PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUGOWO-HANDLOWE
"Zam'ski"
Dr inż. Jan ZAMOROWSKI
44-105 Gliwice, ul. Strzeleckiego 44
Tel. (0-32) 230-04-81 Tel. kom. 0-609-654-098 NIP 631-105-96-36
mBank 90-050 Łódź, al. Mickiewicza 10 nr rach. 57114020040000330231591540

Egz. 1

EKSPERTYZA BUDOWLANA
OBIEKTÓW POZOSTAŁYCH PO ZESPOLE SZKÓL
W TYCHACH PRZY UL. NOWOKOŚCIELNEJ 11

ZAŁĄCZNIK Z1: OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obiekt: Obiekty po Zespole Szkół
43-100 Tychy ul. Nowokościelna 11

Inwestor: Tyskie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o.
43-100 Tychy, ul. Budowlanych 59

Opracowali: **Dr inż. Jan Zamorowski**

Dr inż. Jan ZAMOROWSKI
RZECZOZNAWCA BUDOWLANY
z listy Wojewody Śląskiego, decyzja nr 1/02
Centralny Rejestr Rzeczoznawców Budowlanych
poz. 89/02/R/C
44-100 Gliwice, ul. Kraszewskiego 12/33
tel. 032/230-04-81

Dr inż. Grzegorz GREMZA

Gliwice, listopad 2012 r

1. Spis treści

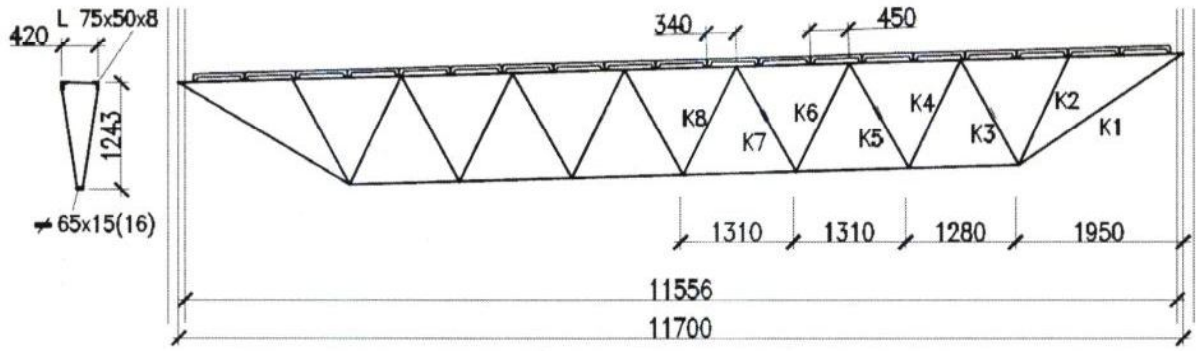
1. Spis treści ... 2
2. Sprawdzenie nośności dźwigara dachowego sali gimnastycznej (archiwum) ... 3
   2.1. Zestawienie obciążeń na dźwigar ... 3
   2.2. Sprawdzenie pasa górnego dźwigara ... 4
   2.3. Sprawdzenie pozostałych krzyżulców rozciąganych ... 5
   2.4. Sprawdzenie krzyżulców ściskanych ... 6
3. Sprawdzenie nośności ścian części wyższej ... 6
   3.1. Założenia ... 6
   3.2. Zestawienie obciążeń rozłożonych ze stropów ... 7
   3.3. Zestawienie obciążeń rozłożonych ze ścian ... 9
   3.4 Sprawdzenie ścian wewnętrznych części wyższej ... 9
   3.5 Sprawdzenie ścian zewnętrznych części wyższej ... 11
   3.6. Sprawdzenie słupka międzyokiennego ściany zewnętrznej części wyższej ... 13
4. Sprawdzenie nośności ścian części niższej ... 14
   4.1. Założenia ... 14
   4.2. Sprawdzenie ściany wewnętrznej w piwnicy ... 14
   4.3. Sprawdzenie ściany zewnętrznej w piwnicy ... 20
5. Sprawdzenie nośności fundamentów ... 21
   5.1. Fundament ściany wewnętrznej części wyższej strona niepodpiwniczona ... 21
   5.2. Fundament ściany zewnętrznej części wyższej – strona nie podpiwniczona ... 22
   5.3. Fundament ściany wewnętrznej części wyższej – strona podpiwniczona ... 23
   5.4. Fundament ściany wewnętrznej części niższej ... 23
6. Obliczenia dla zredukowanych wartości obciążeń ... 24
   6.1. Obciążenia ... 24
      6.1.1. Starszy budynek (segment I) ... 24
      6.1.2. Nowszy budynek (segment II) ... 26
   6.2. Sprawdzenie nośności fundamentów ... 28
      6.2.1. Fundament ściany wewnętrznej segmentu I ... 28
      6.2.2. Fundament ściany zewnętrznej segmentu I – strona nie podpiwniczona ... 29
      6.2.3. Fundament ściany wewnętrznej segmentu I – strona podpiwniczona ... 30
      6.2.4. Fundament ściany zewnętrznej części niższej (segment II) ... 30
      6.2.5. Fundament ściany wewnętrznej części niższej (segment II) ... 31
7. Sprawdzenie nośności stropów starszego budynku ... 31
   7.1. Strop nad piwnicą (Ackermana) ... 31
   7.2. Strop nad parterem (klasa) w części piętrowej starszej (Ackermanna) ... 33
   7.3. Strop nad pierwszym piętrem dobudowanym w latach 70-tych (DZ3) ... 35
8. Sprawdzenie nośności stropów części niższej (DZ-3) ... 36
   8.1. Strop pod holem ... 36
   8.2. Strop nad holem ... 38
9. Sprawdzenie belki nad słupami w holu ... 39

