

OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE
WG PN-93/B-03201
KOMIN STALOWY - H=30,0m - D=1,0m - WYLOT

DANE WYJŚCIOWE :		Schemat statyczny : wspornik zakotwiony w fundamencie ;			
Wysokość komina z cokołem :		30,83		[m]	
Wysokość trzonu komina H :		30,00		[m]	
Segment podstawy NR 1 : średnica zewnętrzna D-1		1,000		[m]	
grubość średnia płaszczu / wykładziny :		0,0120	0,000	[m]	
grubość minimalna płaszczu :		0,0120		[m]	
długość segmentu H1 :		10,00		[m]	
Segment NR 2 : średnica zewnętrzna D-2		1,000		[m]	
grubość średnia płaszczu / wykładziny :		0,0120	0,000	[m]	
grubość minimalna płaszczu :		0,0120		[m]	
długość segmentu H2 :		10,00		[m]	
Segment NR 3 : średnica zewnętrzna D-3		1,000		[m]	
grubość średnia płaszczu / wykładziny :		0,0100	0,000	[m]	
grubość minimalna płaszczu :		0,0100		[m]	
długość segmentu H3 :		10,00		[m]	
Segment NR 4 : średnica zewnętrzna D-4		0,000		[m]	
grubość średnia płaszczu / wykładziny :		0,0000	0,000	[m]	
grubość minimalna płaszczu :		0,0000		[m]	
długość segmentu H4 :		0,00		[m]	
Segment NR 5 : średnica zewnętrzna D-5		0,000		[m]	
grubość średnia płaszczu / wykładziny :		0,0000	0,000	[m]	
grubość minimalna płaszczu :		0,0000		[m]	
długość segmentu H5 :		0,00		[m]	
Posadowienie : na cokole		0,83		[m]	n.p.t.
Komin usytuowany w strefie obciążenia wiatrem : q_k	I	0,3			
Dodatkowe obciążenia :					
Poz. dolnej krawędzi :				[m npt.]	
Pomost obsługowy + obc. technologiczne :	szt.	2	20,0	[kN]	
Logarytmiczny dekrement tłumienia drgań : δ_s			0,03		
Wysokości nad podstawą :					
Poz. obl. nr 1 / grub. płaszczu / D	0,75	0,0120	1,000	[m]	
Poz. obl. nr 2 / grub. płaszczu / D	11,00	0,0120	1,000	[m]	
Poz. kołn./grub./szer./odl.żeb.	10,00	0,015	0,080		0,212
Poz. przekr.osłab./grub. płasz.	2,79	0,0120			
Przekrój osłab.: $S [m^2] / J [m^4] / W(min.) [m^3]$		0,02757	0,001981		0,003955
Śruby $M/N[szt.] / \Delta R / \Sigma H^2$	M20	16	0,040		6,9984
Przewidywany czas użytkowania :		15	[lat]		
Okres eksploatacji komina :		1	[lat]		
Kotwy $M/N[szt.]/\Delta R/\Sigma H^2$	M24	24	0,145		14,98
Podst. : szer./grub./rozs.żeber	0,250	0,030	0,338	[m]	
Ilość drabin :	szt.	1			
Ocieplenie zewn. grub.[m] /poziom	0,500	13,90	16,10	[m]	
Ocieplenie wewn. grub.[m] /poziom	0	0,0	0,0	[m]	
Wykładzina: ciężar jedn./grub.	0,0	0,000		[m]	
Maksymalna temp. spalin :		130	[°C]		
Odc.komina osłonięty budynkiem	0,00			[m]	

1. OBCIĄŻENIA .**1.1. Ciężar własny .**

	wykładzina:	stal:
segment NR 1 :	0,00	32,16 [kN]
segment NR 2 :	0,00	32,16
segment NR 3 :	0,00	26,86
segment NR 4 :	0,00	0,00
segment NR 5 :	0,00	0,00
Razem segmenty :	0,00	91,18 [kN]
drabina z koszem osłonowym : 0,3 kN/m		10,08
dodatek na kołnierze : 5% ciężaru trzonu		4,56
podest obsługowy + obc. technologiczne :		20,0
Całkowity ciężar :		125,82 [kN]

