^3/\text{h}$
- wysokość tłoczenia                       $H = 54 \text{ m.}$

Obl. nr **6639**

### **3.2. Obliczenia rurociągu**

#### **3.1.1. Ciśnienie statyczne**

$$p = h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}$$

gdzie:

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| $h = 43 \text{ m}$           | - maksymalna wysokość tłoczenia |
| $\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$ | - gęstość właściwa wód dołowych |
| $g = 9,81 \text{ m/s}^2$     | - przyspieszenie ziemskie       |

$$p = 43,0 \cdot 1020 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,43 \text{ MPa}$$

#### **3.1.2. Ciśnienie uderzenia hydraulicznego**

$$p_{ud} = 0,25 \cdot p_s = 0,25 \cdot 0,43 = 0,1 \text{ MPa}$$

#### **3.1.3. Ciśnienie obliczeniowe**

$$p_o = p_s + p_{ud} = 0,43 + 0,1 = 0,53 \text{ MPa}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto ciśnienie:

$$\mathbf{p_o = 1,0 \text{ MPa}}$$

#### **3.1.4. Obliczeniowa grubość ścianek rur**

$$g_o = \frac{p_o \cdot D_z \cdot 10^3}{2 \cdot k_1 \cdot z + p_o}$$

gdzie:

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| $D_z = 0,0889 \text{ m}$  | - średnica zewnętrzna rur  |
| $k_1 = 191,6 \text{ MPa}$ | - naprężenia dopuszczalne dla rur  |
| $z = 1$                   | - obliczeniowy współczynnik wytrzymałości rur stalowych (dla rur bez szwu walcowanych na gorąco) |

$$g_o = \frac{1,0 \cdot 0,0889 \cdot 10^3}{2 \cdot 191,6 \cdot 1 + 1,0} = 0,23 \text{ mm}$$

#### **3.1.5. Wymagana grubość ścianek rur**

$$g_w = (g_o + c_2) \cdot \frac{100}{100 - c_1}$$

gdzie:

- |              |   |
|--------------|---|
| $c_1 = 15\%$ | - naddatek na wyrównanie dolnej odchyłki grubości ścianek rur                         |
| $c_2 = 3$    | - naddatek na wyrównanie ujemnego działania korozji i erozji przepływającego czynnika |

Obl. nr **6639**

$$g_w = (0,23 + 3,0) \cdot \frac{100}{100 - 15} = 3,8 \text{ mm}$$

Przyjęto rury stalowe bez szwu

**Rura – 88,9 x 4,0 – P235TR2 wg PN-EN 10216-1:2002**

### 3.2. Prędkość przepływu wody przez rurociąg

$$w = \frac{Q_A}{F_r} = \frac{4 \cdot Q_A}{\pi \cdot d_w^2}$$

gdzie:

$Q_A = 36 \text{ m}^3/\text{h} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$  - nominalna wydajność agregatu pompowego  
 $F_r$  - czynny przekrój rurociągu  
 $d_w = 0,081 \text{ m}$  - średnica wewnętrzna rurociągu

$$w = \frac{4 \cdot 0,01}{\pi \cdot 0,081^2} = 1,94 \text{ m/s}$$

Prędkość przepływu w rurociągu zgodnie z §448 pkt.1 „Rozporządzenia Ministra Gospodarki ...” nie może przekraczać wartości 3,0 m/s. Zatem warunek ten został spełniony.

### 3.3. Liczba Reynolds’a

$$R_e = \frac{d_w \cdot w}{\nu}$$

gdzie:

$\nu = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  - współczynnik kinetyczny lepkości wody dla  $t = 20^\circ\text{C}$

$$R_e = \frac{0,081 \cdot 1,94}{1,0 \cdot 10^{-6}} = 1,57 \cdot 10^5$$

### 3.4. Straty przepływu

$$\Delta h = \lambda \cdot \frac{L \cdot w}{d_w \cdot 2 \cdot g}$$

gdzie:

$\lambda = 0,01575$  - współczynnik tarcia rur (wg Załącznika 3 do PN-76/M-34034)

Obl. nr **6639**

L - suma długości prostej części rurociągu tłocznego oraz  
długości zastępczej kształtek i armatury

$$L = L_p + L_z$$

$$L_p = 50,0 \text{ m}$$

$$L_z = \sum z_i \cdot \frac{d_w}{\lambda}$$

Długości zastępcze kształtek i armatury:

- kolano 90° (4 szt.)  $z_1 = 4 \cdot 0,46 = 1,84$

- zasuwa klinowa płaska  $z_2 = 0,15$

- zawór zwrotny  $z_3 = 0,8$

---

$$\sum z_i = 2,79$$

$$L_z = 2,79 \cdot \frac{0,081}{0,01575} = 14,3 \text{ m}$$

$$L = 50,0 + 14,3 = 64,3 \text{ m}$$

$$\Delta h = 0,01575 \cdot \frac{64,3 \cdot 1,94^2}{0,081 \cdot 2 \cdot 9,81} = 2,4 \text{ m}$$

### 3.5. Rzeczywista wysokość tłoczenia

$$h_{rz} = h + \Delta h = 43,0 + 2,4 = 45,4 \text{ m}$$

Wysokość tłoczenia przyjętej pompy OS-80B/3 wynosi:

$$H_t = 54,0 \text{ m}$$

jest wyższa od rzeczywistej potrzebnej wysokości tłoczenia, a zatem pompa spełnia wymagania.

- KONIEC -