

KARTA TYTUŁOWA

TYTUŁ UMOWNY OPRACOWANIA: **Budowa stacji redukcyjno - pomiarowej gazu nr 3 i sieci gazowej w EC Piaskówka**

INWESTOR: **Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. z siedzibą w Tarnowie ul. Sienna 4; 33-100 Tarnów**

NAZWA I ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO: **Dz. nr ew. 136/4, obręb ewid. 79 Tarnów ul. Spokojna jednostka ewid. 126301_1 Tarnów Miasto powiat Tarnów Miasto, woj. małopolskie**

STADIUM PROJEKTU: **Projekt wykonawczy
– branża technologiczna Zał. Nr 1
OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

KAT. OBIEKTU BUDOWLANEGO: **XXVI sieci gazowe.**

	IMIĘ I NAZWISKO	BRANŻA	DATA	PODPIS
PROJEKTOWAŁ:	mgr inż. Marta Równicka MAP/0261/PWOS/ 14	Sieć gazowa / instalacje	09.2020r,	mgr inż. MARTA RÓWNICKA Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Nr ewid.: MAP/0261/PWOS/14
SPRAWDZIŁ:	mgr inż. Elżbieta Maj MAP/0330/PWBS/1 5	Sieć gazowa / instalacje	09.2020r,	mgr inż. ELŻBIETA MAJ Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w zakresie: sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych. Nr ewid. MAP/0330/PWBS/15

SPIS TREŚCI

1. OBLICZENIA PROJEKTOWE.....
<i>1.1. Obliczenia grubości ścianek rur zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej. ...</i>	<i>3</i>
<i>1.2. Obliczenia połączeń kołnierzo - śrubowych zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.</i>	<i>4</i>
<i>1.3. Obliczenia grubości kołnierzy zaślepiających zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.</i>	<i>5</i>
<i>1.4. Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (kolana) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.</i>	<i>6</i>
<i>1.5. Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (trójniki) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.</i>	<i>7</i>
<i>1.6. Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (zwężki) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.</i>	<i>8</i>

1. Obliczenia projektowe.

1.1. Obliczenia grubości ścianek rur zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu				DN 200
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	219,1
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*_p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,08
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,00
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	2,38
		g _o	mm	2,43
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		3,88
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		2,88
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	8,00
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	69,82

2	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$	σ_2	MPa	33,58
3	$\sigma_3 = -\frac{p}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe." OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	3,12
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	8,00
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	69,82
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	37,31
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	60,51
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	4,25
6	Przyjeta grubość ścianki	t	mm	8,0
7	Warunek	Warunek spełniony		

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu				DN 100
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	114,3
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,12
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,00
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	1,24
		g _o	mm	1,27
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		2,74
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		1,74
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	6,30
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	44,39

2	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$	σ_2	MPa	20,90
3	$\sigma_3 = -\frac{p}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI				
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	1,63
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	6,30
OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE				
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	44,39
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	24,51
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	38,51
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	2,22
6	Przyjęta grubość ścianki	t	mm	6,3
7	Warunek	Warunek spełniony		

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu			DN 80	
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	88,9
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	Z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,14
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,00
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	0,96
		g _o	mm	0,99
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		2,46
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		1,46
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	5,60
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	38,16
	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$			

3	$\sigma_3 = -\frac{P}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R1	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R2	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	1,27
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	5,60
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	38,16
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	21,34
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	33,12
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	1,72
6	Przyjęta grubość ścianki	t	mm	5,6
7	Warunek	Warunek spełniony		

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu				DN 50
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	60,3
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,15
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,00
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	0,65
		g _o	mm	0,67
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		2,15
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		1,15
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	4,00
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	35,96

2	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$	σ_2	MPa	16,70
3	$\sigma_3 = -\frac{p}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe." OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R1	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R2	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	0,86
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	4,00
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołanie wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	35,96
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	20,04
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	31,21
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	1,17
6	Przyjeta grubość ścianki	t	mm	4,0
7	Warunek	Warunek spełniony		

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu				DN 25
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	33,7
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,27
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,00
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	0,37
		g _o	mm	0,37
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		1,87
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		0,87
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	3,60
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	20,24

2	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$	σ_2	MPa	8,91
3	$\sigma_3 = -\frac{p}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI				
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	0,48
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	3,60
OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE				
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	20,24
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	12,11
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	17,64
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	0,65
6	Przyjęta grubość ścianki	t	mm	3,6
7	Warunek	Warunek spełniony		

Obliczenia wytrzymałościowe gazociągu				DN 15
Rodzaj rury		Rura przewodowa bez szwu kl. PSL2		
Materiał (gatunek):		L360NE		
Norma materiałowa		PN-EN ISO 3183-5		
Norma obliczeniowa:		WUDT.UC-WO-O/01:01.2005 Obliczanie grubości ścianek elementów walcowych.		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury	D _z	mm	21,3
2	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	P _r	MPa	5,5
3	Granica plastyczności	Re	MPa	360
4	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	460
5	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ _{f*p}	-	1,1
6	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ _n	-	1,0
7	Współczynnik materiałowy - 1	γ _{m1}	-	1,47
8	Współczynnik materiałowy - 2	γ _{m2}	-	1,15
9	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
10	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
I.	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego - rury g _o .			
1	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	5,5
2	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
3	Stosunek średnicy zewnętrznej i wewnętrznej β = D _z /D _w	β	-	1,43
4	Współczynnik α przyjęty wg tablicy nr 2 WO-O/01	α	-	1,03
5	Współczynnik bezpieczeństwa wg WO-O/01 dla stali	x	-	1,65
6	Naprężenia dopuszczalne rury $k = \frac{R_e}{x}$	k	-	218,18
7	Współczynnik wytrzymałościowy	z	-	1,00
8	Technologiczny naddatek grubości	c1		0,50
9	Eksploatacyjny naddatek grubości	c2		1,50
10	Naddatek grubości na dodatkowe naprężenia	c3	-	0,00
11	Obliczeniowa grubość ścianki elementu walcowego $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_o}$ $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z - p_o}$	g _o	mm	0,24
		g _o	mm	0,24
12	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + c2 + c3$	g		1,74
13	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_n \min = g + C1$	g _{n min}		0,74
14	Przyjęta grubość nominalna $g_n \geq g_{rz} \geq g$	g _n	-	3,20
15	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne	Warunek wytrzymałości spełniony		
II.	Sprawdzenie na dodatkowe naprężenia gnące			
1	Wartości poszczególnych naprężeń $\sigma_1 = \frac{p_o \cdot D_w}{2 \cdot g_{rz}}$	σ ₁	MPa	12,80

2	$\sigma_2 = \frac{p_o \cdot D_w^2}{4 \cdot (D_w + g_{rz}) \cdot g_{rz}}$	σ_2	MPa	5,27
3	$\sigma_3 = -\frac{p}{2}$	σ_3	MPa	-2,75
4	$\sigma_g = \frac{M}{W}$	σ_g	MPa	0,00
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $\left(\sigma_1 - \frac{\sigma_2}{z_2} - \sigma_g\right)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{z_2} + \sigma_g - \sigma_3\right)^2 \leq 2 \cdot k^2$	Warunek wytrzymałości spełniony		
III.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe." OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	5,5
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	187,76
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e^t \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	187,83
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	0,30
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	3,20
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			
a)	Średnie naprężenia obwodowe $\sigma_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	σ_t	MPa	12,80
b)	Wzdłużne naprężenia w ściance $\sigma_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	σ_α	MPa	8,29
2	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
a)	Naprężenia zredukowane $\sigma_\alpha = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_\alpha^2 - \sigma_t \cdot \sigma_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	σ_{red}	MPa	11,25
b)	Warunki wytrzymałości $\sigma_{red} \leq R_1 \quad \sigma_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
IV.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji f _o	-	0,4
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	PS	MPa	5,775
4	Ciśnienie projektowe	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	0,41
6	Przyjęta grubość ścianki	t	mm	3,2
7	Warunek	Warunek spełniony		

