

Nazwa i adres Jednostki Projektowej:



**CIVPRO Usługi Projektowo Pomiarowe**

**mgr inż. Maciej Potrzebowski**

80-174 Gdańsk, ul. Potęgowska 6/30

maciej.potrzebowski@gmail.com, tel. 601-841-525

civpro\_biurow@outlook.com

Nazwa i adres Inwestora:



**Gmina Purda**

Purda 19  
11-030 Purda



**Powiatowa Służba  
Drogowa w Olsztynie**

ul. Cementowa 3  
10-429 Olsztyn

Stadium projektu:

**PROJEKT WYKONAWCZY**

Zamierzenie budowlane / Obiekt budowlany:

**Rozbudowa drogi gminnej i powiatowej na odcinku Klebark Mały – DK 16**

Adres, obręb i nr ewidencyjne działek:

Inwestycja znajduje się na terenie: województwa warmińsko-mazurskiego, powiat olsztyński, Gmina Purda,

Jednostka ewidencyjna 281410\_2 PURDA :

Obręb: 8 – Klebark Mały

Nazwa tomu:

**Projekt Wykonawczy**

Nazwa teczki / Nazwa opracowania:

**Kolizje Gazowe**

**Przebudowa gazociągu wysokiego ciśnienia DN150 PN63**

**relacji UZU Bartąg – UZU Grądek w ob. Klebark Mały gm. Purda**

Branża:

**Sanitarna**

**Zespół projektowy**

Funkcja:	Branża:	Imię i nazwisko:	Specjalność i nr uprawnień:	Podpis:		
Projektant	Sanitarna	mgr inż. Rafał Malinowski	POM/0244/PWOS/12			
Opracował		mgr inż. Agata Mikołajczyk				
Sprawdzający		mgr inż. Tomasz Makarski	POM/0243/PWOS/12			
	Data opracowania 11/2017		Nr tomu: I	Nr teczki: 6A	Nr egz.:	
	Kategoria obiektu budowlanego			XXVI		

## SPIS ZAWARTOŚCI

Tom I.

Teczka 6A.

<b>A. CZĘŚĆ OPISOWA.....</b>	<b>4</b>
<b>I. OPIS TECHNICZNY.....</b>	<b>4</b>
1. INFORMACJE OGÓLNE .....	4
1.1. Podstawa opracowania .....	4
1.2. Przedmiot opracowania .....	4
1.3. Zakres opracowania .....	4
1.4. Lokalizacja inwestycji .....	4
2. STAN ISTNIEJĄCY .....	4
3. Projektowany zakres zabezpieczenia .....	5
4. Parametry projektowanej sieci .....	5
5. Klasa wykonania sieci gazowej .....	5
6. Strefa kontrolowana sieci gazowej .....	5
7. Warunki geologiczno - hydrologiczne .....	5
8. Roboty przygotowawcze i ziemne .....	5
9. Roboty montażowe .....	6
9.1. Materiał i wymagania .....	6
9.2. Zabezpieczenie istniejącego gazociągu przez montaż dwudzielnej rury osłonowej .....	7
9.3. Wymagania z ochrony przeciwkorozyjnej .....	8
9.4. Wymagania z zakresu spawalnictwa .....	9
9.5. Ochrona katodowa .....	13
9.6. Zabezpieczenie i oznakowanie .....	13
10. Realizacja budowy .....	14
10.1. Prace ziemne .....	14
10.2. Włączenie do sieci gazowej .....	15
10.3. Oczyszczenie gazociągu .....	15
10.4. Próby .....	15
11. Odbiór sieci przez operatora .....	18
12. Likwidacja i utylizacja nieczynnych sieci .....	18
13. Uwagi końcowe .....	18
<b>B. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW .....</b>	<b>19</b>
<b>C. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA .....</b>	<b>21</b>
1. Obliczenie rury przewodowej .....	21
2. Obliczenie łuków 10D rury przewodowej DN150 .....	23
3. Obliczenie łuków 20D rury przewodowej DN150 .....	24
<b>D. ZAŁĄCZNIKI .....</b>	<b>26</b>

## E. CZĘŚĆ GRAFICZNA

Rys. 1	Plan Sytuacyjny	Skala 1:500
Rys. 2	Profil sieci gazowej	Skala 1:100/ 250
Rys. 3	Schemat ochrony katodowej	Skala –
Rys. 4a	Schemat montażu rury osłonowej	Skala –
Rys. 4b	Schemat montażu dwudzielnej rury osłonowej	Skala –
Rys. 5	Schemat ułożenia rury w wykopie	Skala –
Rys. 6	Schemat montażowy	Skala –
Rys. 7	Schemat stanowiska prób	Skala –
Rys. 8	Schemat prac przełączeniowych	Skala –

## A. CZĘŚĆ OPISOWA

### I. OPIS TECHNICZNY

#### 1. INFORMACJE OGÓLNE

##### 1.1. Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora Gminy Purda, ul. Purda 19, 11-030 Purda na podstawie umowy zawartej pomiędzy Gminą Purda, a CIVPRO Usługi Projektowo Pomiarowe mgr inż. Maciej Potrzebowski
- Warunki techniczne wydane przez Polską Spółkę Gazownictwa Sp. z o.o. nr PSG/OI/ZIU/WT/3/16 z dnia 14.03.2016r.
- Aneks do warunków technicznych PSG/OI/ZIU/WT/3/16 wydany dnia 07.06.2017r.
- Zezwolenie zezwalającą na realizację inwestycji drogowej dnia 30 grudnia 2017r. nr BI-II.6740.15.150.2016.AO5 wydaną przez Starostę Olsztyńskiego.
- Uzgodnienie projektu budowlanego nr 0686/OG/ZTI/2017 z dnia 2017-01-30
- Uzgodnienie projektu wykonawczego nr 1787/OG/ZTI/2017 z dnia 2017-03-15

##### 1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotowe zamierzenie budowlane jest inwestycją celu publicznego polegającą na rozbudowie drogi gminnej na odcinku Klebark Mały – DK 16.

##### 1.3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje przebudowę sieci gazowej wysokiego ciśnienia DN150 PN63 relacji UZU Bartąg – UZU Grądek w ob. Klebark Mały gm. Purda, kolidującego z projektowaną rozbudową drogi gminnej na odcinku Klebark Mały – DK 16.

Zakres opracowania obejmuje także zabezpieczenie gazociągu wysokiego ciśnienia DN 150 PN63 na działce nr 119, pod projektowaną drogą, dwudzielną rurą osłonową.

##### 1.4. Lokalizacja inwestycji

Powyższa inwestycja zlokalizowana jest w województwie warmińsko-mazurskim, powiecie olsztyńskim na następujących nieruchomościach :

Gmina Purda :

Obręb: 8 – Klebark Mały Działki: 119/1, 165/4, 157/1, 157/2, 235/2, 239/69, 239/5.

W związku z przedmiotową inwestycją przewiduje się zajęcia czasowe nieruchomości. Zajęcia czasowe nieruchomości związane są z wykonywaniem robót drogowych wraz z robotami towarzyszącymi oraz robót instalacyjnych.

Inwestycja realizowana będzie procedurą ZRID na mocy art.11d ust.1 Dz.U. z 2013r. poz.687 z późn. zm..

### 2. STAN ISTNIEJĄCY

Istniejąca sieć dystrybucyjna DN 150 mm, stalowa, relacji: UZU Bartąg – UZU Grądek należąca do Polskiej Spółki Gazownictwa Sp. z o.o., krzyżuje się z projektowanym skrzyżowaniem (rondem) projektowanym w ramach

inwestycji rozbudowy drogi gminnej na odcinku Klebark Mały – DK 16. Planuje się zmianę trasy gazociągu w/c tak, aby przecinała projektowaną drogę pod kątem prostym.

### 3. Projektowany zakres zabezpieczenia

Opracowanie obejmuje zabezpieczenie w/w gazociągu, polegające na wymianie kolizyjnego odcinka sieci. Trasa sieci prowadzona jest w pasie zieleni, przecięcia sieci z projektowaną drogą – pod kątem zbliżonym do kąta prostego.

Zgodnie z warunkami technicznymi zabezpieczona zostanie także istniejąca sieć DN150 na działce nr 119/1 za pomocą stalowej dwudzielnej rury osłonowej o średnicy DN250 (273x6,3), o długości 14,4m. Rurę dwudzielną wykonać z rur stalowych bez szwu, ze stali L360NB klasy B wg normy PN-EN 10208-2, L360NE klasy PSL 2 wg normy PN EN ISO 3183.

### 4. Parametry projektowanej sieci

Projektowana przebudowa sieci gazowej posiada następujące parametry:

- Średnica DN 150 mm,
- Ciśnienie nominalne gazociągu 6,3MPa
- Maksymalne ciśnienie gazociągu 5,5 MPa,
- Długość odcinka przebudowy:  $l = 164,2$  m

### 5. Klasa wykonania sieci gazowej

Dla projektowanego odcinka sieci gazowej wysokiego ciśnienia przyjęto pierwszą klasę lokalizacji i do jej wymagań została dobrana grubość ścianki rury oraz sprawdzone naprężenia obwodowej.

### 6. Strefa kontrolowana sieci gazowej

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 640) dla projektowanego gazociągu wysokoprężnego szerokość strefy kontrolowanej wynosi: 4,0 m.

Linia środkowa tej strefy pokrywa się z osią gazociągu.

