

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Obliczenia ścian i stropów		Nr strony

## 1. Pionowe elementy nośne

### Okreslenie wytrzymałości elementów murowych i muru

Wytrzymałość elementów murowych (cegły) na ściskanie zbadano na 7 ceglach wyjętych z konstrukcji

- sześć cegieł z warstwy nośnej muru
- jedna cegła z warstwy licowej muru

wytrzymałość cegieł warstwy nośnej utrzymywała się w przedziale: 4,2MPa - 17,0MPa

mur wykonano przy użyciu zaprawy wapiennej - wytrzymałości nie badano

z uwagi na historyczny charakter budowli wytrzymałość muru na ściskanie określono ze wzoru Oniszczyka wg. PN-54/B-03002 (po zmodyfikowaniu do jednostek układu SI):

- przyjęto wytrzymałość cegły na ściskanie  $f_b$  [Mpa] = 4,2 (wartość minimalna z pomiarów)

- do obliczenia modułu sprężystości muru przyjęto wartość średnią  $f_{srE}$  [Mpa] = 10,9

- przyjęto wytrzymałość zaprawy na ściskanie w zakresie  $f_{m1}$  [Mpa] = 0,2  $f_{m2}$  [Mpa] = 0,4

wytrzymałość średnia muru na ściskanie wg wzoru Oniszczyka zmodyfikowanego do jednostek SI:

$$f_{mv} = f_b \times [(10+f_b)/(10+\alpha \times f_b)] \times \{1 - a/[b + f_m/(2 \times f_b)]\}$$

$$a = 0,2$$

$$b = 0,3$$

$$\alpha = 3,3$$

współczynnik bezpieczeństwa

(zgodny z kategorią robót B, kategorią produkcji elementów murowych II - wg PN-B-03002:1999)

$$\gamma_m = 2,5$$

$$f_d = f_k/\gamma_m$$

wartości wytrzymałości muru na ściskanie

dla różnych kombinacji wytrzymałości cegły i zaprawy zestawiono poniżej:

Pozycja	wytrzymałość cegły na ściskanie	przyjęta wytrzymałość zaprawy	wytrzymałość średnia muru na ściskanie	wytrzymałość obliczeniowa muru na ściskanie
	$f_b$ [MPa]	$f_m$ [MPa]	$f_{mv}$ [MPa]	$f_d$ [MPa]
1	4,2	0,2	0,96	0,38
2	10,9	0,2	1,75	0,70
3	4,2	0,4	1,06	0,42
4	10,9	0,4	1,84	0,74

Do obliczeń stropów ceramicznych i ścian przyjęto wartości obliczone dla minimalnej wytrzymałości cegły i wytrzymałości zaprawy  $f_m=0,4$ MPa. (wiersz 3 tabeli)

Wartości z wiersza 1 wydają się zaniżone, ponieważ mur wieży nie sygnalizuje przeciążenia w postaci rys pionowych lub rozwarstwień.

Do obliczenia modułu sprężystości przyjęto wartości obliczone dla uśrednionej wytrzymałości cegły (wiersz 4)

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Obliczenia ścian i stropów	Nr strony

### Określenie modułu sprężystości muru (dla średniej wytrzymał. cegły i wytrzm zaprawy $f_m=0,4$ )

- wg PN-B-03002:1999:  $E = f_m v^4 \times \alpha_c$        $\alpha_c = 600$       **E = 1105,38 MPa**  
 $E_{\infty} = f_m v^4 \times \alpha_{c\infty}$        $\alpha_{c\infty} = 414$       **E<sub>∞</sub> = 762,71 MPa**

- wg wzoru Matyska:  $E = [(1,25 \times \alpha + 1) / (1,25 \times \alpha + \beta)] \times E_b$

$E_b = 800 \times f_b = 8720,00$        $\alpha = h_{\text{cegły}} / h_{\text{zaprawy}} = 6,5 / 1 = 6,5$        $\beta = E_b / E_m = 21,8$   
 $E_m = 1000 \times f_m = 400$   
**E = 2658,98 MPa**

### Z uwagi na dynamiczny charakter obciążeń (wiatr)

do sprawdzenia częstotliwości drgań własnych przyjęto wartość **E = 2660 MPa**

## 2. Poziome elementy nośne

W skład konstrukcji wieży wchodzi stropy stalowo-ceramiczne z płytą ceramiczną wykonaną

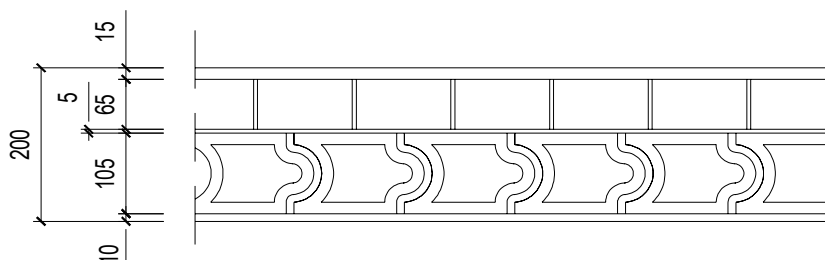
z pustaków foerстера oraz cegły pełnej, rozpartą na belkach stalowych z dwuteowników NP 200 (przyjęto stal St3S)

rozstaw belek stalowych (rozpiętość płyty)  $l_1 = 1,00 - 1,15m$

rozpiętość belek stalowych w świetle ścian  $L_1 = 4,62m$

konstrukcja płyty ceramicznej:

- gładź 15mm
- cegła ceramiczna pełna 70mm
- pustaki foerстера 105mm
- tynk 10mm



w spoinach stropu nie stwierdzono zbrojenia

Nośność stropu sprawdzono dwoma metodami:

### 2.1 Sprawdzenie nośności stropu metodą obliczenia wytrzymałości muru na zginanie

(p.4.4 oraz załącznik E wg PN-B-03002:1999)

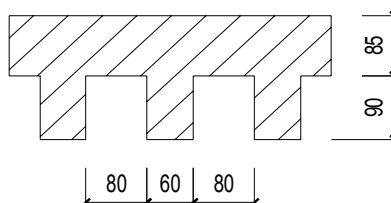
wytrzymałość stropu na rozciąganie w kierunku równoległym do spoin:

- dla zaprawy o wytrzymałości  $f_m = 0-1MPa$        $f_{xk2} = 0 MPa$       Tab. 12  
- dla zaprawy o wytrzymałości  $f_m = 2MPa$        $f_{xk2} = 0,1 MPa$       (elementy gr. 2 - pustaki)

wskaźnik bezwładności stropu:

$W = 0,020712 m^3$

$A = 0,1242 m^2$



$MR_d = f_{xk2} \times W / \gamma_m$       (wzór E.2)

dla zaprawy o  $f_m = 0$  - brak nośności stropu na zginanie

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń Obliczenia ścian i stropów		Nr strony

dla zaprawy o  $f_m = 2$  **MRd = 0,83 kNm**

dla stropu pod rozdzielniami GSM:  $(q + p)_1 = 1,1 \times 3,33 + 1,3 \times 5,0 = 10,16 \text{ kN/m}^2$

$M_{sd} = 10,16 \times 1,15^2 / 8 = 1,68 \text{ kNm/m} < MRd$

dla stropów pozostałych:  $(q + p)_2 = 1,1 \times 3,12 + 1,3 \times 4,0 = 8,63 \text{ kN/m}^2$

$M_{sd} = 8,63 \times 1,07^2 / 8 = 1,23 \text{ kNm/m} < MRd$

**- stropy nie posiadają wymaganej nośności**

## 2.2 Sprawdzenie nośności stropu wg schematu muru rozpiętego łukowo

(p. 5.3.3 wg PN-B-03002:1999)

grubość części nośnej stropu  $t = 0,175 \text{ m}$

rozpiętość stropu  $l_1 = 1,15 \text{ m}$

jednostkowe obciążenie obliczeniowe:  $q_{Rd} = f_d \times (t/l_1)^2$   $f_d$  - przyjęto dla zaprawy  $f_m = 0,4 \text{ MPa}$

$q_{Rd} = 9,83 \text{ kN/m}^2$

$q_{Rd} < (q + p)_1 = 10,16 \text{ kN/m}^2$   $q_{Rd} > (q + p)_2 = 8,63 \text{ kN/m}^2$

**- strop pod rozdzielnią telefonii komórkowej nie posiada wymaganej nośności**  
**- pozostałe stropy posiadają wymaganą nośność**

## 2.3 Sprawdzenie nośności stropu na ścinanie

- wytrzymałość na ścinanie przy zerowym napr. ściskającym  $f_{vk0} = 0,1 \text{ MPa}$

$(f_m = 1)$

$V_{Rd} = 4,97 \text{ kN/m}$

$V_{sd1} = 10,16 \times (1,15/2) = 5,85 \text{ kN/m}$

$V_{sd1} = 8,63 \times (1,15/2) = 4,96 \text{ kN/m}$

**- strop pod rozdzielnią GSM nie posiada wymaganej nośności**  
**(przy założeniu braku współpracy nadbetonu)**

## 2.3 Sprawdzenie nośności belek stalowych stropu

- belki pod rozdzielnią GSM (największe obciążenia)	$q_k$ [kN/m]	$\gamma_f$	$q$ [kN/m]
- ciężar własny stropu <span style="margin-left: 20px;"><math>3,33 \times 1,15 =</math></span>	3,83	1,1	4,21
- obciążenie użytkowe <span style="margin-left: 20px;"><math>5,0 \times 1,15 =</math></span>	5,75	1,3	7,48
$\Sigma =$	9,58		11,69

Nr Projektu 09_009	Tytuł Projektu Wieża kościoła p.w. Św. Katarzyny w Zgierzu	KDB
Tytuł obliczeń	Obliczenia ścian i stropów	Nr strony

$$M_{sd} = (11,69 \times 4,62^2) / 8 = 31,19 \text{ kNm}$$

wykorzystanie nośności przekroju wg PN-90/B-03200: 72%

maksymalne ugięcie  $f_{max} = 13,3 \text{ mm} < f_{dop} = 18,5 \text{ mm}$

**- belki stropowe posiadają zapas nośności niezbędny do wykonania wzmocnienia płyty stropowej**