- 1.2.** Obliczenia połączeń kołnierzowo - śrubowych zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 200 PN 63		
Typ kołnierza			11.B2 wg PN-EN 1092-1		
Materiał (gatunek):			P355NH wg PN-EN 10216-3		
Norma obliczeniowa:			WUDT.UC-WO-0/01:10.2003		
			WUDT.UC-WO-0/19:10.2003		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
	DANE KOŁNIERZA				
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	200	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	219,1	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	415	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	345	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	36	
9	Liczba śrub	ns	-	12	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	33	
11	Grubość kołnierza	h	mm	40	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	107	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	16	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	256	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	285	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	27,780	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową					
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6					
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	200	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	250	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	225	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	10	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	10,97	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw, przy czym jeżeli dz/Dw<1,4 to α=1	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	c1	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	c2	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	c3	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{Re\ t}{\chi}$	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p}$	g _o	mm	2,53	2,41
9	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + C2 + C3$	g	mm	3,73	3,61
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego $g_{min} = g + C1$	g _{min}	mm	3,93	3,81
11	Przyjęta grubość ścianki	gs	mm	8,0	8,0
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierzewego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn. $P = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p_o$	P	N	229 502,1	344 253,2
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4- WUDT.UC-0/19:10.2003	σ _r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki $U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	U _{cz}	-	11,0	11,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003 $S = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \delta_r$	S	N	314 162,9	471 244,3
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub $N_r = P + b \cdot S$	N _r	N	543 665,0	815 497,5
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ _m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ _m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla Du ≤ 500mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m1} = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_m$	N _{m1}	N	118 903,95	118 903,95
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m2} = C \cdot N_r$	N _{m2}	N	652 398,00	978 596,99
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości Nm1 i Nm2	N _m	N	652 398,0	978 597,0
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{R_{et}}{x_n}$	k1	MPa	663,64	695,24
		k2	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sm} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_m}{\psi \cdot n_s \cdot k_1}}$	d _{sm}	MPa	11,810	14,132
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sr} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_r}{\psi \cdot n_s \cdot k_2}}$	d _{sr}	MPa	12,589	12,900

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	12,589	14,132
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	27,78	27,78
6	Warunek $d_s \geq d_{s\min}$	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	219,1	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	203,1	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym $M_{zm} = N_m \cdot au$	Mzm	mm	39 143 879,8	58 715 819,7
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym $M_{zr} = N_r \cdot a_u + P \cdot (a_n - a_u) + P_e \cdot (a_e - a_n)$	Mzr	mm	34 152 248,8	51 090 460,7
przy czym: $P_e = \frac{\pi \cdot D_w^2}{4} \cdot P_o$ $a_u = 0,5 \cdot (D_o - D_u)$ $a_n = 0,25 \cdot (2 \cdot D_o - D_u - D_w)$ $a_e = 0,5 \cdot (D_o - D_w - g)$		Po	N	187 000,0	
		au	mm	60,00	
		an	mm	65,48	
		ae	mm	66,95	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	8,0	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	203,1	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	26,45	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	105,0	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	54	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,54	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,54	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	26,450	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	115,620	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	4 445,42	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	18,235	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,0707	
7	Współrzędna y osi obojętnej pola F1	y1	mm	17,824	
8	Współrzędna y osi obojętnej pola F2	y2	mm	35,937	
9	Współrzędna y osi obojętnej pola F3	y3	mm	35,850	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	17,904	
11	Mimośród	e1	mm	9,367	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	18,291	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	2 231,887	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1	$B_{1k} = \frac{C_i}{1,09 \cdot C_i + (0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}})}$	B1k	-	0,290003	
2	$B_{2k} = 0,32 \cdot \frac{2 \cdot C_1 + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}}{C_i + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}} \cdot \sqrt{\frac{g_{si}}{r_{si}}}$	B2k	-	0,306109	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju

$$W = 2 \cdot \pi \cdot \left(2 \cdot FII \cdot el + \frac{0,25 \cdot r_{si} (g_{si}^2 - 0,25 \cdot g_2) + r_{si} \cdot g_{si} \cdot C_i \cdot B_{2k}}{\sqrt{1 + B_{1k} + B_{1k}^2 + 3 \cdot B_{2k}^2}} \right)$$

W

-

444 578,99

1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym $\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W}$	σ_{sm}	MPa	88,05	132,07
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym $\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W}$	σ_{sr}	MPa	76,82	114,92
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub $k1 = \frac{Re_t}{x1}$	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $k2 = \frac{Re_t}{x2}$	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek $\sigma_{sm} < k1$	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub $\sigma_{km} = \frac{2 \cdot N_m \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{km}	MPa	95,33	142,99
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $\sigma_{kr} = \frac{2 \cdot N_r \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{kr}	MPa	79,44	119,16
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym $\sigma_{km} < k1$	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym $\sigma_{kr} < k2$	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzo-śrubowego			DN 100 PN 63			
Typ kołnierza 11.B2 wg PN-EN 1092-1						
Materiał (gatunek): P355NH wg PN-EN 10216-3						
WUDT.UC-WO-0/01:10.2003						
Norma obliczeniowa: WUDT.UC-WO-0/19:10.2003						
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość	
	DANE KOŁNIERZA					
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3	
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66	
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0	
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzego	DN	-	100		
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzego	Dz	mm	114,3		
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	250		
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	200		
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	26		
9	Liczba śrub	ns	-	8		
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	24		
11	Grubość kołnierza	h	mm	27		
12	Wysokość kołnierza	H	mm	75		
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	12		
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	138		
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	162		
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355		
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490		
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK						
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269				
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269				
Wykonanie średnio dokładne		B				
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730		
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75		
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	20,05		
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05	
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05	
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10		
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15		
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6		
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1		
DANE USZCZELKI						
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową						
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6						
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	118		
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	138		
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	128		
4	Szerokość uszczelki	U	mm	10		
5	Liczba zębów	nu	-	-		
6	Czynna szerokość uszczelki	$U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	Ucz	mm	10,97	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43		
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3		
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0		

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic D_z/D_w , przy czym jeżeli $d_z/D_w < 1,4$ to $\alpha=1$	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	$c1$	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	$c2$	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	$c3$	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{Re\ t}{\chi}$	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p}$	g_o	mm	1,32	1,26
9	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + C2 + C3$	g	mm	2,52	2,46
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego $g_{min} = g + C1$	g_{min}	mm	2,72	2,66
11	Przyjęta grubość ścianki	g_s	mm	6,3	6,3
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierzewego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn. $P = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p_o$	P	N	74 274,8	111 412,2
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4- WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki $U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	U_{cz}	-	11,0	11,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003 $S = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \delta_r$	S	N	178 723,8	268 085,7
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub $N_r = P + b \cdot S$	N_r	N	252 998,6	379 497,9
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500$ mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m1} = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_m$	N_{m1}	N	67 643,14	67 643,14
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m2} = C \cdot N_r$	N_{m2}	N	303 598,31	455 397,47
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości N_{m1} i N_{m2}	N_m	N	303 598,3	455 397,5
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{R_{et}}{x_n}$	$k1$	MPa	663,64	695,24
		$k2$	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sm} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_m}{\psi \cdot n_s \cdot k_1}}$	d_{sm}	MPa	9,867	11,807
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sr} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_r}{\psi \cdot n_s \cdot k_1}}$	d_{sr}	MPa	10,518	10,778

