

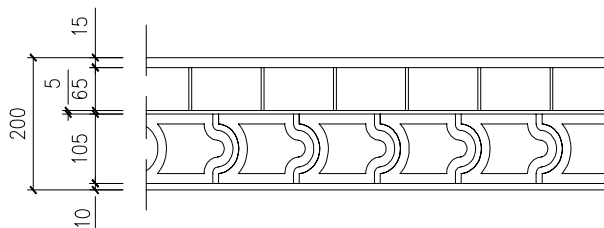
Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń	Nr strony

## 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

### 1.1 Ciężar własny

W modelu obliczeniowym przyjęto następujące ciężary materiałów budowlanych :

- ściany murowane  $g_{mv} = 18 \text{ kN/m}^3$
- stropy ceramiczne pod dzwonnica i pod wejściem na poddasze (105mm pustak+70mm cegła+25mm beton/tynk)  
 $g_{mh} = 13 \times 0,105 + 18 \times 0,07 + 20 \times 0,025 = 3,12 \text{ kN/m}^2$



- strop ceramiczny pod rozdzielni GSM (j.w.+wylewka betonowa 10mm)  
 $g_{mh} = 13 \times 0,105 + 18 \times 0,07 + 20 \times 0,025 + 21 \times 0,01 = 3,33 \text{ kN/m}^2$
- konstrukcja stalowa  $g_s = 78,5 \text{ kN/m}^3$
- konstrukcje drewniane  $g_d = 6,5 \text{ kN/m}^3$

- konstrukcja stalowa pomostów anten na dzwonnicy (łącznie)  $G_{gsm} = 27,2 \text{ kN}$
  - konstrukcja stalowa dzwonnicy (łącznie bez dzwonów)  $G_{dzw} = 20,2 \text{ kN}$
  - konstrukcja stalowa iglicy (łącznie)  $G_{igl} =$  [redacted]
- $\gamma_f = 1,1$

### 1.2 Obciążenia zmienne

#### 1.2.1 Obciążenie od dzwonów

na dzwonnicy zawieszone są dwa dzwony:

- dzwon 1 o średnicy 650mm i wysokości kielicha 550mm - masa ok. 191kg - czynny
- dzwon 2 o średnicy 690mm i wysokości kielicha 550mm - masa ok. 220kg - nieczynny

Oprócz masy statycznej dla dzwonu 1 wyznaczono wpływ oddz. dynamicznych wg DIN 4178:2005

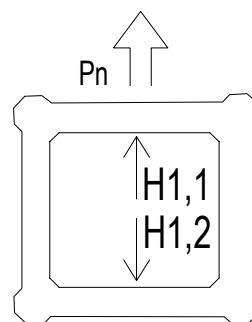
max. kąt obrotu dzwonu  $\alpha = 67^\circ$  [tab. A.1]  $\lambda_{maxh} = 1$   $\lambda_{maxv} = 1,25$

$c = 0,82$  (przyjęto wg. Tabeli A.1 dla smukłego kielicha)

siła pozioma:  $H1_{max} = 0,82 \times 1,91 \times 1 = 1,57 \text{ kN}$

siła pionowa:  $V1_{max} = 1,91 + 0,82 \times 1,91 \times 1,25 = 3,87 \text{ kN}$

siłę poziomą przyłożono w dwóch kierunkach  
w dwóch różnych schematach bud. kościoła



$V2_{max} = 2,2 \text{ kN}$   $\gamma_f = 1,2$

#### 1.2.2 Obciążenie od rozdzielni GSM

Wg danych Polkomtel GSM łączna masa 5 szt. urządzeń na stropie wynosi 1800kg (18kN)

Nr Projektu	09_009	Tytuł Projektu	Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń			Nr strony

Na jedno urządzenie przypada:  $18/5 = 3,6\text{kN}$

Obciążenie powierzchniowe  $p_k = 3,6/(0,8 \times 0,8) = 5,6\text{kN/m}^2$

Na pozostałym obszarze stropu przyjęto  $p_k = 5,0\text{kN/m}^2$

$\gamma_f = 1,3$

### 1.2.3 Obciążenie użytkowe na pozostałych stropach

przyjęto obciążenie  $p_k = 4,0\text{kN/m}^2$

$\gamma_f = 1,3$

### 1.2.4 Obciążenie użytkowe na balkonach i tarasie widokowym

przyjęto obciążenie  $p_k = 5,0\text{kN/m}^2$

$\gamma_f = 1,3$

## 1.3 Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem przyjęto wg PN-EN 1991-1-4

Strefa 1  $A < 300\text{m}$

$v_{bo} = 22\text{ m/s}$   $q_{bo} = 0,3\text{ kN/m}^2$  kategoria terenu - III

przyjęto:

$c_{dir} = 1,0$   $c_{season} = 1,0$   $\rho = 1,25\text{ kg/m}^3$

$v_b = 1,0 \times 1,0 \times 22\text{ m/s} = 22\text{m/s}$  wz. (4.1)

$q_b = 0,5 \times 1,25 \times 0,001 \times 22^2 = 0,30\text{ kN/m}^2$  wz. (4.10)

$q_p(z) = q_b \times c_e(z)$

Siła wywierana przez wiatr na konstrukcję wieży:

$w_e = c_s c_d \times q_b \times c_e(z) \times c_f$  wz. (5.3)

Dla  $h/d > 5$ ,  $d/b=1$ , przekrój prostokątny:

$c_{f,0} = 2,0$  rys.(7.23)  $\psi_r = 1,0$   $\psi_\lambda = 0,7$  rys. (7.36)

$c_f = 2,0 \times 1,0 \times 0,7 = 1,4$

Przyjęto  $c_f = c_{pe}(E) + c_{pe}(D) = 0,7 + 0,8 = 1,5$  tab. (7.1)

Wyznaczenie współczynnika  $c_{scd}$ :

przyjęto  $B^2 = 1$

przyjęto całkowity dekrement tłumienia dla konstrukcji murowanej  $\delta = 0,3$

$z_s = 0,6 \times 65 = 39\text{m}$   $z_0 = 0,3\text{m}$   $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,61$

Nr Projektu	09_009	Tytuł Projektu	Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń			Nr strony

$$L(zs) = 300 \times (39/200)^a$$

$$L(zs) = 110,7$$

średnia prędkość wiatru:

$$vm(zs) = vb \times cr(zs) \times c0(zs)$$

wz. (4.3)

$$kt = 0,19 (0,3/0,05)^{0,07} = 0,22$$

$$cr = 0,22 \times \ln(39/0,3) = 1,07$$

$$c0 = 1$$

$$vm = 22 \times 1,07 \times 1,0 = 23,6 \text{ m/s}$$

częstotliwość drgań własnych:

$$n =$$

$$0,7$$

$$fL(zs, n) = n \times L(zs) / vm(zs)$$

$$fL(zs, n) = n \times 4,69 =$$

$$3,283$$

$$SL(fL) = 6,8 \times fL / (1 + 10,2 \times fL)^{5/3} =$$

$$0,06$$

$$\eta h = [(4,6 \times 65 / 110,7) \times fL] = 2,7 \times fL =$$

$$8,86$$

$$\eta b = [(4,6 \times 7 / 110,7) \times fL] = 0,29 \times fL =$$

$$0,95$$

przyjęto na wys. zs b=7m

$$Rh = 1/\eta h - [1 / (2 \times \eta h^2)] \times (1 - e^{-2 \times \eta h}) =$$

$$0,11$$

$$Rb = 1/\eta b - [1 / (2 \times \eta b^2)] \times (1 - e^{-2 \times \eta b}) =$$

$$0,58$$

$$R^2 = (\pi^2 / 2 \times \delta) \times SL \times Rh \times Rb =$$

$$0,06$$

$$\text{Częstotliwość przewyższania } v =$$

$$0,17$$

wz. (B.5)

nie mniej niż  $v = 0,02$

$$\text{wsp. wart. szczytowej } kp =$$

$$kp =$$

$$3,24$$

wz. (B.4)

nie mniej niż  $kp = 3$

$$\text{odchylenie standardowe: } \delta v = kt \times vb \times kl = 0,22 \times 22 \times 1 = 4,84$$

$$lv(zs) = 4,84/23,6 =$$

$$0,21$$

wz. (4.7)

$$cscd = [1 + 2 \times kp \times lv \times \sqrt{(B^2 + R^2)}] / (1 + 7 \times lv)$$

wz. (6.1)

