

SPIS ZAWARTOŚCI

OPIS TECHNICZNY

1.0 . Dane ogólne

- 1.1 Przedmiot opracowania
- 1.2. Zakres opracowania
- 1.3. Cel opracowania

2.0. Stan istniejący w kotle WR 25 przed zastosowaniem dodatkowego podgrzewacza wody

3.0. Opis modernizacji kotła WR 25

- 3.1. Dodatkowy podgrzewacz wody
- 3.2. Podstawowe dane techniczne kotła WR-25-011 po modernizacji
- 3.3. Obliczenia wytrzymałościowe podgrzewacza wody

SPIS RYSUNKÓW

- DPW-01 Dodatkowy podgrzewacz wody – rys. zestawieniowy
- DPW-02 Schemat ideowy zabudowy podgrzewacza
- ARP-01 Armatura i rurociągi dodatkowego podgrzewacza wody
- ARP-02 Przewód łączący I
- ARP-03 Przewód łączący II

OPIS TECHNICZNY

1.0. Dane ogólne

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest modernizacja kotła WR-25 – 011; nr 1, nr fabrycznym 1417, nr ewidencyjny UDT 2221020625 wyprodukowany w 1974 przez Raciborską Fabrykę Kotłów „RAFAKO” w Raciborzu . Kocioł jest zabudowany w budynku Ciepłowni C-3 w Pionkach należącej do Urząd Miasta Pionki.

1.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje modernizację kotła WR-25 polegającą na zabudowie dodatkowej powierzchni ogrzewalnej (podgrzewacz wody) w miejsce podgrzewacza powietrza.

1.3. Cel opracowania

Podstawowym celem opracowania jest poprawa sprawności, regulacyjności i dyspozycyjności kotła WR-25 – 011; nr 1, nr fabrycznym 1417, nr ewidencyjny UDT 2221020625 wyprodukowany w 1974 przez Raciborską Fabrykę Kotłów „RAFAKO” w Raciborzu.

2.0. Stan istniejący w kotle WR 25 przed zastosowaniem dodatkowego podgrzewacza wody

W kotłach WR 25 w klasycznym układzie zastosowano podgrzewacz powietrza będący ostatnią powierzchnie ogrzewalną kotła na drodze przepływu spalin.

Rolą podgrzewacza jest obniżenie temperatury spalin wylotowych a zatem zmniejszenie straty kominowej i w efekcie podniesienie sprawności kotła. Podgrzewacz ten okazał się dobrym rozwiązaniem przy czystych powierzchniach ogrzewalnych koła każde bowiem ich zabrudzenie powodowało podniesienie temperatury spalin wchodzących do podgrzewacza. Skutkowało to natychmiast podniesieniem temperatury powietrza wskutek czego nie można było go podawać na ruszt ze względu na możliwość jego uszkodzenia. Dla uniknięcia zbyt wysokiej temperatury powietrza za podgrzewaczem stosowano często obejście podgrzewacza po stronie

powietrza podmuchowego. Dodatkowo po pewnym okresie eksploatacji podgrzewacz wykazywał nieszczelności na skutek erozji spalin.

Część powietrza podmuchowego przedostawało się do spalin poważnie utrudniając eksploatację kotła, ponieważ malała ilość powietrza dostarczanego do kotła natomiast rosło obciążenie urządzeń odpylająco - wyciągowych oraz malała temperatura spalin za kotłem. Dodatkowym mankamentem podgrzewacza powietrza było częste zatykanie części rur podgrzewacza co zwiększało opory przepływu po stronie spalin powodując konieczność częstego czyszczenia i w konsekwencji zmniejszało dyspozycyjność kotła. Zespół tych zjawisk powodował nie osiągnięcie przez kocioł mocy nominalnej, podniesienie straty kominowej i większą zawodność kotła.

3.0. Opis modernizacji kotła WR 25

3.1. Dodatkowy podgrzewacz wody

Dodatkowy podgrzewacz wody (pęczek konwekcyjny) włączony w obieg wodny kotła zamontowany zostanie w miejscu zdemontowanego podgrzewacza powietrza.

Pęczek podgrzewacza wody składa się z węzownic wykonanych z rur kotłowych $\phi 38 \times 3,2$ ułożonych w układzie przestawnym ze współprądowym przepływem spalin i wody. Dodatkowy podgrzewacz wody włączony jest równolegle w układ istniejącego podgrzewacza wody tzn.:

- komory wlotowe dodatkowego podgrzewacza wody połączone są z komorami wlotowymi istniejącego dotychczasowego podgrzewacza wody,
- komory wylotowe dodatkowego podgrzewacza wody połączone są z górnymi komorami części dolnej istniejącego dotychczasowego podgrzewacza za pomocą rurociągów na których zamontowany jest układ regulacyjny przepływu wody.

Ilość wody przepływającej przez dodatkowy podgrzewacz regulowany jest przez układ regulacyjny składający się z zaworu regulacyjnego z napędem elektrycznym. Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego a więc i ilość przepływającej wody zależy od temperatury spalin na wylocie z kotła (im wyższa temperatura tym większy stopień otwarcia.) Dodatkowo zastosowano obejście zaworu regulacyjnego, na którym zamontowano zawór regulacyjny ręczny - to na wypadek awarii elementu zaworu automatycznego. (kocioł może pracować w sposób ciągły). Dostęp do niego z prawej strony kotła ułatwia przedłużenie kółka ręcznego. Aby się zabezpieczyć przed brakiem przepływu wody przez dodatkowy podgrzewacz (w określonych okolicznościach może to spowodować jego uszkodzenie) zastosowano również dodatkową spinkę-obejście z rury Dz 26,9 mm, która gwarantuje mini-

malny przepływ nawet przy całkowicie zamkniętym zaworze regulacyjnym ręcznym.

Sposób podłączenia dodatkowego podgrzewacza przedstawiono na rysunku zestawieniowym nr DPW-01 oraz na rysunku rurociągów podgrzewacza nr ARP-01. Układu regulacji utrzymuje stałą zadaną temperaturę spalin wylotowych niezależnie od obciążenia kotła poprzez automatyczną regulację ilości wody przepływającej przez dodatkowy podgrzewacz.

