

ENERGOMONTAŻ CHORZÓW Spółka z o.o.  
41-506 Chorzów, ul. 16 Lipca 12

**PROJEKT TECHNICZNY**  
**RUROCIĄG DN400 W SZYBIE „BOLESŁAW”**  
**KW S.A. ODDZIAŁ KWK „BOBREK-CENTRUM”**

*Część 2*  
*Rurociąg w szybie*


PEŁNOMOCNIK  
KOMPANII WĘGLOWEJ S.A.  
Oddział Kopalnia Węgla Kamiennego  
BOBREK-CENTRUM  
Dyrektor Złoty  
KIEROWNIK  
RUCHU ZAKŁADU GÓRNICZEGO  
*mgr inż. Leonard Klabis*

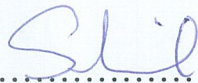
.....  
Kierownik Ruchu Zakładu Górniczego  
KWK „Bobrek-Centrum”

Chorzów, wrzesień 2012 r.

Opracował:

Sprawdził:

  
.....  
mgr inż. Cz. Dąbrowski

  
.....  
mgr inż. R. Salwiczek

ENERGOMONTAŻ CHORZÓW Sp. z o.o.

Zbigniew Juroszek  
WICEPREZES ZARZĄDU

.....  
Prezes Energomontażu Chorzów Sp. z o. o.


Ze strony KWK „Bobrek-Centrum”

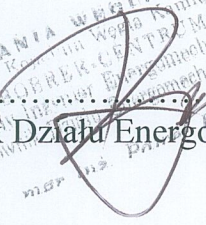
KOMPANIA WĘGLOWA S.A.  
Oddział KWK „BOBREK-CENTRUM”  
Z-CIA GŁÓWNEGO MECHANIKA  
ds. Obiektów Podstawowych i Ruchu Powierzchni  
N A D S Z T Y G A R  
Urządzeń Szybowych / Głównego Odwadniania

  
inż. Andrzej Polak

.....  
Nadsztygar Mechaniczny  
d/s wyciągów szybowych  
i urządzeń podstawowych

KOMPANIA WĘGLOWA S.A.  
Oddział KWK „BOBREK-CENTRUM”  
Z - C A K I E R O W N I K A  
DZIAŁU ENERGOMECHANICZNEGO  
G Ł Ó W N Y M E C H A N I K  
ds. Obiektów Podstawowych i Ruchu Powierzchni  
RUCH BOBREK

  
mgr inż. Łyżek  
Główny Mechanik  
ds. wyciągów szybowych  
i urządzeń podstawowych

  
.....  
Kierownik Działu Energomechanicznego  
Kierownik Działu Energomechanicznego  
mgr inż. Paweł Buz

Chorzów, wrzesień 2012 r.

## Spis załączników

- I. OPIS TECHNICZNY
  - II. OBLICZENIA
  - III. WYTYCZNE MONTAŻU RUROCIAGU
  - IV. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA, KONTROLI I ODBIORU
- WYKAZY MATERIAŁÓW I CZĘŚCI

### RYSUNKI:

- |                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 1. ZESTAWIENIE                    | R-1.0  |
| 2. WYKRES CIŚNIEŃ                 | R-1.01 |
| 3. KONSTRUKCJA WSPORCZA GŁÓWNA    | R-1.1  |
| 4. KONSTRUKCJA WSPORCZA POŚREDNIA | R-1.2  |
| 5. KONSTRUKCJA PROWADZĄCA – typ A | R-1.3  |
| 6. KONSTRUKCJA PROWADZĄCA – typ B | R-1.4  |
| 7. TRÓJNIK DN400/DN400            | R-1.5  |
| 8. ŁUK SEGMENTOWY – typ A(B)      | R-1.6  |
| 9. RURA WSPORCZA – typ A          | R-1.7  |
| 10. RURA WSPORCZA – typ B         | R-1.8  |
| 11. RURA WSPORCZA – typ C         | R-1.9  |
| 12. RURA WSPORCZA – typ D         | R-1.10 |
| 13. PODPARCIE RUROCIĄGU           | R-1.11 |

## **I. OPIS TECHNICZNY**

1. Zakres projektu
2. Przepisy i normy związane z projektem
3. Założenia projektowe
4. Charakterystyka techniczna
5. Uwagi do obliczeń
6. Zabezpieczenie antykorozyjne

## **1. Zakres projektu**

Projekt obejmuje zabudowę rurociągu głównego odwadniania DN400 w szybie „Bolesław”, z wyprowadzeniem na poziomie 540 i 726.

Projekt zawiera:

- opis techniczny
- obliczenia
- wykazy materiałów i części
- schemat rurociągu w szybie z wykresem ciśnień
- rysunek zestawieniowy rurociągu w szybie
- rysunki wykonawcze konstrukcji wsporczych i prowadzących, rur wsporczych, itp.

## **2. Przepisy i normy związane z projektem**

Projekt wykonano zgodnie z następującymi dokumentami:

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 9 czerwca 2006 r. zmieniające wyszczególnione powyżej rozporządzenie (Dz. U. Nr 124, poz. 863).
- Norma PN-G-05011:1997 p.t. Rurociągi szybowe. Zasady projektowania,
- Norma PN-G-05026 p.t. Główne odwadnianie podziemnych zakładów górniczych.
- Norma PN-EN 10216-1 p.t. Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych. Warunki techniczne dostawy. Rury ze stali niestopowych z wymaganymi właściwościami w temperaturze pokojowej.

- Norma PN-EN 10216-3 p.t. Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych. Warunki techniczne dostawy. Rury ze stali stopowych drobnoziarnistych.
- Norma PN-EN 10025 p.t. Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnej.
- Norma PN-EN ISO 12944 p.t. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.
- Pozostałe normy wyszczególniono w wykazach materiałów.

### **3. Założenia projektowe**

Przedmiotowy projekt wykonano przy wykorzystaniu następujących rysunków otrzymanych z Kopalni:

- Tarcza szybu „Bolesław” od poziomu 0,0 m do 71 m (bez numeru).
- Tarcza szybu „Bolesław” od poziomu 71 m do 726 m (bez numeru).

W trakcie wizji lokalnej, dokonano niezbędnych pomiarów i ustaleń z przedstawicielem Kopalni.

### **4. Charakterystyka techniczna**

Projektowany rurociąg DN400, będzie usytuowany w zachodniej części szybu „Bolesław”. Rurociąg będzie prowadzony w szybie od poziomu wlotu lunety rurowej, wyprowadzonej z pompowni głównego odwadniania na poziomie 726, aż do kanału pod zrębem szybu. Zabudowę rurociągu w szybie pokazano na rysunku nr R-1.0

Rurociąg na całej długości szybu, będzie zmontowany z rur stalowych bez szwów, o średnicy zewnętrznej 406,4 mm i o stopniowanej grubości ścianek (11; 14,2; 20 i 22,2 mm). Zastosowano rury wykonane ze stali P235TR1. Rury o długościach fabrykacyjnych 6 m, będą łączone wzajemnie (przez spawanie czołowe) w ciągi. Tworzone w ten sposób ciągi o długości dostosowanej do warunków technicznych, zakończone kołnierzami

szyjkowymi, będą wzajemnie łączone śrubami w trakcie montażu w szybie. Rurociąg będzie posadowiony na konstrukcjach wsporczych: głównej, oraz na sześciu konstrukcjach pośrednich. Konstrukcje wsporcze zaprojektowano ze stali S355JR oraz S235JR.

Konstrukcja wsporcza główna (rys. nr R-1.1), składa się z dwudzielnego dźwigara głównego, wykonanego jako spawana blachownica o przekroju dwuteowym, zabetonowanego w obmurzu szybu, oraz z dwóch dźwigarów poprzecznych, wykonanych również jako blachownice dwuteowe, wspartych na dźwigarze głównym, z końcówkami zabetonowanymi w obmurzu szybu.

Konstrukcja wsporcza pośrednia (rys. nr R-1.2) ma podobny układ jak konstrukcja wsporcza główna. Różnica polega na tym, że jej główny dźwigar jest wykonany z dwudzielnego dwuteownika 400, a dźwigary poprzeczne wykonano z ceowników 260.

Rurociąg będzie wsparty na konstrukcjach za pośrednictwem rur wsporczych, mocowanych śrubami do konstrukcji wsporczych.

Bezpośrednio pod konstrukcjami wsporczymi pośrednimi, zostaną zabudowane kompensatory. Rurociąg na całej swojej długości, zostanie zabezpieczony przed wyboczeniem, przez konstrukcje prowadzące. Na odcinku szybu z obudową murową, zabudowane będą konstrukcje (rys. nr R-1.3), które będą mocowane do obmurza szybu kotwami wklejanymi. Na odcinku szybu w obudowie tubingowej, zabudowane będą konstrukcje (rys. nr R-1.4), mocowane do tubingów za pośrednictwem śrub, łączących segmenty tubingowe. Końcowy odcinek rurociągu w szybie (wykonany jako wiszący) zostanie wprowadzony do wlotu lunety rurowej na poz. 726. Na poziomie wlotu lunety na poziom 540, w rurociąg wbudowany będzie trójnik. Rurociąg pod zrębem, zostanie wprowadzony do kanału na odległość ~10 m i zakończony zasuwą.

## 5. Uwagi do obliczeń

Grubość ścianek rur, obliczono z uwzględnieniem trzy milimetrowego naddatku na korozję. W obliczeniach konstrukcji wsporczych rurociągu w szybie, przyjęto korozyjny ubytek 50% grubości najcieńszego elementu konstrukcji, i dla tak osłabionej konstrukcji, wszystkie współczynniki bezpieczeństwa ( $n$ ) spełniają warunek:  $n \geq 4$ , tak jak wymaga tego norma PN-G-05011.

## 6. Zabezpieczenie przed korozją

Stopień korozyjności środowiska dla zabudowanych w szybie rurociągów i konstrukcji, odpowiada symbolowi C5-1, zgodnie z normą EN ISO 12944.

Elementy przeznaczone do malowania muszą mieć stopień przygotowania powierzchni Sa 2<sup>1/2</sup>.

Do malowania należy zastosować następujące zestawy malarskie:

A) Powłoki gruntowe

Stosować farby epoksydowe (EP) lub poliuretanowe (PUR)

Liczba powłok: 1 | 2

Grubość całkowita powłok: co najmniej 80  $\mu\text{m}$

B) Powłoki nawierzchniowe

Stosować farby epoksydowe (EP) lub poliuretanowe (PUR)

Liczba powłok: 3 | 4

Grubość całkowita powłok: co najmniej 240  $\mu\text{m}$ .

### 6.1. Uwagi ogólne

Czas do malowania kolejnej warstwy – zgodnie z instrukcją producenta farb.

Fragmenty powłok malarskich uszkodzonych podczas transportu lub montażu, należy uzupełnić tym samym zestawem, którym wykonano zabezpieczenie zasadnicze. Uzupełnienia te należy wykonać na oczyszczonej i osuszonej powierzchni zabezpieczanego elementu.