### 7. Warunki geologiczno - hydrologiczne

Dla projektowanej inwestycji drogowej zostały wykonane badania geologiczne przez firmę: GeoxX. Pracownia geologiczna spółka cywilna z Olsztyna, w styczniu 2016r. Wykonanymi wierceniami na badanym terenie stwierdzono występowanie holocenów: nasypów budowlanych /nB/, nasypów niekontrolowanych /nN/, gleb /H/ oraz plejstocenów: gruntów zastoiskowych /liQp4/ i gruntów morenowych /gQp4/. w wykonanych otworach wierciennych do głębokości prowadzonego rozpoznania (3,0m) nie nawiercono wody gruntowej. Z uwagi na charakter inwestycji oraz proste warunki gruntowo – wodne projektowane przedsięwzięcie proponuje się zaliczyć do II kategorii geotechnicznej. Projektowane obiekty drogowe można posadzić bezpośrednio w obrębie warstw gruntów nośnych.

### 8. Roboty przygotowawcze i ziemne

Wykonanie wykopów musi być poprzedzone wytyczeniem trasy przebudowy sieci, na podstawie współrzędnych nawiązanych do założonej dla obwodnicy osnowy geodezyjnej.

UWAGA:

Wyprzedzając w miejscach włączenia sieci projektowanej do istniejącej należy wykonać przekopy kontrolne w celu:

- ustalenia dokładnego zagłębienia istniejącego gazociągu
- pomiaru średnicy zewnętrznej sieci istniejącej
- pomiaru grubości ścianki istniejącego gazociągu.

Wyniki pomiarów w formie protokołu stanowią podstawę do określenia szczegółów włączenia projektowanego odcinka gazowego do sieci istniejącej.

Wykopy należy prowadzić zgodnie z PN-B-06050:1999r. Roboty ziemne w pobliżu czynnych gazociągów wykonać ręcznie pod nadzorem Użytkowników sieci. Pozostałe roboty ziemne wykonać mechanicznie.

Wykopy należy zabezpieczyć barierkami ochronnymi, a wykopy o głębokości większej niż 1,0 m wykonać z deskowaniem lub zabezpieczyć elementami profilowanymi z blach stalowych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003r. w sprawie BHP przy wykonywaniu robót budowlanych (Dz. U. nr 47 poz. 401). Dno wykopu powinno być płaskie i pozbawione jakichkolwiek przedmiotów, które mogłyby uszkodzić powłokę ochronną gazociągu. W miejscach gdzie niezbędne jest wejście robotników do wykopu w celu wykonania spoin montażowych lub wykonania innych robót wykop należy odpowiednio poszerzyć. Materiał zasyпки powinien być zagęszczony warstwami 0,3 m do wskaźnika  $I_s$  o wartości nie mniejszej niż 0,95 ubijakiem ręcznym po obu stronach przewodu. Po zakończeniu budowy odłożona wcześniej warstwa humusu zostanie rozplantowana, a teren przywrócony do stanu pierwotnego lub zagospodarowany zgodnie z projektem drogi.

## **9. Roboty montażowe**

### **9.1. Materiał i wymagania**

Średnica projektowanego gazociągu jest zgodna z warunkami technicznymi. Wszystkie wymagania stawiane rurom przewodowym, kształtkom, łukom, rurom osłonowym i kołnierzom tyczą się zarówno projektowanej sieci gazowej (docelowej) jak i tymczasowych kształtek wykorzystywanych podczas prowadzenia prac przełączeniowych.

Sieci gazowe powinny być budowane z zastosowaniem wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu zgodnie z wymaganiami Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2014, poz. 883) i być oznakowane znakiem CE lub znakiem budowlanym B zgodnie z § 5 ustawy o wyrobach budowlanych.

Własności materiałowe i wytrzymałościowe wyrobów budowlanych powinny być potwierdzone w dokumentach kontroli świadectwem odbioru 3.1 zgodnie z PN-EN 10204 Wyroby metalowe – Rodzaje dokumentów kontroli.

Rury powinny spełniać wymagania § 23 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 640) lub powinny być wytwarzane zgodnie z normą PN-EN ISO 3183 w klasie PSL 2 spełniając również wymagania § 23 w/w Rozporządzenia.

Kształtki stalowe powinny spełniać wymagania normy PN-EN 10253-2:2010 dla typu „B” do przyspawania doczołowego na pełne ciśnienie robocze oraz wymagania § 29 w/w Rozporządzenia (Dz.U. 2013 poz. 640). W szczególnie uzasadnionych przypadkach kształtki stalowe mogą być również wytwarzane z rur stalowych do rurociągów systemów transportowych zgodnie z normą PN-EN ISO 3183 w klasie PSL 2 spełniając również wymagania § 23 w/w Rozporządzenia.

Do budowy gazociągu należy użyć rur stalowych, ciśnieniowych, fabrycznie nowych, do gazu, bez szwu DN150 (168,3x6,3) L360NB klasy B wg normy PN-EN 10208-2 lub L360NE klasy PSL 2 wg normy PN EN ISO 3183.

W miejscach połączenia przebudowywanego odcinka gazociągu z rur stalowych z gazociągiem istniejącym z rur stalowych projektuje się łuki stalowe, które umożliwią wykonanie połączeń z istniejącym gazociągiem oraz pozwolą na ewentualną korektę wysokości przebudowanego gazociągu do poziomu istniejącej sieci.

W projekcie budowlanym przyjęto łuki wykonywane metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D. Łuki stalowe wykonywane metodą nagrzewania indukcyjnego powinny spełniać wymagania normy PN-EN 14870-1:2011.

Dopuszcza się także wykonanie łuków metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D. Łuki stalowe gięte na zimno powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1594:2014 lub normy PN-EN ISO 3183. Gięcie łuków może być wykonywane tylko przez doświadczonych operatorów posiadających odpowiednie uprawnienia i używających odpowiedniego, certyfikowanego sprzętu.

Do wykonania łuków należy użyć rur stalowych, ciśnieniowych, fabrycznie nowych, do gazu, bez szwu DN150 (168,3x6,3) L360NB klasy B wg normy PN-EN 10208-2 lub L360NE klasy PSL 2 wg normy PN EN ISO 3183, do przyspawania doczołowego, wg PN-EN 10208-2.

Kształtki stalowe takie jak łuki, kolana, trójniki, zwężki, stosowane przy pracach włączeniowych do czynnych sieci gazowych, powinny spełniać wymagania norm PN-EN 10253-2:2010 oraz wymagania § 29 Rozporządzenia pkt 6 i 7.

W przypadku wykorzystania przy pracach włączeniowych kołnierzy stalowych, należy użyć kołnierzy z szyjką do spawania typu 11 zgodnych z normą PN-EN 1092-1.

W przypadku stosowania kształtek rurowych wg PN-EN 10253-2 i/lub kołnierzy do spawania z szyjką wg PN-EN 1092-1 należy użyć kształtek/kołnierzy z materiału gatunku P355NH.

Wszystkie stosowane materiały powinny charakteryzować się wymaganymi wartościami udarności określonymi we właściwych Polskich Normach wyrobu i potwierdzonymi badaniami tych udarności, w przewidywanych temperaturach roboczych gazociągu. Dla elementów podziemnych należy przyjąć temperaturę roboczą gazociągu: 0°C, dla elementów nadziemnych przyjąć temperaturę roboczą: -30°C.

Minimalna granica plastyczności dotycząca wartości normatywnej dla gatunku stali musi być zgodna z właściwą normą wyrobu, a nie rzeczywistej granicy plastyczności zmierzonej dla konkretnej partii materiału, z którego element wykonano i wpisanej w dokumentach kontroli (świadcztwach odbioru 3.1 lub 3.2). Dla zastosowanych rur DN150 (168,3x6,3) L360 minimalna granica plastyczności wynosi 360MPa, wytrzymałość na rozciąganie wynosi 460MPa.

Przejście gazociągu pod drogą zaprojektowano metodą w otwartym wykopie. Droga zostanie zamknięta, wytyczony zostanie objazd. Gazociąg z rur stalowych należy wprowadzić do rury ochronnej na płozach polietylenowych, zamocowanych co około 1,0m na całej długości przewodu, przy czym na końcach rury osłonowej stosować podwójne komplety płóz. Należy zwrócić szczególną uwagę na poprawne zamocowanie płóz na rurze przewodowej. Rury osłonowe gazociągów wykonać z takich samych rur jak rury przewodowe, fabrycznie nowe, bez szwu, o średnicy DN250 (273x6,3) L360NB wg PN-EN 10208-2 lub L360NE klasy PSL 2 wg normy PN EN ISO 3183. Przestrzenie końcowe pomiędzy rurą przewodową a rurą ochronną wypełnić pianką poliuretanową na długości ok. 15-20cm. Końce rury zabezpieczyć materiałami z grupy P6 wykazu - n.p. opaska termokurczliwa.

## **9.2. Zabezpieczenie istniejącego gazociągu przez montaż dwudzielnej rury osłonowej**

Istniejącą sieć DN150 przebiegającą pod projektowaną drogą na działce nr 119/1 i 153 należy zabezpieczyć dwudzielną rurą osłonową DN250 (273x6,3). Stosować rury bez szwu wykonane ze stali L360NB klasy B wg normy PN-EN 10208-2 lub L360NE klasy PSL 2 wg normy PN EN ISO 3183. Rurę osłonową umieścić na płozach polietylenowych montowanych na rurze przewodowej, rozstaw płóz co około 1,0m na całej długości przewodu, przy czym na końcach rury osłonowej stosować podwójne komplety płóz. Przestrzeń pomiędzy rurą przewodową a rurą ochronną wypełnić pianką poliuretanową na długości ok. 15-20cm na obu końcach. Końce rury zabezpieczyć materiałami z grupy P6 wykazu - n.p. opaska termokurczliwa.