Parametry zaworu regulacyjnego i powierzchnia ogrzewalna dodatkowego podgrzewacza wody dobrane z pewnym zapasem pozwalają na utrzymanie odpowiedniej temperatury spalin wylotowych nawet przy częściowym zanieczyszczeniu kotła. Przewidywane efekty ekonomiczne zastosowania podgrzewacza wody to możliwość obniżenia temperatury spalin wylotowych o ok. 80-100°C co przy pełnej mocy kotła pozwoli na odzyskanie dodatkowej mocy cieplnej wynoszącej ok. 2 MW. Pozwoli to na wzrost sprawności kotła o ok. 4,5%.

Oszczędności paliwa wynikające z zastosowania dodatkowego podgrzewacza pozwalają na zaoszczędzenie paliwa w ilości ok. 320 kg/h przy pełnej mocy kotła i paliwie gwarantowanym.

Na dodatkowym podgrzewaczu przewidziano następujące pomiary:

- pomiary miejscowe temperatury na wylocie z komór
- pomiary zdalne temperatury spalin za podgrzewaczem (impuls na regulator i siłownik zaworu regulacyjnego)
- pomiary miejscowe różnicy ciśnień spalin za i przed podgrzewaczem (pomiar ten stanowi orientacyjny wskaźnik oceny stopnia zabrudzenia powierzchni ogrzewalnych podgrzewacza).

Montaż podgrzewacza wody z armaturą i rurociągami należy wykonać wg następujących rys. nr DPW-01, ARP-01.

3.2. Podstawowe dane techniczne kotła WR-25-011 po modernizacji

Wydajność max. trwała	30MW
Ciśnienie obliczeniowe	2,45 MPa
Sprawność kotła (po zastosowaniu podgrzewacza)	83%
Temperatura wody na wylocie	423K(150°C)
Temperatura wody zasilającej	343 K (70°C)
Temperatura spalin za podgrzewaczem	443 K (170°C)
Dodatkowa powierzchnia ogrzewalna	280 m ²
Całkowita powierzchnia ogrzewalna	1560 m ²
Pojemność wodna wynika z zastosowania podgrzewacza	~2m ³
Całkowita pojemność wodna kotła	~14m ³
Całk. ciężar podgrzewacza (z armaturą i konstrukcją nośną)	~11500 kg

Układ regulacji- automatycznie regulowana ilość przepływającej wody przez podgrzewacz związana z temperaturą spalin na wylocie z kotła.

UWAGA:

**POWYŻSZE DANE STANOWIĄ UZUPEŁNIENIE DANYCH I
ZAWARTYCH W PASZPORCIE KOTŁA**

3.3. Obliczenia wytrzymałościowe podgrzewacza wody

3.3.1. Komora

Dane:

- rys.: DPW-01, poz. 1-1, 2-1
- materiał: Rura 219,1x10; P235GH wg PN-EN 10216-2
- ciśnienie obliczeniowe: $p_o=2,45\text{MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o=170^\circ\text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x=1,65$
- naprężenia dopuszczalne: $R_e=235\text{ MPa}$
- naprężenia dop. w temp. obl.: $R_{e_t}=180,2\text{ MPa}$

Obliczenia:

Naprężenia dopuszczalne:

$$k = R_{e_t} / x = 180,2/1,65 = 109,21\text{ MPa}$$
$$\beta = D_z/D_w = 219,1/199,1 = 1,1 < 1,4 \rightarrow \alpha=1$$

Współczynnik wytrzymałościowy mostków skośnych:

$$n_1 = \frac{a}{b} = \frac{54,7}{50} = 1,09 \quad a = 50\text{mm} \quad b = 54,7\text{mm}$$

$$t_s = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{50^2 + 54,7^2} = 74,1 \quad d_1 = d_2 = 29\text{ mm}$$

$$Z_s = \frac{t_s - 0,5(d_1 + d_2)}{t_s} = \frac{74,1 - 0,5(29 + 29)}{74,1} = 74,1$$

$$Z_s = 0,61$$

$$K = \frac{1 + m^2}{\sqrt{(1 + 0,5m^2)^2 + m^2}}$$

$$K = \frac{1 + 1,09^2}{\sqrt{(1 + 0,5 * 1,09^2)^2 + 1,09^2}} = 1,13$$

$$K = \frac{1,25}{1,23} = 1,13$$

$$Z_{ZRED} = K * Z_s$$

$$Z_{ZRED} = 1,13 * 0,61$$

$$Z_{ZRED} = 0,69$$

Współczynnik wytrzymałościowy dla pojedynczego otworu:

$$w = \frac{d}{\sqrt{D_z * g_{rz}}}$$

$$w = \frac{97}{\sqrt{219,1 * 8,75}} = 2,21 \rightarrow Z_0 = 0,41$$

Ostatecznie $Z_{mm} = Z_0 = 0,41$

Obliczeniowa grubość ścianki

$$g_0 = \frac{D_z * p_0}{\frac{2,3}{a} * k * z + p_0} = \frac{219,1 * 2,45}{\frac{2,3}{1} * 109,21 * 0,41 + p_0}$$
$$g_0 = 5,09 \text{ mm}$$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki

$$g = g_0 + C_2 + C_3$$

$$C_2 = 0,5, \quad C_3 = 0$$

$$g = 5,09 + 0,5$$

$$g = 5,59 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$

$$g_n \geq 5,59 + 0,5$$

$$g_n \geq 6,09 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n = 10 \text{ mm}$

3.3.2. Dno Ø219,1x24

Dane:

- rys.: DPW-01, poz. 1-5
- materiał: dno 219,1x24; P245GH wg PN-EN 10222-1
- ciśnienie obliczeniowe: $p_o=2,45\text{MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o=170^\circ\text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x=1,5$
- naprężenia dopuszczalne: $R_e=245\text{MPa}$
- naprężenia dop. w temp. obl.: $R_{e_t}=181\text{MPa}$

Obliczenia:

Naprężenie dopuszczalne

$$k = R_{e_t} / x = 181/1,5 = 120,7\text{MPa}$$

Współczynnik wytrzymałościowy dna:

$$Z = \frac{D_0 - d_2}{D_0}$$

$$d_2 = 121\text{mm} \quad D_0 = 199,1$$

$$Z = \frac{199,1 - 121}{199,1} = 0,39$$

Obliczeniowa grubość dna:

$$g_0 = 0,40 * D_w \sqrt{\frac{p_o}{k}}$$

$$g_0 = 0,40 * 199,1 * \sqrt{\frac{2,45}{120,7}} = 11,35\text{mm}$$

$$g_0 = \frac{g_0}{\sqrt{Z}}$$

$$g_0 = \frac{11,35}{\sqrt{0,39}}$$

$$g_0 = 18,2\text{mm}$$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki:

$$g = g_0 + C_2 + C_3 \quad C_2=0,5 \quad C_3=0$$

$$g = 18,2 + 0,5$$

$$g = 18,7 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$

$$g_n \geq 18,7 + 1,5$$

$$g_n \geq 20,2 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n=24 \text{ mm}$

3.3.3. Króciec $\varnothing 38 \times 4,5$

Dane:

- rys.: DPW-01, poz. 1-2, 1-3, 2-2, 2-3
- materiał: Rura 38x4,5; P235GH wg PN-EN 10216-2
- ciśnienie obliczeniowe: $p_o=2,45 \text{ MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o=170^\circ \text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x=1,65$
- naprężenia dopuszczalne: $R_e=235 \text{ MPa}$
- naprężenia dop. w temp. obl.: $R_{e_t}=180,2 \text{ MPa}$

OBLICZENIA:

Naprężenie dopuszczalne

$$k = R_{e_t} / x = 180,2 / 1,65 = 109,21 \text{ MPa}$$

$$\beta = D_z / D_w = 38 / 29 = 1,31 < 1,4 \rightarrow \alpha=1$$

Obliczeniowa grubość ścianki

$$g_0 = \frac{D_z * p_0}{\frac{2,3}{a} * k * z + p_0} = \frac{38 * 2,45}{1 * 109,21 * 1 + 2,45}$$
$$g_0 = 0,37 \text{ mm}$$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki

$$g = g_0 + C_2 + C_3 \quad C_2 = 0,5, \quad C_3 = 0$$

$$g = 0,37 + 0,5$$

$$g = 0,87 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$

$$g_n \geq 0,87 + 0,45$$

$$g_n \geq 1,32 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n = 4,5 \text{ mm}$

Obliczenie grubości ścianki rury zgiętej promieniem $R=60$

$$g_t = (g_n - C_1) * (1 / (1 + (D_z / 2 * R))) = (4,5 - 0,45) * (1 / (1 + (38 / 2 * 60))) = 3,07$$

$$g_{zg} = 3,07 > 1,32 \text{ mm}$$

3.3.4. Wężownica $\varnothing 38 \times 3,2$

Dane:

- rys.: DPW-01, poz. 3-1
- materiał: Rura 38x3,2; P235GH wg PN-EN 10216-2
- ciśnienie obliczeniowe: $p_0 = 2,45 \text{ MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_0 = 190^\circ \text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x = 1,65$

- naprężenia dopuszczalne: $R_e=235$ MPa
- naprężenia dop. w temp. obl.: $R_{e_t}=173,4$ MPa

OBLICZENIA:

Naprężenie dopuszczalne

$$k = R_{e_t} / x = 173,4 / 1,65 = 105,09 \text{ MPa}$$

$$\beta = D_z / D_w = 38 / 31,6 = 1,2 < 1,4 \rightarrow \alpha = 1$$

Obliczeniowa grubość ścianki

$$g_0 = \frac{D_z * p_0}{\frac{2,3}{a} * k * z + p_0} = \frac{38 * 2,45}{\frac{2,3}{1} * 105,09 * 1 + 2,45}$$
$$g_0 = 0,38 \text{ mm}$$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki

$$g = g_0 + C_2 + C_3 \quad C_2 = 0,5, \quad C_3 = 0$$

$$g = 0,38 + 0,5$$

$$g = 0,88 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$

$$g_n \geq 0,88 + 0,45$$

$$g_n \geq 1,33 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n = 3,2 \text{ mm}$

Obliczenie grubości ścianki rury zgiętej promieniem $R=60$

$$g_t = (g_n - C_1) * (1 / (1 + (D_z / 2 * R))) = (3,2 - 0,45) * (1 / (1 + (38 / 2 * 60))) = 2,18$$

$$g_{zg} = 2,18 > 1,16 \text{ mm}$$

3.3.5. Rura Ø108x5,6

Dane:

- rys.: ARP-01, poz. 1, 2, 3
- materiał: Rura 108x5,6; P235GH wg PN-EN 10216-2
- ciśnienie obliczeniowe: $p_0=2,45\text{MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_0=170^\circ\text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x=1,65$
- naprężenia dopuszczalne: $R_e=235\text{MPa}$
- naprężenia dop. w temp. obl.: $R_{e_t}=180,2\text{MPa}$

OBLICZENIA:

Naprężenie dopuszczalne

$$k = R_{e_t} / x = 180,2 / 1,65 = 109,21\text{MPa}$$

$$\beta = D_z / D_w = 108 / 96,8 = 1,11 < 1,4 \rightarrow \alpha=1$$

Współczynnik wytrzymałościowy dla pojedynczego otworu

$$\omega = \frac{d}{\sqrt{D_z * g_{rz}}}$$

$$\omega = \frac{79}{\sqrt{108 * 5,04}} = 3,38$$

Z₀ - 0,29

Obliczeniowa grubość ścianki

$$g_0 = \frac{D_z * p_0}{\frac{2,3}{a} * k * z + p_0} = \frac{108 * 2,45}{\frac{2,3}{1} * 109,21 * 1 + 2,45}$$

$g_0 = 3,18\text{mm}$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki

$$g = g_0 + C_2 + C_3 \qquad C_2 = 0,5, \quad C_3 = 0$$

$$g = 3,18 + 0,5$$

$$g = 3,58 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$

$$g_n \geq 3,58 + 0,56$$

$$g_n \geq 4,14 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n = 5,6 \text{ mm}$

Obliczenie grubości ścianki rury zgiętej promieniem $R=300$

$$g_t = (g_n - C_1) \frac{1}{1 + \frac{D_z}{2R}} = (5,6 - 0,65) \frac{1}{1 + \frac{108}{2 * 300}} = 4,27$$

$$g_{zg} = 4,27 > 4,14 \text{ mm}$$

3.3.6. Rura $\varnothing 88,9 \times 5$

Dane:

- rys.: ARP-01, poz. 14, 33
- materiał: Rura 88,9x5; P235GH wg PN-EN 10216-2
- ciśnienie obliczeniowe: $p_o = 2,45 \text{ MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o = 170^\circ \text{C}$
- współczynnik bezpieczeństwa: $x = 1,65$
- naprężenia dopuszczalne: $Re = 235 \text{ MPa}$
- naprężenia dop. w temp. obl.: $Re_t = 180,2 \text{ MPa}$

OBLICZENIA:

Napężenie dopuszczalne

$$k = R_e^t / x = 180,2/1,65 = 109,21 \text{ MPa}$$
$$\beta = D_z/D_w = 108 / 96,8 = 1,11 < 1,4 \rightarrow \alpha=1$$

Obliczeniowa grubość ścianki

$$g_0 = \frac{D_z * p_0}{\frac{2,3}{a} * k * z + p_0} = \frac{88,9 * 2,45}{\frac{2,3}{1} * 109,21 * 1 + 2,45}$$

$$g_0 = 0,86 \text{ mm}$$

Najmniejsza wymagana grubość ścianki

$$g = g_0 + C_2 + C_3 \quad C_2=0,5, \quad C_3 = 0$$
$$g = 0,86 + 0,5$$
$$g = 1,368 \text{ mm}$$

Grubość nominalna

$$g_n \geq g + C_1$$
$$g_n \geq 1,36 + 0,5$$
$$g_n \geq 1,86 \text{ mm}$$

Przyjęto $g_n=5,6 \text{ mm}$

Obliczenie grubości ścianki rury zgiętej promieniem $R=200$

$$g_t = (g_n - C_1) \frac{1}{1 + \frac{D_z}{2R}} = (5,6 - 0,65) \frac{1}{1 + \frac{88,9}{2 * 200}} = 4,12$$

$$g_{zg} = 4,12 > 1,78 \text{ mm}$$

3.3.7. Kolnier z szyką do przyspawania typ 11 Dn20 Pn40

Dane:

- ciśnienie obliczeniowe: $p_o=2,45\text{MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o=170^\circ\text{C}$
- naddatek na korozję: $c_2=0,5\text{mm}$
- masa: $m=1\text{kg}$
- Kryza:
 - Materiał: P245GH
 - $Re(20^\circ\text{C}) = 245\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_1=1,3$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_1=245/1,3=188,46\text{MPa}$
 - $Ret(170^\circ\text{C}) = 181\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_2=1,55$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_2=181/1,55=116,77\text{MPa}$
- Szyka:
 - Materiał: P235GH
 - $Re(20^\circ\text{C}) = 235\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_1=1,3$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_1=235/1,3=180,77\text{MPa}$
 - $Ret(170^\circ\text{C}) = 180,2\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_2=1,55$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_2=180,2/1,55=116,26\text{MPa}$
- Śruby:
 - Materiał: 45
 - $Re(20^\circ\text{C}) = 375\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_1=1,2$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_1=375/1,2=312,5\text{MPa}$
 - $Ret(170^\circ\text{C}) = 309,3\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_2=1,65$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_2=309,3/1,65=187,45\text{MPa}$
- średnica zewn. kryzy: $D_{zk}=105\text{mm}$
- nom. średnica wewn.: $D_{wn}=21,7\text{mm}$
- długość szyki: $l_s=16\text{mm}$
- długość walc szyki: $l_w=6\text{mm}$
- nom. grubość rury: $g_n=2,6\text{mm}$
- nom. grubość szyki: $g_{sn}=2,6\text{mm}$
- $g_s = g_{sn} - c_2$: $g_s=2,1\text{mm}$
- $D_w = D_{wn} + 2 \cdot c_2$: $D_w=22,7\text{mm}$
- grubość kryzy: $h=16\text{mm}$
- ilość śrub: $n_s=4$
- rodzaj śrub: M12
- średnica otworów: $d_o=14\text{mm}$
- średnica rdzenia śrub: $d_s=9,85\text{mm}$
- średnica podziałowa: $D_o=75\text{mm}$
- dokładność gwintu: $\Psi=0,75$
- materiał uszczelki: IT300
- nr konstrukcji uszczelnienia: 2
- średnia średnica uszczelki: $D_u=44\text{mm}$
- szerokość uszczelki: $(U=17\text{mm}) \rightarrow U_{cz}=14,31\text{mm}$
- grubość uszczelki: $g_u=2\text{mm}$
- $\sigma_m = 21\text{MPa}$
- $\sigma_r = 12,25\text{MPa}$

- współczynnik „b”:
- współczynnik „C”:
- b=1,46
C=1,2

OBLICZENIA:

Nciąg ruchowy:

$$P_e = \frac{\Pi * D_u^2 * p_0}{4} = 3,73 \text{ kN}$$

$$S = \Pi * D_u * U_{cz} * \sigma_r = 24,23 \text{ kN}$$

$$N_r = P + b * S = 39,10 \text{ kN}$$

Nciąg montażowy:

$$N_{m1} = \Pi * D_u * U_{cz} * \sigma_m = 41,54 \text{ kN}$$

$$N_{m2} = C * N_r = 46,92 \text{ kN}$$

$$N_m = \max(N_{m1}, N_{m2}) = 46,92 \text{ kN}$$

Średnica rdzenia śrub:

$$d_{sm} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_m}{\Psi * n_s * k_1}} = 7,99 \text{ mm}$$

$$d_{sr} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_r}{\Psi * n_s * k_2}} = 9,42 \text{ mm}$$

Wymagana średnica śrub: $\max(d_{sm}, d_{sr}) = 9,42 \text{ mm} \rightarrow ds = 9,85 \text{ mm} \geq 9,42 \text{ mm}$.