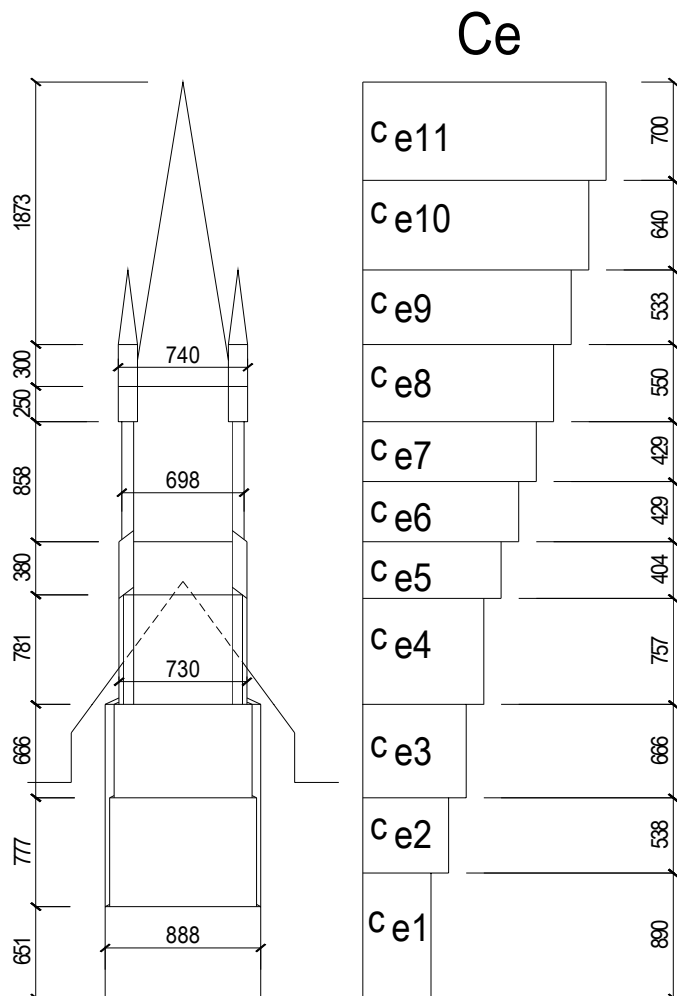
$$cscd =$$

$$0,97$$

przyjęto wartość  $cscd = 1$

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Zestawienie obciążeń		Nr strony

sposób przyjmowania wartości  $c_e(z)$  przedstawiono na poniższym schemacie



$$c_e(z) = 1,9 \times (z/10)^{0,26}$$

#### Wartości obciążenia wiatrem $w_k$ dla poszczególnych pasm

**Wariant I (wiatr prostopadły do ściany - przyłożony w całości tylko do ściany nawietrznej):**

numer pasma	poziom odniesienia	wsp. ekspozycji	wsp. kształtu	ciśnienie wiatru	uwagi
-	ze [m]	ce	cf	we [kN/m <sup>2</sup> ]	
1	8,8	1,84	1,50	0,83	
2	14,8	2,10	1,50	0,95	
3	20,84	2,30	1,50	1,03	
4	28,41	2,49	1,50	1,12	
5	32,45	2,58	1,50	1,16	
6	36,74	2,66	1,50	1,20	
7	41,03	2,74	1,50	1,23	
8	46,53	2,83	1,50	1,28	
9	51,86	2,91	0,86	0,75	* iglica
10	58,26	3,00	0,86	0,78	* iglica
11	65,26	3,09	0,86	0,80	* iglica

\* - dla iglicy (ośmiokąt):

$$c_{f,0} = 1,3 \quad \text{tab. (7.11)}$$

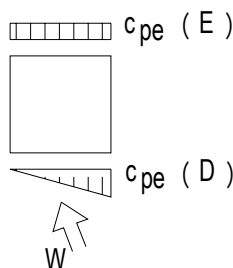
$$\psi_r = 1,0$$

$$\psi_\lambda = 0,66 \quad \text{rys. (7.36)}$$

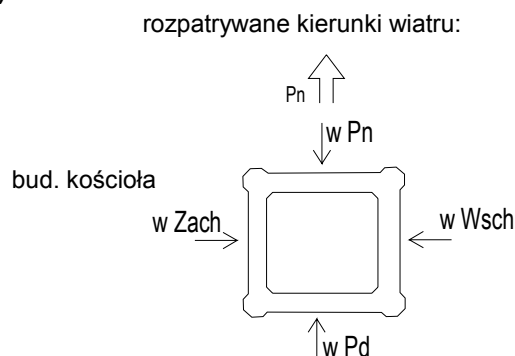
$$c_f = 1,3 \times 1,0 \times 0,66 = 0,86$$

