

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 1	Stron: 13

Nazwa dokumentacji:

Sprawdzające obliczenia wytrzymałościowe dla:

1. Rur z materiałów:

- P265GH wg PN-EN 10216-2:2004,
- P235GH wg PN-EN 10216-2:2004.

2. Króćca i zwężki z materiału:

- P305GH wg PN-EN 10222-2:2002.

3. Połączenia kołnierzowo-śrubowego DN80, PN63.

Nr dokumentacji
z obliczeniami:

4-06890

Nazwa urządzenia:

Kocioł EP–650.

Instalacja do zabudowy schładzacza pary typu
Narvik AT Model 38.

Nr rys. urządzenia:

1–01538

	Imię i nazwisko	Data	Podpis
Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
Sprawdził:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
Zatwierdził:			

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 2	Stron: 13

1.0.0. Spis treści.

1.0.0 Spis treści.

2.0.0 Dane ogólne.

3.0.0 Obliczenia wytrzymałościowe.

3.1.0 Obliczenia grubości ścianki rury Ø88,9x4 (rys. nr 1–01538).

3.2.0 Obliczenia wytrzymałościowe końcówki Ø88,9x4 króćca
D=Ø100x180 mm (nr rys. 4–06893).

3.3.0 Sprawdzenie wielkości otworu Ø80,9 pod względem wymagania
jego wzmocnienia dla rury Ø457x12,5.

3.4.0 Obliczenie połączenia kołnierzowego, śrubowego PN63, DN80,
PN-EN 1092-1:2010.

3.5.0 Obliczenia grubość ścianki rury Ø51x3,2.

3.6.0 Obliczenia grubości ścianki rury Ø51x3,2 zgiętej promieniem
R=180 mm (rys. nr 4–06892).

3.7.0 Obliczenia wytrzymałościowe zwężki D=Ø76,1/Ø51 mm
(rys. nr 4–06891).

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec	Nazwa urządzenia:	Nr dok. 4-06890	
Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Strona: 3	Stron: 13

2.0.0 Dane ogólne.

Podstawa wykonania projektu:

- Umowa z Elektrownią Połaniec S.A. GDF SUEZ Energia Polska.
- Ustne uzgodnienia z przedstawicielem zlecającego.

Podczas pracy kotła na wysokich mocach rejestrowane są przekroczenia temperatur za II° przegrzewu. Powoduje to obniżenie żywotności węzownic. Dodatkowy schładzacz pozwoli lepiej regulować te temperatury i wyeliminować zjawiska ich przekroczeń w czasie pracy kotła.

Przedmiotem niniejszego opracowania są sprawdzające obliczenia wytrzymałościowe elementów podlegających ciśnieniu wewnętrznemu instalacji do zabudowy schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (nr rys. 1–01538).

- rur Ø88,9x4 dla materiału P265GH wg PN-EN 10216-2:2004,
- rur Ø51x3,2 dla materiału P235GH wg PN-EN 10216-2:2004,
- króćca i zwężki, dla materiału P305GH wg PN-EN 10222-2:2002,
- połączenia kołnierzowo-śrubowego DN80, PN63.

Wykonanie i odbiór przegrzewacza wg obowiązujących przepisów UDT.

Materiały na części narażone na działanie ciśnienia muszą posiadać świadectwo odbioru 3.1.B.

W zakresie spoin doczołowych łączących elementy rurowe wykonać 100% badań ultradźwiękowych (UT) – poziom akceptacji 2.

W zakresie spoin kątowych wykonać 100% badań metodą penetracyjną (PT) – poziom akceptacji 2x.

Współczynnik wytrzymałościowy złączy spawanych $z_b=1$.

Akceptowany poziom jakości wyrobów hutniczych wynosi:

- klasa U1, podklasa A przy badaniach rur na nieciągłości podłużne – według PN-EN 10246-7:2006,
- klasa U0 przy badaniach rur na obecność rozwarstwień – według PN-EN 10246-14:2001.
- klasa jakości 1 przy badaniach odkuwek – według PN-EN 10228-4:2000,

Grubość zmierzona ścianki rur Ø51x3,2 zgiętych promieniem R od strony zewnętrznej (wycienionej) nie może być mniejsza od wartości g_{zg}^z .

Grubość zmierzona ścianki rur Ø51x3,2 zgiętych promieniem R od strony wewnętrznej (spęczzonej) nie może być mniejsza od g_{zg}^w .