Napężenia zastępcze w kryzie:

$$b_x = \frac{2 * (D_o - D_w - 2 * g_s)}{\Pi * (D_{zk} - 2 * d_o) * h^2} = 1,5535 * 10^{-3}$$

- Napężenia montażowe:

$$\sigma_{km} = b_x * N_m = 72,89 \text{ MPa} \leq K1 = 180,77 \text{ MPa}$$

- Napężenia ruchowe:

$$\sigma_{kr} = b_x * N_r = 60,74 \text{ MPa} \leq K2 = 116,26 \text{ MPa}$$

Napężenia zastępcze w szyjce:

$$P_e = \frac{\Pi * D_w^2 * p_o}{4} = 0,99 \text{ kN}$$

$$a_u = \frac{(D_o - D_u)}{2} = 15,5 \text{ mm}$$

$$a_n = \frac{(2 * D_o - D_u - D_w)}{4} = 20,8 \text{ mm}$$

$$a_e = \frac{(D_o - D_w - g)}{2} = 15,5 \text{ mm}$$

$$W_{\min} = 16788 \text{ mm}^3$$

w odległości $l_{si} = 0,0 \text{ mm}$

$$M_{zm} = N_m * a_u = 727,32 \text{ kN} * \text{mm}$$

$$M_{zr} = N_r * a_u + P * (a_n - a_u) + P_e * (a_e - a_n) = 630,17 \text{ kN} * \text{mm}$$

- Napężenia montażowe:

$$\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W} = 43,32 \text{ MPa} \leq K1 = 180,77 \text{ MPa}$$

- Napężenia ruchowe:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W} = 37,54 \text{ MPa} \leq K2 = 116,26 \text{ MPa}$$

3.3.8. Kołnierz z szyjką do przyspawania typ 11 Dn80 Pn40

Dane:

- ciśnienie obliczeniowe: $p_o = 2,45 \text{ MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o = 170^\circ \text{C}$
- naddatek na korozję: $c2 = 0,5 \text{ mm}$
- masa: $m = 4,29 \text{ kg}$

- Kryza:

- Materiał: P245GH
- $Re(20^\circ \text{C}) = 245 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x1 = 1,3$
- Napężenia dopuszczalne: $K1 = 245/1,3 = 188,46 \text{ MPa}$
- $Ret(170^\circ \text{C}) = 181 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x2 = 1,55$
- Napężenia dopuszczalne: $K2 = 181/1,55 = 116,77 \text{ MPa}$

- Szyjka:

- Materiał: P235GH
- $Re(20^\circ \text{C}) = 235 \text{ MPa}$

- Współczynnik bezpieczeństwa: $x_1=1,3$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_1=235/1,3=180,77\text{MPa}$
 - $\text{Ret}(170^\circ\text{C}) = 180,2\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_2=1,55$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_2=180,2/1,55=116,26\text{MPa}$
- Śruby:
- Materiał: 45
 - $\text{Re}(20^\circ\text{C}) = 375\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_1=1,2$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_1=375/1,2=312,5\text{MPa}$
 - $\text{Ret}(170^\circ\text{C}) = 309,3\text{MPa}$
 - Współczynnik bezpieczeństwa: $x_2=1,65$
 - Naprężenia dopuszczalne: $K_2=309,3/1,65=187,45\text{MPa}$
- średnica zewn. kryzy: $D_{zk}=200\text{mm}$
- nom. średnica wewn.: $D_{wn}=78,9\text{mm}$
- długość szyjki: $l_s=22\text{mm}$
- długość walc szyjki: $l_w=12\text{mm}$
- nom. grubość rury: $g_n=5\text{mm}$
- nom. grubość szyjki: $g_{sn}=5\text{mm}$
- $g_s = g_{sn} - c_2$: $g_s=4,5\text{mm}$
- $D_w = D_{wn} + 2 \cdot c_2$: $D_w=79,9\text{mm}$
- grubość kryzy: $h=21\text{mm}$
- ilość śrub: $n_s=8$
- rodzaj śrub: M16
- średnica otworów: $d_o=18\text{mm}$
- średnica rdzenia śrub: $d_s=13,55\text{mm}$
- średnica podziałowa: $D_o=160\text{mm}$
- dokładność gwintu: $\Psi=0,75$
- materiał uszczelki: IT300
- nr konstrukcji uszczelnienia: 2
- średnia średnica uszczelki: $D_u=115,5\text{mm}$
- szerokość uszczelki: $(U=26,5\text{mm}) \rightarrow U_{cz}=17,86\text{mm}$
- grubość uszczelki: $g_u=2\text{mm}$
- $\sigma_m = 21\text{MPa}$
- $\sigma_r = 12,25\text{MPa}$
- współczynnik „b”: $b=1,46$
- współczynnik „C”: $C=1,2$

OBLICZENIA:

Nciąg ruchowy:

$$P_e = \frac{\Pi \cdot D_u^2 \cdot p_0}{4} = 25,67\text{kN}$$

$$S = \Pi \cdot D_u \cdot U_{cz} \cdot \sigma_r = 79,39\text{kN}$$

$$N_r = P + b \cdot S = 141,57\text{kN}$$

Nciąg montażowy:

$$N_{m1} = \Pi * D_u * U_{cz} * \sigma_m = 136,09\text{kN}$$

$$N_{m2} = C * N_r = 169,89\text{kN}$$

$$N_m = \max(N_{m1}, N_{m2}) = 169,89\text{kN}$$

Średnica rdzenia śrub:

$$d_{sm} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_m}{\Psi * n_s * k_1}} = 10,76\text{mm}$$

$$d_{sr} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_r}{\Psi * n_s * k_2}} = 12,68\text{mm}$$

Wymagana średnica śrub: $\max(d_{sm}, d_{sr}) = 12,68\text{mm} \rightarrow ds=13,55\text{mm} \geq 12,68\text{mm}$.

Naprężenia zastępcze w kryzie:

$$b_x = \frac{2 * (D_o - D_w - 2 * g_s)}{\Pi * (D_{zk} - 2 * d_o) * h^2} = 6,2585 * 10^{-4}$$

- Naprężenia montażowe:

$$\sigma_{km} = b_x * N_m = 106,32\text{MPa} \leq K1=180,77\text{MPa}$$

- Naprężenia ruchowe:

$$\sigma_{kr} = b_x * N_r = 88,6\text{MPa} \leq K2=116,26\text{MPa}$$

Naprężenia zastępcze w szyjce:

$$P_e = \frac{\Pi * D_w^2 * p_o}{4} = 12,28\text{kN}$$

$$a_u = \frac{(D_o - D_u)}{2} = 22,3\text{mm}$$

$$a_n = \frac{(2 * D_o - D_u - D_w)}{4} = 31,1\text{mm}$$

$$a_e = \frac{(D_o - D_w - g)}{2} = 37,8\text{mm}$$

$$W_{min}=43849\text{mm}^3$$

w odległości $l_{si}=0,0\text{mm}$

$$M_{zm} = N_m \cdot a_u = 3780,04 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

$$M_{zr} = N_r \cdot a_u + P \cdot (a_n - a_u) + P_e \cdot (a_e - a_n) = 3460,19 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