## **II. OBLICZENIA**

**Rurociąg DN 400 w szybie „Bolesław „**

## SPIS TREŚCI

### **1. Rurociąg DN400 w szybie**

- 1.1. Dane
- 1.2. Ciśnienie statyczne na poziomie pompowni
- 1.3. Ciśnienie uderzenia hydraulicznego
- 1.4. Maksymalne ciśnienie na poziomie pompowni
- 1.5. Naprężenia dopuszczalne dla rur
- 1.6. Współczynniki
- 1.7. Odcinek rurociągu między zrębem a konstrukcją wsporcą VII
- 1.8. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą VI i VII
- 1.9. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą V i VI
- 1.10. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą IV i V
- 1.11. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą III i IV
- 1.12. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą II i III
- 1.13. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporcą I i II
- 1.14. Odcinek rurociągu między pompownią na poz. 726 a konstrukcją wsporcą I
- 1.15. Rurociąg na poziomie 540

### **2. Konstrukcje wsporcze rurociągu w szybie**

- 2.1. Obciążenie konstrukcji
  - 2.1.1. Konstrukcja VII
  - 2.1.2. Konstrukcja VI
  - 2.1.3. Konstrukcja V
  - 2.1.4. Konstrukcja IV
  - 2.1.5. Konstrukcja III
  - 2.1.6. Konstrukcja II
  - 2.1.7. Konstrukcja I
  - 2.1.8. Konstrukcja I
  - 2.1.9. Zestawienie zbiorcze obciążenia konstrukcji
- 2.2. Typy konstrukcji wsporczych

### **3. Sprawdzenie wytrzymałości konstrukcji wsporczych**

- 3.1. Konstrukcja wsporcza główna
  - 3.1.1. Schemat konstrukcji
  - 3.1.2. Dźwigar AB
  - 3.1.3. Dźwigar CD
  - 3.1.4. Dźwigar EF
  - 3.1.5. Połączenie montażowe
    - 3.1.5.1. Złącze nakładkowe
    - 3.1.5.2. Złącze przykładkowe
  - 3.1.6. Spoiny łączące środnik z pasami
- 3.2. Konstrukcja wsporcza pośrednia
  - 3.2.1. Schemat konstrukcji
  - 3.2.2. Dźwigar AB
  - 3.2.3. Dźwigar CD
  - 3.2.4. Dźwigar EF

### **4. Odległości między konstrukcjami prowadzącymi**

- 4.1. Odcinek między zrębem a konstrukcją wsporcą VII
- 4.2. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi VII i VI
- 4.3. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi VI i V

- 4.4.Odcinek między konstrukcjami wsporczyymi V i IV
- 4.5.Odcinek między konstrukcjami wsporczyymi IV i III
- 4.6.Odcinek między konstrukcjami wsporczyymi III i II
- 4.7.Odcinek między konstrukcjami wsporczyymi II i I

# 1. Rurociąg DN400 w szybie

Wymagane grubości ścianek rurociągu obliczono zgodnie z punktem 3 normy: PN-G-05011 „Rurociągi szybowe – zasady projektowania”  
Przyjęte symbole i nazwy są zgodne z przedmiotową normą.

## 1.1. Dane

Maksymalna wysokość tłoczenia (od pompowni do zrębu szybu):  $h_{\max}=726$  m

Ciężar właściwy wody:  $\rho=1030$  kg/m<sup>3</sup>

Ciśnienia obliczeniowe na poziomie poszczególnych konstrukcji wsporczych – wg rys. nr **R-1.01**

Zastosowano rury DN400 ( $D_z=0,4064$  m)

## 1.2. Ciśnienie statyczne na poziomie pompowni

$$p_s = h_{s_{\max}} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6} = 726 \cdot 1030 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 7,335 \text{ MPa}$$

## 1.3. Ciśnienie uderzenia hydraulicznego

$$p_u = 0,25 * p_s = 0,25 * 7,335 = 1,835$$

## 1.4. Maksymalne ciśnienie na poziomie pompowni

$$p_{\max} = p_s + p_u = 7,335 + 1,835 = 9,17 \text{ MPa}$$

$$\text{przyjęto: } p_{\max}=9,2 \text{ MPa}$$

## 1.5. Naprężenia dopuszczalne dla rur

dla stali P235TR1:  $k_1=R_e/x_1=235/1,8=130,55$  MPa

## 1.6. Współczynniki

$z=1$  - dla rur stalowych walcowanych na gorąco

$c_1=15\%$  - odchyłka grubości ścianki rur

$c_2=3$  - naddatek na korozję

## 1.7. Odcinek rurociągu między zrębem a konstrukcją wsporczą VII

- ciśnienie na poziomie konstrukcji VII:  $p_{07}=2,88$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{07} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{07}} = \frac{2,88 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 2,88} = 4,43 \text{ mm}$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (4,43 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 8,74 \text{ mm}$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=8,8$  mm

### 1.8. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą VI i VII

- ciśnienie na poz. konstrukcji VI:  $p_{06}=3,9$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{06} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{06}} = \frac{3,9 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 3,9} = 5,98mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (5,98 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 10,56mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=11$  mm

### 1.9. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą V i VI

- ciśnienie na poz. konstrukcji V:  $p_{05}=4,92$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{05} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{05}} = \frac{4,92 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 4,92} = 7,52mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (7,52 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 12,38mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=12,5$  mm

### 1.10. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą IV i V

- ciśnienie na poz. konstrukcji IV:  $p_{04}=5,88$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{04} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{04}} = \frac{5,88 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 5,88} = 8,95mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (8,95 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 14,06mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=14,2$  mm

### 1.11. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą III i IV

- ciśnienie na poz. konstrukcji III:  $p_{03}=7,1$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{03} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{03}} = \frac{7,1 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 7,1} = 10,76mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (10,76 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 16,18mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=17,5$  mm

### 1.12. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą II i III

- ciśnienie na poz. konstrukcji II:  $p_{02}=8,13$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{02} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{02}} = \frac{8,13 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 8,13} = 12,27mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (12,27 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 17,96mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=20$  mm

### 1.13. Odcinek rurociągu między konstrukcją wsporczą I i II

- ciśnienie na poz. konstrukcji II:  $p_{01}=8,92$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{01} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{01}} = \frac{8,92 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 8,92} = 13,43mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (13,43 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 19,33mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=20$  mm

### 1.14. Odcinek rurociągu między pompownią a konstrukcją wsporczą I

- ciśnienie na poz. pompowni:  $p_{max}=9,2$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{max} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{max}} = \frac{9,2 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 9,2} = 13,83mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (13,83 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 19,8mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=20$  mm

### 1.14.1. Rury DN250 w pompowni na poz. 726

$$g_o = \frac{p_{\max} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{\max}} = \frac{9,2 * 0,273 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 9,2} = 9,3mm$$

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (9,3 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 14,47mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki  $g=16$  mm

### 1.15. Rurociąg na poziomie 540

- ciśnienie:  $p_{540}=7,3$  MPa

Obliczeniowa grubość ścianki rury:

$$g_o = \frac{p_{540} * D_z * 10^3}{2 * k_1 * z + p_{540}} = \frac{7,3 * 0,4064 * 10^3}{2 * 130,55 * 1 + 7,3} = 11,05mm$$

Wymagana grubość ścianki rury:

$$g_w = (g_o + c_2) \frac{100}{100 - c_1} = (11,05 + 3) \frac{100}{100 - 15} = 16,53mm$$

Przyjęto rurę o grubości ścianki 17,5 mm

## 2. Konstrukcje wsporcze rurociągu w szybie

### 2.1. Obciążenie konstrukcji

Obliczenia wykonano zgodnie z punktem 4 normy: PN-G-05011 „Rurociągi szybowe – zasady projektowania”

Przyjęte symbole i nazwy są zgodne z przedmiotową normą.

Schemat do obliczeń – wg rysunku nr **R-1.01**

Dane do obliczeń podano w poniższej tabeli

Konstrukcja	G [kg] Masa obciążająca konstrukcje (rury, kołnierze, kompensatory, rury wsporcze, elementy złączne)	$p_o$ [MPa] Maksymalne ciśnienie na poziomie konstrukcji (wg rys. nr R- 1.01)
VII	12000	2,88
VI	12000	3,9
V	15600	4,92
IV	15300	5,88
III	28000	7,1
II	22900	8,13
I	20700	8,92
Poziom pompowni		9,2

### 2.1.1. Konstrukcja VII (pod zrębem)

a) Obciążenie przy rurociągu pustym:

$$F_{P7}' = F_{r7} = G_7 * g * 10^{-3} = 12000 * 9,81 * 10^{-3} = 117,72 \text{ kN}$$

b) Obciążenie przy rurociągu napełnionym:

$$F_{r7} = 117,72 \text{ kN}$$

$$F_{t7} = \pi * D_z * b * \mu * p_{s7} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 1,04 * [1000] = 49,8 \text{ kN}$$

$$F_{pk7} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{s7} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3814^2) * 1,04 * [1000] = 16,09 \text{ kN}$$

gdzie:  $p_{s7}$  – ciśnienie statyczne na poziomie podpory VII (patrz rys. nr R-1.01)

$$F_{P7}'' = F_{r7} + F_{t7} - F_{pk7} = 117,72 + 49,8 - 16,09 = 151,43 \text{ kN}$$

c) Obciążenie przy wystąpieniu uderzenia hydraulicznego:

$$F_{r7} = 117,72 \text{ kN}$$

$$F_{t7} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o7} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 2,88 * [1000] = 137,89 \text{ kN}$$

$$F_{pk7} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{o7} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3814^2) * 2,88 * [1000] = 44,55 \text{ kN}$$

$$F_{pp} = 0,25 * \pi * D_w^2 * p_{ud} = 0,25 * \pi * 0,3844^2 * 1,835 * [1000] = 212,95 \text{ kN}$$

gdzie:  $p_{ud}$  – ciśnienie dynamiczne na poziomie zrębu (patrz rys. nr R-1.01)

$$F_{P7}''' = F_{r7} + F_{t7} - F_{pk7} - F_{pp} = 117,72 + 137,89 - 44,55 - 212,95 = -1,89 \text{ kN}$$

d) Maksymalne obciążenie konstrukcji:

$$F_{P7max} = F_{P7}'' = 151,43 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto: } F_{VII} = 152 \text{ kN}$$

### 2.1.2. Konstrukcja VI (pośrednia)

$$F_{r6} = G_6 * g * 10^{-3} = 12000 * 9,81 * 10^{-3} = 117,72 \text{ kN}$$

$$F_{t6} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o6} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 3,9 * [1000] = 186,72 \text{ kN}$$

$$F_{t6} = F_{t7} = 137,89 \text{ kN}$$

$$F_{pk6} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{o3} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3814^2) * 3,9 * [1000] = 60,33 \text{ kN}$$

$$F_{pk13} = F_{pk4} = 44,55 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P6} = F_{r6} + (F_{t6} - F_{t6}) - (F_{pk6} - F_{pk6}) = 117,72 + (186,72 - 137,89) - (60,33 - 44,55) = 150,77 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto: } F_{VI} = 151 \text{ kN}$$