1.2. Obciążenie wiatrem w kierunku równoległym do jego działania .

Wielkość obc. charakterystycznych :

$$p_k = q_k \times C_{ie} \times C_e \times C_x \times n \times D \times \beta$$

Obciążenia obliczeniowe : $p = 1,5 \times p_k$

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru / I strefa / :

$$q_k = 0,3$$

Współcz. planowanego czasu użytkowania komina :

$$C_{ie} = 0,9$$

Współczynnik ekspozycji dla terenu : A

dla z [m] : 10,0	1,00
20,0	1,20
30,83	1,362

Współczynnik oporu aerodynamicznego :

$$\text{ilość drabin : } m = 1$$

$$C_x = C_{xp} + 2,4 \times m \times A_d / (n \times D)$$

$$H / D = 30,00$$

$$C_{xp} = 0,900$$

$$C_x = 1,2600$$

Okres drgań własnych :

$$T = 0,001 \times H^2 / D \times (m_e / m_t)^{0,5}$$

$$T = 1,057 \text{ [s]}$$

Częstotliwość :

$$n = 1 / T$$

$$n = 0,946 \text{ [Hz]}$$

Współczynnik działania porywów wiatru :

$$\beta = 1 + \psi [r / C_e (k_b + k_0)]^{0,5}$$

$$r = 0,08$$

$$V_H = V_k \times (C_e)^{0,5}$$

$$V_H = 23,345$$

$$K_L = \pi/3 [1 / (1 + 8nH / 3V_H)] : [1 + (10nL / V_H)]$$

$$K_L = 0,1756$$

$$X = 1200 n / V_H$$

$$X = 48,621$$

$$K_0 = X^2 / (1 + X^2)^{4/3}$$

$$K_0 = 0,0752$$

$$k_r = 2 \times \pi \times K_L \times K_0 / (\delta_\Delta + \delta_s)$$

$$\delta_\Delta = \rho T V(H_0) C_x D / 2 m_e$$

$$V_{rk} = V_k \times (C_{ie})^{0,5} = 18,974 \text{ [m/s]}$$

$$V(H_0) = V_{rk} [C_e (H_0)]^{0,5} = 22,147 \text{ [m/s]}$$

	$2 m_c =$	838,8
	$\delta_\Delta =$	0,0440
	$\delta_\Delta + \delta_s =$	0,0740
	$k_r =$	1,1216
	$k_b = 2,25 - 0,227 (1 + 3,24 D / H) \ln H$	
	$k_b =$	1,3945
	$\Psi = [2 \ln(600 n)]^{0,5} =$	3,5613
	$\beta =$	2,3688
Obciążenie wiatrem :	$p =$	1,209 C_e
Rzędne obciążenia wiatrem :	$z = 10 \Rightarrow p =$	1,209 [kN/m]
	$z = 20 \Rightarrow p =$	1,451 [kN/m]
	$z = H \Rightarrow p =$	1,647 [kN/m]

Wyznaczenie momentów zginających , sił poziomych i pionowych :

	Poz. nad podstawą [m]	"M" [kNm]	P_H [kN]	P_V [kN]
Poziom zakotwienia :	0,00	718,41	45,42	125,82
Poziom NR 1 :	0,75	695,70	44,82	122,68
Poziom NR 2 :	11,00	291,92	32,06	79,69
Połączenie kołnierzowe :	10,00	324,61	33,32	83,88
Przekrój osłabiony :	2,79	596,00	43,01	114,12

Suma obciążeń poziomych : $\Sigma H =$ 45,42 [kN]

1.3. Obciążenie wiatrem w kierunku prostopadłym do jego działania .

Obciążenie wywołane wzbudzeniem wirowym :

$$p_y = 0,05 p_{c_{lat}} D^3 / (T^2 \delta_s)$$

$$c_{lat} = 1 - 0,1 v_{cr} D$$

$$v_{cr} = a + D / (T S_t)$$

$$S_t = 0,1 + 0,085 \log (a / D) < 0,2$$

Liczba przewodów :	$n =$	1
	$a =$	0
	$S_t =$	0,2
	$v_{cr} =$	4,729 [m/s]

$$v_{cr} = 4,729 < V_{rk} = 18,974$$

Trzeba sprawdzić obciążenie wzbudzeniem wirowym .