Przed montażem rury dwudzielnej należy naprawić powłokę antykorozyjną istniejącej rury przewodowej DN150. Na całym odcinku rury przewodowej wykonać w pełni szczelną powłokę stosując zestawy powłokowe, jak dla zabezpieczenia złączy montażowych, ujęte w Wykazie izolacyjnych materiałów powłokowych dopuszczonych do stosowania na sieciach gazowych użytkowanych przez Oddział w Gdańsku, aktualnie obowiązującym w PSG Sp. z o.o..



Po oczyszczeniu i naprawieniu izolacji na odcinku gazociągu, na którym montowana będzie dwudzielna rura osłonowa, należy założyć płozy centrujące co około 1,0m, przy czym na końcach rury osłonowej stosować podwójne komplety płóz.

Montaż rury osłonowej dwudzielnej wykonany zostanie poprzez połączenie dwumetrowych połówek, aż do uzyskania odpowiedniej długości rury osłonowej. Przed wykonaniem spawania należy zabezpieczyć rurę przewodową poprzez nawinięcie pasa z materiału niepalnego np. koca gaśniczego z włókna szklanego o grubości 5,0mm przymocowanego do pręta (po wykonaniu spawania koc zostanie usunięty za pomocą pręta). Następnie przystąpić do montażu dwudzielnej rury osłonowej - wsunąć pod gazociąg połówkę rury osłonowej, przykryć drugą połówką. Do wewnętrznej powierzchni rury osłonowej przymocować specjalne blachy ochronne (np. bednarki 50x3), które podczas procesu spawania zabezpieczą płozy oraz izolację rury przewodowej. Obie połówki wycentrować i pospawać. Po wykonaniu spawania dwudzielnej rury osłonowej, przestrzeń pomiędzy rurą przewodową a rurą ochronną wypełnić masą izolacyjną zgodnie z wytycznymi w punkcie 9.3 niniejszego opisu.

Zewnętrzną powierzchnię rury dwudzielnej zabezpieczyć powłokami nawojowymi nakładanymi na zimno z grupy P3 lub P2B aktualnego *Wykazu izolacyjnych materiałów powłokowych dopuszczonych do stosowania na sieciach gazowych*. Przed nałożeniem izolacji zewnętrzną powierzchnię rury dwudzielnej przygotować do stopnia czystości co najmniej Sa2,5, zgodnie z normą PN-EN ISO 8501-1.

Końce rury dwudzielnej zabezpieczyć materiałami z grupy P6 wykazu - n.p. opaska termokurczliwą.

### 9.3. Wymagania z ochrony przeciwkorozyjnej

Ochronę przeciwkorozyjną stalowych gazociągów należy projektować zgodnie z zapisami załącznika do Zarządzenia nr 33/2017 Prezesa Zarządu z dnia 5 kwietnia 2017 roku pn. „Zasady projektowania i budowy ochrony przeciwkorozyjnej stalowych sieci gazowych”.

Rury do przesyłu gazu winny być zabezpieczone fabryczną zewnętrzną powłoką antykorozyjną - zgodnie z wymaganiami zawartymi w grupie P1 załącznika „Wykaz izolacyjnych materiałów powłokowych dopuszczonych do stosowania na sieciach gazowych” :

- Fabryczne powłoki polietylenowe na podkładzie epoksydowym w klasie A3 zgodnie z ISO 21809-1:2011 - do zastosowań typowych (dopuszcza się również stosowanie fabrycznych powłok 3LPE w klasie N-v zgodnie z DIN 30670)
- Fabryczne powłoki z polipropylenu 3LPP zgodne z ISO 21809-1:2011 – do zastosowań specjalnych, gdy wymagana jest dodatkowa, wzmocniona odporność mechaniczna powłoki (dopuszcza się również stosowanie fabrycznych powłok 3LPP zgodnie z DIN 30678).

Do zabezpieczenia spawów prostych należy stosować termokurczliwe materiały powłokowe z grupy P2A „Wykazu izolacyjnych materiałów powłokowych dopuszczonych do stosowania na sieciach gazowych”.

Do zabezpieczenia łuków i kształtek należy stosować nawojowe zestawy powłokowe nakładane na zimno z grupy P2A. Grupa materiałów powłokowych P2A:

- Powłoki termokurczliwe Vogelsang - SM C 50
- Zestaw nawojowy nakładany na zimno Vogelsang C 50-C (lub zestaw TESTO C 50-C) (podkład TESTO-S, taśma TESTO 1.2H, taśma 0.5PE)
- Zestaw nawojowy nakładany na zimno DENSOLEN (primer HT, taśma AS 39P, taśma R20HT)
- Masa butylokauczkowa EVO-Kitt - w zakresie profilowania elementów przed izolacją
- Masa butylokauczkowa Densolen - Kitt WP - w zakresie profilowania elementów przed izolacją
- Masa butylokauczkowa – ATAGOR ALTENE MN - w zakresie profilowania elementów przed izolacją
- Masa butylokauczkowa - Anticor - w zakresie profilowania elementów przed izolacją

Do zabezpieczenia armatury należy stosować zestawy powłokowe z grupy P4:



- Zestaw ANTICOR-PLAST (wypełniacz 745, taśma wewnętrzna 701-40, taśma nawierzchniowa 730-08)
- Zestawy z grupy P2A i P2B po zastosowaniu butylokauczukowych mas wypełniających
- Zestaw Vogelsang K-1 (EVO K-1, masa Drevo plast)
- Zestaw PREMIER LD MASTIC (Premtape LD Mastic / taśma wewnętrzna Premtape / taśma zewnętrzna Premcote OW)
- Zestaw PREMIER PMC (Wypełniacz PMC / taśma wewnętrzna Premtape / taśma zewnętrzna Premcote OW)
- Zestaw ATAGOR A30.1 (wypełniacz JITRANYL, taśma wewnętrzna JITRA 55, taśma zewnętrzna JITRA TR71B)

Do uszczelnienia rur ochronnych należy stosować materiały termokurczliwe z grupy P6:

- Powłoki termokurczliwe Raychem CSEM-F
- Powłoki termokurczliwe Canusa WLOX

Powierzchnia złącz montażowych przed montażem powłok izolacyjnych powinna być przygotowana do stopnia czystości co najmniej Sa2,5, zgodnie z normą PN-EN ISO 8501-1. Po zasypaniu gazociągu należy przyjąć, że średnia wartość powierzchniowej rezystancji właściwej powłoki nie może być mniejsza niż  $5 \times 10^6 \Omega \cdot \text{m}^2$ .

Łuki stalowe gięte na zimno powinny spełniać wymagania normy PN-EN 1594:2014 lub normy PN-EN ISO 3183.

Łuki stalowe wykonywane metodą nagrzewania indukcyjnego powinny spełniać wymagania normy PN-EN 14870-1:2011. Ww. łuki stalowe powinny również spełniać wymagania § 29 Rozporządzenia.

Kształtki stalowe powinny spełniać wymagania norm PN-EN 10253-2:2010 oraz wymagania § 29 Rozporządzenia.

#### 9.4. Wymagania z zakresu spawalnictwa

Prace spawalnicze prowadzić w oparciu o normę PN-EN 12732:2013 *Infrastruktura gazowa -- Spawanie stalowych układów rurowych -- Wymagania funkcjonalne*.

Własności materiałowe i wytrzymałościowe wyrobów budowlanych powinny być potwierdzone w dokumentach kontroli, świadectwie odbioru 3.1 zgodnie z PN-EN 10204 Wyroby metalowe – Rodzaje dokumentów kontroli.

Wykonawca gazociągu powinien posiadać uprawnienia jednostki certyfikującej np. UDT do budowy sieci gazowej o odpowiednim zakresie (materiał, średnica) oraz dysponować personelem spawalniczym (spawacze, kadra inżyniersko-techniczna).

Wykonawca zewnętrzny powinien posiadać i przedstawić do zatwierdzenia osobie powołanej ds. spawalnictwa w PSG sp. z o.o. Oddział Zakład Gazowniczy w Olsztynie przed rozpoczęciem wykonywania prac spawalniczych, następujące dokumenty:

- dokument potwierdzający posiadanie przez Wykonawcę stosownych kwalifikacji w wymaganym zakresie (charakter prac, materiał, średnica), wydany przez Jednostkę Upoważnioną, np. Urząd Dozoru Technicznego,
- opracowane według normy PN-EN ISO 15609-1:2007 instrukcje technologiczne spawania (WPS) na wykonywanie prac spawalniczych na stalowych sieciach gazowych, opracowane w oparciu o kwalifikowane technologie spawania,
- potwierdzone za zgodność z oryginałem kwalifikowane przez stronę trzecią technologie spawania wg normy PN-EN ISO 15614-1:2008 uprawniające do wykonania prac spawalniczych na stalowych sieciach gazowych,
- potwierdzone za zgodność z oryginałem kwalifikowane przez stronę trzecią technologie spawania wg normy PN-EN ISO 15614-1:2008 dla połączeń odgałęzionych o kącie  $< 60^\circ$  uprawniające do wykonania prac spawalniczych na stalowych sieciach gazowych – w przypadku stosowania ww. połączeń,

- potwierdzone za zgodność z oryginałem kwalifikowane przez stronę trzecią technologie spawania wg normy PN-EN ISO 15613:2006 dla złączy spawanych rur z kształtkami typu weldolet uprawniające do wykonania prac spawalniczych na stalowych sieciach gazowych – w przypadku stosowania ww. połączeń,
- wykaz spawaczy/operatorów z potwierdzonymi za zgodność z oryginałem aktualnymi uprawnieniami do spawania rur,
- wzór dziennika spawania przygotowany w oparciu o własne dokumenty
- inne dokumenty wynikające z zapisów SIWZ oraz Umowy.