- Naprężenia montażowe:

$$\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W} = 86,21 \text{ MPa} \leq K1 = 180,77 \text{ MPa}$$

- Naprężenia ruchowe:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W} = 78,91 \text{ MPa} \leq K2 = 116,26 \text{ MPa}$$

3.3.9. Kołnierz z szyjką do przyspawania typ 11 Dn100 Pn40

Dane:

- ciśnienie obliczeniowe: $p_o = 2,45 \text{ MPa}$
- temperatura obliczeniowa: $t_o = 170^\circ \text{C}$
- naddatek na korozję: $c2 = 0,5 \text{ mm}$
- masa: $m = 5,97 \text{ kg}$

- Kryza:

- Materiał: P245GH
- $Re(20^\circ \text{C}) = 245 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x1 = 1,3$
- Naprężenia dopuszczalne: $K1 = 245/1,3 = 188,46 \text{ MPa}$
- $Ret(170^\circ \text{C}) = 181 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x2 = 1,55$
- Naprężenia dopuszczalne: $K2 = 181/1,55 = 116,77 \text{ MPa}$

- Szyjka:

- Materiał: P235GH
- $Re(20^\circ \text{C}) = 235 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x1 = 1,3$
- Naprężenia dopuszczalne: $K1 = 235/1,3 = 180,77 \text{ MPa}$
- $Ret(170^\circ \text{C}) = 180,2 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x2 = 1,55$
- Naprężenia dopuszczalne: $K2 = 180,2/1,55 = 116,26 \text{ MPa}$

- Śruby:

- Materiał: 45
- $Re(20^\circ \text{C}) = 375 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x1 = 1,2$
- Naprężenia dopuszczalne: $K1 = 375/1,2 = 312,5 \text{ MPa}$
- $Ret(170^\circ \text{C}) = 309,3 \text{ MPa}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $x2 = 1,65$
- Naprężenia dopuszczalne: $K2 = 309,3/1,65 = 187,45 \text{ MPa}$

- średnica zewn. kryzy: $Dzk = 235 \text{ mm}$
- nom. średnica wewn.: $Dwn = 96,8 \text{ mm}$
- długość szyjki: $ls = 29 \text{ mm}$
- długość walc szyjki: $lw = 12 \text{ mm}$

- nom. grubość rury:	gn=5,6mm
- nom. grubość szyjki:	gsn=5,6mm
- gs = gsn – c2:	gs=5,1mm
- Dw = Dwn + 2*c2:	Dw=97,8mm
- grubość kryzy:	h=21mm
- ilość śrub:	ns=8
- rodzaj śrub:	M20
- średnica otworów:	do=20mm
- średnica rdzenia śrub:	ds=16,93mm
- średnica podziałowa:	Do=190mm
- dokładność gwintu:	Ψ=0,75
- materiał uszczelki:	IT300
- nr konstrukcji uszczelnienia:	2
- średnia średnica uszczelki:	Du=141,5mm
- szerokość uszczelki:	(U=26,5mm) → Ucz=17,86mm
- grubość uszczelki:	gu=2mm
- $\sigma_m = 21\text{MPa}$	
- $\sigma_r = 12,25\text{MPa}$	
- współczynnik „b”:	b=1,46
- współczynnik „C”:	C=1,2

OBLICZENIA:

Naciąg ruchowy:

$$P_e = \frac{\Pi * D_u^2 * p_0}{4} = 38,53\text{kN}$$

$$S = \Pi * D_u * U_{cz} * \sigma_r = 97,26\text{kN}$$

$$N_r = P + b * S = 180,52\text{kN}$$

Naciąg montażowy:

$$N_{m1} = \Pi * D_u * U_{cz} * \sigma_m = 166,73\text{kN}$$

$$N_{m2} = C * N_r = 216,63\text{kN}$$

$$N_m = \max(N_{m1}, N_{m2}) = 216,63\text{kN}$$

Średnica rdzenia śrub:

$$d_{sm} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_m}{\Psi * n_s * k_1}} = 12,15\text{mm}$$

$$d_{sr} = 1,13 * \sqrt{\frac{N_r}{\Psi * n_s * k_2}} = 14,32\text{mm}$$

Wymagana średnica śrub: $\max(d_{sm}, d_{sr}) = 14,32\text{mm} \rightarrow ds=16,93\text{mm} \geq 14,32\text{mm}$.

Napężenia zastępcze w kryzie:

$$b_x = \frac{2 * (D_o - D_w - 2 * g_s)}{\Pi * (D_{zk} - 2 * d_o) * h^2} = 6,07045 * 10^{-4}$$

- Napężenia montażowe:

$$\sigma_{km} = b_x * N_m = 131,50 \text{MPa} \leq K1=180,77 \text{MPa}$$

- Napężenia ruchowe:

$$\sigma_{kr} = b_x * N_r = 109,59 \text{MPa} \leq K2=116,26 \text{MPa}$$

Napężenia zastępcze w szyjce:

$$P_e = \frac{\Pi * D_w^2 * p_o}{4} = 18,4 \text{kN}$$

$$a_u = \frac{(D_o - D_u)}{2} = 24,3 \text{mm}$$

$$a_n = \frac{(2 * D_o - D_u - D_w)}{4} = 35,2 \text{mm}$$

$$a_e = \frac{(D_o - D_w - g)}{2} = 43,5 \text{mm}$$

$$W_{\min} = 50718 \text{mm}^3$$

w odległości $l_{si} = 0,0 \text{mm}$

$$M_{zm} = N_m * a_u = 5253,23 \text{ kN} * \text{mm}$$

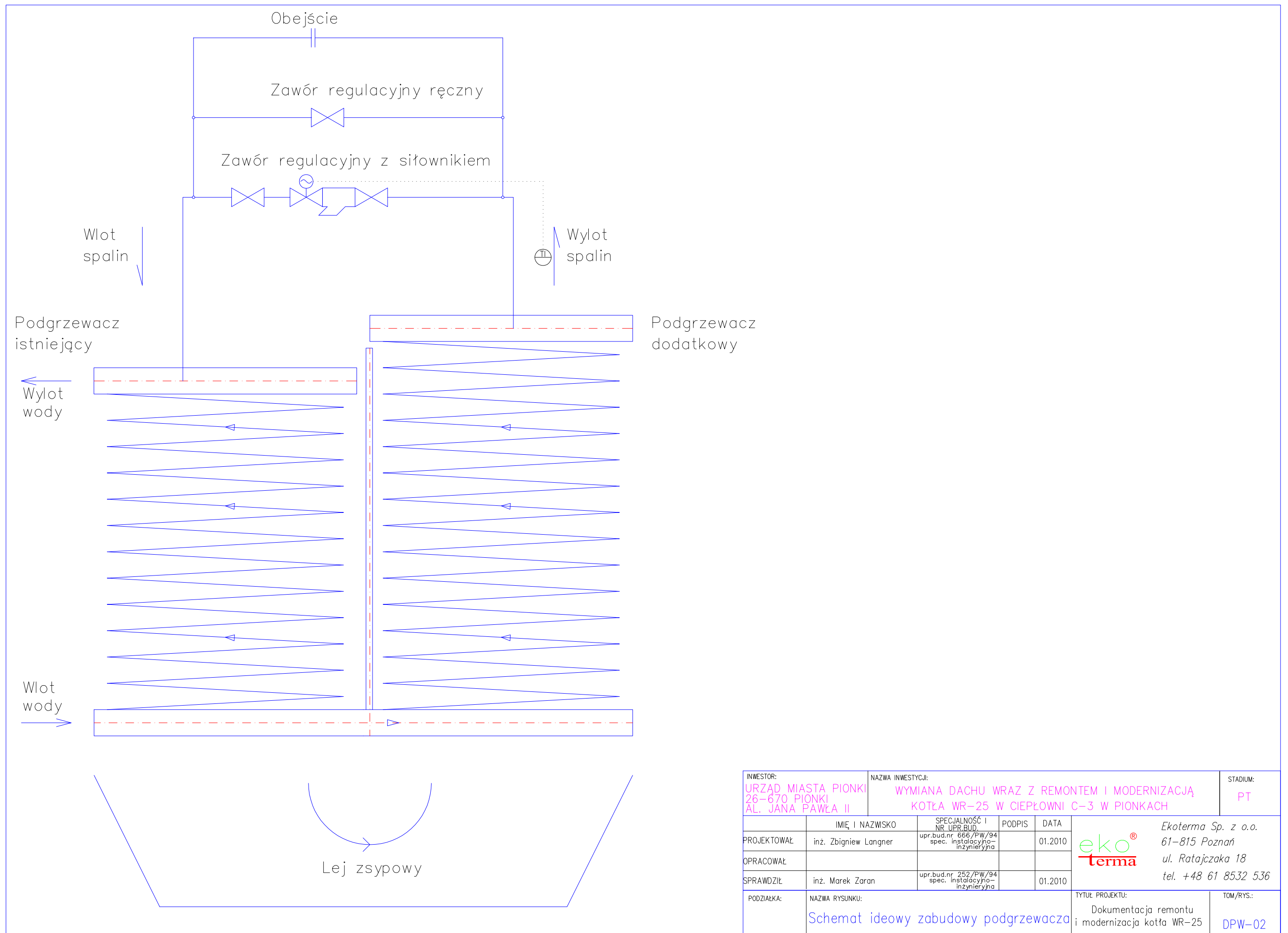
$$M_{zr} = N_r * a_u + P * (a_n - a_u) + P_e * (a_e - a_n) = 4952,75 \text{ kN} * \text{mm}$$


- Napężenia montażowe:

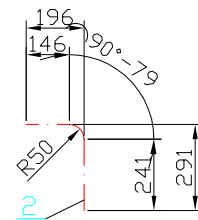
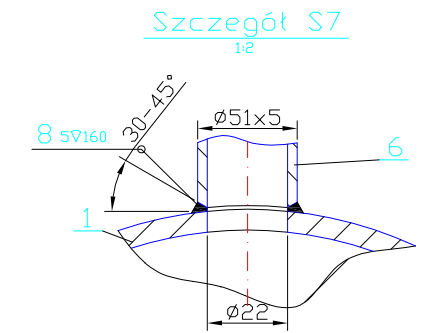
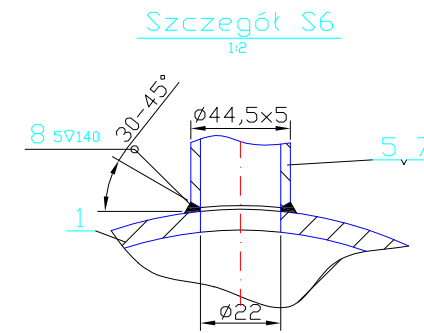
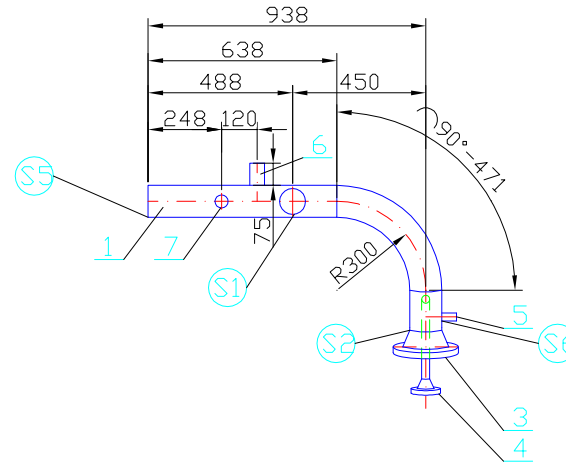
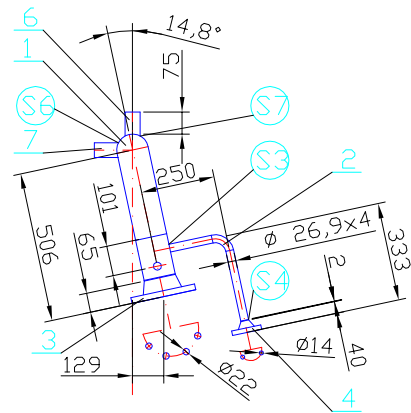
$$\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W} = 103,58 \text{MPa} \leq K1=180,77 \text{MPa}$$