	$c_{lat} =$	0,527
Obciążenie prostopadłe :	$p_y =$	0,982 [kN/m]
Długość odcinka obc. :	$0,25 \times H =$	7,500 [m]
	$6 \times D =$	6,000 [m]
	$L =$	7,50 [m]

Momenty zginające od obc. poprzecznego :

	Poziom nad podst. [m]	"M" [kNm]
Poziom zakotwienia :	0,00	193,411
Poziom NR 1 :	0,75	187,885
Poziom NR 2 :	11,00	112,362
Połączenie kołnierzowe :	10,00	119,730
Poz. przekroju osłabionego :	2,79	172,854

Zestawienie maksymalnych obciążeń :

	Poziom nad podst. [m]	"M" [kNm]
Poziom zakotwienia :	0,00	718,409
Poziom NR 1 :	0,75	695,696
Poziom NR 2 :	11,00	291,921
Połączenie kołnierzowe :	10,00	324,611
Przekrój osłabiony :	2,79	596,001

2. SPRAWDZENIE TRZONU KOMINA .**2.1. Sprawdzenie ugięcia .**

$$U = U_m + U_s$$

Jako wychylenie montażowe przyjęto wychylenie dopuszczalne :

$$U_m = 3H / 1000 = 0,0900 \text{ [m]}$$

Wychylenie sprężyste dla wierzchołka komina :

$$U_s = P b^2 (3H - b) / 6 E J$$

$$J = \pi / 64 x [D^4 - (D - 2G)^4] = 0,0045431 \text{ [m}^4\text{]}$$

$$E = 2,05E+08$$

$$6 E J = 5588058$$

$$U_s = 0,1219 \text{ [m]}$$

$$\text{Dop. wychylenie całkowite : } U_{\text{dop.}} = H / 100 = 0,3000 \text{ [m]}$$

$$\text{Max wychylenie : } U = 0,2119 < 0,3000 \text{ [m]}$$

Ugięcie komina nie przekracza dopuszczalnego przez PN .

2.2. Sprawdzenie przekroju /NR 1/ na poziomie : 0,75 [m] .

$$\text{Moment od wychylenia trzonu : } M_u = 13,00 \text{ [kNm]}$$

$$\text{Obciążenia w badanym przekroju : } \text{poz. [m]} = 0,75$$

$$M \text{ [kNm]} = 708,69$$

$$P \text{ [kN]} = 122,68$$

$$\text{Charakterystyka przekroju : } D = 1,000$$

$$\text{grubość płaszcza : } G = 0,0120 \text{ [m]}$$

$$\text{pole przekroju : } A = 0,0372467 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{wskaźnik wytrzymałości : } W = 0,0090909 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$\text{moment bezwładności : } J = 0,0045454 \text{ [m}^4\text{]}$$

$$\text{promień bezwładności : } i = 0,349 \text{ [m]}$$

$$\text{Długość wyboczeniowa : } l_w = 58,5 \text{ [m]}$$

$$\lambda = l_w / i = 167,46$$

$$\lambda^- = \lambda (\varphi_p)^{0,5} / 2,73 (f_{dt} / E)^{0,5}$$

$$\lambda_p^- = r / t / 1,59 (f_{dt} / E)^{2/3}$$

gdzie : r - promień poboczniczy

t - grubość ścianki

f_{dt} - wytrż. stali w temp. użytkowania

$$f_{dt} = f_d (1,022 - 0,197 \cdot 10^{-3} T - 1,59 \cdot 10^{-6} T^2)$$

$$f_{dt} = 208 \text{ [MPa]}$$

$$\lambda_p^- = 0,265$$

$$\varphi_p = (1 + \lambda_p^{-2,4})^{-0,625} = 0,9750$$

$$\lambda^- = 1,9314$$

$$\alpha_{kor} = 1 / (1 + 0,04 t_c \Delta t) = 0,7692$$

$$\text{Sprawdzenie naprężeń : } N / (\varphi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$$