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Zestawienie obciążeń		Nr strony

### Wariant II (wiatr ukośnie do ściany - skręcanie wieży):



tab. (7.1)



numer pasma	poziom odniesienia	wsp. ekspozycji	wsp. kształtu	wsp. kształtu	ciśnienie wiatru	ciśnienie wiatru	uwagi
-	ze [m]	ce	cpe (D)	cpe (E)	we (D) [kN/m <sup>2</sup> ]	we (E) [kN/m <sup>2</sup> ]	
1	8,8	1,84	0,80	-0,70	0,44	-0,39	
2	14,8	2,10	0,80	-0,70	0,50	-0,44	
3	20,84	2,30	0,80	-0,70	0,55	-0,48	
4	28,41	2,49	0,80	-0,70	0,60	-0,52	
5	32,45	2,58	0,80	-0,70	0,62	-0,54	
6	36,74	2,66	0,80	-0,70	0,64	-0,56	
7	41,03	2,74	0,80	-0,70	0,66	-0,58	
8	46,53	2,83	0,80	-0,70	0,68	-0,60	
9	51,86	2,91	0,86		0,75		* iglica
10	58,26	3,00	0,86		0,78		* iglica
11	65,26	3,09	0,86		0,80		* iglica

Dla uproszczenia przyjęto, że wieża ma przekrój zbliżony do kwadratu  
- przyjęto jednakowe obciążenie wiatrem na obu kierunkach

współczynnik obciążenia :  $\gamma_f = 1,5$

### 1.4 Obciążenie temperaturą

Obciążenie temperaturą przyjęto wg PN-B-02015

Przyjęto śr. grubość muru wieży: cz. konstrukcyjna  $d1$  [m] = 0,82 licówka  $d2$  [m] = 0,08

Przyjęto temperaturę scalania  $t_0 = 10^\circ\text{C}$

Temperatura powietrza zewnętrznego:

- pora letnia:  $t_e = 27^\circ\text{C}$

- pora zimowa:  $t_e = -24^\circ\text{C}$

amplituda tem. powietrza zewnętrznego  $a = 8^\circ\text{C}$

Budynek nieogrzewany otwarty (nie przylega do pomieszczeń ogrzewanych)

Opory cieplne przejmowania przegrody:

$R_i$  [m<sup>2</sup>K/W] = 0,12

$R_e$  [m<sup>2</sup>K/W] = 0,05

$\alpha_e = 20$  [W/m<sup>2</sup>K]

dla muru z cegły ceramicznej pełnej  $\lambda_1 = 0,77$

$R_1 = d_1 / \lambda_1 = 1,06$

dla warstwy licowej z dziurawki  $\lambda_2 = 0,7$

$R_2 = d_2 / \lambda_2 = 0,11$

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Zestawienie obciążeń		Nr strony

współczynnik przenikania ciepła

$$k = 1/(R_i + \Sigma R + R_e) = 0,74$$

Wartości charakterystyczne promieniowania słonecznego:

- strona południowa:  $I$  [W/m<sup>2</sup>] = 177  $a_l$  [W/m<sup>2</sup>] = 402  $\psi$  = 1

- strona północna:  $I$  [W/m<sup>2</sup>] = 91  $a_l$  [W/m<sup>2</sup>] = 181  $\psi$  = 0,7

współczynniki redukcji (obliczono dla cegły ceramicznej pełnej - głównego materiału przegrody):

$C_p$  [kJ/kgK] = 0,88  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] = 1800  $A$  = 0,75

$\mu$  = 8,61

$\xi_1$  = 0,02  $\xi_2$  = 0,02  $\xi_3$  = 0,05

#### Temperatura średnia przegrody

- pora letnia, strona nasłoneczniona  $t_{L1}$  = 31 °C

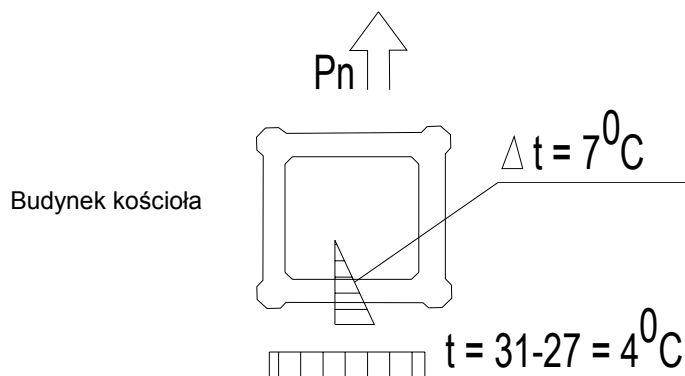
- pora letnia, strona zacieniona  $t_{L2}$  = 27 °C