Wykonawca zewnętrzny oprócz wyżej wymienionych dokumentów posiadać i przedstawić osobie powołanej ds. spawalnictwa:

- potwierdzony za zgodność z oryginałem ważny Certyfikat Systemu Jakości w Spawalnictwie wdrożony według normy PN-EN ISO 3834-2:2007 przy budowie stalowych sieci gazowych wysokiego ciśnienia
- potwierdzone za zgodność z oryginałem uprawnienia nadzoru spawalniczego wykonywanego przez osobę pełniącą funkcję spawalnika, który powinien posiadać wyższe wykształcenie techniczne - inżynierskie w specjalności spawalnictwo lub kierunkach pokrewnych i min. 3 letnie doświadczenie przy nadzorowaniu prac spawalniczych.

Wykonawca przed przystąpieniem do przebudowy powinien posiadać i przedstawić do zatwierdzenia w PSG sp. z o.o. Oddział w Gdańsku Zakład w Olsztynie, z co najmniej 14-dniowym wyprzedzeniem przed planowanym terminem przestąpienia do realizacji prac spawalniczych także:

- dokumentację materiałową obejmującą wszystkie materiały, które mają być zastosowane na budowie podstawowe (rury, kształtki, kolnierze, nakładki rozcięte pełnoobwodowe, nakładki wzmacniające, króćce, itp.) i dodatkowe (elektrody, druty spawalnicze itp.) – świadectwa 31 lub 32
- szczegółową technologię montażu i spawania dwudzielnych rur osłonowych na czynnym gazociągu wysokiego ciśnienia.

Prace spawalnicze włączeniowe do czynnych sieci gazowych również wymagają zgłoszenia i zatwierdzenia w PSG sp. z o.o. Oddział Zakład Gazowniczy w Olsztynie, z co najmniej 14-dniowym (jak wyżej).

Protokoły dla kwalifikowanych technologii spawania WPQR powinny być dostarczone z dokumentacją badania technologii spawania przedstawiającą wyniki wszystkich badań wykonanych na złączach próbnym wraz z warunkami i parametrami spawania złącza próbnego. Zakres badań złączy próbnym przy kwalifikowaniu technologii spawania powinien obejmować badania udarności wykonane w temp. -30°C (w przypadku badania technologii spawania złączy spawanych, w których badania udarności mogą być wykonywane).

Połączenia spawane elementów gazociągów należy wykonać w oparciu o wymagania zawarte w § 27. ust. 3, § 28 i § 29 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz. U. 2013, poz. 640). Wszystkie elementy łączone poprzez spawanie powinny być dopasowane do siebie pod względem własności materiałowych i wytrzymałościowych. Wszystkie elementy łączone poprzez spawanie o ściankach różnej grubości powinny być przygotowane zgodnie z wymaganiami właściwych norm.

Do łączenia elementów o różnych grubościach za pomocą spawania stosować wymagania normy PN-EN 12732.

Wszystkie prace spawalnicze prowadzone na placu budowy powinny być nadzorowane w sposób ciągły przez uprawnionego pracownika nadzoru spawalniczego posiadającego tytuł międzynarodowego/europejskiego inżyniera spawalnika EWE/IWE, który powinien posiadać wyższe wykształcenie techniczne - inżynierskie w specjalności spawalnictwo lub kierunkach pokrewnych i min. 3 letnie doświadczenie przy nadzorowaniu prac spawalniczych.

Wszystkie złącza spawane powinny być wykonywane przez osoby posiadające ważne świadectwo egzaminu spawacza/ zaświadczenie kwalifikacyjne wystawione w oparciu o normę PN-EN 287-1 "Egzamin kwalifikacyjny spawaczy" lub PN-EN ISO 9606-1 „Egzamin kwalifikacyjny spawaczy. Spawanie. Część 1 : Stale”.

W przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków atmosferycznych, proces spawania prowadzić w namiotach spawalniczych.

Przed dostąpieniem do spawania, wymagane jest bardzo dokładne (współosiowe) ustawienie spawanych rur. Służą do tego urządzenia zwane centrownikami, należy korzystać z centrowników zewnętrznych lub wewnętrznych.

Badania złączy spawanych powinni prowadzić pracownicy niezależnego od Oddziału w Gdańsku oraz wykonawcy zewnętrznego laboratorium badawczego akredytowanego zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025:2005 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.

Badania złączy spawanych powinni prowadzić pracownicy niezależnego od Oddziału w Gdańsku oraz wykonawcy zewnętrznego laboratorium badawczego, kwalifikowani co najmniej w stopniu 2 według normy PN-EN 473:2008 „Badania nieniszczące – Kwalifikacja personelu badań nieniszczących – Zasady ogólne” lub PN-EN ISO 9712:2012 „Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących”.

Technologie spawania powinny być kwalifikowane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 15614-1 „Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali -- Badanie technologii spawania - Część 1: Spawanie łukowe i gazowe stali oraz spawanie łukowe niklu i stopów niklu”.

Technologie spajania kołków instalacji ochrony katodowej do rur przewodowych, osłonowych i ochronnych powinny być kwalifikowane zgodnie z wymaganiami właściwych norm (w tym również z uwzględnieniem wymagań załącznika H normy PN-EN 12732 Infrastruktura gazowa – Spawanie stalowych układów rurowych – Wymagania funkcjonalne). Stosowane technologie spajania kołków instalacji ochrony katodowej do rur przewodowych, osłonowych i ochronnych powinny być kwalifikowane przez uprawnioną stronę trzecią.

Złącza spawane powinny być wykonywane zgodnie z instrukcjami technologicznymi spawania opracowanymi w oparciu o wymagania normy PN-EN ISO 15609-1 „Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Instrukcja technologiczna spawania - Część 1: Spawanie łukowe”.

Odgalenienia rurowe i króćce o kącie mniejszym niż 60 stopni powinny być wykonywane zgodnie z dodatkowymi kwalifikowanymi technologiami spawania wg wymagań normy PN-EN ISO 15614-1.

Technologia łączenia rur stalowych przewodowych lub rur stalowych do rurociągowych systemów transportowych oraz użyte materiały dodatkowe powinny spełniać wymagania § 27 ust. 3 Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie oraz PN-EN 12732 „Infrastruktura gazowa -- Spawanie stalowych układów rurowych -- Wymagania funkcjonalne”.

Rury przewodowe powinny być spawane z zastosowaniem metody TIG 141. Rury osłonowe powinny być spawane z zastosowaniem metody TIG 141 lub MMA 111.

Niezgodności spawalnicze jakie mogą wystąpić w połączeniach spawanych przebudowywanego gazociągu powinny spełniać wymagania poziomu jakości :

- „B” – wymagania ostre wg normy PN-EN ISO 5817 bez wyłączeń wg załącznika G normy PN-EN 12732:2004 – dla złączy spawanych na nowych odcinkach przebudowywanego gazociągu,
- „B” – wymagania ostre wg normy PN-EN ISO 5817 z dopuszczonymi wyłączeniami wg załącznika G normy PN-EN 12732:2004 – dla złączy spawanych wykonywanych na czynnych gazociągach.

Złącza spawane sieci gazowych powinny być sprawdzane pod względem mogących wystąpić niezgodności spawalniczych przez wykonywanie badań wizualnych VT i badań nieniszczących zgodnie z wymaganiami

Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie (Dz. U. 2013, poz. 640) oraz normy PN-EN 12732:2014.

Badania powinny być przeprowadzone zasadniczo (z wyjątkiem kontroli VT) po zakończeniu spawania. Wyniki badań powinny być udokumentowane protokołami badań nieniszczących opracowanymi i podpisanymi przez uprawnione osoby.

1. Dla wszystkich spoin czołowych wykonywanych na nowych gazociągach należy wykonywać:
  - Badania wizualne VT - 100% złączy spawanych.
  - Badania radiograficzne RT - 100% złączy spawanych (zgodnie z § 28 ust. 4 (Dz. U. 2013, poz. 640))
2. Spoiny wykonywane na rurach osłonowych poddać badaniom wizualnym VT - 100% złączy spawanych.
3. Podczas prowadzenia prac przyłączeniowych, wykonać następujące badania:
  - spoiny doczołowe (spoiny wzdłużne tulei pełnoobwodowych króćców do balonowanie) - badania VT i RT
4. Spoiny obwodowe, łączące poszczególne odcinki gazociągu stalowego, po przeprowadzonej próbie ciśnieniowej należy poddać badaniom nieniszczącym. Tzw. Spoiny gwarantowane należy poddać badaniom:
  - Badania wizualne VT - 100% złączy spawanych.
  - Badania radiograficzne RT - 100% złączy spawanych
  - Badaniom powierzchniowym magnetyczno- proszkowym (MT) lub penetracyjnym (PT).

Badania wizualne (VT) należy wykonywać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 17637, PN-EN 13018:2016, załącznika E normy PN-EN 12732 oraz uzgodnionymi przez służby spawalnicze operatora gazociągu procedurami i/lub instrukcjami Wykonawcy badań. Badaniami VT objęte są wszystkie złącza spawane (spoiny czołowe i pachwinowe obiektu jak również prac gazoniebezpiecznych). Pozytywnych wynik badań wizualnych dopuszcza te złącza do dalszych badań.