2.1.0 Podstawa obliczeń.

- Warunki Urzędu Dozoru Technicznego
Obliczenia Wytrzymałościowe WUDT–UC–WO–O/00:10.2003
- PN–79/M–34033 (w zakresie łuków)

2.2.0 DANE TECHNICZNE.

2.2.1 Czynniki: **Para**.

2.2.2 Ciśnienie obliczeniowe: **$p_o = 2,94$ MPa**

2.2.3 Ciśnienie próbne: **$p_{pr} = 3,09$ MPa**

2.2.4 Temperatura obliczeniowa: **$t_o = 350^\circ\text{C}$**

2.2.5 Czynniki: **Woda**.

2.2.6 Ciśnienie obliczeniowe: **$p_o = 6,3$ MPa**

2.2.7 Ciśnienie próbne: **$p_{pr} = 6,6$ MPa**

2.2.8 Temperatura obliczeniowa: **$t_o = 160^\circ\text{C}$**

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 4	Stron: 13

3.0.0 Obliczenia wytrzymałościowe.

3.1.0 Obliczenia grubość ścianki rury Ø88,9x4 z mat. P265GH

wg PN-EN 10216-2:2004.

(wg WUDT–UC–WO–O/00:10.2003, WUDT–UC–WO–O/01:10.2003)

Czas pracy – 100 000 godz.

Materiał **P265GH** wg PN-EN 10216-2:2004 $R_{e/t} = 141 \text{ MPa}$

Współczynnik bezpieczeństwa $X = 1,65$

3.1.1 Naprężenia dopuszczalne.

$$k = \frac{R_{e/t}}{X} = \frac{141}{1,65} = 85,45 \text{ MPa}$$

3.1.2 Obliczanie grubości ścianki.

$$g = g_0 + C = \frac{p_0 \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_0} + C \quad z = 1$$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2g_n} = \frac{88,9}{88,9 - 2 \cdot 4} = 1,1 < 1,4$$

$$\alpha = 1$$

$$g_0 = \frac{2,94 \cdot 88,9}{\frac{2,3}{1,0} \cdot 85,45 \cdot 1 + 2,94} = 1,31 \text{ mm}$$

3.1.3 Naddatki.

$$C_1 = g_n \cdot 0,125 = 4 \cdot 0,125 = 0,5 \text{ mm}$$

$$C_2 = 0,5 \text{ mm}$$

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0,5 + 0,5 + 0,0 = 1,0 \text{ mm}$$

3.1.4 Grubość ścianki.

$$g_{\min} = g_o + C = 1,31 + 1,0 = 2,31 \text{ mm}$$

Ostatecznie przyjęto $g_n = 4,0 \text{ mm}$

$$g_{rz} = g_n - C_1 = 4 - 0,5 = 3,5 \text{ mm}$$

$$g_{rz} > g_o$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 5	Stron: 13

3.2.0 Obliczenia wytrzymałościowe końcówki Ø88,9x4 króćca D=Ø100x150 mm

(nr rys. 4–06893).

Materiał **P305GH** wg PN-EN 10222-2:2002

Czas pracy 100 000 godz.

$R_{et} = 175 \text{ MPa}$

Współczynnik bezpieczeństwa $X = 1,65$

Napężenie dopuszczalne.

$$k = \frac{R_{et}}{X} = \frac{175}{1,65} = 106,06 \text{ MPa}$$

3.2.1 Obliczanie grubości ścianki króćca w miejscu Ø88,9.

$$g = g_0 + C = \frac{p_0 \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_0} + C \quad z = 1$$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2g_n} = \frac{88,9}{88,9 - 2 \cdot 4} = 1,1 < 1,4$$

$$\alpha = 1,0$$

$$g_0 = \frac{2,94 \cdot 88,9}{\frac{2,3}{1} \cdot 106,06 \cdot 1 + 2,94} = 1,06 \text{ mm}$$

3.2.2 Naddatki.

$$C_1 = 0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 1,0 + 0,0 = 1,0 \text{ mm}$$

3.2.3 Grubość ścianki króćca w miejscu Ø88,9.

$$g = g_0 + C = 1,06 + 1,0 = 2,06 \text{ mm}$$

Ostatecznie przyjęto $g_n = 4,0 \text{ mm}$

3.3.0 Sprawdzenie wielkości otworu Ø80,9 pod względem wymagania jego wzmocnienia dla rury Ø457x12,5.

(wg WUDT–UC–WO–O/00:10.2003, WUDT–UC–WO–O/18:10.2003)