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	10,518	11,807
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	20,05	20,05
6	Warunek $d_s \geq d_{s\min}$	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	114,3	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	101,7	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym $M_{zm} = N_m \cdot au$	Mzm	mm	10 929 539,2	16 394 308,8
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym $M_{zr} = N_r \cdot a_u + P \cdot (a_n - a_u) + P_e \cdot (a_e - a_n)$	Mzr	mm	9 756 898,3	14 555 051,4
przy czym: $P_e = \frac{\pi \cdot D_w^2}{4} \cdot P_o$ $a_u = 0,5 \cdot (D_o - D_u)$ $a_n = 0,25 \cdot (2 \cdot D_o - D_u - D_w)$ $a_e = 0,5 \cdot (D_o - D_w - g)$		Po	N	46 888,2	
		au	mm	36,00	
		an	mm	42,58	
		ae	mm	46,00	
Owskaznik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	6	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	101,7	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	18,15	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	55,2	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	36	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,36	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,36	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	15,73	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	61,02	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	1 939,95	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	5,66	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,02	
7	Współrzędna y osi obojętnej pola F1	y1	mm	13,50	
8	Współrzędna y osi obojętnej pola F2	y2	mm	27,18	
9	Współrzędna y osi obojętnej pola F3	y3	mm	27,12	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	13,54	
11	Mimośród	e1	mm	6,77	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	13,82	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	972,85	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1	$B_{1k} = \frac{C_i}{1,09 \cdot C_i + (0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}})}$	B1k	-	0,352288	
2	$B_{2k} = 0,32 \cdot \frac{2 \cdot C_1 + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}}{C_1 + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}} \cdot \sqrt{\frac{g_{si}}{r_{si}}}$	B2k	-	0,324944	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju					
$W = 2 \cdot \pi \cdot \left(2 \cdot FII \cdot el + \frac{0,25 \cdot r_{si} \cdot (g_{si}^2 - 0,25 \cdot g_2) + r_{si} \cdot g_{si} \cdot C_i \cdot B_{2k}}{\sqrt{1 + B_{1k} + B_{1k}^2 + 3 \cdot B_{2k}^2}} \right)$					
		W	-	120 526,52	
1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym $\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W}$	σ_{sm}	MPa	90,68	136,02
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym $\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W}$	σ_{sr}	MPa	80,95	120,76
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub $k1 = \frac{Re_t}{x1}$	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $k2 = \frac{Re_t}{x2}$	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek $\sigma_{sm} < k1$	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub $\sigma_{km} = \frac{2 \cdot N_m \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{km}	MPa	114,81	172,22
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $\sigma_{kr} = \frac{2 \cdot N_r \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{kr}	MPa	95,68	143,52
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym $\sigma_{km} < k1$	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym $\sigma_{kr} < k2$	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 80 PN 63		
Typ kołnierza			11.B2 wg PN-EN 1092-1		
Materiał (gatunek):			P355NH wg PN-EN 10216-3		
Norma obliczeniowa:			WUDT.UC-WO-0/01:10.2003		
			WUDT.UC-WO-0/19:10.2003		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
	DANE KOŁNIERZA				
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	80	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	88,9	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	215	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	170	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	22	
9	Liczba śrub	ns	-	8	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	20	
11	Grubość kołnierza	h	mm	25	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	69	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	12	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	112	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	138	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	16,712	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki		IR z nakładką grafitową			
Norma wykonania uszczelki		PN-EN 1514-6			
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	95	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	115	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	105	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	10	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	10,97	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw, przy czym jeżeli dz/Dw<1,4 to α=1	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	c1	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	c2	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	c3	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{Re\ t}{\chi}$	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p}$	g _o	mm	1,03	0,98
9	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = g_o + C2 + C3$	g	mm	2,23	2,18
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego $g_{min} = g + C1$	g _{min}	mm	2,43	2,38
11	Przyjęta grubość ścianki	gs	mm	5,6	5,6
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierzewego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn. $P = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p_o$	P	N	49 980,5	74 970,7
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4- WUDT.UC-0/19:10.2003	σ _r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki $U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	U _{cz}	-	11,0	11,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003 $S = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \delta_r$	S	N	146 609,3	219 914,0
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub $N_r = P + b \cdot S$	N _r	N	196 589,8	294 884,7
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δm wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ _m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla Du ≤ 500mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m1} = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_m$	N _{m1}	N	55 488,51	55 488,51
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m2} = C \cdot N_r$	N _{m2}	N	235 907,77	353 861,65
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości Nm1 i Nm2	N _m	N	235 907,8	353 861,7
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{R_{et}}{x_n}$	k1	MPa	663,64	695,24
		k2	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sm} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_m}{\psi \cdot n_s \cdot k_1}}$	dsm	MPa	8,698	10,408
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym $d_{sr} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{N_r}{\psi \cdot n_s \cdot k_2}}$	dsr	MPa	9,272	9,501

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	9,272	10,408
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	16,71	16,71
6	Warunek $d_s \geq d_{s \min}$	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	88,9	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	77,7	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym $M_{zm} = N_m \cdot au$	Mzm	mm	7 667 002,5	11 500 503,7
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym $M_{zr} = N_r \cdot a_u + P \cdot (a_n - a_u) + P_e \cdot (a_e - a_n)$	Mzr	mm	6 840 446,8	10 205 589,5
przy czym: $P_e = \frac{\pi \cdot D_w^2}{4} \cdot P_o$ $a_u = 0,5 \cdot (D_o - D_u)$ $a_n = 0,25 \cdot (2 \cdot D_o - D_u - D_w)$ $a_e = 0,5 \cdot (D_o - D_w - g)$		Po	N	27 369,3	
		au	mm	32,50	
		an	mm	39,33	
		ae	mm	43,35	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	5,6	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	77,7	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	17,15	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	42,5	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	32	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,32	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,32	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	15,43	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	48,17	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	1 676,25	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	4,94	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,02	
7	Współrzędna y osi obojętnej pola F1	y1	mm	12,50	
8	Współrzędna y osi obojętnej pola F2	y2	mm	25,16	
9	Współrzędna y osi obojętnej pola F3	y3	mm	25,11	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	12,54	
11	Mimośród	e1	mm	6,27	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	12,78	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	840,63	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1	$B_{1k} = \frac{C_i}{1,09 \cdot C_i + (0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}})}$	B1k	-	0,363117	
2	$B_{2k} = 0,32 \cdot \frac{2 \cdot C_1 + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}}{C_i + 0,78 \cdot \sqrt{r_{si} \cdot g_{si}}} \cdot \sqrt{\frac{g_{si}}{r_{si}}}$	B2k	-	0,362222	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju					
$W = 2 \cdot \pi \cdot \left(2 \cdot FII \cdot el + \frac{0,25 \cdot r_{si} \left(g_{si}^2 - 0,25 \cdot g_2 \right) + r_{si} \cdot g_{si} \cdot C_i \cdot B_{2k}}{\sqrt{1 + B_{1k} + B_{1k}^2 + 3 \cdot B_{2k}^2}} \right)$					
		W	-	94 948,79	
1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym $\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W}$	σ_{sm}	MPa	80,75	121,12
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym $\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W}$	σ_{sr}	MPa	72,04	107,49
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub $k1 = \frac{Re_t}{x1}$	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $k2 = \frac{Re_t}{x2}$	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek $\sigma_{sm} < k1$	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub $\sigma_{km} = \frac{2 \cdot N_m \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{km}	MPa	114,02	171,03
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub $\sigma_{kr} = \frac{2 \cdot N_r \cdot (D_o - D_w - 2 \cdot g_s)}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{kr}	MPa	95,02	142,53
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym $\sigma_{km} < k1$	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym $\sigma_{kr} < k2$	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 50 PN 63		
Typ kołnierza			11.B2 wg PN-EN 1092-1		
Materiał (gatunek):			P355NH wg PN-EN 10216-3		
Norma obliczeniowa:			WUDT.UC-WO-0/01:10.2003		
			WUDT.UC-WO-0/19:10.2003		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
	DANE KOŁNIERZA				
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	50	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	60,3	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	180	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	135	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	22	
9	Liczba śrub	ns	-	4	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	20	
11	Grubość kołnierza	h	mm	23	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	59	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	10	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	82	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	102	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	16,712	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki		IR z nakładką grafitową			
Norma wykonania uszczelki		PN-EN 1514-6			
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	65	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	81	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	73	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	8,0	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	9,81	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	60,64
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw , przy czym jeżeli $Dz/Dw < 1,4$ to $\alpha = 1$	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	$c1$	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	$c2$	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	$c3$	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne	g_o	mm	0,70	0,66
9	Minimalna wymagana grubość ścianki	g	mm	1,90	1,86
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego	g_{min}	mm	2,10	2,06
11	Przyjęta grubość ścianki	g_s	mm	4,5	4,5
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn.	P	N	24 158,4	36 237,5
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4-WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki	U_{cz}	-	10,0	10,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003	S	N	92 662,2	138 993,3
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub	N_r	N	116 820,5	175 230,8
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500$ mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m1}	N	35 070,66	35 070,66
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m2}	N	140 184,65	210 276,97
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości N_{m1} i N_{m2}	N_m	N	140 184,6	210 277,0
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne	$k1$	MPa	663,64	695,24
		$k2$	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sm}	MPa	9,482	11,346
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sr}	MPa	10,108	10,358

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	10,108	11,346
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	16,71	16,71
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	60,3	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	51,3	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym	Mzm	mm	4 345 724,1	6 518 586,2
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym	Mzr	mm	3 790 375,0	5 666 622,9
przy czym:		Po	N	11 930,4	
		au	mm	31,00	
		an	mm	36,43	
		ae	mm	39,60	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	4,5	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	51,3	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	15,35	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	28,4	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	26	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,26	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,26	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	14,34	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	33,72	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	1 459,35	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	3,73	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,01	
7	Współrzędna y osi obojetnej pola F1	y1	mm	11,50	
8	Współrzędna y osi obojetnej pola F2	y2	mm	23,13	
9	Współrzędna y osi obojetnej pola F3	y3	mm	23,0867	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	11,53	
11	Mimośród	e1	mm	5,76	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	11,73	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	731,56	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1		B1k	-	0,391815	
2		B2k	-	0,417360	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju

W	-	70 792,25
---	---	-----------

1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym	σ_{sm}	MPa	61,39	92,08
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym	σ_{sr}	MPa	53,54	80,05
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub	σ_{km}	MPa	92,71	139,07
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	σ_{kr}	MPa	77,26	115,89
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 50 Class 600		
Typ kołnierza			ANSI B16.5 klasa 600		
Materiał (gatunek):			P355NH wg PN-EN 10216-3		
			WUDT.UC-WO-0/01:10.2003		
Norma obliczeniowa:			WUDT.UC-WO-0/19:10.2003		
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
DANE KOŁNIERZA					
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	50	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	60,3	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	165	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	127	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	19	
9	Liczba śrub	ns	-	8	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	16	
11	Grubość kołnierza	h	mm	25,4	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	66,6	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	8	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	84	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	91,9	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	13,369	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową					
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6					
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	60	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	79	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	70	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	9,5	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	10,70	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	60,64
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw , przy czym jeżeli $Dz/Dw < 1,4$ to $\alpha = 1$	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	$c1$	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	$c2$	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	$c3$	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne	g_o	mm	0,70	0,66
9	Minimalna wymagana grubość ścianki	g	mm	1,90	1,86
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego	g_{min}	mm	2,10	2,06
11	Przyjęta grubość ścianki	g_s	mm	4,5	4,5
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn.	P	N	21 897,3	32 846,0
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4- WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki	U_{cz}	-	11,0	11,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003	S	N	97 041,4	145 562,1
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub	N_r	N	118 938,8	178 408,1
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500$ mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m1}	N	36 728,11	36 728,11
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m2}	N	142 726,51	214 089,77
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości N_{m1} i N_{m2}	N_m	N	142 726,5	214 089,8
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne	$k1$	MPa	663,64	695,24
		$k2$	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sm}	MPa	6,765	8,095
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sr}	MPa	7,212	7,390

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	7,212	8,095
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	13,37	13,37
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	60,3	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	51,3	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym	Mzm	mm	4 103 387,2	6 155 080,8
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym	Mzr	mm	3 546 562,2	5 306 123,3
przy czym:		Po	N	11 930,4	
		au	mm	28,75	
		an	mm	33,30	
		ae	mm	35,60	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	4,5	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	51,3	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	16,35	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	28,2	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	33	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,33	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,33	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	15,73	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	34,02	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	1 431,29	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	5,22	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,02	
7	Współrzędna y osi obojetnej pola F1	y1	mm	12,70	
8	Współrzędna y osi obojetnej pola F2	y2	mm	25,57	
9	Współrzędna y osi obojetnej pola F3	y3	mm	25,5107	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	12,75	
11	Mimośród	e1	mm	6,37	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	12,99	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	718,29	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1		B1k	-	0,403381	
2		B2k	-	0,435188	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju

W	-	79 477,71
---	---	-----------

1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym	σ_{sm}	MPa	51,63	77,44
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym	σ_{sr}	MPa	44,62	66,76
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub	σ_{km}	MPa	74,00	111,01
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	σ_{kr}	MPa	61,67	92,51
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 25 PN 63		
Typ kołnierza 11.B2 wg PN-EN 1092-1 Materiał (gatunek): P355NH wg PN-EN 10216-3 WUDT.UC-WO-0/01:10.2003 Norma obliczeniowa: WUDT.UC-WO-0/19:10.2003					
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
DANE KOŁNIERZA					
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	25	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	33,7	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	140	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	100	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	18	
9	Liczba śrub	ns	-	4	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	16	
11	Grubość kołnierza	h	mm	22	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	56	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	8	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	52	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	68	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	13,369	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową					
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6					
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	36,0	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	52	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	44	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	6,0	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	8,50	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	60,64
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw , przy czym jeżeli $Dz/Dw < 1,4$ to $\alpha = 1$	α	-	1,0	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	$c1$	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	$c2$	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	$c3$	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne	g_o	mm	0,39	0,37
9	Minimalna wymagana grubość ścianki	g	mm	1,59	1,57
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego	g_{min}	mm	1,79	1,77
11	Przyjęta grubość ścianki	g_s	mm	3,6	3,6
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn.	P	N	8 776,6	13 164,9
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4-WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki	U_{cz}	-	8,0	8,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003	S	N	44 680,9	67 021,4
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub	N_r	N	53 457,6	80 186,3
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500$ mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m1}	N	16 910,78	16 910,78
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m2}	N	64 149,07	96 223,60
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości N_{m1} i N_{m2}	N_m	N	64 149,1	96 223,6
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne	$k1$	MPa	663,64	695,24
		$k2$	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sm}	MPa	6,414	7,675
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sr}	MPa	6,838	7,007

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	6,838	7,675
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	13,37	13,37
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	33,7	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	26,5	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym	Mzm	mm	1 796 173,9	2 694 260,9
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym	Mzr	mm	1 543 407,0	2 311 011,6
przy czym:		Po	N	3 183,6	
		au	mm	28,00	
		an	mm	32,38	
		ae	mm	34,95	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	3,6	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	26,5	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	12,75	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	15,3	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	26	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,26	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,26	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	12,26	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	19,78	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	1 239,70	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	3,19	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,01	
7	Współrzędna y osi obojetnej pola F1	y1	mm	11,02	
8	Współrzędna y osi obojetnej pola F2	y2	mm	22,13	
9	Współrzędna y osi obojetnej pola F3	y3	mm	22,0867	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	11,03	
11	Mimośród	e1	mm	5,51	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	11,23	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	621,46	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1		B1k	-	0,460487	
2		B2k	-	0,503863	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju

W	-	51 505,62
---	---	-----------

1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym	σ_{sm}	MPa	34,87	52,31
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym	σ_{sr}	MPa	29,97	44,87
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub	σ_{km}	MPa	53,82	80,73
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	σ_{kr}	MPa	44,85	67,27
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzowo-śrubowego			DN 15 PN 63		
Typ kołnierza 11.B2 wg PN-EN 1092-1 Materiał (gatunek): P355NH wg PN-EN 10216-3 WUDT.UC-WO-0/01:10.2003 Norma obliczeniowa: WUDT.UC-WO-0/19:10.2003					
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość
DANE KOŁNIERZA					
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzowego	DN	-	15	
5	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	21,3	
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	105	
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	75	
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	14	
9	Liczba śrub	ns	-	4	
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	12	
11	Grubość kołnierza	h	mm	18	
12	Wysokość kołnierza	H	mm	43	
13	Wysokość części cylindrycznej szyjki kołnierza	q	mm	6	
14	Średnica stożka szyjki kołnierza	N	mm	34	
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	45	
16	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355	
17	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490	
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK					
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269			
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269			
Wykonanie średnio dokładne		B			
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730	
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75	
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	9,698	
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10	
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15	
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6	
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdl.	zt	-	1	
DANE USZCZELEK					
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową					
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6					
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	31,0	
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	47	
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	39	
4	Szerokość uszczelki	U	mm	6,0	
5	Liczba zębów	nu	-	-	
6	Czynna szerokość uszczelki	Ucz	mm	8,50	
7	Naprężenie	δr	MPa	40,43	60,64
4	Naprężenie	δm	MPa	15,3	
5	Współczynnik bezpieczeństwa	b	-	1,0	

Ustalenie grubości ścianki części cylindrycznej szyjki kołnierza					
1	Stosunek średnic Dz/Dw , przy czym jeżeli $Dz/Dw < 1,4$ to $\alpha = 1$	α	-	1,4	
2	Współczynnik wytrzymałościowy osłabienia złączem spawanym, zgrzewanym, lub otworami	z	-	1	
3	Współczynnik naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
4	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	$c1$	mm	0,2	
5	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	$c2$	mm	1	
6	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	$c3$	mm	0	
7	Naprężenia dopuszczalne	k	MPa	215,15	338,10
8	Naprężenia dopuszczalne	g_o	mm	0,35	0,33
9	Minimalna wymagana grubość ścianki	g	mm	1,55	1,53
10	Minimalna grubość wyrobu hutniczego	g_{min}	mm	1,75	1,73
11	Przyjęta grubość ścianki	g_s	mm	3,2	3,2
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn.	P	N	6 895,3	10 342,9
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4-WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki	U_{cz}	-	8,0	8,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003	S	N	39 603,6	59 405,3
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub	N_r	N	46 498,8	69 748,2
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500$ mm	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m1}	N	14 989,10	14 989,10
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub	N_{m2}	N	55 798,59	83 697,89
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości N_{m1} i N_{m2}	N_m	N	55 798,6	83 697,9
Obliczenie średnicy rdzenia śruby					
1	Naprężenia dopuszczalne	$k1$	MPa	663,64	695,24
		$k2$	MPa	486,67	695,24
2	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sm}	MPa	5,982	7,158
3	Obliczenie średnicy rdzenia śrub przy naciągu montażowym	d_{sr}	MPa	6,377	6,535