Wszystkie wykryte niezgodności, przekraczające podane wymiary graniczne dla kryteriów akceptacji podlegają naprawie i ponownej ocenie przed skierowaniem do dalszych badań nieniszczących. Uwaga - pęknięte spoiny należy wyciąć.

Badania penetracyjne (PT) należy prowadzić zgodnie z normą PN-EN ISO 3452-1:2013, PN-EN 10893-4:2011 oraz uzgodnionymi przez służby spawalnicze operatora gazociągu procedurami i/lub instrukcjami. Badaniami penetracyjnymi objęte są wszystkie spoiny pachwinowe, po pozytywnych badaniach wizualnych.

Badania radiograficzne (RT) należy wykonywać zgodnie z wymaganiami norm: PN-EN 5579:2014 i PN-EN ISO 17636-1:2013, oraz uzgodnionymi przez służby spawalnicze operatora gazociągu procedurami i/lub instrukcjami. Badania radiologiczne są traktowane jako podstawowa metoda badań nieniszczących 100% obwodowych spoin czołowych. Badania należy prowadzić, zapewniając poziom badania – klasy B, wg PN-EN ISO 5579:2014 i PN-EN ISO 17636-1:2013. Badaniami RT objęte są wszystkie spoiny czołowe zarówno prac związanych z montażem rurociągu jak również spoiny wzdłużne fittingów spawanych na czynnych gazociągach.

Badania magnetyczno-proszkowe (MT) należy wykonywać zgodnie z wymaganiami norm: PN-EN ISO 9934 i PN-EN ISO 10893-5, oraz uzgodnionymi przez służby spawalnicze operatora gazociągu procedurami i/lub instrukcjami.

**UWAGI:**

- Wykonawca powinien posiadać certyfikat Systemu Jakości w Spawalnictwie wdrożony w oparciu i normę PN-EN ISO 3834-2:2007 „Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych – Część 2: Pełne wymagania jakości”
- Instrukcje technologiczne spajania/spawania powinny być opracowane przez głównego spawalnika

Wykonawca (również wykonujący prace włączeniowe do czynnych sieci gazowych) przed przystąpieniem do realizacji prac spawalniczych powinien opracować i przedstawić do zatwierdzenia plan spawania określający:

- gatunki stosowanych materiałów,
- kształtki, kolnierze, obejmy pełnoobwodowe, nakładki wzmacniające przedstawione na schematach technologicznych z numerowanym rozmieszczeniem wszystkich spoin – dot. wyłącznie wykonawców prac włączeniowych.
- rodzaje złączy spawanych wraz ze szczegółowym oznaczeniem – dot. wyłącznie wykonawców prac włączeniowych,
- zakres i rodzaj badań nieniszczących,
- stosowane instrukcje technologiczne spawania.

### **9.5. Ochrona katodowa**

Projektowany odcinek gazociągu chroniony będzie z instalacji ochrony katodowej istniejącego gazociągu.

W miejscu rury ochronnej zaprojektowano punkt pomiarów elektrycznych na gazociągu typu Pls2R. Punkt zaprojektowano na odcinku gazociągu zawartym pomiędzy dwoma rurami osłonowymi. Punkt Pls2R składał się będzie z 6 kabli: dwa kable umożliwiać będą pomiar spadku napięcia w rurze wywołany przepływem prądu na przewodach nieobciążonych, dwa kable służyć będą do skalowania – wyznaczania rezystancji odcinka rury zawartego pomiędzy dwoma kablami potencjałowymi, dwa kable przyłączone do rur osłonowych. Długość odcinka pomiędzy rurami osłonowymi pozwala na zapewnienie odległości 20m pomiędzy dwoma przyłączeniami kabli potencjałowych. Stosować kable jednożyłowe, miedziane typu YKOs o przekroju żyły 1x4mm<sup>2</sup> lub 1x6mm<sup>2</sup>.

Wszystkie kable wyprowadzić do jednego słupka pomiarowego, lokalizacja słupka zostanie ustalona podczas budowy. Jako słupki pomiarowe stosować słupki z tworzywa sztucznego PVC w powłoce PMMA w kolorze żółtym. Słupki powinny być zabezpieczone zamkiem typu „gdański”, powinny posiadać tabliczkę zaciskową do mocowania zacisków do przyłączenia żył kabli. Na górnej części słupka powinna znajdować się tabliczka ostrzegawcza „Nie dotykać. Urządzenie elektryczne”. Słupek powinien posiadać system mocowania w ziemi zabezpieczający do przed wyciągnięciem. Gabaryty słupka pomiarowego powinny umożliwiać montaż typowych dla ochrony katodowej osprzętu elektrycznego, w tym modułu zdalnego monitoringu parametrów ochrony MiniTrans.

Żyły kabli będą bezpośrednio łączone ze ścianką projektowanego gazociągu metodą automatycznego lutowania kołków mosiężnych (technika pin brazing) zgodnie z normą PN-EN 12732. Przed wykonaniem połączenia żyły kabla do gazociągu należy oczyścić powierzchnie rury do białego metalu i odtłuścić. Zaleca się wykonywać połączenia przed opuszczeniem gazociągu do wykopu. Po połączeniu żyły kabla ze ścianką gazociągu należy miejsce połączenia skutecznie zabezpieczyć przed dostępem wilgoci. W tym celu należy stosować właściwie dobrany zestaw powłokowy – nawojowy nakładany na zimno z grupy P2A. Zestawy powłokowe należy stosować wraz z właściwą dla danego zestawu wypełniającą masą butylokauczukową. Przy wejściu do słupka pomiarowego należy pozostawić rezerwę 1m kabla.

### **9.6. Zabezpieczenie i oznakowanie**

Trasa przewodu winna być oznakowana taśmą lub siatką ostrzegawczą, koloru żółtego o grubości min. 0,1mm o szerokości nie mniejszej od średnicy gazociągu.



Taśmę ostrzegawczą należy układać w odległości 0,4m nad gazociągiem. Taśma ostrzegawcza powinna mieć czytelny, odporny na działanie wody i innych czynników nadruk: GAZ oraz symbol telefonu i numer pogotowia gazowego. Szerokość taśmy jest uzależniona od średnicy gazociągu.

Ze względu na możliwość występowania dodatkowych obciążeń wynikających z ruchu drogowego, zbliżeń z miejscach przecięć z istniejącymi sieciami, należy zabezpieczyć gazociąg poprzez montaż rur osłonowych. Montaż rur osłonowych wg schematu.

Rury ochronne muszą być elektrycznie odizolowane od gazociągów poprzez zastosowanie odpowiednich izolacyjnych płóz (pierścieni) dystansowych. Liczbę zestawów płóz należy dobierać w zależności od ich typu, parametrów i ciężaru rury ochronnej, przy czym na końcach rur ochronnych należy zawsze stosować podwójne zestawy płóz.

Dla rury przewodowej o średnicy DN150 dobrano rury ochronne DN250. Jako płozy centrujące do umieszczenia rury przewodowej w przestrzeni rury ochronnej należy stosować wyłącznie płozy wyposażone w system rolek.

Dla istniejącej rury przewodowej o średnicy DN150 dobrano rury ochronne dwudzielne DN250. Jako płozy centrujące do umieszczenia rury przewodowej w przestrzeni rury ochronnej należy stosować wyłącznie płozy wyposażone w system rolek.

Zewnętrzne powierzchnie rur ochronnych muszą być zabezpieczone powłoką izolacyjną spełniającą wymagania jak dla gazociągów.

Końce rury zabezpieczyć materiałami z grupy P6 wykazu - n.p. opaska termokurczliwa.

Z końca rur ochronnych DN 250 wyprowadzić rurę wydmuchową DN 80. Rurę wydmuchową połączyć z kolumną wydmuchową DN 80. W celu umożliwienia pomiaru potencjału elektrycznego przewiduje się zabudowę słupka kontrolno – pomiarowego PR. Dla punktu typu PR stosować kable o przekroju żyły 1x4 mm<sup>2</sup> lub 1x6 mm<sup>2</sup>. Wymagania dla słupków kontrolno-pomiarowych jak w punkcie 9.5 opisu.

Punkty charakterystyczne przewodów gazowych takie jak: skrzyżowania, zmiana kierunku trasy, rozgałęzienia, armatura odcinająca, sączki wężowe rur ochronnych zaleca się oznakować słupkami oznaczeniowymi, stosować słupki wysokie produkowane wg normy ZN-G-3003, wg standardu ST IGG-1003:2011. Słupki winny być wykonane są polietylenu o dużej gęstości (HDPE) o przekroju okrągłym, wzmocnione u podstawy z krzyżowymi prętami, odporne na działanie promieni UV.

## **10. Realizacja budowy**

### **10.1. Prace ziemne**

Przed rozpoczęciem robót ziemnych trasę przyłącza gazu winien wytyczyć uprawniony geodeta, a po dokonaniu montażu (w otwartym wykopie) należy wykonać pomiar powykonawczy przebiegu trasy.

Przewody należy ułożyć zgodnie z trasą przedstawioną na planie sytuacyjno-wysokościowym dołączonym do opracowania (Rys. nr 1). Przewiduje się prowadzenie prac ręcznie w sąsiedztwie istniejącego uzbrojenia podziemnego, na pozostałych odcinkach mechanicznie.

W gruntach spoistych kat. III - IV i wyższe należy gazociąg układać na podsypce z piasku o grub. 10 cm i obsypać piaskiem do grub. 20 cm w każdym miejscu ponad najwyższy punkt zewnętrznej powierzchni rury.

Dno wykopu należy wyrównać, oczyścić z kamieni, korzeni i podobnych części stałych.

W przypadku pojawienia się w wykopach wody gruntowej należy wykonać ich odwodnienie.