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo-Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 6	Stron: 13

$$d' = 8,1 \cdot \sqrt[3]{D_w (g_{rz} - C_2)(1 - Z_{rz})}$$

$$d'' = 0,35 \cdot D_z$$

$$d''' = 200 \text{ mm}$$

$$Z_{rz} = \frac{p_o \cdot (D_w + g_{rz} - C_2)}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot (g_{rz} - C_2)}$$

$$g_{rz} = g_n - C_1 = 12,5 - 1,56 = 10,94 \text{ mm}$$

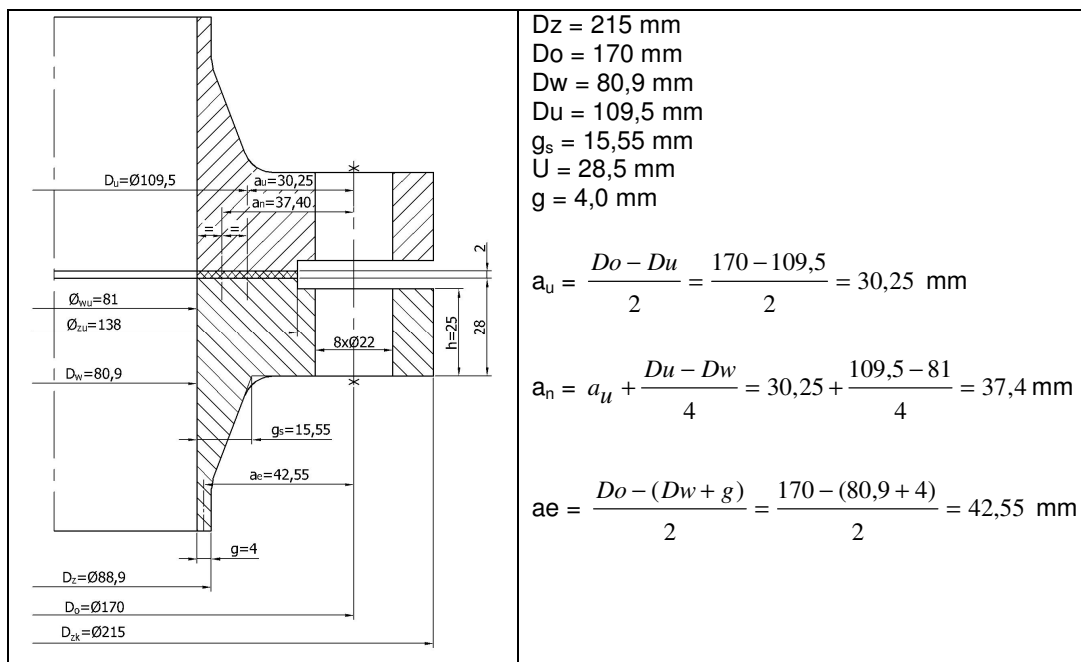
$$Z_{rz} = \frac{2,94 \cdot (457 + 10,94 - 1)}{\frac{2,3}{1} \cdot 83,03 \cdot (10,94 - 1)} = 0,72$$

$$d' = 8,1 \cdot \sqrt[3]{432 \cdot (10,94 - 1)(1 - 0,72)} = 86,13 \text{ mm}$$

$$d'' = 0,35 \cdot 457 = 159,95 \text{ mm}$$

Otwór Ø80,9 wykonany w rurze Ø457x12,5 nie wymaga wzmocnienia.

3.4.0 Obliczenie połączenia kołnierzonego, śrubowego PN63, DN80, PN-EN 1092-1:2010 (wg DT-UC-90/WO-O/00, DT-UC-90/WO-O/19)



Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo- Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 7	Stron: 13

3.4.1 Obliczenie naciągów i średnicy śrub kołnierza DN80.

3.4.2 Dobór materiału i obliczenie parametrów uszczelki.

Uszczelka z materiału: GUS31 (SPETECH)