### 2.1.3. Konstrukcja V (pośrednia)

$$F_{r5} = G_5 * g * 10^{-3} = 15600 * 9,81 * 10^{-3} = 153,1 \text{ kN}$$



$$F_{t5} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o5} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 4,92 * [1000] = 235,56 \text{ kN}$$

$$F_{t5} = F_{t6} = 186,72 \text{ kN}$$

$$F_{pk5} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{o5} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3714^2) * 5,22 * [1000] = 105,2 \text{ kN}$$

$$F_{pk5} = F_{pk6} = 60,33 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P5} = F_{r5} + (F_{t5} - F_{t6}) - (F_{pk5} - F_{pk6}) = 153,1 + (235,56 - 186,72) - (105,2 - 60,33) = 157,07 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto: } F_V = 158 \text{ kN}$$

#### 2.1.4. Konstrukcja IV (pośrednia)

$$F_{r4} = G_4 * g * 10^{-3} = 15300 * 9,81 * 10^{-3} = 150,1 \text{ kN}$$

$$F_{t4} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o4} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 5,88 * [1000] = 281,52 \text{ kN}$$

$$F_{t4} = F_{t5} = 235,56 \text{ kN}$$

$$F_{pk4} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{o4} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3714^2) * 5,88 * [1000] = 125,72 \text{ kN}$$

$$F_{pk4} = F_{pk5} = 105,2 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P4} = F_{r4} + (F_{t4} - F_{t5}) - (F_{pk4} - F_{pk5}) = 150,1 + (281,52 - 235,56) - (125,72 - 105,2) = 175,54 \text{ kN}$$

$$\text{Przyjęto: } F_{IV} = 176 \text{ kN}$$

#### 2.1.5. Konstrukcja III (pośrednia)

$$F_{r3} = G_3 * g * 10^{-3} = 28000 * 9,81 * 10^{-3} = 274,68 \text{ kN}$$

$$F_{t3} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o3} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 7,1 * [1000] = 339,93 \text{ kN}$$

$$F_{t3} = F_{t4} = 281,52 \text{ kN}$$

$$F_{pk3} = 0,25 * \pi * (D_z^2 - D_{wk}^2) * p_{o3} = 0,25 * \pi * (0,4064^2 - 0,3564^2) * 7,1 * [1000] = 212,68 \text{ kN}$$

$$F_{pk3} = F_{pk4} = 125,72 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P3} = F_{r3} + (F_{t3} - F_{t4}) - (F_{pk3} - F_{pk4}) = 274,68 + (339,93 - 281,52) - (212,68 - 125,72) = 246,13$$

kN

$$\text{Przyjęto: } F_{III} = 247 \text{ kN}$$

#### 2.1.6. Konstrukcja II (pośrednia)

$$F_{r2} = G_2 * g * 10^{-3} = 22900 * 9,81 * 10^{-3} = 224,65 \text{ kN}$$

$$F_{t2} = \pi * D_z * b * \mu * p_{o2} = \pi * 0,4064 * 0,15 * 0,25 * 8,13 * [1000] = 389,24 \text{ kN}$$

$$F_{t2} = F_{t3} = 339,93 \text{ kN}$$

$$F_{pk2}=0,25*\pi*(D_z^2-D_{wk}^2)*p_{o2}=0,25*\pi*(0,4064^2-0,3564^2)*8,13*[1000]=243,53 \text{ kN}$$

$$F_{pk12}=F_{pk3}=212,68 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P2}=F_{r2}+(F_{t2}-F_{d2})-(F_{pk2}-F_{pk12})=224,65+(389,24-339,93)-(243,53-212,68)=243,11$$

kN

Przyjęto:  $F_{II} = 244 \text{ kN}$

### 2.1.7. Konstrukcja I (główna)

$$F_{r1}=G_1*g*10^{-3}=20700*9,81*10^{-3}=203,07 \text{ kN}$$

$$F_{d11}=F_{t2}=389,24 \text{ kN}$$

$$F_{pk11}=F_{pk2}=243,53 \text{ kN}$$

$$F_{pp}=0,25*\pi*D_w^2*p_{o(-425)}=0,25*\pi*0,362^2*9,02*[1000]=928,35 \text{ kN}$$

Obciążenie konstrukcji:

$$F_{P1}=F_{r1}+F_{d11}+F_{pk11}+F_{pp}=203,07+389,24+243,53+928,35=1764,19 \text{ kN}$$

Przyjęto:  $F_I = 1765 \text{ kN}$

### 2.1.8. Zestawienie zbiorcze obciążenia konstrukcji

Konstrukcja	VII	VI	V	IV	III	II	I
Obciążenie konstrukcji [kN]	152	151	158	176	247	244	1765

## 2.2. Typy konstrukcji wsporczych

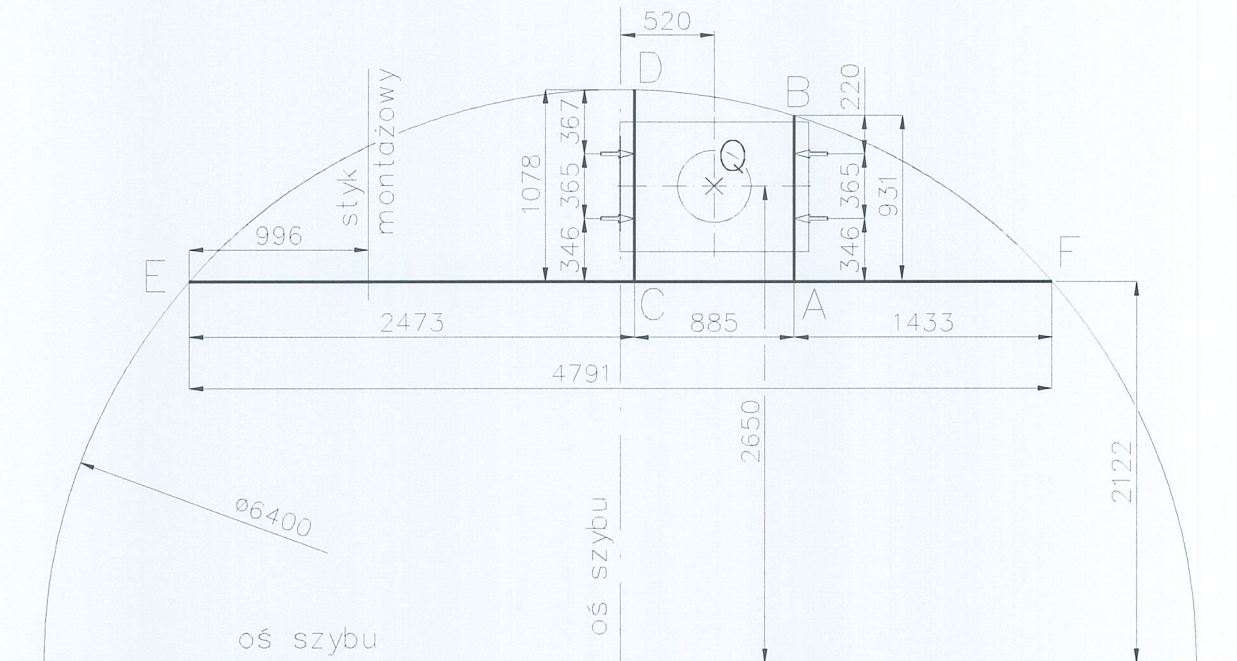
Zaprojektowano dwa typy konstrukcji wsporczych dla rurociągu w szybie: odcinka rurociągu, w następującym wykonaniu:

- Konstrukcja wsporcza główna, obliczona na obciążenie  $Q=1765 \text{ kN}$ .
- Konstrukcja wsporcza pośrednia, obliczona na obciążenie  $Q=247 \text{ kN}$ .

### 3. Sprawdzenie wytrzymałości konstrukcji wsporczych

#### 3.1. Konstrukcja wsporcza główna

##### 3.1.1. Schemat konstrukcji



Konstrukcja wykonana wg rysunku nr R-1.1

Obciążenie:  $Q=1765$  kN

Materiał: S355JR ( $R_m=470$  MPa)

Dźwigary AB i CD wykonane w postaci blachownicy dwuteowej o wysokości 480 mm i grubości środnika 15 mm

Dźwigar EF wykonany w postaci blachownicy dwuteowej o wysokości 968 mm i szerokości półek 240 mm

Uwaga: W obliczeniach przyjęto 50% zużycia korozyjnego najcieńszego elementu, którymi są środniki dźwigarów AB i CD (15 mm), i połowę takiego ubytku założono na całym obwodzie przekroju poprzecznego każdego dźwigara. Obliczone komputerowo, przy wykorzystaniu programu AUTOCAD, wskaźniki wytrzymałości tak osłabionych przekrojów, wynoszą jak niżej,

- dla dźwigarów AB i CD:  $W_x^1=1391$  cm<sup>3</sup>,

- dla dźwigara EF:  $W_x^2=7477$  cm<sup>3</sup>,

i takie wskaźnik przyjęto do obliczeń.

### 3.1.2. Dźwigar AB

Reakcje podporowe:

$$A = \frac{1765}{4} \left( \frac{0,22 + 0,585}{0,931} \right) = 381,5 \text{ kN}$$

$$B = 1765/2 - 381,5 = 501 \text{ kN}$$

Moment zginający:

$$M_1 = A * 0,346 = 381,5 * 0,346 = 132 \text{ kNm}$$

Napężenia zginające:

$$\sigma = M_1 / W_x^1 = (132 * 1000) / 1391 = 94,9 \text{ Mpa}$$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 94,9 = 4,95$$
$$n > 4$$

### 3.1.3. Dźwigar CD

Reakcje podporowe:

$$C = \frac{1765}{4} \left( \frac{0,367 + 0,732}{1,078} \right) = 449,8 \text{ kN}$$

$$D = 1765/2 - 449,8 = 432,7 \text{ kN}$$

Moment zginający:

$$M_2 = D * 0,367 = 432,7 * 0,367 = 158,8 \text{ kNm}$$

Napężenia zginające:

$$\sigma = M_2 / W_x^1 = (158,8 * 1000) / 1391 = 114,2 \text{ MPa}$$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 114,2 = 4,11$$
$$n > 4$$