Przejścia gazociągów pod istniejącymi drogami zostaną wykonane w wykopach otwartych. Na czas prowadzenia robót zostaną wyznaczone objazdy, zgodnie z projektem tymczasowej organizacji ruchu.

## 10.2. Włączenie do sieci gazowej

Włączenia do czynnej sieci gazowej należy wykonać po założeńiu, że ciśnienie robocze w gazociągu będzie wynosiło ok. 10kPa. Metoda polegać będzie na odcięciu odcinka gazociągu przez zamknięcie na układach zaporowo-upustowych. Włączenie należy wykonać zgodnie z poniższym harmonogramem:

- Zamknięcie przepływu gazu na odcinku Bartag – Grądek – zamknięcie przepływu na stacji UZU Bartag, zamknięcie przepływu na stacji UZU Grądek.
- Wypuszczenie gazu z wyłączonego odcinka gazociągu na układzie zaporowo-upustowym,
- Przewiercenie istniejącego rurociągu pod króćce dla wprowadzenia balonów, w odległościach 5m od linii cięcia
- Całkowite zamknięcie przepływu gazu w przebudowywanym odcinku gazociągu pomiędzy balonami - balonowanie jako wtórna zaporę zapewniająca szczelność na odcinku gazociągu przeznaczonego do wycięcia,
- Wycięcie odcinka gazociągu przeznaczonego do odłączenia i umartwienia, oraz podłączenie-przyspawanie nowego odcinka gazociągu. Włączenie nowego odcinka gazociągu należy wykonać jako połączenia doczołowe. Miejsca przełączenia gazociągu wynikają z projektu gazociągu i określono je na mapie sytuacyjnej.
- Usunięcie balonów, zabezpieczenie otworów po balonowaniu,
- Otwarcie przepływu na jednym z układów zaporowo-upustowych oraz odpowietrzenie gazociągu na drugim układzie zaporowo-upustowym.
- Otwarcie przepływu na drugim układzie zaporowo-upustowym.

Prace przygotowawcze dla włączeń zostaną przeprowadzone przez Zakład Gazowniczy t.j. zamknięcie przepływu gazu na układach zaporowo-upustowych, odgazowanie gazociągu, ponowne otwarcie przepływu gazu. Wszelkie inne prace po stronie wykonawcy.

Prace przełączeniowe wykonywane mogą być w okresie letnim, kiedy pobory gazu są najmniejsze w skali roku. Terminy wykonywania prac ściśle wg wytycznych Oddziału Zakładu Gazowniczego w Olsztynie.

## 10.3. Oczyszczenie gazociągu

Powierzchnie wewnętrzne gazociągu przed przekazaniem go do eksploatacji powinny być oczyszczone i osuszone. Czyszczenie gazociągów wykonać przy pomocy tłoków czyszczących, piankowych miękkich włączanych sprężonym powietrzem.

## 10.4. Próby

Próbę szczelności i wytrzymałości gazociągu z rur stalowych przeprowadzić zgodnie z normą PN-92/M-34503 „Gazociągi i instalacje gazownicze. Próby rurociągów”, zgodnie z §34 ust. 5 Rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe oraz zgodnie z instrukcjami PSG Sp. z o.o.

Do próby ciśnieniowej można przystąpić po wykonaniu badań złączy spawanych gazociągu oraz przy ich pozytywnym wyniku. Próbę ciśnieniową powinna wykonywać firma, dysponująca odpowiednio wyszkolonym personelem wykonawczym, fachowym nadzorem, niezbędnym wyposażeniem technicznym oraz posiadająca uznany system zapewnienia jakości. Złącza spawane na czas badania powinny pozostać nie izolowane.

Przed rozpoczęciem prób ułożony w wykopie i zasypany rurociąg należy od wewnątrz oczyścić z zanieczyszczeń, poprzez przedmuchiwanie z przepuszczeniem tłoków czyszczących. Teren, na którym są przeprowadzane próby szczelności lub wytrzymałości sieci gazowej, powinien być oznakowany przy pomocy odpowiednich znaków ostrzegających osoby postronne o zagrożeniu w przypadku wejścia na teren próby.



**Wypożyczenie stanowiska prób :**

- manometr kontrolny 0-10MPa, klasy 0,6
- manometr kontrolny 0-10MPa, klasy 1,0
- manometr precyzyjny klasy 0,1
- termometry z działką elementarną 0,05°C do pomiaru temperatury gruntu.
- termometry z działką elementarną 0,5°C do pomiaru temperatury zewnętrznej.
- instalacja rurowa do pompowania i tłoczenia czynnika próbnego
- zbiornik na wodę
- przepływomierz obrotowy / wodomierz  $Q=5\text{m}^3/\text{h}$
- sprężarka powietrza,
- zestaw tłoków czyszczących
- zestaw tłoków osuszających

Wszystkie przyrządy pomiarowe powinny posiadać aktualne certyfikaty i świadectwa wzorcowania.

**Parametry wody jako czynnika próbnego:**

- pH = 6,5 ÷ 7,5
- zawartość soli poniżej 500 mg/l
- zawartość zawiesin poniżej 100 mg/l
- brak substancji działających w roztworach wodnych agresywnie na materiał rur
- temperatura wody  $\geq 4^\circ\text{C}$ .

Woda używana do napełniania gazociągu pobierana będzie ze zbiornika na wodę  $V_{\text{min}}=3,3\text{dm}^3$ , zbiornik napełniany będzie wodą np. z beczkowszu. W przypadku poboru wody z sieci gminnej, wodę przed wykonaniem prób napuścić do zbiornika. Woda musi być tłoczona do gazociągu płynnie, wobec czego konieczne jest wykorzystanie zbiornika stabilizującego ciśnienie wody.

Ilość wody niezbędna do wykonania prób:  $(D_{\text{wewn}}/2)^2 \cdot \pi \cdot L = 0,0782 \cdot \pi \cdot 166 \approx 3,3\text{m}^3$ .

Wodę po wykonaniu prób należy wywieźć i zutylizować w lokalnej oczyszczalni ścieków.

**Próba hydrauliczna wytrzymałości sieci**

Tłoczenie wody należy prowadzić na niższym końcu gazociągu, płynnie i bez przerwy. Równocześnie powinno być prowadzone odpowietrzenie sieci.

Wartość ciśnienia próby wytrzymałości  $p_{\text{pw}}$  w najniższym punkcie rurociągu, po uwzględnieniu ciśnienia hydrostatycznego powinna wynosić : 8,25MPa. Zmiana ciśnienia powinna odbywać się płynnie, bez przerwy, z prędkością: 0,18 ÷ 0,36 MPa/min, aż do wartości  $p_{\text{pw}} = 8,25 \text{ MPa}$ . Pompy wysokociśnieniowe winny pracować jednostajnie, bez uderzeń. Należy prowadzić pomiar objętości doprowadzanej wody oraz pomiar ciśnienia.

Pomiar objętości czynnika próbnego powinien być prowadzony przy stopniowym wzroście ciśnienia:

- co 0,5 MPa do osiągnięcia ok. 50% ciśnienia próbnego ( $p = 4,13 \text{ MPa}$ ),
- co 0,1 MPa do osiągnięcia ok. 85% ciśnienia próbnego ( $p = 7,01 \text{ MPa}$ ),
- co 0,02 MPa do osiągnięcia ciśnienia próbnego ( $p = 8,25 \text{ MPa}$ ).

W trakcie pomiarów należy sporządzić wykres zależności ciśnienia wody  $p$  od przyrostu jej objętości  $\Delta V$ .

Po osiągnięciu ciśnienia próby przez okres 6 godzin. Należy mierzyć ciśnienie i nanosić na wykres spadek ciśnienia co 0,01 MPa. Po tym czasie należy obniżyć ciśnienie do poziomu 0,2 MPa i utrzymywać je przez 30-60 minut.

Po tym czasie należy przeprowadzić drugie obciążenie ciśnieniem, w sposób analogiczny do pierwszego. Maksymalne ciśnienie próbne powinno być niższe o ok. 0,01 MPa niż przy pierwszym obciążeniu. Prędkość wzrostu ciśnienia przy drugim obciążeniu nie powinna być wyższa niż przy pierwszym. Po drugim obciążeniu należy postępować identycznie jak po pierwszym.

Należy przeprowadzić kontrolę rurociągu pod kątem ewentualnych nieszczelności, szczególnie na złączach spawanych.

Odczyt i zapis wszystkich parametrów próby wytrzymałości (zarówno ciśnienie próbne jak i temperatura) zapisywać co 1 godzinę.

#### Próba hydrauliczna szczelności sieci

Wartość próby szczelności w najwyższym punkcie rurociągu powinna wynosić

$p_{\text{próby}} = 1,1 \text{ MOP} = 6,05 \text{ MPa}$ .

Po pozytywnie przeprowadzonej próbie wytrzymałości należy obniżyć ciśnienie w sieci do wartości ciśnienia badania szczelności  $p_{\text{ps}} = 6,05 \text{ MPa}$  i ustabilizować temperaturę czynnika próbnego oraz ścianki rurociągu.

Czas stabilizacji powinien wynosić 3 h.

Czas badania szczelności sieci: 24 h.

Podczas pomiarów należy protokolarnie zapisywać wartości ciśnienia i temperatury.

Odczyt i zapis wszystkich parametrów próby szczelności (zarówno ciśnienie próbne jak i temperatura) zapisywać co 1 godzinę.

Próba jest zadowalająca, jeżeli po 24 godzinach poddania odcinka gazociągu ciśnieniu próby szczelności, rzeczywisty spadek ciśnienia  $\Delta p$  nie jest większy od dopuszczalnego spadku ciśnienia  $[\Delta p]$ .