- pora zimowa  $t_Z$  = -24 °C

#### Różnica temperatury na powierzchniach przegrody (tylko dla pory letniej - strona nasłoneczniona)

$\Delta t$  = 7 °C

W obliczeniach uwzględniono jedynie różnicę temperatury pomiędzy stroną nasłonecznioną i zacienioną w porze letniej łącznie z różnicą temperatury na powierzchniach przegrody (gradientem) dla ściany po stronie nasłonecznionej



współczynnik obciążenia:  $\gamma_f$  = 1,1

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Zestawienie obciążeń		Nr strony

## TABELE KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ

### Kombinacje obliczeniowe

Typ obciążenia	współczynniki obliczeniowe dla danego typu kombinacji							
	1	2	3	4	5	6	7	8
c.w.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
obc. stałe	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
obc. zmienne użytkowe	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
obc. zmienne - dzwony (z H1,2)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
wiatr prosty Pn	1,5							
wiatr prosty Pd		1,5						
wiatr prosty Wsch			1,5					
wiatr prosty Zach				1,5				
wiatr ukośny Pn					1,5			
wiatr ukośny Pd						1,5		
wiatr ukośny Wsch							1,5	
wiatr ukośny Zach								1,5
tempertatura	1,1	1,1			1,1	1,1		

Typ obciążenia	współczynniki obliczeniowe dla danego typu kombinacji							
	9	10	11	12	13	14	15	16
c.w.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
obc. stałe	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
obc. zmienne użytkowe								
obc. zmienne - dzwony (z H1,2)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
wiatr prosty Pn	1,5		1,5					
wiatr prosty Pd		1,5		1,5				
wiatr prosty Wsch								
wiatr prosty Zach								
wiatr ukośny Pn					1,5		1,5	
wiatr ukośny Pd						1,5		1,5
wiatr ukośny Wsch								
wiatr ukośny Zach								
tempertatura	1,1	1,1			1,1	1,1		

Nr Projektu	09_009	Tytuł Projektu	Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń			Nr strony

Typ obciążenia	współczynniki obliczeniowe dla danego typu kombinacji							
	17	18	19	20	21	22		
c.w.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1		
obc. stałe	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
obc. zmienne użytkowe					1,3	1,3		
obc. zmienne - dzwony (z H1,2)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
wiatr prosty Pn								
wiatr prosty Pd								
wiatr prosty Wsch	1,5							
wiatr prosty Zach		1,5						
wiatr ukośny Pn								
wiatr ukośny Pd								
wiatr ukośny Wsch			1,5					
wiatr ukośny Zach				1,5				
temperatura					1,1			

### Kombinacje charakterystyczne

Typ obciążenia	współczynniki obliczeniowe dla danego typu kombinacji							
	23	24	25	26	27	28	29	30
c.w.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
obc. stałe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
obc. zmienne użytkowe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
obc. zmienne - dzwony (z H1,2)	1,0	1,0			1,0	1,0		
wiatr prosty Pn	1,0							
wiatr prosty Pd		1,0						
wiatr prosty Wsch			1,0					
wiatr prosty Zach				1,0				
wiatr ukośny Pn					1,0			
wiatr ukośny Pd						1,0		
wiatr ukośny Wsch							1,0	
wiatr ukośny Zach								1,0
temperatura								



Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń	Nr strony

Typ obciążenia	współczynniki obliczeniowe dla danego typu kombinacji							
	31	32	33	34	35	36	37	38
c.w.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
obc. stałe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
obc. zmienne użytkowe								
obc. zmienne - dzwony (z H1,2)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
wiatr prosty Pn	1,0							
wiatr prosty Pd		1,0						
wiatr prosty Wsch			1,0					
wiatr prosty Zach				1,0				
wiatr ukośny Pn					1,0			
wiatr ukośny Pd						1,0		
wiatr ukośny Wsch							1,0	
wiatr ukośny Zach								1,0
temperatura								

Nr Projektu	09_009	Tytuł Projektu	Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Zestawienie obciążeń			Nr strony