$$M_R = 1,2 \times \varphi_p \times \alpha_{kor} \times W \times f_{dt} < W \times f_{dt}$$

$$M_R = 1,7055$$

$$W \times f_{dt} = 1,8950$$

$$\text{Przyjęto : } M_R = 1,7055$$

$$N_{RC} = \varphi_p \alpha_{kor} A f_{dt}$$

$$N_{RC} = 5,8232 \text{ [kN]}$$

$$\varphi = (1 + \lambda^{-3,2})^{-0,625} = 0,2495$$

$$N / (\varphi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$$

$$0,500 < 1$$

Naprężenia w badanym przekroju NR 1 są mniejsze od granicznych .

2.2.1. Sprawdzenie naprężeń z uwzględnieniem zmęczenia stali .

Komin eksploatowany : 1 [lat]

Zakres zmienności naprężeń od obc. charakterystycznych :

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= P / (1,1x A) + M / W = 23,662 \text{ [MPa]} \\ \sigma_{\min} &= P / (1,1x A) - M / W = -17,673 \text{ [MPa]} \\ \max \Delta \sigma &= 41,335 \text{ [MPa]}\end{aligned}$$

Przyjęty współcz. niejednorodności widma : $\alpha_K = 1,0$

$$\text{Ilość cykli : } N = 5 \times 10^6 t_c / T_i [\exp\{-(0,16 v_{cr})^2\} - \exp\{-(0,2 v_{cr})^2\}] = 734576$$

Równoważny zakres zmienności naprężeń :

$$\Delta \sigma = \max \Delta \sigma / \alpha_K = 41,33 \text{ [MPa]}$$

Normatywna wytrzymałość zmęczeniowa : $\sigma_c = 180 \text{ [MPa]}$

$$\Delta \sigma_R = 0,735 \Delta \sigma (5E6 / N)^{1/m} = 250,73 \text{ [MPa]}$$

Przyjęto : $m = 3$

$$\Delta \sigma_R = \text{MIN.}(\Delta \sigma_c ; \Delta \sigma_R) = 180,00 \text{ [MPa]}$$

$$\alpha_t = (1300 - T) / 1200 = 0,98 < 1$$

Dla kominów : $\Delta \sigma_R \alpha_t \alpha_{kor} = 135,00$

$$\Delta \sigma = 41,33 < 135,00 \text{ [MPa]}$$

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju NR 1 jest zachowana .

2.3. Sprawdzenie przekroju /NR 2/ na poziomie : 11,00 [m] .

Moment od wychylenia trzonu : $M_u = 5,35 \text{ [kNm]}$

Obciążenia w badanym przekroju : poz. [m] 11,00

$M \text{ [kNm]} = 297,27$

$P \text{ [kN]} = 79,69$

Charakterystyka przekroju : $D = 1,000$

grubość płaszcza : $G = 0,0120 \text{ [m]}$

pole przekroju : $A = 0,0372 \text{ [m}^2\text{]}$

wskaźnik wytrzymałości : $W = 0,0090863 \text{ [m}^3\text{]}$

moment bezwładności : $J = 0,0045431 \text{ [m}^4\text{]}$

promień bezwładności : $i = 0,349 \text{ [m]}$

Długość wyboczeniowa : $l_w = 38 \text{ [m]}$

$$\lambda = l_w / i = 108,78$$

$$\lambda^- = \lambda (\varphi_p)^{0,5} / 2,73 (f_{dt} / E)^{0,5}$$

$$\lambda_p^- = r / t / 1,59 (f_{dt} / E)^{2/3}$$

$$f_{dt} = 208 \text{ [MPa]}$$

$$\lambda_p^- = 0,265$$

$$\varphi_p = (1 + \lambda_p^{-2,4})^{-0,625} = 0,9750$$

$$\lambda^- = 1,2546$$

$$\alpha_{kor} = 1 / (1 + 0,04 t_c \Delta t) = 0,7692$$

Sprawdzenie naprężeń : $N / (\varphi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$