Jeżeli ten warunek nie jest spełniony, przedłuża się próbę o 24 godziny. Jeżeli wyniki tak przeprowadzonej próby nie są zadowalające, należy usunąć nieszczelności i powtórzyć próbę szczelności

#### Osuszanie

Po zakończeniu próby należy opróżnić odcinek próby z wody grawitacyjnie lub za pomocą tłoków rozdzielających. Po usunięciu wody należy osuszyć rurociąg.

Na końcach gazociągu należy zainstalować śluzy do nadawania i odbierania tłoków czyszczących i odwadniających.

Osuszanie rurociągu należy przeprowadzać w następującej kolejności:

- przepuszczać tłoki czyszczące (prędkość posuwu tłoka:  $1 \div 3 \text{ m/s}$ ) aż do momentu, kiedy nie będą niosły przed sobą wody
- przepuszczać tłoki odwadniające (tłoki gąbkowe z pianki poliuretanowej; prędkość tłoka:  $\approx 3 \text{ km/h}$ )
- nadmuch do gazociągu suchego powietrza. Osuszanie rurociągu przeprowadzać metodą próżniową w połączeniu z nadmuchem suchego powietrza (punkt rosy - około minus  $60^\circ\text{C}$ ). Osuszanie rurociągu należy przeprowadzać aż do momentu, w którym powietrze w nim zawarte osiągnie temperaturę punktu rosy na poziomie  $-20^\circ\text{C}$ .

#### UWAGA:

Spoiny obwodowe, łączące poszczególne odcinki gazociągu stalowego, po przeprowadzonej próbie ciśnieniowej należy poddać badaniom nieniszczącym. Tzw. Spoiny gwarantowane należy poddać badaniom:

- Badania wizualne VT - 100% złączy spawanych.
- Badania radiograficzne RT - 100% złączy spawanych
- Badaniom powierzchniowym magnetyczno- proszkowym (MT) lub penetracyjnym (PT).

## 11. Odbiór sieci przez operatora

W miarę postępu robót, kierownik budowy wpisem do dziennika budowy/korespondencyjnie zgłasza inspektorowi nadzoru wykonanie określonego zakresu robót.

Odbiór gazociągu prowadzić zgodnie z *Instrukcją postępowania przy odbiorze gazociągów (w tym przyłączy gazowych)*. PSG Sp. z o.o. Oddział w Gdańsku.

## 12. Likwidacja i utylizacja nieczynnych sieci

Unieczynnione odcinki gazociągu g150 należy odgazować, a następnie zamulić samozagęszczającą się mieszkanką lub fizycznie usunąć z gruntu i poddać utylizacji. Odcinki, które należy fizycznie usunąć z gruntu, a które zamulić, oznaczono na schemacie montażowym. Do PSG należy dostarczyć kopię karty utylizacji likwidowanego gazociągu.

## 13. Uwagi końcowe

- Przed rozpoczęciem robót zapoznać się z projektem oraz uzgodnieniami
- Oznakowanie, czyszczenie, próby i odbiór przyłącza wykonać zgodnie z instrukcjami obowiązującymi w PSG.
- Inwentaryzację geodezyjną powykonawczą sieci gazowej winien wykonać uprawniony geodeta.
- Wszystkie prace należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami BHP oraz z przepisami przeciwpożarowymi.
- Wykonawca po zakończeniu budowy zobowiązany jest do przedstawienia spójnej dokumentacji powykonawczej wraz z niezbędnymi pomiarami i inwentaryzacją geodezyjną.
- Wyroby budowlane zastosowane do budowy sieci gazowej muszą spełniać obowiązujące wymagania dla wyrobów budowlanych stosowanych przy budowie sieci gazowych i muszą być oznaczone zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych z dnia 16 kwietnia 2004r. (Dz. U. Nr 92, poz.881 z późniejszymi zmianami).
- Usunięcie nieczynnych sieci i przyłączy gazowych z terenu Inwestora wykonać pod nadzorem Przedstawiciela Rejonu Dystrybucji, na koszt Inwestora
- W dokumentacji odbiorowej w zakresie wykonanych prac spawalniczych powinny znaleźć się dokumenty określone w pkt. 5.11 Instrukcji: „SPAŁALNICTWO Wymagania w zakresie nadzoru, wykonawstwa i dokumentowania prac spawalniczych na stalowych sieciach gazowych”.

Opracował  
mgr inż. Rafał Malinowski  
upr. nr POM/0244/PWOS/12

## B. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

L.p.	Opis	Jednostka	Ilość
1	Rury stalowe przewodowe bez szwu, ze stali L360NB DN150 mm, (fi 168,3x6,3mm), klasy B zgodne z PN-EN 10208-2 lub ze stali L360NE DN150 mm, (fi 168,3x6,3mm), klasy PSL 2 zgodne z PN ISO 3183, izolowane fabrycznie	m	164,2
2	Rury stalowe przewodowe bez szwu, ze stali L360NB DN250 mm, (fi 273x6,3mm), klasy B zgodne z PN-EN 10208-2 lub ze stali L360NE DN250 mm, (fi 273x6,3mm), klasy PSL 2 zgodne z PN ISO 3183	m	48,3
3	Płozy polietylenowe z rolkami, wysokość 40mm	kpl.	33
4	Płozy polietylenowe z rolkami, wysokość 40mm	kpl.	15
5	Opaska termokurczliwa z grupy P6 wykazu	kpl.	6
6	Łuk wykonany metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D, kąt 80° DN150 z rur zgodnych z punktem 1 ALBO Łuk wykonany metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D, kąt 80° DN150 z rur zgodnych z punktem	kpl.	1
7	Łuk wykonany metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D, kąt 57° DN150 z rur zgodnych z punktem 1 ALBO Łuk wykonany metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D, kąt 57° DN150 z rur zgodnych z punktem	kpl.	1
8	Łuk wykonany metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D, kąt 45° DN150 z rur zgodnych z punktem 1 ALBO Łuk wykonany metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D, kąt 45° DN150 z rur zgodnych z punktem	kpl.	1
9	Łuk wykonany metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D, kąt 47° DN150 z rur zgodnych z punktem 1 ALBO Łuk wykonany metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D, kąt 47° DN150 z rur zgodnych z punktem	kpl.	1
10	Łuk wykonany metodą nagrzewania indukcyjnego o promieniu gięcia 10D, kąt 24° DN150 z rur zgodnych z punktem 1 ALBO Łuk wykonany metodą gięcia na zimno o promieniu gięcia 20D, kąt 24° DN150 z rur zgodnych z punktem	kpl.	1
11	słupek znacznikowy z tabliczką informacyjną instalacji gazowej	kpl.	6
12	Punkt pomiarów elektrycznych Pls2R. np: obudowa koloru żółtego z zamkiem „gdańskim” i tabliczką ostrzegawczą montowaną na drzwiczkach, na fundamencie betonowym kable elektryczne - kabel potencjałowy YKOXs 1x4mm <sup>2</sup>	kpl.	1
13	Punkt pomiarów elektrycznych PR np: słupek pomiarowy PR z tworzywa sztucznego z zewnętrzną powłoką PMMA kable elektryczne - kabel potencjałowy YKOXs 1x4mm <sup>2</sup>	kpl.	2
14	Taśma ostrzegawcza koloru żółtego o szerokości B=200 mm	m	164,2
15	Termokurczliwe materiały powłokowe, z grupy P2A wykazu - system opasek termokurczliwych (połączenia spawane proste)	m <sup>2</sup>	~59

16	Nawojowe zestawy powłokowe, nakładane na zimno z grupy P2A wykazu - zestaw taśm + masa butylokauczukowa do nadania odpowiedniego kształtu (łuki, kształtki, miejsca łączenia kabli do gazociągu oraz proste odcinki istniejących gazociągów odkryte w czasie realizacji robót)	m <sup>2</sup>	~127
17	Zestaw do wykonania włączeń Nypel do upustu gazu – fitting TOR Króciec do balonowania DN150/80	kpl.	2

## C. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

### 1. Obliczenie rury przewodowej

#### 1. CIŚNIENIE OBLICZENIOWE

$p =$	5,5	[MPa]	maksymalne ciśnienie robocze /MOP/
$\gamma_{fp} =$	1,1	[-]	współczynnik obciążenia ciśnienie wewnętrznym - zgodnie z normą PN-90/M-34502 str. 2 pkt. 2.1
$p_0 =$	$p_r \cdot \gamma_{fp}$	[MPa]	ciśnienie obliczeniowe
$p_0 =$	6,05	[MPa]	

#### 2. WYTRZYMAŁOŚĆ OBLICZENIOWA RUROCIĄGÓW

$m =$	0,6	[-]	współczynnik warunków pracy - zgodnie z normą PN-90/M-34502 str. 2 pkt. 2.2.3, tab. 1
$\gamma_{m1} =$	1,55	[-]	współczynnik materiałowy - zgodnie z normą PN-90/M-34502 str. 2 pkt. 2.2.4
$\gamma_n =$	1	[-]	współczynnik konsekwencji zniszczenia - zgodnie z normą PN-90/M-34502 str. 3 pkt. 2.2.6, tab. 4
$R_m =$	460	[MPa]	wytrzymałość materiału na rozciąganie /wartość minimalna/ w temperaturze 20stC.
$R_1 =$	$(R_m \cdot m) / (\gamma_{m1} \cdot \gamma_n)$	[MPa]	najwyższe stałe ciśnienie robocze w czasie eksploatacji bez uwzględnienia dopuszczalnego krótkotrwałego jego wzrostu nie większego niż 10%
$R_1 =$	178,06	[MPa]	