### 3.1.4. Dźwigar EF

a) Reakcje podporowe

$$E = A \frac{1,433}{4,791} + C \frac{2,318}{4,791} = \frac{1}{4,791} (381,5 * 1,433 + 449,8 * 2,318) = 331,73 \text{ kN}$$

$$F = A + C - E = 381,5 + 449,8 - 331,73 = 499,57 \text{ kN}$$

b) Moment zginający

$$M_3 = E * 2,473 = 331,73 * 2,473 = 820,4 \text{ kNm}$$

$$\sigma = M_3 / W_x^2 = (820,4 * 1000) / 7477 = 109,72 \text{ MPa}$$

c) Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 109,72 = 4,28$$

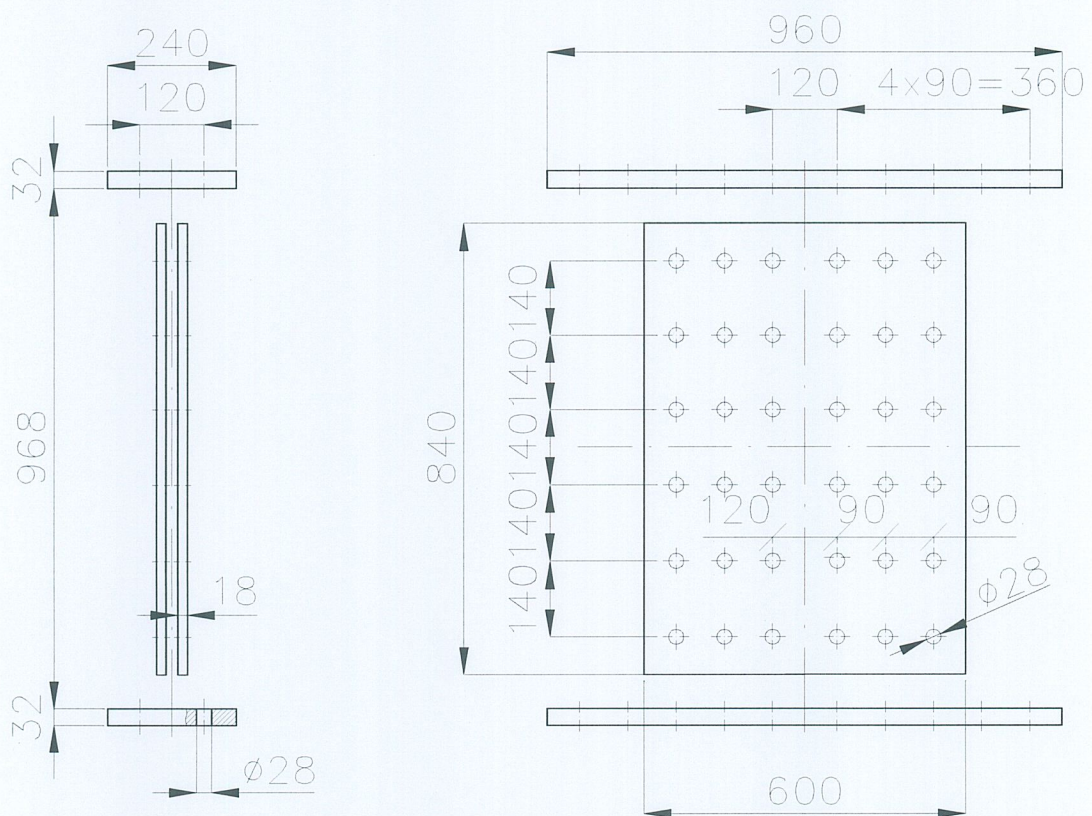
$$n > 4$$

d) Moment zginający dźwigar w styku montażowym

$$M_{SM} = E * 0,996 = 332,6 * 0,996 = 331,3 \text{ kNm}$$

przyjęto:  $M_{SM} = 335 \text{ kNm}$

### 3.1.5. Połączenie montażowe



a) Momenty bezwładności nakładek i przyładek

- moment bezwładności nakładek:

$$J_N = 2 \left( \frac{24 * 3,2^3}{12} + 50^2 * 3,2 * 24 \right) = 192065 \text{ cm}^4$$

- moment bezwładności przyładek:

$$J_P = 2 \left( \frac{1,8 * 82^3}{12} \right) = 165410 \text{ cm}^4$$

- całkowity moment bezwładności:

$$J_C = J_N + J_P = 192065 + 165410 = 357475 \text{ cm}^4$$

**b) Moment zginający obciążający nakładki**

$$M_N = \frac{J_N}{J_C} * M_{SM} = \frac{192065}{357475} * 335 = 180 \text{ kNm}$$

**c) Moment zginający obciążający przykładki**

$$M_P = \frac{J_P}{J_C} * M_{SM} = \frac{165410}{357475} * 335 = 155 \text{ kNm}$$

### 3.1.5.1. Złącze nakładkowe

**a) Nakładki**

- siła w nakładkach:

$$P_N = \frac{M_N}{H} = \frac{180}{0,968} = 186 \text{ kN}$$

- pole przekroju nakładki:

$$F_N = (24 - 2,8 * 2) * 3,2 = 58,88 \text{ cm}^2$$

- naprężenia rozciągające:

$$\sigma_r = \frac{P_N}{F_N} = \frac{186 * 10^{-3}}{58,88 * 10^{-4}} = 31,6 \text{ MPa}$$

- współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 31,6 = 14,87$$

**b) Śruby**

- naprężenia tnące w śrubach nakładek:

$$\tau = \frac{P_N}{n * F_S}$$

$$F_S = \frac{\pi * d_s^2}{4} = \frac{\pi * 2,8^2}{4} = 6,15 \text{ cm}^2 \quad \text{- pole przekroju trzpienia śruby}$$

$n = 10$  - ilość śrub po jednej stronie styku montażowego

$$\tau = \frac{186 * 10^{-3}}{10 * 6,15 * 10^{-4}} = 30,24 \text{ MPa}$$

- współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = 0,6 * R_m / \tau = 0,6 * 520 / 30,24 = 10,31$$

### 3.1.5.2. Złącze przykładowe

#### a) Przykładki

- siła poprzeczna obciążająca styk:

$$Q = E = 331,73 \text{ kN} \quad (\text{patrz pkt 3.1.4.})$$

- moment obciążający przykładki w osłabionym (otworami na śruby) przekroju:

$$M_p' = M_p + Q \cdot a$$

$a = 15 \text{ cm}$  - odległość środka ciężkości zespołu śrub na przykładkach z jednej strony styku

$$M_p' = 155 + 331,73 \cdot 0,15 = 204,9 \text{ kN}$$

- wskaźnik wytrzymałości na zginanie przekroju osłabionego otworami  $\varnothing 28$ :

$$W_{Pnet} = \frac{J_{Pnet}}{e_{max}}$$

$$e_{max} = 41 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} J_{Pnet} &= J_P - 2 \left[ 2 \left\{ \frac{1,8 \cdot 2,8^3}{12} \cdot 3 + 2,8 \cdot 1,8 (7^2 + 21^2 + 35^2) \right\} \right] = \\ &= 165410 - 2 \cdot 2 (9,87 + 8643,6) = 130796 \text{ cm}^4 \\ W_{Pnet} &= \frac{130796}{41} = 3190 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- naprężenia zginające w przykładce:

$$\sigma_g = \frac{M_p'}{W_{Pnet}} = \frac{204,9 \cdot 10^{-3}}{3190 \cdot 10^{-6}} = 64,23 \text{ MPa}$$

- współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 64,23 = 7,31$$

$n > 4$

#### b) Śruby

- siła pionowa wywołana siłą poprzeczną:

$$V = \frac{Q}{n} = \frac{332,6}{18} = 18,48 \text{ kN}$$

$n$  - liczba śrub z jednej strony styku

- siła pozioma wywołana momentem zginającym:

$$N_{\max} = \frac{M_P \cdot z_{\max}}{m \cdot \sum z^2}$$

$m$  - liczba pionowych rzędów śrub z jednej strony styku

$z_{\max}$  - odległość między skrajnymi poziomymi rzędami śrub

$\sum z^2$  - suma kwadratów odległości między rzędami śrub (względem poziomej osi symetrii)

$$N_{\max} = \frac{204,9 \cdot 70 \cdot [10^2]}{3(14^2 + 42^2 + 70^2)} = 69,7 \text{ kN}$$

- siła maksymalna przypadająca na skrajną śrubę:

$$R = \sqrt{V^2 + N_{\max}^2} = \sqrt{18,48^2 + 69,7^2} = 72,1 \text{ kN}$$

- maksymalne naprężenia tnące w śrubach :

$$\tau = \frac{R}{i \cdot F_s}$$

$i = 2$  - ilość płaszczyzn cięcia

$F_s = 6,15 \text{ cm}^2$  - pole przekroju trzpienia śruby (pkt 3.1.5.1. b)

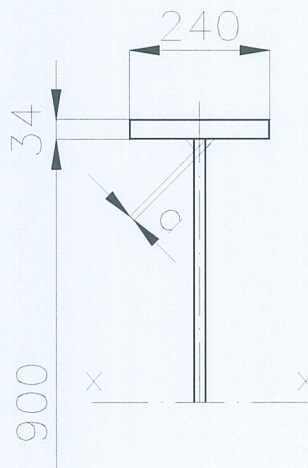
$$\tau = \frac{72,1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 6,15 \cdot 10^{-4}} = 58,62 \text{ MPa}$$

- współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = 0,6 \cdot R_m / \tau = 0,6 \cdot 500 / 58,62 = 5,32$$

$$n > 4$$

### 3.1.6. Spoiny łączące środnik z pasami





Moment bezwładności przekroju:

$$J_x = \left( \frac{24 * 96,8^3 - 21,8 * 90^3}{12} \right) = 489728 \text{ cm}^4$$

Moment statyczny pasa:

$$S_x = 3,4 * 24 * 46,7 = 3810,72 \text{ cm}^3$$

Naprężenia zastępcze w spoinach:

$$\sigma_z = \sqrt{\sigma_M^2 + 3 * \tau^2}$$

$$\text{przy czym: } \sigma_M = \frac{M * z}{J_x} \quad \tau = \frac{T * S_x}{J_x * 2a}$$

gdzie:  $M=819,5 \text{ kNm}$  - maksymalny moment zginający dźwigar  
( pkt 2.4.3.)

$T=449 \text{ kNm}$  - siła poprzeczna w przekroju występowania maksymalnego momentu gnącego (wielkość „C” w pkt 2.4.2. i 2.4.3.)

$Z=45 \text{ cm}$  - odległość zewnętrznych krawędzi spoiny od środka ciężkości przekroju

$a=1 \text{ cm}$  - grubość spoin pachwinowych

$$\sigma_M = \frac{819,5 * 10^{-3} * 0,45}{489728 * 10^{-8}} = 75,3 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{449 * 10^{-3} * 3810,72 * 10^{-6}}{489728 * 10^{-8} * 2 * 0,01} = 17,47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_z = \sqrt{75,3^2 + 3 * 17,47^2} = 81,15 \text{ MPa}$$