4	Wartość minimalnej średnicy rdzenia śrub przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości dsm i dsr	ds min	mm	6,377	7,158
5	Przyjęta średnica rdzenia śrub	ds	mm	9,70	9,70
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie wartości naprężeń zastępczych w szyjce kołnierza					
1	Średnica zewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dz	mm	21,3	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	14,9	
3	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu montażowym	Mzm	mm	1 004 374,7	1 506 562,0
4	Wypadkowy moment sił zewnętrznych przy naciągu ruchomym	Mzr	mm	882 976,4	1 322 237,8
przy czym:		Po	N	1 006,5	
		au	mm	18,00	
		an	mm	24,03	
		ae	mm	28,45	
Owskaźnik wytrzymałościowy szyjki kołnierza					
1	Przyjęta nominalna grubość części cylindrycznej szyjki kołnierza	gs	mm	3,2	
2	Średnica wewnętrzna szyjki połączenia kołnierzowego	Dw	mm	14,9	
3	Grubość szyjki u podstawy	gs	mm	9,55	
4	Średni promień części cylindrycznej szyjki	rs	mm	9,1	
5	Wysokość rozpatrywanego przekroju szyjki kołnierza	ls	mm	19	
6	LICZBA PŁASZCZYZN	in	-	100	
7	GRUBOŚĆ POJEDYNCZEJ PŁASZCZYZNY	n	mm	0,19	
8	NUMER KOLEJNY PŁASZCZYZNY	i	-	1	
Dane obliczane					
1	Odległość obliczanego przekroju	lsi	mm	0,19	
2	Grubość szyjki w miejscu obliczanego przekroju	gsi	mm	9,49	
3	Średni promień w miejscu obliczanego przekroju	rsi	mm	12,19	
4	Pole powierzchni przekroju kryzy	F1	mm ²	810,90	
5	Pole powierzchni przekroju prostokąta kryzy	F2	mm ²	1,80	
6	Pole powierzchni przekroju trójkąta kryzy	F3	mm ²	0,01	
7	Współrzędna y osi obojetnej pola F1	y1	mm	9,00	
8	Współrzędna y osi obojetnej pola F2	y2	mm	18,10	
9	Współrzędna y osi obojetnej pola F3	y3	mm	18,0633	
10	Współrzędna y rozpatrywanego przekroju kryzy	y	mm	9,02	
11	Mimośród	e1	mm	4,51	
12	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej	Ci	mm	9,17	
13	Pole powierzchni przekroju od osi obojętnej	FII	-	406,36	
Współczynnik kształtu kołnierza dla pł. przekroju					
1		B1k	-	0,498785	
2		B2k	-	0,564691	

Wskaźnik wytrzymałościowy szyji kołnierza dla płaszczyzny przekroju

W	-	26 344,98
---	---	-----------

1	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu montażowym	σ_{sm}	MPa	38,12	57,19
2	Wysokość rozpatrywanego przekroju od osi obojętnej przy naciągu ruchomym	σ_{sr}	MPa	33,52	50,19
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek	Warunek spełniony			
Obliczenie naprężeń w kryzie kołnierza					
1	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu montażowym śrub	σ_{km}	MPa	76,50	114,75
2	Naprężenia zastępcze w kryzie kołnierza przy naciągu ruchomym śrub	σ_{kr}	MPa	63,75	95,63
3	Warunek dla naprężeń przy naciągu montażowym	Warunek spełniony			
4	Warunek dla naprężeń przy naciągu ruchomym	Warunek spełniony			

- 1.3.** Obliczenia grubości kołnierzy zaślepiających zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia połączenia kołnierzo-śrubowego zaślepiającego			DN 100 PN 63			
Typ kołnierza 05.B2 wg PN-EN 1092-1 Materiał (gatunek): P355NH wg PN-EN 10216-3 WUDT.UC-WO-0/12:10.2003 Norma obliczeniowa: WUDT.UC-WO-0/19:10.2003						
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość	
	DANE KOŁNIERZA					
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3	
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66	
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0	
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzego	DN	-	50		
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	250		
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	200		
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	26		
9	Liczba śrub	ns	-	8		
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	24		
11	Grubość kołnierza	h	mm	27		
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	162		
16	Średnica otworu pod korek odpow. G3/8" (3/8" NPT)	Dt	mm	17		
17	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355		
18	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490		
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK						
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269				
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269				
Wykonanie średnio dokładne		B				
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730		
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75		
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	20,050		
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05	
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05	
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10		
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15		
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6		
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	zt	-	1		
DANE USZCZELEK						
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową						
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6						
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	118		
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	138		
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	128		
4	Szerokość uszczelki	U	mm	10,0		
5	Sprawdzenie stosunku parametrów kołnierza i uszczelki	Do/Du	-	1,56		
Wytyczne: Jeżeli stosunek średnic Do/Du jest większy od wartości 1,3 należy zgodnie z punktem 3.2.5 WUDT.UC-WO-0/12:10.2003 sprawdzić naprężenia w kryzie zgodnie z WUDT.UC-WO-0/19:10.2003, natomiast gdy w/w stosunek jest mniejszy to obliczenia prowadzi się według WUDT.UC-WO-0/12:10.2003.						
1	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	c1	mm	0,2		
2	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	c2	mm	1		

3	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	c3	mm	0	
4	Współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
5	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{R_{et}}{\chi}$	k	MPa	215,15	338,10
6	Grubość obliczeniowa dna płaskiego $g_o = 0,5 \cdot \left(\frac{D_o}{D_u} - 1 \right) \cdot D_u \cdot \sqrt{\frac{P_o}{k}}$	g_o	mm	5,90	5,76
7	Współczynnik wytrzymałościowy ze względu na osłabienie dna otworem $z = \frac{D_o - D_t}{D_o}$	z	-	0,92	
8	Wyznaczenie grubości obliczeniowej osłabionego dna $g_{oo} = \frac{g_o}{\sqrt{z}}$	g_{oo}	mm	6,17	6,02
9	Minimalna wymagana grubość dna płaskiego $g = g_{oo} + C2 + C3$	g	mm	7,17	7,02
10	Przyjęta nominalna grubość dna płaskiego	g_n	mm	27	
11	Rzeczywista grubość dna płaskiego $g_{rz} = g_n - C1$	g_{rz}	mm	26,80	
Sprawdzenie naprężenia w kryzie zgodnie z WUDT.UC-WO-0/19:10.2003 wg poniższych wzorów:					
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierzowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn. $P = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p_o$	P	N	74 274,8	111 412,2
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4-WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki $U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	Ucz	-	11,0	11,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003 $S = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \delta_r$	S	N	178 723,8	268 085,7
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub $N_r = P + b \cdot S$	Nr	N	252 998,6	379 497,9
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500\text{mm}$	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m1} = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_m$	Nm1	N	67 643,14	67 643,14
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m2} = C \cdot N_r$	Nm2	N	303 598,31	455 397,47
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości Nm1 i Nm2	Nm	N	303 598,3	455 397,5
Warunki wytrzymałości kołnierza płaskiego					
1	Naprężenie wywołane naciągiem montażowym $\sigma_{km} = \frac{2 \cdot N_m \cdot (D_o - D_{zu})}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{km}	MPa	83,06	124,59

2	Napężenie prz naciągu ruchowym $\sigma_{kr} = \frac{2 \cdot N_r \cdot (D_o - D_{zu})}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{kr}	MPa	69,22	103,83
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub $k1 = \frac{Re_t}{x1}$	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchowym śrub $k2 = \frac{Re_t}{x2}$	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek wytrzymałościowy $\sigma_{sm} < k1$	Warunek spełniony			
7	Warunek wytrzymałościowy $\sigma_{kr} < k2$	Warunek spełniony			