$$M_R = 1,2 \times \varphi_p \times \alpha_{kor} \times W \times f_{dt} < W \times f_{dt}$$

$$M_R = 1,7047$$

$$W \times f_{dt} = 1,8940$$

Przyjęto : $M_R = 1,7047$

$$N_{RC} = \varphi_p \alpha_{kor} A f_{dt}$$

$$N_{RC} = 5,8202 \text{ [kN]}$$

$$\phi = (1 + \lambda^{-3,2})^{-0,625} = 0,4964$$

$$N / (\phi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$$

$$0,202 < 1$$

Napężenia w badanym przekroju NR 2 są mniejsze od granicznych .

2.3.1. Sprawdzenie naprężeń z uwzględnieniem zmęczenia stali .

Komin eksploatowany : 1 [lat]

Zakres zmienności naprężeń od obc. charakterystycznych :

$$\sigma_{\max} = P / (1,1 \times A) + M / W = 14,312 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\min} = P / (1,1 \times A) - M / W = -10,420 \text{ [MPa]}$$

$$\max \Delta \sigma = 24,732 \text{ [MPa]}$$

Przyjęty współczynnik niejednorodności widma : $\alpha_K = 1,0$

$$\text{Ilość cykli : } N = 5 \times 10^6 t_c / T_i [\exp\{-(0,16 v_{cr})^2\} - \exp\{-(0,2 v_{cr})^2\}] = 734576$$

Równoważny zakres zmienności naprężeń :

$$\Delta \sigma_c = \max \Delta \sigma / \alpha_K = 24,73 \text{ [MPa]}$$

Normatywna wytrzymałość zmęczeniowa :

$$\Delta \sigma_R = 0,735 \Delta \sigma_c (5E6 / N)^{1/m} = 250,73 \text{ [MPa]}$$

Przyjęto :

$$m = 3$$

$$\Delta \sigma_R = \text{MIN.}(\Delta \sigma ; \Delta \sigma_R) = 180,00 \text{ [MPa]}$$

$$\Delta \sigma_R \alpha_t \alpha_{kor} = 135,00 \text{ [MPa]}$$

$$\Delta \sigma_c = 24,73 < 135,00 \text{ [MPa]}$$

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju NR 2 jest zachowana .

2.4. Sprawdzenie przekroju osłabionego na poziomie :

$$2,79 \text{ [m]} .$$

Moment od wychylenia trzonu :

$$M_u = 6,31 \text{ [kNm]}$$

Obciążenia w badanym przekroju :

$$\text{poz. [m]} = 2,79$$

$$M \text{ [kNm]} = 602,31$$

$$P \text{ [kN]} = 114,12$$

Charakterystyka przekroju :

pole przekroju : A

$$0,0275660 \text{ [m}^2\text{]}$$

wskaźnik wytrzymałości : W

$$0,0039549 \text{ [m}^3\text{]}$$

moment bezwładności : J

$$0,0019814 \text{ [m}^4\text{]}$$

promień bezwładności : i

$$0,268 \text{ [m]}$$

Długość wyboczeniowa :

$$l_w = 54,42 \text{ [m]}$$

$$\lambda = l_w / i = 202,98$$

$$\lambda^- = \lambda (\phi_p)^{0,5} / 2,73 (f_{dt} / E)^{0,5}$$

$$\lambda_p^- = r / t / 1,59 (f_{dt} / E)^{2/3}$$

$$f_{dt} = 208 \text{ [MPa]}$$

$$\lambda_n^- = 0,265$$

$$\phi_p = (1 + \lambda_p^{-2,4})^{-0,625} = 0,9750$$

$$\lambda^- = 2,3411$$

$$\alpha_{kor} = 1 / (1 + 0,04 t_c \Delta t) = 0,9823$$

Sprawdzenie naprężeń :