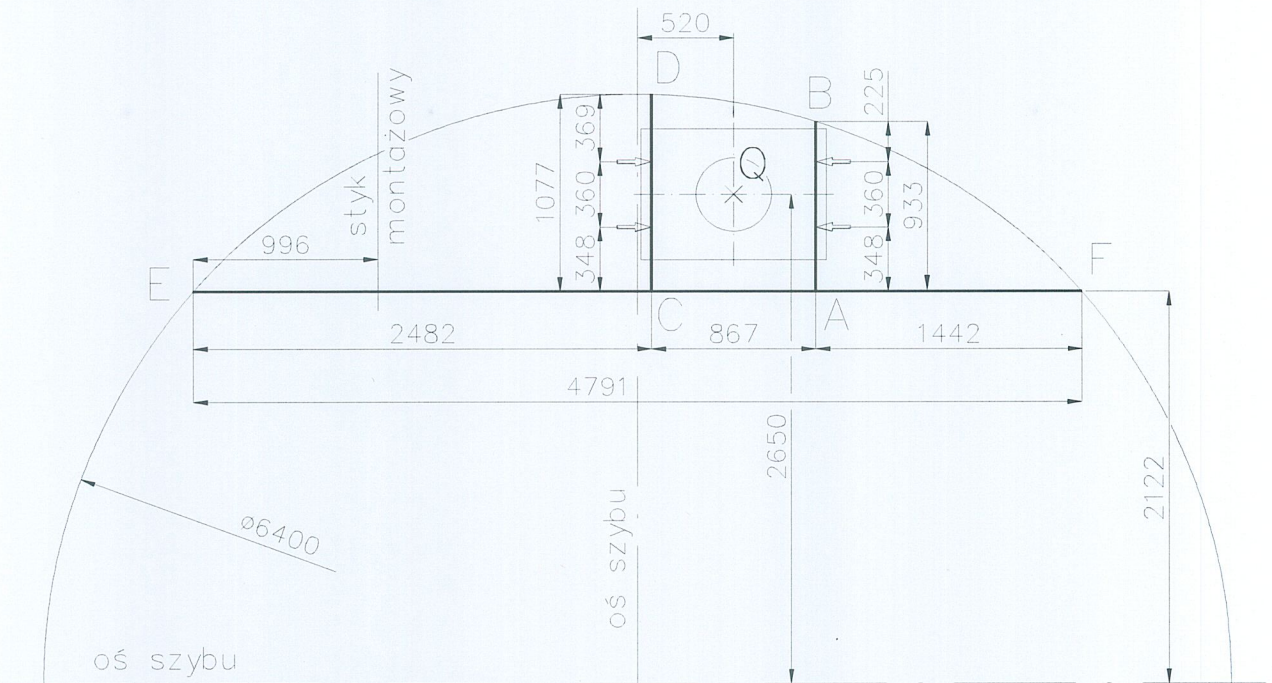
Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma_z = 470 / 81,15 = 5,79$$

$n > 4$

## 3.2. Konstrukcja wsporcza pośrednia

### 3.2.1. Schemat konstrukcji



Konstrukcja wykonana wg rysunku nr R-1.2

Obciążenie:  $Q=247$  kN

Materiał: S355JR ( $R_m=470$  MPa)

Dźwigary AB i CD wykonane z ceowników 260

Dźwigar EF wykonany z dwuteownika 400

Uwaga: W obliczeniach przyjęto 50% zużycia korozyjnego najcieńszego elementu, którymi są średniki dźwigarów AB i CD (10 mm), i połowę takiego ubytku założono na całym obwodzie, przekroju poprzecznego każdego dźwigara. Obliczone komputerowo, przy wykorzystaniu programu AUTOCAD, wskaźniki wytrzymałości tak osłabionych przekrojów, wynoszą jak niżej,

- dla dźwigarów AB i CD:  $W_x^1=191$  cm<sup>3</sup>,

- dla dźwigara EF:  $W_x^2=1103$  cm<sup>3</sup>,

i takie wskaźnik przyjęto do obliczeń.

### 3.2.2. Dźwigar AB

Reakcje podporowe:

$$A = \frac{247}{4} \left( \frac{0,225 + 0,585}{0,933} \right) = 53,6 \text{ kN}$$

$$B = 247/2 - 53,6 = 69,9 \text{ kN}$$

Moment zginający:

$$M_1 = A * 0,348 = 53,6 * 0,348 = 18,65 \text{ kNm}$$

Naprężenia zginające:

$$\sigma = M_1 / W_x^1 = (18,65 * 1000) / 191 = 97,64 \text{ Mpa}$$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 97,64 = 4,81$$
$$n > 4$$

### 3.2.3. Dźwigar CD

Reakcje podporowe:

$$C = \frac{247}{4} \left( \frac{0,369 + 0,729}{1,077} \right) = 62,95 \text{ kN}$$

$$D = 247 / 2 - 62,95 = 60,55 \text{ kN}$$

Moment zginający:

$$M_2 = D * 0,367 = 60,55 * 0,367 = 22,34 \text{ kNm}$$

Naprężenia:

$$\sigma = M_2 / W_x^1 = (22,34 * 1000) / 191 = 117 \text{ MPa}$$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 117 = 4,01$$
$$n > 4$$

### 3.2.4. Dźwigar EF

a) Reakcje podporowe:

$$E = A \frac{1,442}{4,791} + C \frac{2,309}{4,791} = \frac{1}{4,791} (53,6 * 1,442 + 62,95 * 2,309) = 46,47 \text{ kN}$$

$$F = A + C - E = 53,6 + 62,95 - 46,47 = 70,08 \text{ kN}$$

b) Moment zginający:

$$M_3 = E * 2,473 = 46,47 * 2,473 = 114,92 \text{ kNm}$$

c) Naprężenia:

$$\sigma = M_3 / W_x^2 = (114,92 * 1000) / 1103 = 104,19 \text{ MPa}$$

d) Współczynnik bezpieczeństwa:

$$n = R_m / \sigma = 470 / 104,19 = 4,51$$
$$n > 4$$

Uwaga. Śrubowe połączenie montażowe dźwigara dwuteowego 400 w konstrukcji wsporczej, zaprojektowano zgodnie z literaturą: STAHL IM HOCHBAU, wydawnictwo Verlag Stahleisen M.B.H., Dusseldorf, 1959. (rozdział 7, część III/7)

## 4. Odległości między konstrukcjami prowadzącymi

Obliczenia wykonano zgodnie z punktem 5.2. normy: PN-G-05011 „Rurociągi sztywne – zasady projektowania”.

### 4.1. Odcinek między zrębem a konstrukcją wsporczą VII

Obciążenie konstrukcji VII:  $F_{VII}=152 \text{ kN} = 0,152 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 11$ :  $J_x=26720 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_{VII} = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_{VII}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0002672}{0,152}} = 19,9m$$

Przyjęto  $L_{\max}=19,5 \text{ m}$

### 4.2. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi VII i VI

Obciążenie konstrukcji VI:  $F_{VI}=151 \text{ kN} = 0,151 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 11$ :  $J_x=26720 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_{VI} = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_{VI}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0002672}{0,151}} = 19,98m$$

Przyjęto  $L_{\max}=19,5 \text{ m}$

### 4.3. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi VI i V

Obciążenie konstrukcji V:  $F_V=158 \text{ kN} = 0,158 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 14,2$ :  $J_x=33690 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_V = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_V}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0003369}{0,158}} = 21,93m$$

Przyjęto  $L_{\max}=21,5 \text{ m}$

### 4.4. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi V i IV

Obciążenie konstrukcji IV:  $F_{IV}=176 \text{ kN} = 0,176 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 14,2$ :  $J_x=33690 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_{IV} = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_{IV}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0003369}{0,176}} = 20,78m$$

Przyjęto  $L_{\max}=20,5 \text{ m}$

#### 4.5. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi IV i III

Obciążenie konstrukcji III:  $F_{III}=247 \text{ kN} = 0,247 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 20$ :  $J_x=45430 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_{III} = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_{III}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0004543}{0,247}} = 20,37 \text{ m}$$

Przyjęto  $L_{\max}=20 \text{ m}$

#### 4.6. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi III i II

Obciążenie konstrukcji II:  $F_{II}=244 \text{ kN} = 0,244 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 20$ :  $J_x=45430 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_{II} = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_{II}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0004543}{0,244}} = 20,5 \text{ m}$$

Przyjęto  $L_{\max}=20 \text{ m}$

#### 4.7. Odcinek między konstrukcjami wsporczymi II i I

Obciążenie konstrukcji I:  $F_I=1765 \text{ kN} = 1,765 \text{ MN}$  (pkt 2.1.8.)

$F_{pp}=928,35 \text{ kN} = 0,92835 \text{ MN}$  (pkt 2.1.7.)

Moment bezwładności przekroju poprzecznego rury  $\text{Ø}406,4 \times 20$ :  $J_x=45430 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$L_I = 475 * \sqrt{\frac{J_x}{F_I - F_{pp}}} = 475 * \sqrt{\frac{0,0004543}{1,765 - 0,92835}} = 11,068 \text{ m}$$

Przyjęto  $L_{\max}=11 \text{ m}$

### III. WYTYCZNE MONTAŻU RUROCIĄGU.

#### 1. Montaż rurociągu głównego odwadniania DN400 w szybie „Bolesław”.

Przed przystąpieniem do montażu należy mieć opracowane:

- kartę zmian do dokumentacji podstawowej górniczego wyciągu szybowego szybu „Bolesław” ,
- technologię robót zatwierdzoną przez Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego,
- projekt budowlany urządzenia pomocniczego do wymiany rurociągu głównego odwadniania DN 400 w szybie „Bolesław” , zatwierdzoną przez Dyrektora Specjalistycznego Urzędu Górniczego.

Do montażu rurociągu zabudowane zostanie urządzenie wyciągowe w skład którego wejdą:

- kołowrót szybowy Wolff o udźwigu 8t ustawiony na zrębie po północno – wschodniej stronie szybu na istniejącym fundamencie,
- koła linowe wraz z konstrukcją wsporczą zabudowane na wieży szybowej na poziomie belek odbojowych,
- konstrukcja wsporcza do formowania ciągów rur ustawiona na zrębie szybu.

Na konstrukcji wsparta będzie obejma montażowa DN 400 o udźwigu 10 t

- sygnalizacja optyczno – akustyczna do kołowrotu.

Rurociąg montowany zostanie z ciągów rur o długościach 20÷ 30m formowanych w konstrukcji wsporczej na zrębie szybu i opuszczanych w szybie liną nośną kołowrotu.

Rury wsporcze, kompensatory dławikowe, kolana i podpory załadowane zostaną na zrębie szybu na głowicę skipu, a następnie opuszczane do miejsca zabudowy w szybie i przemieszczane liną nośną kołowrotu w pion zabudowy.

W szybie ciągi rur oraz pozostałe elementy łączone zostaną za pomocą kołnierzy szyjkowych na odpowiednie ciśnienia.

Do osadzenia belek głównych podparć pośrednich i podpory głównej należy wykuć w obmurzu gniazda za pomocą młotów pneumatycznych. Podobne gniazda wykuć

dla przynależnych dźwigarów poprzecznych na podporach.

Konstrukcje prowadzące rurociągu mocowane zostaną przy użyciu kotew wklejanych, otwory do osadzenia kotew wykonać przy użyciu wiertarki pneumatycznej obrotowo-udarowej.

Wszystkie prace w szybie wykonać bezpośrednio z głowicy skipu oraz z zabudowanego w górnym piętrze skipu pomostu wysuwanego. Nadawanie sygnałów przy użyciu linki do kołowrotu będzie się odbywało z głowicy skipu. Nadawanie sygnałów z głowicy skipu do maszyny wyciągowej i łączność brygady z maszynistą wyciągowym zapewni urządzenie typu „ECHO - S”.