Wymiary uszczelki: $\varnothing 138/81 \times 2$

Średnice pracy uszczelki: $\varnothing_{zu} = 138 \text{ mm}$; $\varnothing_{wu} = 81 \text{ mm}$

$$Du = 0,5(\varnothing_{zu} + \varnothing_{wu}) = 0,5(138 + 81) = 109,5 \text{ mm}$$

$$U = 0,5(\varnothing_{zu} - \varnothing_{wu}) = 0,5(138 - 81) = 28,5 \text{ mm}$$

$$Ucz = 3,47 \sqrt{U} = 3,47 \cdot \sqrt{28,5} = 3,47 \cdot 5,34 = 18,53 \text{ mm}$$

$$\sigma_m = 18,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r = 4,2 \cdot p_0 = 4,2 \cdot 2,94 = 12,35 \text{ MPa}$$

$$b = 1,2$$

3.4.3 Obliczenie ruchowego (Nr) i montażowego (Nm) naciągu śrub.

$$P = \frac{\pi \cdot Du^2}{4} \cdot p_0 = \frac{\pi \cdot 109,5^2}{4} \cdot 2,94 = 27686,3 \text{ N}$$

$$S = \pi \cdot Du \cdot Ucz \cdot \sigma_r = \pi \cdot 109,5 \cdot 18,53 \cdot 12,35 = 78723,9 \text{ N}$$

$$Nr = P + b \cdot S = 27686,3 + 1,2 \cdot 78723,9 = 122155 \text{ N}$$

$$Nm_1 = \pi \cdot Du \cdot Ucz \cdot \sigma_m = \pi \cdot 109,5 \cdot 18,53 \cdot 18,3 = 116651,5 \text{ N}$$

$$Nm_2 = C \cdot Nr = 1,2 \cdot 122155 = 146586 \text{ N}$$

$$C = 1,2$$

$$Nm = Nm_2 = 146\,586 \text{ N}$$

3.4.4 Obliczenie średnicy rdzenia śrub.

Materiał: 25CrMo4

$Re = 440 \text{ MPa}$

$Re_t = 333 \text{ MPa}$

wg PN-EN 10269:2004

$$k_1 = \frac{R_e}{x_1} = \frac{440}{1,2} = 366,7 \text{ MPa} \quad x_1 = 1,2$$

$$k_2 = \frac{R_{et}}{x_2} = \frac{333}{1,65} = 201,8 \text{ MPa} \quad x_2 = 1,65$$

Zakłada się śruby M20 ; $\psi = 0,75$; $ns = 8$ szt.

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 8	Stron: 13

$$d_{sm} = 1,13 \sqrt{\frac{Nm}{\psi \cdot ns \cdot k_1}} = 1,13 \sqrt{\frac{146363,1}{0,75 \cdot 8 \cdot 366,7}} = 9,2 \text{ mm}$$

$$d_{sr} = 1,13 \sqrt{\frac{Nr}{\psi \cdot ns \cdot k_2}} = 1,13 \sqrt{\frac{121969,2}{0,75 \cdot 8 \cdot 201,8}} = 11,4 \text{ mm}$$

Przyjęto śruby M20 o średnicy rdzenia $dr = 16,93 \text{ mm}$

3.4.5 Momenty M_{zm} i M_{zr}

$$M_{zm} = Nm \cdot a_u = 146586 \cdot 30,25 = 4\,434\,226,5 \text{ Nmm}$$

$$M_{zr} = Nr \cdot a_u + P(a_n - a_u) + Pe(a_e - a_n)$$

$$Pe = \frac{\pi \cdot Dw^2 \cdot p_0}{4} = \frac{\pi \cdot 80,9^2 \cdot 2,94}{4} = 15\,112,4 \text{ N}$$

$$M_{zr} = 122155 \cdot 30,25 + 27686,3 \cdot (37,4 - 30,25) + 15112,4 \cdot (42,55 - 37,4)$$

$$M_{zr} = 3\,970\,975 \text{ Nmm}$$

3.4.6 Wskaźnik wytrzymałości kołnierza

$$W_{\min} = 92\,213 \text{ mm}^3 \text{ wg PN-67/H-74726}$$

3.4.7 Materiał i naprężenia dopuszczalne kołnierza.

Materiał: P245GH wg PN-EN 10222-2:1999

$$R_e = 220 \text{ MPa} \quad R_{et} = 130 \text{ MPa}$$

$$k_1 = \frac{R_e}{x_1} = \frac{220}{1,1} = 200 \text{ MPa} \quad x_1 = 1,1$$

$$k_2 = \frac{R_{et}}{x_2} = \frac{130}{1,3} = 100 \text{ MPa} \quad x_2 = 1,3$$

3.4.8 Naprężenia w szyjce.

$$\sigma_{sm} = \frac{M_{zm}}{W} = \frac{4434226,5}{92213} = 48,1 \text{ MPa} < k_1$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{zr}}{W} = \frac{3970975}{92213} = 43,1 \text{ MPa} < k_2$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 9	Stron: 13