Obliczenia połączenia kołnierzo-śrubowego zaślepiającego			DN 50 PN 63			
Typ kołnierza 05.B2 wg PN-EN 1092-1 Materiał (gatunek): P355NH wg PN-EN 10216-3 WUDT.UC-WO-0/12:10.2003 Norma obliczeniowa: WUDT.UC-WO-0/19:10.2003						
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Wartość	
DANE KOŁNIERZA						
1	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5	8,3	
2	Ciśnienie obliczeniowe projektowe DP	Po	MPa	5,78	8,66	
3	Temperatura obliczeniowa projektowa (póby)	DT	°C	20,0	20,0	
4	Średnica nominalna połączenia kołnierzego	DN	-	50		
6	Średnica zewnętrzna kryzy kołnierza	Dzk (D)	mm	180		
7	Średnica podziałowa kołnierza	Do (K)	mm	135		
8	Średnica otworów pod śruby	do (L)	mm	22		
9	Liczba śrub	ns	-	4		
10	Rodzaj gwintu śruby	M	-	20		
11	Grubość kołnierza	h	mm	23		
15	Średnica zewnętrzna przyłgi kołnierza	d1	mm	102		
16	Średnica otworu pod korek odpow. G3/8" (3/8" NPT)	Dt	mm	17		
17	Granica plastyczności materiału kołnierza	Ret	MPa	355		
18	Granica wytrzymałości na rozciąganie materiału kołnierza	Rm	MPa	490		
DANE ŚRUB I NAKRĘTEK						
Materiał śrub		21CrMoV5-7 QT wg PN-EN 10269				
Materiał nakrętek		21CrMoV5-7 wg PN-EN 10269				
Wykonanie średnio dokładne		B				
1	Granica plastyczności materiału śrub w temp. obliczeniowej	Ret	MPa	730		
2	Współczynnik wykonania śrub	ψ	-	0,75		
3	Średnica rdzenia śrub	d s	mm	16,712		
4	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu montażowym	χ1	-	1,1	1,05	
5	Współczynnik bezpieczeństwa śrub przy naciągu ruchomym	χ2	-	1,5	1,05	
6	Współczynnik materiałowy - 1	γm1	-	1,10		
7	Współczynnik materiałowy - 2	γm2	-	1,15		
8	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6		
9	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	zt	-	1		
DANE USZCZELKI						
Typ uszczelki IR z nakładką grafitową						
Norma wykonania uszczelki PN-EN 1514-6						
1	Średnica wewnętrzna uszczelki	Dwu	mm	65		
2	Średnica zewnętrzna uszczelki	Dzu	mm	81		
3	Uśredniona średnica uszczelki	Du	mm	73		
4	Szerokość uszczelki	U	mm	8,0		
5	Sprawdzenie stosunku parametrów kołnierza i uszczelki	Do/Du	-	1,85		
Wytyczne: Jeżeli stosunek średnic Do/Du jest większy od wartości 1,3 należy zgodnie z punktem 3.2.5 WUDT.UC-WO-0/12:10.2003 sprawdzić naprężenia w kryzie zgodnie z WUDT.UC-WO-0/19:10.2003, natomiast gdy w/w stosunek jest mniejszy to obliczenia prowadzi się według WUDT.UC-WO-0/12:10.2003.						
1	Naddatek technologiczny grubości ścianki wyrobu hutniczego	c1	mm	0,2		
2	Naddatek grubości ścianki ze względu na niezbędny naddatek eksploatacyjny - działania mechaniczne i chemiczne w tym korozja	c2	mm	1		

3	Naddatek grubości ścianki ze względu na naprężenia pochodzące od ciśnienia wewnętrznego medium	c3	mm	0	
4	Współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń dopuszczalnych	χ	-	1,65	1,05
5	Naprężenia dopuszczalne $k = \frac{R_{et}}{\chi}$	k	MPa	215,15	338,10
6	Grubość obliczeniowa dna płaskiego $g_o = 0,5 \cdot \left(\frac{D_o}{D_u} - 1 \right) \cdot D_u \cdot \sqrt{\frac{P_o}{k}}$	g_o	mm	5,08	4,96
7	Współczynnik wytrzymałościowy ze względu na osłabienie dna otworem $z = \frac{D_o - D_t}{D_o}$	z	-	0,87	
8	Wyznaczenie grubości obliczeniowej osłabionego dna $g_{oo} = \frac{g_o}{\sqrt{z}}$	g_{oo}	mm	5,43	5,31
9	Minimalna wymagana grubość dna płaskiego $g = g_{oo} + C2 + C3$	g	mm	6,43	6,31
10	Przyjęta nominalna grubość dna płaskiego	g_n	mm	23	
11	Rzeczywista grubość dna płaskiego $g_{rz} = g_n - C1$	g_{rz}	mm	22,80	
Sprawdzenie naprężenia w kryzie zgodnie z WUDT.UC-WO-0/19:10.2003 wg poniższych wzorów:					
Obliczenie sił naciągu śrub połączenia kołnierzowego					
1	Siła osiowa w szyjce kołnierza wywołana ciśnieniem wewn. $P = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p_o$	P	N	24 158,4	36 237,5
2	Naprężenia ściskające uszczelkę wywołane siłą S z tablicy nr 4-WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_r	MPa	40,425	60,638
3	Czynna szerokość uszczelki $U_{cz} = 3,47 \cdot \sqrt{U}$	Ucz	-	10,0	10,0
4	Wartość siły S WUDT.UC-0/19:10.2003 $S = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \delta_r$	S	N	92 662,2	138 993,3
5	Współczynnik "b" wg tablicy nr 5 WUDT.UC-WO-0/19:10.2003	b	-	1,0	
6	Wartość siły naciągu ruchowego śrub $N_r = P + b \cdot S$	Nr	N	116 820,5	175 230,8
7	Naprężenie ściskające uszczelkę δ_m wywołane naciągiem montażowym śrub wg tablicy nr 4 WUDT.UC-0/19:10.2003	σ_m	MPa	15,3	15,3
8	Współczynnik C dla $D_u \leq 500\text{mm}$	C	-	1,2	
9	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m1} = \pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_m$	Nm1	N	35 070,66	35 070,66
10	Wartość siły naciągu montażowego śrub $N_{m2} = C \cdot N_r$	Nm2	N	140 184,65	210 276,97
11	Wartość siły naciągu montażowego - przyjęta jako większa z w/w obliczonych wartości Nm1 i Nm2	Nm	N	140 184,6	210 277,0
Warunki wytrzymałości kołnierza płaskiego					
1	Naprężenie wywołane naciągiem montażowym $\sigma_{km} = \frac{2 \cdot N_m \cdot (D_o - D_{zu})}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{km}	MPa	67,02	100,53

2	Napężenie prz naciągu ruchowym $\sigma_{kr} = \frac{2 \cdot N_r \cdot (D_o - D_{zu})}{\pi \cdot (D_{zk} - 2 \cdot d_o) \cdot h^2}$	σ_{kr}	MPa	55,85	83,77
3	Parametry wytrzymałościowe kołnierza	x1	-	1,1	1,05
		x2	-	1,3	1,05
4	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu montażowym śrub $k1 = \frac{Re_t}{x1}$	k1	MPa	322,73	338,10
5	Współczynnik bezpieczeństwa kołnierza przy naciągu ruchowym śrub $k2 = \frac{Re_t}{x2}$	k2	MPa	273,08	338,10
6	Warunek wytrzymałościowy $\sigma_{sm} < k1$	Warunek spełniony			
7	Warunek wytrzymałościowy $\sigma_{kr} < k2$	Warunek spełniony			

- 1.4.** Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (kolana) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 100	
Rodzaj elementu: Łuk 90° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	114,3
2	Promień gięcia łuku	r	mm	152
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f.p}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f.p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	2,48
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	2,85
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	6,3
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	48,83
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	26,96
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$	d _{red}	MPa	42,37
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	2,41
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	6,3
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 100	
Rodzaj elementu: Łuk 60° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	114,3
2	Promień gięcia łuku	r	mm	152
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f.p}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f.p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	2,48
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	2,85
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	6,3
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	48,83
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	26,96
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$	d _{red}	MPa	42,37
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	2,41
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	6,3
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 100	
Rodzaj elementu: Łuk 45° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	114,3
2	Promień gięcia łuku	r	mm	152
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f.p}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f.p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	2,48
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	2,85
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	6,3
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	48,83
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	26,96
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$	d _{red}	MPa	42,37
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	2,41
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	6,3
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 80	
Rodzaj elementu: Łuk 15° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica wewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	88,9
2	Promień gięcia łuku	r	mm	114
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f*<i>p</i>}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f.p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubść ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	1,93
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	2,22
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	5,6
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołanie wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	41,97
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	23,47
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	d _{red}	MPa	36,43
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	1,88
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	5,6
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 50	
Rodzaj elementu: Łuk 90° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	60,3
2	Promień gięcia łuku	r	mm	72
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f_p}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	1,31
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	1,50
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	4,5
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			$p_o = 1,5 \cdot p_r$
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	34,49
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	19,60
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$	d _{red}	MPa	29,96
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1$ $\delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	1,27
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	4,5
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1$ $\delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 25	
Rodzaj elementu: Łuk 90° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	33,7
2	Promień gięcia łuku	r	mm	38
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	355
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{rp}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{f,p} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	123,48
4	Obliczeniowa grubść ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	0,73
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	0,84
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	3,6
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie			$p_o = 1,5 \cdot p_r$
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	22,27
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	13,32
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	d _{red}	MPa	19,41
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	0,71
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	3,6
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_o \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 15	
Rodzaj elementu: Łuk 90° - kształtki kute lub ciągnione				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I.	Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."			
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej	Dz	mm	21,3
2	Promień gięcia łuku	r	mm	28
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Granica plastyczności	Re	MPa	360
5	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
6	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	g _{f*_p}	-	1,1
7	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	g _n	-	1,0
8	Współczynnik materiałowy - 1	g _{m1}	-	1,47
9	Współczynnik materiałowy - 2	g _{m2}	-	1,15
10	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,4
11	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
12	Współczynnik nośności elementu kształtowego	g _w	-	1,15
	OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANKI RURY PODSTAWOWEJ			
1	Ciśnienie obliczeniowe $P_o = \gamma_{f \cdot p} \cdot P_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	133,33
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	125,22
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury $g_o = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)}$	g _o	mm	0,46
	Obliczeniowa grubość ścianki kolana $g_e = \gamma_w \cdot g_o$	g _e	mm	0,53
5	Przyjęta grubość ścianki rury	g	mm	3,2
	OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE			
1	Naprężenia w rurze wywołanie wewnętrznym ciśnieniem próby w terenie $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ _t	MPa	14,09
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D_z - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ _α	MPa	9,12
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową w terenie			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$	d _{red}	MPa	12,37
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_{red} \cdot R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
II.	Obliczenia wg PN-EN 1594:2011 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.			
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych f _o ≤ 0,67 z uwzględnieniem t _{min} = 3,2 dla średnicy D ≤ 114,3 mm.	f _o	-	0,67
	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
1	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
2	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
3	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury $t_{min} = \frac{DP \cdot D}{2 \cdot R_{0,5} \cdot f_o}$	t _{min}	mm	0,44
4	Przyjęta grubość ścianki $t \geq t_{min}$	t	mm	3,2
5	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Warunek dla naprężeń obwodowych wewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R - D} \cdot \delta_p \leq f_0 \cdot R_{0,5}$	Warunek spełniony		
7	Warunek dla naprężeń obwodowych zewnątrz łuku: $\frac{2 \cdot R - 0,5 \cdot D}{2 \cdot R + D} \cdot \delta_p \leq f_0 \cdot R_{0,5}^{na}$	Warunek spełniony		