**IV. WARUNKI TECHNICZNE  
WYKONANIA, KONTROLI I ODBIORU**

Rurociąg głównego odwadniania DN400 w szybie „Bolesław „  
KWK „Bobrek - Centrum” Ruch „Bobrek ”



## SPIS TREŚCI

1. Przedmiot warunków technicznych
2. Zakres stosowania
3. Dokumenty i normy związane
  - 3.1. Dokumenty
  - 3.2. Polskie normy
4. Wymagania techniczne
  - 4.1. Wymagania ogólne
  - 4.2. Stosowane materiały
  - 4.3. Odchyłki wytwarzania
  - 4.4. Wykonanie
    - 4.4.1. Połączenia spawane
      - 4.4.1.1. Przygotowanie do spawania
      - 4.4.1.2. Wykonywanie spawania
      - 4.4.1.3. Kontrola złączy spawanych
      - 4.4.1.4. Naprawa wadliwych spoin
    - 4.4.2. Połączenia śrubowe
      - 4.4.2.1. Wartości momentów dla dokręcania śrub
      - 4.4.2.2. Nakrętki kotwi
5. Elementy rurociągu
6. Zabezpieczenie przed korozją
7. Cechowanie
8. Badania
  - 8.1. Sprawdzenie wymiarów
  - 8.2. Sprawdzenie materiałów
  - 8.3. Sprawdzenie jakości montażu
  - 8.4. Sprawdzenie szczelności
9. Ocena wyników badań
10. Postępowanie z elementami rurociągu nie spełniającymi wymagań objętych badaniami.
11. Zaświadczenia wytwórcy o wynikach badań

## **1. Przedmiot warunków technicznych**

Przedmiotem warunków technicznych są wymagania techniczne wykonania, kontroli i odbioru, rurociągu głównego odwadniania DN400 w szybie „Bolesław”, od zrębu do poziomu 726m, wraz z wyprowadzeniem na poziom 540 i 726 m.

## **2. Zakres stosowania**

Warunki techniczne należy stosować, przy wykonaniu rurociągu głównego odwadniania DN400 w szybie „Bolesław”, od zrębu do poziomu 726m, wraz z wyprowadzeniem na poziom 540 i 726 m.

## **3. Normy i dokumenty związane**

### **3.1. Dokumenty**

- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu, oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, z dnia 9 czerwca 2006 r., zmieniające wyszczególnione powyżej rozporządzenie (Dz. U. Nr 124, poz. 863).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (Dz. U. Nr 263, poz. 2200).
- Warunki techniczne projektowania, kontroli i odbioru złączy spawanych w obiektach, urządzeniach i maszynach górniczych – MGİE GBSiPG 1992r.

### **3.2. Polskie normy:**

PN-EN 10025-2 - Wyroby walcowane na gorąco z niestopowych stali konstrukcyjnych - Warunki techniczne dostawy.

PN-EN 10216-1 - Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych. Warunki techniczne dostawy. Rury ze stali niestopowych z wymaganymi właściwościami w temperaturze pokojowej.

PN-EN ISO 4032 – Nakrętki sześciokątne, odmiana 1. Klasy dokładności A i B.

PN-EN ISO 4014 – Śruby z łbem sześciokątnym. Klasy dokładności A i B.

PN-EN ISO 4017 – Śruby z gwintem na całej długości z łbem sześciokątnym. Klasy dokładności A i B.

PN-81/M-82056 -Połączenia gwintowe stalowe.Dopuszczalne momenty dokręcenia

PN-79/M-82018 - Podkładki klinowe do ceowników.

PN-79/M-82009 - Podkładki klinowe do dwuteowników.

- PN-EN ISO 3269 - Części złączne - Kontrola odbiorcza.
- PN-EN 20898-2 - Własności mechaniczne części złącznych - Nakrętki z określonym obciążeniem próbnym - Gwint zwykły.
- PN-EN ISO 898-1 - Własności mechaniczne części złącznych wykonanych ze stali węglowej oraz stopowej - Śruby i śruby dwustronne
- PN-EN 10204 - Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli.
- PN-EN 10204 - Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli.
- PN-EN 45014 - Ogólne kryteria deklaracji zgodności składanej przez dostawcę.
- PN-EN 1092-1 – Kołnierze i ich połączenia. Kołnierze okrągłe do rur, armatury, kształtek, łączników i osprzętu z oznaczeniem PN. Część 1: Kołnierze stalowe.
- PN-EN 1514-1 – Kołnierze i ich połączenia. Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN.
- PN-EN ISO 12944 - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.
- PN-EN 22768-1 – Tolerancje ogólne. Tolerancje wymiarów liniowych i kątowych bez indywidualnych oznaczeń tolerancji.
- PN-EN ISO 13920 – Tolerancje ogólne dotyczące konstrukcji spawanych.
- PN-EN ISO 9013 – Spawanie i procesy pokrewne. Klasyfikacja jakości i tolerancje wymiarów powierzchni ciętych termicznie (cięcie tlenem).
- PN-EN 499:1997 - Spawalnictwo - Materiały dodatkowe do spawania - Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali niestopowych i drobnoziarnistych - Oznaczenie
- PN-EN 439 - Spawalnictwo - Materiały dodatkowe do spawania - Gazy osłonowe do łukowego spawania i cięcia.
- PN-EN 440 - Spawalnictwo - Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe i stopiwo do spawania łukowego elektrodą topliwą w osłonie gazów stali niestopowych i drobnoziarnistych - Oznaczenie.
- PN-EN ISO 6947 - Spawalnictwo - Pozycje spawania - Określanie kątów pochylenia i obrotu.
- PN-87/M-69008 - Spawalnictwo - Klasyfikacja konstrukcji spawanych.
- PN-EN 287 - 1 – Egzamin kwalifikacyjny spawaczy – Spawanie – Część 1: Stale.
- PN-EN 719 - Spawalnictwo – Nadzór spawalniczy – Zadania i odpowiedzialność.
- PN-EN 473 – Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących – Zasady ogólne.
- PN-EN 12062 - Spawalnictwo - Badania nieniszczące złączy spawanych - Zasady ogólne dotyczące metali.
- PN-EN ISO 5817 – Spawanie – Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) – Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych.
- PN-EN 970 - Spawalnictwo - Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania wizualne.

PN-EN 571 - Spawalnictwo - Badania nieniszczące - Badania penetracyjne – Zasady ogólne.

PN-EN 1435 - Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania radiograficzne złączy spawanych.

PN-EN 1714 - Badania nieniszczące złączy spawanych - Badanie ultradźwiękowe złączy spawanych.

BN-76/0436-01 – Połączenia kotwowe zbrojenia z obudową szybu – zasady projektowania.

PN-G-04201 – Górnictwo. Rurociągi sprężonego powietrza. Pomiar szczelności.

Karta katalogowa R3D2 - Kompensatory ławkowe niedociążone.

## **4. Wymagania techniczne**

### **4.1. Wymagania ogólne**

Rurociąg głównego odwadniania DN400 dla potrzeb KWK „Bobrek - Centrum” Ruch „Bobrek”, pod względem wymiarów, zastosowanych materiałów i tolerancji, powinien odpowiadać dokumentacji technicznej oraz niniejszym Warunkom Technicznym. Wykonanie, kontrola i odbiór elementów rurociągu muszą być zgodne z dokumentacją techniczną.

### **4.2. Stosowane materiały**

Do wszystkich wyrobów, należy dołączyć dokumenty potwierdzające ich jakość, zgodnie z odpowiednimi normami, a w szczególności:

Wyroby hutnicze wg PN-EN-10204.

Materiały dodatkowe do spawania: elektrody, druty, gazy - powinny spełniać wymagania norm: PN-EN 499, PN-EN 440, PN-EN 439.

Śruby klasy wyższej niż 4.8 i 5.6 oraz nakrętki klasy wyższej niż 4 powinny mieć trwałe oznaczenia zgodne z PN-EN 20898-2, PN-EN ISO 898-1.

Każda partia wyrobów śrubowych powinna mieć zaświadczenie o wynikach kontroli jakości wg PN-EN ISO 3269 i PN-EN 10204.

a/ Na elementy konstrukcji i rurociąg, należy stosować materiały, które:

- posiadają zaświadczenie jakości zgodne z PN-EN 45014 i PN-EN-10204 lub wyniki badań laboratoryjnych potwierdzające wymaganą jakość,
- odpowiadają gatunkom określonym w dokumentacji i mają trwałe wybite oznaczenia, lub w inny sposób jednoznacznie są określone,
- wyroby nie oznaczone, nie powinny być stosowane na elementy konstrukcji i rurociąg,
- nie mają rozwarstwień, wżerów ani ubytków powierzchniowych, głębszych niż 5% grubości materiału i większych niż 10% powierzchni, rys i pęknięć, wybrzuszeń, krzywizny i zwichrzenia ani zendry walcowniczej w strefie połączeń spawanych.

b/ Przyjmowanie, przekazywanie, wydawanie i transport materiałów powinny zabezpieczać przed możliwością zmiany gatunków materiałów.

c/ Materiały spawalnicze:

1) Spoiwa powinny:

- odpowiadać gatunkom określonym w instrukcjach technologicznych spawania WPS, opracowanych przez wytwórcę,
- spełniać wymagania norm przedmiotowych.

2) Opakowanie, przechowywanie i transport elektrod, drutów i gazów do spawania, powinny być zgodne z wymaganiami obowiązujących norm i zaleceniami producentów.

3) Suszenie elektrod powinno być zgodne z zaleceniami producentów.

4) Do wykonania spoin szepnych, należy stosować spoiwa w gatunku takim samym, jak na warstwy przetopowe i na pierwsze warstwy wypełniające.

d/ Śruby i inne elementy złączne

- Do połączeń śrubowych należy stosować śruby z łbem sześciokątnym, oraz nakrętki sześciokątne o własnościach mechanicznych – zgodnie z dokumentacją.
- Inne elementy złączne, jak podkładki, i.t.p. powinny być zgodne z dokumentacją techniczną i wymaganiami norm przedmiotowych.

e/ Elementy i podzespoły od poddostawców

- Zasuwy i kompensatory, powinny odpowiadać warunkom podanym w DTR producenta.
- Elementy osprzętu, powinny być zgodne z dokumentacją techniczną i odpowiadać wymaganiom norm przedmiotowych.

### **4.3. Odchyłki wytwarzania**

Odchyłki graniczne wymiarów – klasa tolerancji „m”, wg PN-EN 22768-1.

### **4.4. Wykonanie**

#### **4.4.1. Połączenia spawane**

a/ Wymagania ogólne

Konstrukcje wraz z rurociągiem, zaliczono do 2 klasy konstrukcji spawanych – wymagania, zgodnie z normą PN-M-69008.

Prace spawalnicze należy wykonywać zgodnie z uprawnieniami w odniesieniu do danego procesu spawania, rodzaju spoin oraz rodzaju i klasy konstrukcji.

Prace spawalnicze mogą być wykonywane tylko przez spawaczy, posiadających aktualne „Świadectwo Egzaminu Spawacza” - wydane zgodnie z normą PN-EN 287-1 (PN-EN 287-1) potwierdzające wymagane uprawnienia oraz posiadających książeczkę spawacza.

Osoby te powinny być ujęte w ewidencji spawaczy, jako upoważnione do wykonywania prac spawalniczych w danym zakładzie.

Prace spawalnicze powinny być wykonywane pod nadzorem spawalniczym zgodnie z PN-EN 719 – Inżynier Spawalnik (I/EWE wg zał. A do w/w normy).

Personel przeprowadzający badania nieniszczące powinien mieć uprawnienia zgodnie z PN-EN 473.

Połączenia spawane powinny być wykonywane zgodnie z instrukcjami technologicznymi spawania (WPS) - opracowanymi w celu uzyskania w określonych warunkach realizacji, wyrobu zgodnego z przedmiotowymi normami.

Potwierdzenie zgodności wykonania prac spawalniczych z odpowiednimi instrukcjami, powinno być wpisane do dziennika spawania z podaniem nazwisk spawaczy oraz ich znaków, którymi oznaczyli wykonane spoiny.