$$N / (\phi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$$

$$M_R = 1,2 \times \phi_p \times \alpha_{kor} \times W \times f_{dt} < W \times f_{dt}$$

$$M_R = 0,9475$$

$$W \times f_{dt} = 0,8244$$

Przyjęto :

$$M_R = 0,8244$$

$$N_{RC} = \phi_p \alpha_{kor} A f_{dt}$$

$$N_{RC} = 5,5035 \text{ [kN]}$$

$$\phi = (1 + \lambda^{-3,2})^{-0,625} = 0,1753$$

$$N / (\phi \times N_{RC}) + M / M_R < 1$$

$$0,849 < 1$$

Napężenia w badanym przekroju osłabionym są mniejsze od granicznych .

2.4.1. Sprawdzenie naprężeń z uwzględnieniem zmęczenia stali .

Komin eksploatowany :	1 [lat]	
Zakres zmienności naprężeń od obc. charakterystycznych :		
$\sigma_{\max} = P / (1,1x A) + M / (1,3x W) =$		37,384 [MPa]
$\sigma_{\min} = P / (1,1x A) - M / (1,3x W) =$		-29,857 [MPa]
$\max \Delta \sigma =$		67,241 [MPa]
Przyjęty współczynnik niejednorodności widma : $\alpha_K =$	1,0	
Ilość cykli : $N = 5 \times 10^6 t_c / T_i [\exp\{-(0,16v_{cr})^2\} - \exp\{-(0,2v_{cr})^2\}] =$		734576
Równoważny zakres zmienności naprężeń :		
$\Delta \sigma_c = \max \Delta \sigma / \alpha_K =$		67,24 [MPa]
Normatywna wytrzymałość zmęczeniowa :		180,00 [MPa]
$\Delta \sigma_R = 0,735 \Delta \sigma (5E6 / N)^{1/m} =$		250,73 [MPa]
Przyjęto :		
$m =$	3	
$\Delta \sigma_R = \text{MIN.}(\Delta \sigma_c ; \Delta \sigma_R) =$		180,00 [MPa]
$\Delta \sigma_R \alpha_t \alpha_{kor} =$		135,00 [MPa]
$\Delta \sigma_c =$	67,24	< 135,00 [MPa]

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju osłabionym jest zachowana .

3. Sprawdzenie śrub kotwowych i blachy podstawy .

Zakotwienie w fundamencie przy pomocy śrub :	M24	$F_r =$	0,000353
Ilość śrub kotwiących :	N =	24	
Promień usytuowania śrub :	R =	0,645 [m]	
Suma kwadratów odległości :	$\Sigma h^2 =$	14,9769	
Moment przenoszony przez śruby :	M =	650,252 [kNm]	
Maksymalna siła w śrubie :	$P_{\max} = M h / \Sigma h^2 =$	56,01 [kN]	
Maks. naprężenia w śrubie :	$\sigma_{\max} =$	158,66 [MPa]	
Naprężenia graniczne dla śrub:		200 [MPa]	
$\sigma_{\max} =$	158,66	< 200	[MPa]

Śruby fundamentowe przenoszą zadane obciążenia .

Przyjęta grubość blachy podstawy :		0,030 [m]	
Rozstaw żeber :	a =	0,338 [m]	
Szerokość pola :	b =	0,250 [m]	
Otwory na śruby :	d =	0,050 [m]	
Pole podstawy :	S =	0,982 [m ²]	
Wskaźnik wytrzymałości :	W =	0,418 [m ³]	
Maksymalny docisk :	$\sigma_d =$	1,847 [Mpa]	
Dla betonu B20	$f_{cd} =$	10,60 [Mpa]	
Wg PN-88/B-03215 :	$f_c = 0,8 \cdot f_{cd} =$	8,48 [Mpa]	
$\sigma_d =$	1,847	< f_c = 8,48	[Mpa]
Wg wzorów Galerkina :	jeżeli : b / a =	0,741	to : $\alpha = 0,093$
	$M = \alpha_3 \sigma_d b_1^2 =$	0,01959 [MNm]	
	$g = (6M / f_d)^{0,5}$		
Obliczona grub. blachy podstawy :	g =	0,024 [m]	
Min. grub. zalecana przez PN :	g =	0,015 [m]	

Przyjęta blacha podstawy przenosi zadane obciążenia .