### 3. OBLICZENIA RUROCIĄGÓW OBCIĄŻONYCH WYŁĄCZNIE CIŚNIENIEM WEWNĘTRZNYM GAZU OBLICZENIE GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY

Dla $p_r \leq 10$ Mpa			$g_o = p_o \cdot D_z / 2 \cdot (R1 \cdot z_t + p_o)$	
Dla $p_r > 10$ Mpa			$g_o = D_z / 2 \cdot [1 - 2 \cdot p_o / (R1 \cdot z_t)^{1/2}]$	
$D_z =$	168,3	[mm]	średnica zewnętrzna rury	
$z_t =$	1	[-]	współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdłużnego - zgodnie z normą PN-90/M-34502 str. 3 pkt. 2.3.	
$g_o =$	$p_o \cdot D_z / 2 \cdot (R1 \cdot z_t + p_o)$	[mm]	obliczeniowa grubość ścianki rury	
$g_o =$	2,77	[mm]		
$g =$	6,3	[mm]	przyjęta grubość ścianki	

#### 4. OBLICZENIA ŚREDNICH NAPRĘŻEŃ OBWODOWYCH

$\sigma_i =$	$p \cdot (D_z - 2g) / 2 \cdot g$	[MPa]	średnie naprężenia obwodowe
$\sigma_i =$	67,96	[MPa]	

Gazociąg zbudowany będzie na terenach zaliczanych do pierwszej klasy lokalizacji, stąd współczynnik projektowy będzie wynosił: 0,4

$w_p =$	0,4	[-]	współczynnik projektowy
$R_{t0,5} =$	360	[MPa]	minimalna wartość granicy plastyczności
$\sigma_0 =$	$R_{t0,5} \cdot w_p$	[MPa]	maksymalna wartość naprężeń obwodowych gazociągu stalowego w warunkach statycznych wywołana maksymalnym ciśnieniem roboczym
$\sigma_0 =$	144	[MPa]	
$\sigma_t$	$\leq$	$\sigma_0$	[MPa]
67,96	$\leq$	144	[MPa]

Warunek jest spełniony dla przyjętej grubości ścianki rurociągu

$\sigma_{30\%} =$	$R_{t0,5} \cdot 0,3$	[MPa]	wartość naprężeń obwodowych równych 30% granicy plastyczności materiału rur
$\sigma_{30\%} =$	108	[MPa]	
$\sigma_t$	$\leq$	$\sigma_{30\%}$	[MPa]
67,96	$\leq$	108	[MPa]

Gazociąg należy poddać próbie hydraulicznej wytrzymałości do ciśnienia nie niższego od iloczynu współczynnika 1.5 i maksymalnego ciśnienia roboczego

## 5. CIŚNIENIE PRÓBY

$p_{\text{próby}} =$	$p_r \cdot 1,5$	[MPa]	$p_{\text{próby}} = p \cdot 1,5$ [MPa] - ciśnienie próby gazociągu
$p_{\text{próby}} =$	8,25	[MPa]	

## 6. SPRAWDZENIE CIŚNIENIA PRÓBY

$\sigma_{cp} =$	$p_{\text{próby}} \cdot (D_z - 2 \cdot g) / 2 \cdot g$	[MPa]	
$\sigma_{cp} =$	101,95	[MPa]	
$\sigma_{95\%} =$	$R_{t0,5} \cdot 0,95$	[MPa]	
$\sigma_{95\%} =$	342	[MPa]	
$\sigma_{cp}$	$\leq$	$\sigma_{95\%}$	
101,95	$\leq$	342	

## 7. SPRAWDZENIE I STANU GRANICZNEGO

$\sigma_a =$	$p_r \cdot (D_z - 2 \cdot g) / 2 \cdot g$	[MPa]	wzdłużne naprężenie w ścianie rury nieutwardzalnej
$\sigma_a =$	67,96	[MPa]	
$\sigma_{red} =$	$\sqrt{(\delta_t^2 + \delta_a^2 - \delta_t \cdot \delta_a)}$	[MPa]	naprężenia zredukowane w rurociągu wg. hipotezy największej energii odkształcenia czysto postaciowego
$\sigma_{red} =$	67,96	[MPa]	
$\sigma_{red}$	$\leq$	$R_1$	[MPa]
67,96	$\leq$	178,06	[MPa]

Warunek jest spełniony



## 8. SPRAWDZENIE II STANU GRANICZNEGO

$$\sigma_{red} \leq m \cdot R_{t0,5} \cdot 0,95 / 0,9 \cdot \gamma_n \quad [\text{MPa}]$$

$$67,96 \leq 228,00 \quad [\text{MPa}]$$

Warunek jest spełniony

## 2. Obliczenie łuków 10D rury przewodowej DN150

### 1. DANE WYJŚCIOWE

$D_z =$	168,3	[mm]	średnica zewnętrzna kolana
	L360NB		materiał kolana wg PN-EN10208-2
$R_{t0,5} =$	360	[N/mm <sup>2</sup> ]	minimalna granica plastyczności
$r =$	756	[mm]	średni promień gięcia łuku

### 2. OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI KOLANA

$\eta_w$  współczynnik nośności elementu kształtnego

$\eta_w = 1$	przy $r/D_z \geq 2,0$
$\eta_w = 1,15$	przy $r/D_z = 1,5$
$\eta_w = 1,3$	przy $r/D_z = 1,0$
$r/D_z =$	4,5 $\rightarrow \eta_w = 1$

$\sigma_0 =$	144	[MPa]	maksymalna wartość naprężeń obwodowych wg obliczeń rury przewodowej
$p_0 =$	6,05	[MPa]	ciśnienie obliczeniowe
$g_{min} =$	$p_r \cdot D_z / (2 \cdot \sigma_0)$	[mm]	minimalna grubość ścianki łuku
$g_{min} =$	3,535	[mm]	
$g_0 =$	6,3	[mm]	przyjęta grubość ścianki kolana
3,54	$\leq$	6,3	

Warunek jest spełniony dla przyjętej grubości ścianki rurociagu

### 3. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE

$\sigma_t =$	67,96	[MPa]	średnie naprężenia obwodowe wg obliczeń rury przewodowej
--------------	-------	-------	--

Maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku:

$$\sigma_{pwew} = \frac{2r - 0,5D_z}{2r - D_z} \sigma_t \quad [\text{MPa}] \quad \text{maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku}$$

$$\sigma_{pwew} = 72,22 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{pwew} \leq \sigma_0$$

$$72,22 \leq 144$$

Warunek jest spełniony

Maksymalne naprężenie obwodowe na zewnątrz łuku:

$$\sigma_{pzew} = \frac{2r + 0,5D_z}{2r + D_z} \sigma_t \quad [\text{MPa}] \quad \text{maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku}$$

$$\sigma_{pzew} = 64,56 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{pzew} \leq \sigma_0$$

$$64,56 \leq 144$$

Warunek jest spełniony

### 3. Obliczenie łuków 20D rury przewodowej DN150

#### 1. DANE WYJŚCIOWE

$D_z =$	168,3	[mm]	średnica zewnętrzna kolana
	L360NB		materiał kolana wg PN-EN10208-2
$R_{t0,5} =$	360	[N/mm <sup>2</sup> ]	minimalna granica plastyczności
$r =$	1598	[mm]	średni promień gięcia łuku

#### 2. OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI KOLANA

$\eta_w$  współczynnik nośności elementu kształtnego

$\eta_w = 1$	przy $r/D_z \geq 2,0$	
$\eta_w = 1,15$	przy $r/D_z = 1,5$	
$\eta_w = 1,3$	przy $r/D_z = 1,0$	
$r/D_z =$	9,5	$\rightarrow \eta_w = 1$

$\sigma_0 =$	144	[MPa]	maksymalna wartość naprężeń obwodowych wg obliczeń rury przewodowej
$p_0 =$	6,05	[MPa]	ciśnienie obliczeniowe
$g_{min} =$	$p_r \cdot D_z / (2 \cdot \sigma_0)$	[mm]	minimalna grubość ścianki łuku
$g_{min} =$	3,535	[mm]	
$g_o =$	6,3	[mm]	przyjęta grubość ścianki kolana
3,54	$\leq$	6,3	

Warunek jest spełniony dla przyjętej grubości ścianki rurociągu

#### 3. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE

$\sigma_i =$	67,96	[MPa]	średnie naprężenia obwodowe wg obliczeń rury przewodowej
--------------	-------	-------	--

Maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku:

$$\sigma_{pwew} = \frac{2r - 0,5D_z}{2r - D_z} \sigma_t \quad [\text{MPa}] \quad \text{maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku}$$

$$\sigma_{pwew} = 69,85 \quad [\text{MPa}]$$

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{pwew} & \leq & \sigma_0 \\ 69,85 & \leq & 144 \end{array}$$

Warunek jest spełniony

Maksymalne naprężenie obwodowe na zewnątrz łuku:

$$\sigma_{pzew} = \frac{2r + 0,5Dz}{2r + Dz} \sigma_t \quad [\text{MPa}] \quad \text{maksymalne naprężenie obwodowe wewnątrz łuku}$$

$$\sigma_{pzew} = 66,26 \quad [\text{MPa}]$$

$$\begin{array}{rcl} \sigma_{pzew} & \leq & \sigma_0 \\ 66,26 & \leq & 144 \end{array}$$

Warunek jest spełniony

## D. ZAŁĄCZNIKI