#### **4.4.1.1. Przygotowanie do spawania**

Elementy konstrukcyjne przygotowane do spawania, powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną. Ich wymiary powinny odpowiadać tolerancjom wykonawczym, określonym w normie PN-EN 22768-1 i w przepisach przedmiotowych.

Powierzchnie i brzegi części, przygotowanych do spawania, powinny być suche, czyste i wolne od widocznych pęknięć i korbów.

Stan przygotowania i oczyszczenia powierzchni, powinien być przed spawaniem skontrolowany przez bezpośredni nadzór oraz spawacza, wykonującego złącze.

Części składowe złącza, powinny być obrobione i złożone zgodnie z właściwymi normami, odpowiednio do stosowanej metody spawania i z zachowaniem dopuszczalnych odchyłek.

Spawany element powinien być zabezpieczony przed bezpośrednim oddziaływaniem wiatru, deszczu i śniegu, zwłaszcza przy spawaniu w atmosferze gazów ochronnych.

Prace spawalnicze mogą być prowadzone dla stali niskostopowych przy temperaturze powyżej +5<sup>0</sup>C.

#### **4.4.1.2 Wykonywanie spawania**

Wprowadzanie dodatkowych spoin lub zmiany położenia spoin w stosunku do projektu są niedopuszczalne.

Jeśli proces składania lub wznoszenia wymaga przyspawania elementów pomocniczych, uchwytów, to powinny być one tak umieszczone, aby można je było łatwo usunąć, bez uszkodzenia głównego elementu.

Po odcięciu elementów dodatkowych, powierzchnia elementu głównego powinna być oszlifowana. Należy sprawdzić, czy w miejscu przyspawania elementów dodatkowych nie powstały pęknięcia.

Minimalna długość spoin szepnych powinna wynosić 50 mm, lecz dla grubości materiału mniejszej niż 12 mm, dopuszcza się, aby minimalna długość spoin szepnych, wynosiła minimum czterokrotną grubość elementu grubszego.

Spoiny szepne powinny być prawidłowo wtopione i oczyszczone, przed wykonywaniem dalszych ściegów. Spoina szepna ma być włączona w spoinę projektowaną (nieusunięta – całkowicie przetopiona w procesie spawania). Kształt spoiny szepnej i materiały do jej wykonania, powinny być stosowane z uwzględnieniem właściwości spoiny projektowanej.

Spoiny szczerne pęknięte lub takie, które z przyczyn technicznych nie będą przewidziane do włączenia do spoiny projektowanej, powinny być wycięte.

Części łączone za pomocą spoin pachwinowych, powinny możliwie blisko przylegać do siebie. Ewentualne odchyłki odstępu nie powinny przekroczyć wartości wg PN-EN ISO 5817.

Spoina pachwinowa powinna mieć grubość nie mniejszą niż projektowana, z uwzględnieniem ewentualnego głębokiego wtopienia.

Zakończenia spoiny czołowej powinny mieć jakość i pełną grubość przewidzianą dla spoiny czołowej.

Należy unikać rozprysków spawalniczych, przez dobór odpowiednich parametrów spawania, osłony lub zabezpieczenie powierzchni, odpowiednimi środkami, a w razie ich wystąpienia, usunąć je przez lekkie oszlifowanie powierzchni.

Niedopuszczalne są pęknięcia spoin lub materiału spawanego, przerwy i zawężenia w spoinach ciągłych, brak przetopu i niedospawania kraterów końcowych, które wpływałyby ujemnie na jakość spoin.

Wady powierzchniowe w rodzaju pęknięć, lokalnych wgłębień w ułożonym ściegu lub warstwie, powinny być usunięte przed ułożeniem następnej warstwy spoiny.

Żużel spawalniczy powinien być usunięty z każdego ściegu, przed ułożeniem następnej warstwy spoiny oraz z lica gotowej spoiny, po jej wykonaniu.

Spawanie kołnierzy płaskich z rurami wykonać zgodnie z normą PN-87/H-74731.

Do montażu styków kołnierzy z rurami stosować odpowiednie centrowniki.

Po wykonaniu spoin i oczyszczeniu, spawacz ma obowiązek do trwałego i czytelnego naniesienia osobistego identyfikatora (znak spawacza). Gdy spoinę wykonało dwóch lub więcej spawaczy, to znakowanie nanosić po prawej stronie spoiny, jeden po drugim, przy czym górny identyfikator wskazuje spawacza wykonującego przetop spoiny.

Najlepiej znaki malować farbą olejną szybkoschnącą.

Za prawidłową numerację styków odpowiedzialna jest osoba nadzoru.

#### **4.4.1.3. Kontrola złączy spawanych**

Dla kryteriów odbioru, określono wymagany poziom jakości, według niezgodności spawalniczych:

- poziom C –wymagania średnie wg PN-EN ISO 5817 – dla konstrukcji klasy 2 wg PN-M-69008.

Stosować kryteria odbioru spoin wg tablicy 1, zgodnie z normą PN-EN ISO 5817.

Połączenia spawane podlegają zakresowi badań zgodnie z PN-M-69008 oraz PN-EN 12062.

- Wszystkie złącza spawane ze spoinami pachwinowymi należy po wykonaniu spawania, w celu wykrycia wad poddać badaniom wizualnym (VT wg PN-EN 970) w 100% zakresie długości spoin – należy stosować kryteria (klasyfikację) odbioru wg tablicy 1 – poziom C wg PN-EN ISO 5817.

- W technicznie uzasadnionych przypadkach, w miejscu występowania nieciągłości, należy dodatkowo przeprowadzić badania penetracyjne (PT wg PN-EN 571-1) – należy stosować kryteria (klasyfikację) odbioru wg tablicy 1 – poziom C wg PN-EN ISO 5817.

Wyniki badań należy zapisać w protokóle.

#### **4.4.1.4. Naprawa wadliwych spoin**

Wykryte niezgodności spawalnicze należy oznaczyć, a następnie naprawić.

Krater, podtopienia i wady lica spoiny, można naprawić spawaniem uzupełniającym. Niedopuszczalne niezgodności należy lokalnie wyciąć, a powstałe rowki ponownie zaspawać.

Po naprawie należy ponownie przeprowadzić badania zgodnie z pkt. 4.4.1.3.

#### **4.4.2. Połączenia śrubowe**

- a/ Wymagania dla śrub, ujmuje punkt 4.2.d/.
- b/ Otwory pod elementy złączne powinny być wiercone. Nie dopuszcza się wykonywania otworów przez wypalanie palnikiem gazowym.
- c/ Owalność otworów przejściowych, tj. różnica między największą i najmniejszą średnicą otworu, nie powinna przekraczać 5% średnicy nominalnej.
- d/ Skośność otworu, tj. brak prostopadłości ścianek otworu do płaszczyzny łączonych elementów, powinna być mniejsza niż 3% grubości łączonych elementów, lecz nie większa niż 2 mm z tolerancją  $\pm 0,2$  mm.
- e/ Nakrętka i łeb śruby powinny bezpośrednio, lub poprzez podkładki, dokładnie przylegać do powierzchni łączonych elementów.
- f/ Długość śruby powinna być taka, aby co najmniej trzy zwoje gwintu wystawały poza dokręconą nakrętkę.
- g/ Nakrętki powinny być zabezpieczone przed samoczynnym odkręceniem się.
- h/ Kontrola połączeń śrubowych powinna obejmować sprawdzenie:
  - zastosowania w połączeniu właściwych śrub,
  - jakości wyrobów śrubowych,
  - przygotowania powierzchni przylegania łączonych elementów

##### **4.4.2.1. Wartości momentów dla dokręcania śrub**

Wartości momentów dla dokręcania śrub zgodnie z normą PN-81/M-82056.

##### **4.4.2.2. Nakrętki kotwi**

Nakrętki kotwi mocujących konstrukcje prowadzące, należy dokręcać momentem 300 Nm.

#### **5. Elementy rurociągu**

Elementy rurociągu wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną.



## 5. Zabezpieczenie przed korozją

Stopień korozyjności środowiska dla zabudowanego w szybie rurociągu i konstrukcji, odpowiada symbolowi C5-M, zgodnie z normą EN ISO 12944-2. Elementy przeznaczone do malowania (cynkowania), muszą mieć stopień przygotowania powierzchni Sa 2<sup>1/2</sup>, zgodnie z normą EN ISO 12944-4.

Do malowania rurociągu, należy zastosować zestaw malarski numer A5M.02 (H), zgodnie z normą EN ISO 12944-5. Przedmiotowy zestaw malarski charakteryzuje się długą trwałością.

### A) Powłoki gruntowe

Stosować farby epoksydowe (EP) lub poliuretanowe (PUR)

Liczba warstw: 1

Nominalna grubość suchej powłoki: 80 µm

### B) Powłoki nawierzchniowe

Stosować farby epoksydowe (EP) lub poliuretanowe (PUR)

Liczba powłok: 3÷4

Nominalna grubość suchej powłoki: 320 µm

Czas do malowania kolejnej warstwy – zgodnie z instrukcją producenta farb.

Fragmety powłok malarskich uszkodzonych podczas transportu lub montażu rurociągu w szybie, należy uzupełnić tym samym zestawem, którym wykonano zabezpieczenie zasadnicze. Uzupełnienia te należy wykonać na oczyszczonej i osuszonej powierzchni, zabezpieczanego elementu.

Stalowe konstrukcje wsporcze i prowadzące, należy zabezpieczyć przez ocynkowanie, metodą ogniową.

Elementy łączne (śruby, nakrętki, podkładki) należy zabezpieczyć cynkowymi powłokami elektrolitycznymi.

## 7. Cechowanie.

Rury łącznie z kołnierzami powinny być oznakowane kolorem zielonym.

## 8. Badania.

Należy przeprowadzić następujące rodzaje badań:

### 8.1. Sprawdzenie wymiarów

- Sprawdzenie wymiarów należy przeprowadzić warsztatowymi przyrządami pomiarowymi powszechnie stosowanymi
- Odchyłki graniczne wymiarów swobodnych, nie tolerowanych, powinny odpowiadać klasie "m", wg PN-EN 22768-1.

### 8.2. Sprawdzenie materiałów

Sprawdzenie polega na porównaniu zaświadczeń kontroli jakości wytwórcy z dokumentacją techniczną i niniejszymi WTWKiO.

### **8.3. Sprawdzenie jakości montażu**

Należy sprawdzić rodzaj połączeń rurociągu, urządzeń pomocniczych i pomiarowych, zabezpieczenia przed korozją oraz oznakowania – sprawdzenia dokonać poprzez oględziny zewnętrzne.

### **8.4. Sprawdzenie szczelności.**

Po montażu rurociągu należy wykonać próbę szczelności. Rurociąg należy napęlnić wodą. Rurociąg należy uznać za szczelny, jeżeli rurociąg nie będzie wykazywał żadnych nieszczelności i spadków ciśnienia. Z badania szczelności rurociągu należy sporządzić protokół.

### **9. Ocena wyników badań**

Rurociąg należy uznać za odpowiadający niniejszym WTWKiO, jeżeli wyniki wszystkich badań były pozytywne.