4. Sprawdzenie połączenia kołnierzewego .

Połączenie przy pomocy śrub :		M20	$F_r =$	0,000245
Ilość śrub :	$N =$	16		
Średni promień usytuowania śrub :	$R =$	0,540 [m]		
Suma kwadratów odległości :	$\Sigma h^2 =$	6,998		
Moment przenoszony przez śruby :	$M =$	253,7 [kNm]		
Maksymalna siła w śrubie :	$P_{\max} = M h / \Sigma h^2 =$	39,2 [kN]		
Maks. naprężenia w śrubie :	$\sigma_{\max} =$	159,8 [MPa]		
Naprężenia graniczne dla śrub		220 [MPa]		
	$\sigma_{\max} =$	159,82	<	220 [MPa]

Śruby przenoszą zadane obciążenia .

Przyjęta grubość blachy kołnierza :		0,015 [m]		
Rozstaw żeber :	$a =$	0,212 [m]		
Szerokość pola :	$b =$	0,080 [m]		
Otworki na śruby :	$d =$	0,024 [m]		
	jeżeli : $b / a =$	0,38	to : $\alpha =$	0,043
	$p =$	3298,92		
	$M =$	6,39 [kNm]		
Wyznaczona grubość blachy :	$g =$	0,0139 [mm]		
Minimalna grub. kołnierza zalecana przez PN :		0,015 [mm]		

Przyjęta blacha kołnierza przenosi zadane obciążenia .

UWAGI :

Ugięcie komina nie przekracza dopuszczalnego przez PN .

Naprężenia w badanym przekroju NR 1 są mniejsze od granicznych .

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju NR 1 jest zachowana .

Naprężenia w badanym przekroju NR 2 są mniejsze od granicznych .

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju NR 2 jest zachowana .

Naprężenia w badanym przekroju osłabionym są mniejsze od granicznych .

Wytrzymałość stali na zmęczenie w przekroju osłabionym jest zachowana .

Śruby fundamentowe przenoszą zadane obciążenia .

Przyjęta blacha podstawy przenosi zadane obciążenia .

Śruby przenoszą zadane obciążenia .

Przyjęta blacha kołnierza przenosi zadane obciążenia .

FUNDAMENT KOMINA /KOŁOWY/

Podstawa : D [m] , h ₁ [m]	12,00	1,20	135,72 [m ³]
Pow. cokołu/wysok. : S , h ₂	16,00	1,00	16,00 [m ³]
Powierzchnia podstawy			113,10 [m ²]
Wskaźnik wytrzymałości			169,6 [m ³]
Ciężar fundamentu			4005 [kN]
Obciążenia w poziomie posadowienia :			
Moment zginający :	M =		818 [kNm]
Obciążenia pionowe :	P =		4131 [kN]
Obc. pion. z gruntem na odsadzkach :			4458 [kN]
Napężenia krawędziowe pod fundamentem dla obc. max. :			
	σ /max/ =	44,2	< 200 [kPa]

Wymagany przez PN stosunek naprężeń krawędziowych :

/ dla obciążeń charakt. /	σ_{charak} /max/ =	39,1 [kPa]
	σ_{charak} /min/ =	32,6 [kPa]

$$[\sigma(\text{max}) / \sigma(\text{min})] = 1,2 < 5$$

Naprężenia minimalne pod fundamentem dla najniekorzystniejszej kombinacji :

$$\sigma / \text{min}/ = 31,70 > 0,0 \text{ [kPa]}$$

Przyjęto fundament jak w założeniach .

Opracował :