- 1.5.** Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (trójniki) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 100/50	
Rodzaj elementu: Trójniki z wyciąganą szyjką lub kute				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I. Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."				
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej trójnika	Dm	mm	114,3
2	Średnica zewnętrzna rury odgałęznej trójnika	Do	mm	60,3
3	Stosunek średnic rur	$\frac{D_o}{D_m}$	-	0,53
4	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
5	Granica plastyczności	Re	MPa	355
6	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
7	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ_{fp}	-	1,1
8	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ_n	-	1,0
9	Współczynnik materiałowy - 1	γ_{m1}	-	1,47
10	Współczynnik materiałowy - 2	γ_{m2}	-	1,15
11	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
12	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
13	Współczynnik nośności elementu kształtowego	γ_w	-	1,23
OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANEK RUR				
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{fp} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	200,00
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	185,22
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury podst. $g_e = \frac{p_o \cdot D_m}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	g _e	mm	2,06
	Przyjęta grubość ścianki rury podstawowej	g _m	mm	6,3
5	Obliczeniowa grubość ścianki rury odg. $g_e = \frac{p_o \cdot D_o}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	g _e	mm	1,09
	Przyjęta grubość ścianki rury odgałęznej	g _o	mm	4,5
OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE DLA OBU ŚREDNIC TRÓJNIKA				
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby.		$p_o = 1,5 \cdot p_r$	
2	Średnie naprężenia obwodowe Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D - 2 \cdot g)}{2 \cdot g}$	δ_t	MPa	48,83
			MPa	34,49
3	Wzdłużne naprężenia w ściance Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D - 2 \cdot g)}{4 \cdot g}$	δ_α	MPa	26,96
			MPa	19,60
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową.			
5	Naprężenia zredukowane Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$	δ_{red}	MPa	42,37
			MPa	29,96
6	Warunki wytrzymałości Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunki wytrzymałości spełnione		
		Warunki wytrzymałości spełnione		
II. Obliczenia wg PN-EN 1594:2011Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.				
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
4	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury podstawowej $t_{1min} = \frac{DP \cdot D_m}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{1min}	mm	2,97
	Przyjęta grubość ścianki podstawowej $t_2 \geq t_{1min}$	t ₁	mm	6,3
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury odgałęznej $t_{2min} = \frac{DP \cdot D_o}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{2min}	mm	1,57
	Przyjęta grubość ścianki odgałęznej $t_2 \geq t_{2min}$	t ₂	mm	4,5
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 80/80	
Rodzaj elementu: Trójniki z wyciąganą szyjką lub kute				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I. Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."				
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej trójnika	Dm	mm	88,9
2	Średnica zewnętrzna rury odgałęznej trójnika	Do	mm	88,9
3	Stosunek średnic rur	$\frac{D_o}{D_m}$	-	1,00
4	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
5	Granica plastyczności	Re	MPa	355
6	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
7	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ_{fp}	-	1,1
8	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ_n	-	1,0
9	Współczynnik materiałowy - 1	γ_{m1}	-	1,47
10	Współczynnik materiałowy - 2	γ_{m2}	-	1,15
11	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
12	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	zt	-	1,0
13	Współczynnik nośności elementu kształtowego	γ_w	-	1,23
OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANEK RUR				
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{fp} \cdot p_r$	po	MPa	6,05
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R1	MPa	200,00
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R2	MPa	185,22
4	Obliczeniowa grubość ścianki rury podst. $g_e = \frac{p_o \cdot D_m}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	ge	mm	1,61
	Przyjęta grubość ścianki rury podstawowej	gm	mm	5,6
5	Obliczeniowa grubość ścianki rury odg. $g_e = \frac{p_o \cdot D_o}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	ge	mm	1,61
	Przyjęta grubość ścianki rury odgałęznej	go	mm	5,6
OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE DLA OBU ŚREDNIC TRÓJNIKA				
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby. $p_o = 1,5 \cdot p_r$			
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D-2 \cdot g)}{2 \cdot g}$ Przyjąć odpowiednio Dm i Do oraz gm i go	δ_t	MPa	41,97
			MPa	41,97
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_a = \frac{p_o \cdot (D-2 \cdot g)}{4 \cdot g}$ Przyjąć odpowiednio Dm i Do oraz gm i go	δ_a	MPa	23,47
			MPa	23,47
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową.			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_a^2 - \delta_t \cdot \delta_a + 3 \cdot \tau_s^2}, \tau_s = 0$ Przyjąć odpowiednio Dm i Do oraz gm i go	δ_{red}	MPa	36,43
			MPa	36,43
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$ Przyjąć odpowiednio Dm i Do oraz gm i go	Warunki wytrzymałości spełnione		
		Warunki wytrzymałości spełnione		
II. Obliczenia wg PN-EN 1594:2011Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.				
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f0	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f0	-	0,40
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	5,78
4	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	6,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury podstawowej $t_{1min} = \frac{DP \cdot D_m}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t1min	mm	2,31
	Przyjęta grubość ścianki podstawowej $t_2 \geq t_{1min}$	t1	mm	5,6
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury odgałęznej $t_{2min} = \frac{DP \cdot D_o}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t2min	mm	2,31
	Przyjęta grubość ścianki odgałęznej $t_2 \geq t_{2min}$	t2	mm	5,6
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1 \quad \delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		