### **10. Postępowanie z elementami rurociągu nie spełniającymi wymagań objętych badaniami.**

Konstrukcje i elementy rurociągu, uznane w wyniku przeprowadzonych badań za niezgodne z wymaganiami WTWKiO, mogą być ponownie przedstawione do badań, po usunięciu stwierdzonych usterek. Zakres powtórnych badań powinien objąć tylko te próby, które dały wyniki negatywne, oraz te, które wskutek czynności przy usuwaniu usterek, mogą dać wyniki odmienne, niż przy próbach pierwotnych.

### **13. Zaświadczenia wytwórcy o wynikach badań.**

Dla wszystkich elementów rurociągu, wytwórca zobowiązany jest przedstawić zaświadczenie stwierdzające wykonanie zgodne z wymaganiami niniejszych WTWKiO.

- K O N I E C -

**WYKAZ MATERIAŁÓW I CZĘŚCI**  
Rurociąg DN400 w szybie „Bolesław”

*Część 2*  
*Rurociąg w szybie*

WYKAZ MATERIAŁÓW I CZĘŚCI KW SA Oddział KWK „Bobrek-Centrum” Rurociąg DN400 w szybie „Bolesław”			Numer i tytuł rysunku. <b>R-1.0</b>			
			<b>RUROCIĄG W SZYBIE</b>			
Poz.	Szt.	Nazwa i wymiar części	Rys. lub norma	Masa jedn.	Masa kompl.	Materiał
1	1	Konstrukcja wsporcza główna	<b>R-1.1</b>		2698,0	wg wykazu
2	6	Konstrukcja wsporcza pośrednia	<b>R-1.2</b>	663,0	3978,0	wg wykazu
3	33	Konstrukcja prowadząca - typ A	<b>R-1.3</b>	58,0	1914,0	wg wykazu
4	4	Konstrukcja prowadząca - typ B	<b>R-1.4</b>	60,0	240,0	wg wykazu
5	1	Trójkąt DN400/DN400	<b>R-1.5</b>		1144,5	wg wykazu
6	2	Łuk segmentowy – typ A	<b>R-1.6</b>	242,0	484,0	wg rysunku
7	1	Łuk segmentowy – typ B	<b>R-1.6</b>		124,0	wg rysunku
8	1	Rura wsporcza – typ A	<b>R-1.7</b>		1604,0	wg wykazu
9	2	Rura wsporcza – typ B	<b>R-1.8</b>	967,0	1934,0	wg wykazu
10	2	Rura wsporcza – typ C	<b>R-1.9</b>	717,0	1434,0	wg wykazu
11	2	Rura wsporcza – typ D	<b>R-1.10</b>	598,0	1196,0	wg wykazu
12		Podparcie rurociągu	<b>R-1.11</b>			wg wykazu
13		Rura $\varnothing 406,4 \times 11$ łączna długość ~211 m	PN-EN 10216-1		22800,0	P235TR1
14		Rura $\varnothing 406,4 \times 14,2$ łączna długość ~192 m	PN-EN 10216-1		26500,0	P235TR1
15		Rura $\varnothing 406,4 \times 20$ łączna długość ~295 m	PN-EN 10216-1		56400,0	P235TR1
16		Rura $\varnothing 406,4 \times 22,2$ łączna długość ~7 m	PN-EN 10216-1		1500,0	P235TR1
17	1	Zasuwa klinowa kołnierzo- wa DN400/PN16. Kołnierze owiercone zgodnie z normą PN- EN 1092-1. Powierzchnie uszczelniające typu B1	BSPiAP Gliwice lub INSTAL Katowice			-
18	2	Kompensator dławikowy 406,4 – 10 wg R3D2 PEn PW	PUMAR Energomontaż	380,0	760,0	-
19	2	Kompensator dławikowy 406,4 – 6,4 wg R3D2 PEn PW		289,0	578,0	-
20	2	Kompensator dławikowy 406,4 - 4 wg R3D2 PEn PW		257,0	514,0	-
21	2	Kołnierz z szyjką y-10MPa/400/406,4x25-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	412,0	S235JR

WYKAZ MATERIAŁÓW I CZĘŚCI KW SA Oddział KWK „Bobrek-Centrum” Rurociąg DN400 w szybie „Bolesław”			Numer i tytuł rysunku. <b>RUROCIĄG W SZYBIE</b>			<b>R-1.0</b>
Poz.	Szt.	Nazwa i wymiar części	Rys. lub norma	Masa jedn.	Masa kompl.	Materiał
22	2	Kołnierz z szyjką p-10MPa/400/406,4x25-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	412,0	S235JR
23	2	Kołnierz z szyjką y-10MPa/400/406,4x22,2-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	412,0	S235JR
24	2	Kołnierz z szyjką p-10MPa/400/406,4x22,2-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	412,0	S235JR
25	12	Kołnierz z szyjką y-10MPa/400/406,4x20-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	2472,0	S235JR
26	11	Kołnierz z szyjką p-10MPa/400/406,4x20-S235JR	PN-87/H-7410/07	206,0	2266,0	S235JR
27	1	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN63/20/S235JR	PN-EN 1092-1		129,0	wg normy
28	2	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN63/20/S235JR	PN-EN 1092-1	129,0	258,0	wg normy
29	2	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN63/17,5/S235JR	PN-EN 1092-1	129,0	258,0	wg normy
30	2	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN63/17,5/S235JR	PN-EN 1092-1	129,0	258,0	wg normy
31	6	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN63/14,2/S235JR	PN-EN 1092-1	129,0	774,0	wg normy
32	5	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN63/14,2/S235JR	PN-EN 1092-1	129,0	645,0	wg normy
33	2	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN40/14,2/S235JR	PN-EN 1092-1	98,0	196,0	wg normy
34	2	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN40/12,5/S235JR	PN-EN 1092-1	98,0	196,0	wg normy
35	5	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN40/11/S235JR	PN-EN 1092-1	98,0	490,0	wg normy
36	4	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN40/11/S235JR	PN-EN 1092-1	98,0	392,0	wg normy
37	1	Kołnierz EN 1092-1 /11E/DN400/PN25/11/S235JR	PN-EN 1092-1		63,0	wg normy
38	1	Kołnierz EN 1092-1 /11F/DN400/PN25/11/S235JR	PN-EN 1092-1		63,0	wg normy
39	2	Kołnierz EN 1092-1 /11B1/DN400/PN16/11/S235JR	PN-EN 1092-1	40,0	80,0	wg normy
40	19	Uszczelka płaska 10MPa/400/3	PN-86/H- 74374/04			Polonit FA-0-1000
41	11	Uszczelka PN63/DN400/SR, wg PN-EN 1514-1	SPETECH Bielsko-Biała			wg normy
42	9	Uszczelka PN40/DN400/SR, wg PN-EN 1514-1	SPETECH Bielsko-Biała			wg normy



WYKAZ MATERIAŁÓW I CZĘŚCI KW SA Oddział KWK „Bobrek-Centrum” Rurociąg DN400 w szybie „Bolesław”			Numer i tytuł rysunku. <b>R-1.1</b> <b>KONSTRUKCJA WSPORCZA GŁÓWNA</b>			
Poz.	Szt.	Nazwa i wymiar części	Rys. lub norma	Masa jedn.	Masa kompl.	Materiał
1	2	Blacha grub. 25 – 160x1550		48,7	97,4	S355JR
2	2	Blacha grub. 25 – 160x1420		44,6	89,2	S355JR
3a	1	Blacha grub. 15 – 430x1550			78,5	S355JR
3b	1	Blacha grub. 15 – 430x1420			71,9	S355JR
4	16	Blacha grub. 10 – 72x430		2,4	38,4	S355JR
5	1	Blacha grub. 22 – 900x4250			660,5	S355JR
6	1	Blacha grub. 22 – 900x1500			233,1	S355JR
7	2	Blacha grub. 34 – 240x4250		272,2	544,4	S355JR
8	2	Blacha grub. 34 – 240x1500		96,0	192,0	S355JR
9	1	Blacha grub. 25 – 440x550			37,7	S355JR
10	2	Blacha grub. 14 – 209x934		16,5	33,0	S355JR
11	12	Blacha grub. 14 – 109x900		10,7	128,4	S355JR
12	2	Blacha grub. 14 – 209x260		4,2	8,4	S355JR
13	2	Blacha grub. 32 – 240x960		57,0	114,0	S355JR
14	2	Blacha grub. 18 – 600x820		69,0	138,0	S355JR
15	2	Blacha grub. 20 – 280x1160		51,0	102,0	S235JR
16	2	Blacha grub. 20 – 150x1160		27,3	54,6	S235JR
17	2	Blacha grub. 20 – 150x200		4,7	9,4	S235JR
18	14	Śruba M24x100 – 5.8	PN EN 24017	0,447	6,3	wg normy
19	76	Śruba pasowana M27x100–h8–5.8	PN-91/M-82341	0,682	51,8	wg normy
20	14	Nakrętka M24 - 5	PN-EN 24032	0,117	1,6	wg normy
21	76	Nakrętka M27 - 5	PN-EN 24032	0,17	12,9	wg normy
22	76	Podkładka okrągła 28	PN-EN ISO 7090	0,038	2,9	wg normy
					Σ=2698,0 kg	







WYKAZ MATERIAŁÓW I CZĘŚCI KW SA Oddział KWK „Bobrek-Centrum” Rurociąg DN400 w szybie „Bolesław”			Numer i tytuł rysunku. <b>R-1.4</b> <b>KONSTRUKCJA PROWADZĄCA - typ B</b>			
Poz.	Szt.	Nazwa i wymiar części	Rys. lub norma	Masa jedn.	Masa kompl.	Materiał
1	1	Blacha grub. 16 – 120x910			13,7	S235JR
2	1	Blacha grub. 16 – 120x855			12,8	S235JR
3	1	Blacha grub.10– 100x1255			9,8	S235JR
4	1	Blacha grub. 10 – 100x1285			10,0	S235JR
5	1	Blacha grub. 6 – 83x115			0,3	S235JR
6	1	Blacha grub. 6 – 83x106			0,3	S235JR
7	1	Blacha grub. 6 – 83x295			0,8	S235JR
8	1	Blacha grub. 6 – 83x285			0,7	S235JR
9	2	Blacha grub.”a” – 120x115		~0,7	~1,4	S185
10		Blacha grub.”s” – 100x100				S185
11	2	Śruba dwustronna Z-M39x310*; klasa własności mech. 5.8	PN-68/H-74302	~2,8	~5,6	wg normy
12	2	Śruba z łbem sześciok. M24x90 Klasa wł. mech.5.8	PN-EN ISO 4014	0,412	4,2	wg normy
13	4	Nakrętka wysoka N – M39; klasa wł. mech. 5	PN-68/H-74303	0,65		wg normy
14	2	Nakrętka z łbem sześciokątnym M24, klasa wł. mech. 5	PN-EN ISO 4032	0,117		wg normy
15	4	Podkładka okrągła 39	PN-EN ISO 7090	0,111		wg normy
16	2	Podkładka okrągła 24	PN-EN ISO 7090	0,0283		wg normy
					Σ=~60,0 kg	
Wielkości „a” i „s” ustalić na montażu Wymiary oznaczone gwiazdką (*) sprawdzić na montażu						