3.4.9 Naprężenia w kryzie.

Przy montażowym naciągu śrub:

$$\sigma_{km} = \frac{2Nm(D_o - D_w - 2gs)}{\pi(D_z k - 2do)h^2} = \frac{2 \cdot 146586 \cdot (170 - 80,9 - 2 \cdot 15,55)}{\pi \cdot (215 - 2 \cdot 22) \cdot 25^2} = 50,6 \text{ MPa} < k_1$$

Przy ruchowym naciągu śrub:

$$\sigma_{kr} = \frac{2Nr(D_o - D_w - 2gs)}{\pi(D_z k - 2do)h^2} = \frac{2 \cdot 122155 \cdot (170 - 80,9 - 2 \cdot 15,55)}{\pi \cdot (215 - 2 \cdot 22) \cdot 25^2} = 42,2 \text{ MPa} < k_2$$

3.5.0 Obliczenia grubość ścianki rury Ø51x3,2 z mat. P235GH

wg PN-EN 10216-2:2004.

(wg WUDT-UC-WO-O/00:10.2003, WUDT-UC-WO-O/01:10.2003)

Czas pracy – 100 000 godz.

Materiał **P235GH** wg PN-EN 10216-2:2004

$R_{e/t} = 170 \text{ MPa}$

Współczynnik bezpieczeństwa $X = 1,65$

3.5.1 Naprężenia dopuszczalne.

$$k = \frac{R_{e/t}}{X} = \frac{170}{1,65} = 103,03 \text{ MPa}$$

3.5.2 Obliczanie grubości ścianki.

$$g = g_0 + C = \frac{p_0 \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_0} + C \quad z = 1$$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2g_n} = \frac{51}{51 - 2 \cdot 3,2} = 1,14 < 1,4$$

$$\alpha = 1,0$$

$$g_0 = \frac{6,3 \cdot 51}{\frac{2,3}{1} \cdot 103,03 \cdot 1 + 6,3} = 1,32 \text{ mm}$$

3.5.3 Naddatki.

$$C_1 = g_n \cdot 0,125 = 3,2 \cdot 0,125 = 0,4 \text{ mm}$$

$$C_2 = 0,5 \text{ mm}$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 10	Stron: 13

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0,4 + 0,5 + 0,0 = 0,9 \text{ mm}$$

3.5.4 Grubość ścianki.

$$g_{\min} = g_o + C = 1,32 + 0,9 = 2,22 \text{ mm}$$

$$\text{Ostatecznie przyjęto } g_n = 3,2 \text{ mm}$$

$$g_{rz} = g_n - C_1 = 3,2 - 0,4 = 2,8 \text{ mm}$$

$$g_{rz} > g_o$$

3.6.0 Obliczenia grubości ścianki rury Ø51x3,2 zgiętej promieniem R=180 mm

(nr rys. 4–06892).

3.6.1 Grubość obliczeniowa ścianki rury zgiętej od strony wewnętrznej (spęczzonej) łuku (wg PN–79/M–34033).

$$g_{zg}^w = A_w \cdot g_o + C_1 + C_2$$

$$\frac{g_n}{D_z} = \frac{3,2}{51} = 0,06 > 0,04$$

$$\frac{R}{D_z} = \frac{180}{51} = 3,53$$

$$A_w = 1,095 \text{ – wg tablicy nr 6 PN–79/M–34033}$$

$$g_{zg}^w = 1,095 \cdot 1,32 + 0,4 + 0,5 = 2,35 \text{ mm}$$

3.6.2 Grubość obliczeniowa ścianki rury zgiętej od strony zewnętrznej (wycienionej) łuku (wg PN–79/M–34033).

$$g_{zg}^z = A_z \cdot g_o + C_1 + C_2 + C_3$$

$$A_z = \frac{2R + \frac{1}{2}D_m}{2R + D_m}$$

$$D_m = D_z - g_o = 51 - 1,32 = 49,68$$

$$A_z = \frac{2 \cdot 180 + \frac{1}{2} \cdot 49,68}{2 \cdot 180 + 49,68} = 0,94$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 11	Stron: 13