Obliczenia grubości ścianki elementu kształtowego			DN 50/50	
Rodzaj elementu: Trójniki z wyciąganą szyjką lub kute				
Norma wykonania: PN-EN 10253-2 typ B				
Materiał (gatunek): P355NL1				
Norma materiałowa: PN-EN 10216-3				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
I. Obliczenia wg PN/M-34502:1990 "Gazociągi i instalacje gazownicze. Obliczenia wytrzymałościowe."				
DANE				
1	Średnica zewnętrzna rury podstawowej trójnika	Dm	mm	60,3
2	Średnica zewnętrzna rury odgałęźnej trójnika	Do	mm	60,3
3	Stosunek średnic rur	$\frac{D_o}{D_m}$	-	1,00
4	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	6,3
5	Granica plastyczności	Re	MPa	355
6	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
7	Współczynnik obciążenia ciśnieniem wewnętrznym	γ_{fp}	-	1,1
8	Współczynnik konsekwencji zniszczenia	γ_n	-	1,0
9	Współczynnik materiałowy - 1	γ_{m1}	-	1,47
10	Współczynnik materiałowy - 2	γ_{m2}	-	1,15
11	Współczynnik warunków pracy	m	-	0,6
12	Współczynnik wytrzymałości złącza spawanego wzdł.	z _t	-	1,0
13	Współczynnik nośności elementu kształtowego	γ_w	-	1,42
OBLICZENIA GRUBOŚCI ŚCIANEK RUR				
1	Ciśnienie obliczeniowe $p_o = \gamma_{fp} \cdot p_r$	p _o	MPa	6,93
2	Wytrzymałość obliczeniowa $R_1 = \frac{R_m \cdot m}{\gamma_{m1} \cdot \gamma_n}$	R ₁	MPa	200,00
3	Wytrzymałość obliczeniowa $R_2 = \frac{R_e \cdot m}{\gamma_{m2} \cdot \gamma_n}$	R ₂	MPa	185,22
4	Obliczeniowa grubść ścianki rury podst. $g_e = \frac{p_o \cdot D_m}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	g _e	mm	1,43
	Przyjęta grubość ścianki rury podstawowej	g _m	mm	4,5
5	Obliczeniowa grubść ścianki rury odg. $g_e = \frac{p_o \cdot D_o}{2 \cdot (R_1 \cdot z_t \cdot p_o)} \cdot \gamma_w$	g _e	mm	1,43
	Przyjęta grubość ścianki rury odgałęźnej	g _o	mm	4,5
OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE DLA OBU ŚREDNIC TRÓJNIKA				
1	Naprężenia w rurze wywołane wewnętrznym ciśnieniem próby.			$p_o = 1,5 \cdot p_r$
2	Średnie naprężenia obwodowe $\delta_t = \frac{p_o \cdot (D-2 \cdot g)}{2 \cdot g}$ Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o	δ_t	MPa	39,50
			MPa	39,50
3	Wzdłużne naprężenia w ściance $\delta_\alpha = \frac{p_o \cdot (D-2 \cdot g)}{4 \cdot g}$ Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o	δ_α	MPa	22,45
			MPa	22,45
4	Naprężenia dla parametrów obciążenia elementu próbą ciśnieniową.			
5	Naprężenia zredukowane $\delta_{red} = \sqrt{\delta_t^2 + \delta_\alpha^2 - \delta_t \cdot \delta_\alpha + 3 \cdot \tau_s^2}$, $\tau_s = 0$ Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o	δ_{red}	MPa	34,31
			MPa	34,31
6	Warunki wytrzymałości $\delta_{red} \leq R_1$ $\delta_{red} \leq R_2$ Przyjąć odpowiednio D _m i D _o oraz g _m i g _o	Warunki wytrzymałości spełnione		
		Warunki wytrzymałości spełnione		
II. Obliczenia wg PN-EN 1594:2011Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.				
1	Współczynnik projektowy dla stacji gazowych.	f _o	-	0,67
2	Współczynnik projektowy wg Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 26 kwietnia 2013 (Dz.U.2013 poz. 640).	I klasa lokalizacji - f _o	-	0,40
3	Maksymalne dopuszczalne ciśnienie $PS = 1,05 \cdot MOP$	PS	MPa	6,62
4	Ciśnienie projektowe $DP \geq PS$	DP	MPa	7,0
5	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury podstawowej $t_{1min} = \frac{DP \cdot D_m}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{1min}	mm	2,11
	Przyjęta grubość ścianki podstawowej $t_2 \geq t_{1min}$	t ₁	mm	4,5
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1$ $\delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		
6	Minimalna obliczeniowa grubość ścianki rury odgałęźnej $t_{2min} = \frac{DP \cdot D_o}{2 \cdot z \cdot R_{t0,5} \cdot f_o}$	t _{2min}	mm	2,11
	Przyjęta grubość ścianki odgałęźnej $t_2 \geq t_{2min}$	t ₂	mm	4,5
	Warunek $\delta_{red} \leq R_1$ $\delta_{red} \leq R_2$	Warunek spełniony		

- 1.6.** Obliczenia grubości ścianek elementów kształtowych (zwężki) zastosowanych do budowy układów technologicznych stacji gazowej.

Obliczenia elementu stożkowego			DN 100/80	
Rodzaj elementu Norma wykonania Materiał (gatunek): Norma materiałowa Norma obliczeniowa:			Zwężka symetryczna prosta PN-EN 10253-2 typ B P355NL1 PN-EN 10216-3 WUDT.UC-WO-O/05:10.2003	
Obliczanie grubości ścianki dzwona stożkowego.				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
DANE				
1	Średnica zewnętrzna dzwona stożkowego mierzona na jego szerszym końcu	D _{z1}	mm	114,3
2	Średnica zewnętrzna dzwona stożkowego mierzona na jego węższym końcu	D _{z2}	mm	88,9
3	Kąt α dzwona stożkowego	α		8
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	6,0
4	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	8,04
5	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
6	Granica plastyczności	Re	MPa	355
7	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
8	Współczynnik wytrzymałości ze względu na osłabienie złączami spawanymi, zgrzewanym, zgrzewanymi i otworami.	z	-	1
9	Współczynnik projektowy.	fo	-	0,67
10	Technologiczny naddatek grubości ścianki, największa odchyłka minusowa grubości wyrobu hutniczego	c1	-	0,56
11	Eksploatacyjny naddatek grubości ścianki, z uwagi na zmniejszenie jej grubości pod wpływem działań mech. i chem. (korozja)	c2	-	1
12	Przyjęta grubość nominalna zewnętrznej średnicy dzwona stożkowego	g _{n1}	mm	6,3
13	Przyjęta grubość nominalna części środkowej dzwona stożkowego	g _{nd1}	mm	4,5
14	Przyjęta grubość nominalna zewnętrznej średnicy szyjki	g _{n2}	mm	5,6
I. Sprawdzenie naprężeń dopuszczalnych - 1.				
1	Grubość obliczeniowa $T_{min} = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot f_o \cdot R_e \cdot z} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$	T _{min}	mm	1,95
2	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = T_{min} + c2$	g ₁	mm	3,0
3	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_{nmin} = g_1 + c1$	g _{n min1}	mm	3,5
4	Przyjęta grubość nominalna $g_{rz} = g_{nd} - c1$	g _{n1}	mm	6,3
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $g_{rz} \geq g$	Warunek wytrzymałości spełniony		
II. Sprawdzenie naprężeń dopuszczalnych - 2.				
1	Grubość obliczeniowa $T_{min} = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot f_o \cdot R_e \cdot z} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$	T _{min}	mm	1,52
2	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = T_{min} + c2$	g ₂	mm	2,1
3	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_{nmin} = g_1 + c1$	g _{n min2}	mm	2,6
4	Przyjęta grubość nominalna $g_{rz} = g_{nd} - c1$	g _{n2}	mm	5,6
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $g_{rz} \geq g$	Warunek wytrzymałości spełniony		

Obliczenia elementu stożkowego			DN 200/100	
Rodzaj elementu			Zwężka symetryczna prosta	
Norma wykonania			PN-EN 10253-2 typ B	
Materiał (gatunek):			P355NL1	
Norma materiałowa			PN-EN 10216-3	
Norma obliczeniowa:			WUDT.UC-WO-O/05:10.2003	
Obliczanie grubości ścianki dzwona stożkowego.				
L.p.	Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
	DANE			
1	Średnica zewnętrzna dzwona stożkowego mierzona na jego szerszym końcu	D _{z1}	mm	273,0
2	Średnica zewnętrzna dzwona stożkowego mierzona na jego węższym końcu	D _{z2}	mm	114,3
3	Kąt α dzwona stożkowego	α		20
3	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	Pr	MPa	5,5
4	Ciśnienie obliczeniowe	p _o	MPa	7,37
5	Temperatura obliczeniowa	T _o	°C	20
6	Granica plastyczności	Re	MPa	355
7	Granica wytrzymałości na rozciąganie	Rm	MPa	490
8	Współczynnik wytrzymałości ze względu na osłabienie złączami spawanymi, zgrzewanym, zgrzewanymi i otworami.	z	-	1
9	Współczynnik projektowy.	fo	-	0,67
10	Technologiczny naddatek grubości ścianki, największa odchyłka minusowa grubości wyrobu hutniczego	c1	-	0,56
11	Eksploatacyjny naddatek grubości ścianki, z uwagi na zmniejszenie jej grubości pod wpływem działań mech. i chem. (korozja)	c2	-	1
12	Przyjęta grubość nominalna zewnętrznej średnicy dzwona stożkowego	g _{n1}	mm	8,0
13	Przyjęta grubość nominalna części środkowej dzwona stożkowego	g _{nd1}	mm	4,5
14	Przyjęta grubość nominalna zewnętrznej średnicy szyjki	g _{n2}	mm	6,3
I. Sprawdzenie naprężeń dopuszczalnych - 1.				
1	Grubość obliczeniowa $T_{\min} = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot f_o \cdot R_e \cdot z} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$	T _{min}	mm	4,50
2	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = T_{\min} + c2$	g ₁	mm	5,5
3	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_{n\min} = g_1 + c1$	g _{n min1}	mm	6,1
4	Przyjęta grubość nominalna $g_{rz} = g_{nd} - c1$	g _{n1}	mm	8,0
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $g_{rz} \geq g$	Warunek wytrzymałości spełniony		
II. Sprawdzenie naprężeń dopuszczalnych - 2.				
1	Grubość obliczeniowa $T_{\min} = \frac{p_o \cdot D_z}{2 \cdot f_o \cdot R_e \cdot z} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$	T _{min}	mm	1,88
2	Minimalna wymagana grubość ścianki $g = T_{\min} + c2$	g ₂	mm	2,4
3	Minimalna wymagana nominalna grubość ścianki $g_{n\min} = g_1 + c1$	g _{n min2}	mm	3,0
4	Przyjęta grubość nominalna $g_{rz} = g_{nd} - c1$	g _{n2}	mm	6,3
5	Warunek wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne $g_{rz} \geq g$	Warunek wytrzymałości spełniony		