- Napężenia ruchowe:

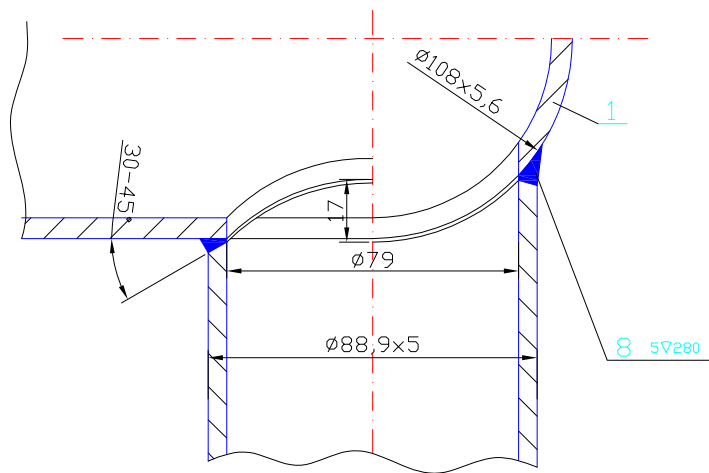
$$\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W} = 97,65 \text{MPa} \leq K2=116,26 \text{MPa}$$



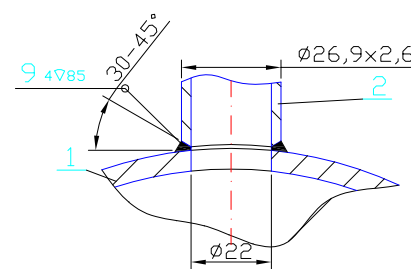
INWESTOR: URZĄD MIASTA PIONKI 26-670 PIONKI AL. JANA PAWŁA II		NAZWA INWESTYCJI: WYMIANA DACHU WRAZ Z REMONTEM I MODERNIZACJĄ KOTŁA WR-25 W CIEPŁOWNI C-3 W PIONKACH			STADIUM: PT
PROJEKTOWAŁ	IMIĘ I NAZWISKO inż. Zbigniew Langner	SPECJALNOŚĆ I NR UPR. BUD. upr. bud. nr. 666/PW/94 spec. instalacyjno- inżynierska	PODPIS	DATA 01.2010	 <i>Ekoterma Sp. z o.o.</i> 61-815 Poznań ul. Ratajczaka 18 tel. +48 61 8532 536
OPRACOWAŁ					
SPRAWDZIŁ	inż. Marek Zaran	upr. bud. nr. 252/PW/94 spec. instalacyjno- inżynierska		01.2010	
PODZIAŁKA:	NAZWA RYSUNKU: Schemat ideowy zabudowy podgrzewacza			TYTUŁ PROJEKTU: Dokumentacja remontu i modernizacja kotła WR-25	TOM/RYS.: DPW-02



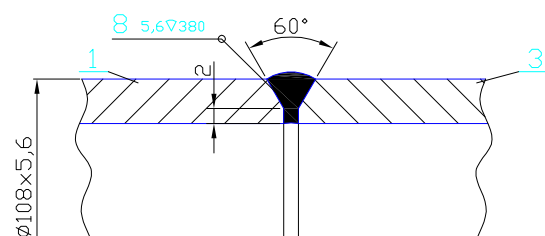
Szczegół S1
1:2



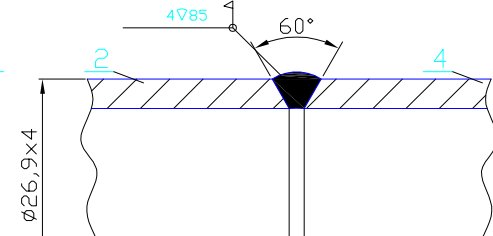
Szczegół S3
1:2



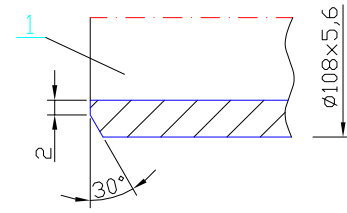
Szczegół S2
1:1



Szczegół S4
1:1



Szczegół S5
1:1



Suma=40,4kg

Lp.	Nazwa części (zespotu)	Nr rys. lub normy	Ilość sztuk	Materiał	Warunki techniczne	Jedn. Masa [kg]	Catk.	Uwagi
9	Spoina 4 V SM		0,2m				0,01	
8	Spoina 5,6 V SW		0,3m				0,9	
7	Krótiec M20x1,5		1				0,4	0,4
6	Krótiec term. M27x2		1				0,4	0,4
5	Krótiec ciśn. M20x1,5		1				0,4	0,4
4	Kotnierz z-4.0/20/26,9 s=4		1				1,06	1,06
3	Kotnierz z-4.0/100/108 s=5,6		1				6,59	6,59
2	Rura Ø26,9x4-516	EN 10216-2	1	P235GH	EN 10204		1,2	1,2
1	Rura Ø108x5,6-1249	EN 10216-2	1	P235GH	EN 10204		19	19

INWESTOR: URZĄD MIASTA PIONKI 26-670 PIONKI AL. JANA PAWŁA II	NAZWA INWESTYCJI: WYMIANA DACHU WRAZ Z REMONTEM I MODERNIZACJĄ KOTŁA WR-25 W CIEPŁOWNI C-3 W PIONKACH	STADIUM: PT
--	---	----------------

PROJEKTOWAŁ: inż. Zbigniew Langner	IMIĘ I NAZWISKO	SPECJALNOŚĆ I NR UPR. BUD. upr.bud.nr 666/PW/94 spec. instalacyjno-inżynierska	PODPIS	DATA 01.2010	 Ekoterma Sp. z o.o. 61-815 Poznań ul. Ratajczaka 18 tel. +48 61 8532 536
OPRACOWAŁ:					
SPRAWDZIŁ: inż. Marek Zaran		upr.bud.nr 252/PW/94 spec. instalacyjno-inżynierska		01.2010	
PODZIAŁKA: 1:25	NAZWA RYSUNKU: Przewód łączący I	TYTUŁ PROJEKTU: Dokumentacja remontu i modernizacja kotła WR-25			TOM/RYS.: ARP-02