Naddatek C_3 dla łuków giętych o $R > 3D_z$; $D_z < 406,4$ mm

$$C_3 = \frac{D_z}{2R} \cdot g_o$$

$$C_3 = \frac{51}{2 \cdot 180} \cdot 1,32 = 0,19 \text{ mm}$$

$$g_{zg}^z = 0,94 \cdot 1,32 + 0,4 + 0,5 + 0,19 = 2,33 \text{ mm}$$

3.7.0 Obliczenia wytrzymałościowe zwężki $D = \varnothing 76,1/\varnothing 51$ mm

(nr rys. 4–06891).

Materiał **P305GH** wg PN-EN 10222-2:2002

Czas pracy 100 000 godz.

$R_{et} = 175$ MPa

Współczynnik bezpieczeństwa $X = 1,65$

Napężenie dopuszczalne.

$$k = \frac{R_{et}}{X} = \frac{175}{1,65} = 106,06 \text{ MPa}$$

3.7.1 Obliczanie grubości ścianki zwężki w miejscu $\varnothing 76,1$.

$$g = g_0 + C = \frac{p_0 \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_0} + C \quad z = 1$$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2g_n} = \frac{76,1}{76,1 - 2 \cdot 8} = 1,27 < 1,4$$

$$\alpha = 1,0$$

$$g_0 = \frac{6,3 \cdot 76,1}{\frac{2,3}{1} \cdot 106,06 \cdot 1 + 6,3} = 1,91 \text{ mm}$$

3.7.2 Naddatki.

$$C_1 = 0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 1,0 + 0,0 = 1,0 \text{ mm}$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 12	Stron: 13

3.7.3 Grubość ścianki zwężki w miejscu Ø76,1.

$$g = g_0 + C = 1,91 + 1,0 = 2,91 \text{ mm}$$

Ostatecznie przyjęto $g_n = 8,0 \text{ mm}$

3.7.4 Obliczanie grubości ścianki zwężki w miejscu Ø51.

$$g = g_0 + C = \frac{p_0 \cdot D_z}{\frac{2,3}{\alpha} \cdot k \cdot z + p_0} + C \quad z = 1$$

$$\beta = \frac{D_z}{D_z - 2g_n} = \frac{51}{51 - 2 \cdot 4} = 1,19 < 1,4$$

$$\alpha = 1,0$$

$$g_0 = \frac{6,3 \cdot 51}{\frac{2,3}{1} \cdot 106,06 \cdot 1 + 6,3} = 1,28 \text{ mm}$$

3.7.5 Naddatki.

$$C_1 = 0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 1,0 + 0,0 = 1,0 \text{ mm}$$

3.7.6 Grubość ścianki zwężki w miejscu Ø51.

$$g = g_0 + C = 1,28 + 1,0 = 2,28 \text{ mm}$$

Ostatecznie przyjęto $g_n = 4,0 \text{ mm}$

3.7.7 Obliczanie grubości ścianki zwężki w części stożkowej.

$$g_0 = \frac{D_{st} \cdot p_0}{2 \cdot k \cdot z} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

$$g_0 = \frac{60,1 \cdot 6,3}{2 \cdot 106,06 \cdot 1} \cdot \frac{1}{\cos 15^\circ} = 1,85 \text{ mm}$$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--

Elposerwis sp. z o.o. Połaniec Wydział Techniczny Pracownia Projektowo– Konstrukcyjna	Nazwa urządzenia: Zabudowa schładzacza pary typu Narvik AT Model 38. (rys. nr 1-01538)	Nr dok. 4-06890	
		Strona: 13	Stron: 13

3.7.8 Naddatki.

$$C_1 = 0 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1,0 \text{ mm}$$

$$C_3 = 0,0 \text{ mm}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 1,0 + 0,0 = 1,0 \text{ mm}$$

3.7.9 Grubość ścianki zwężki w części stożkowej.

$$g = g_0 + C = 1,85 + 1,0 = 2,85 \text{ mm}$$

Ostatecznie przyjęto $g_n = 8,0 \text{ mm}$

Opracował:	mgr inż. Jerzy Han	17.05.2012 r.	
------------	--------------------	---------------	--