2. Sprawdzenie nośności dźwigara dachowego sali gimnastycznej (archiwum)

2.1.Zestawienie obciążeń na dźwigar

Zestawienie obciążeń wykonano dla stanu aktualnego. Projektowany ciężar pokrycia dachowego wraz z podsufitką będzie nieco mniejszy (1,992 kN/m^2 w porównaniu z 2,17 kN/m^2). Ciężar prętów konstrukcji stalowej wiązara zwiększono o 1,5% ze względu na spoiny. Ciężar stężeń uwzględniono przyjmując w środku rozpiętości wiązara siłę skupioną równą 0,25 kN. Zestawienie obciążeń przekazywanych z płyt dachowych na pasy górne wiązara przedstawiono w tablicy:

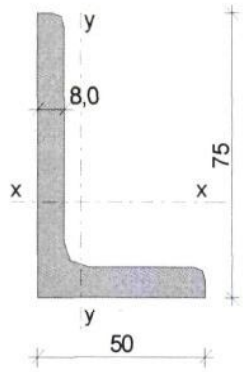
rodzaj obciążenia	charakterystyczne kN/m^2	γ_f -	obliczeniowe kN/m^2	kN/mb pasa
papa nawierzchniowa zgrzewalna	0,10	1,2	0,12	0,18
papa asfaltowa	0,05	1,2	0,06	0,09
lepik 0,5 cm (11 kN/m^3)	0,06	1,3	0,07	0,11
wylewka 2,5 cm (21 kN/m^3)	0,53	1,3	0,68	1,02
styropian 2,5 cm (0,45 kN/m^3)	0,01	1,2	0,01	0,02
lepik 0,5 cm (11 kN/m^3)	0,06	1,3	0,07	0,11
wylewka 2,0 cm (21 kN/m^3)	0,42	1,3	0,55	0,82
wypełnienie pachwin	0,05	1,3	0,07	0,10
pł. korytkowa DKZ 300x60x10	0,90	1,1	0,99	1,49
Razem stałe	**2,17**	**1,21**	**2,62**	**3,93**
śnieg 0,8*0,9	0,72	1,5	1,08	1,62
instalacje elektryczna	0,03	1,2	0,04	0,05
Razem stałe+zmienne	**2,92**	**1,28**	**3,74**	**5,61**



Rys. 1. Przyjęty schemat dźwigara

2.2.Sprawdzenie pasa górnego dźwigara

Kątownik nierównoramienny L 75x50x8 (wg PN-81/H-93402)



Wymiary przekroju
a = 75 mm, b = 50 mm
t = 8,0 mm
r = 7,0 mm, r_1 = 3,5 mm
e_x = 2,52 cm, e_y = 1,29 cm

Cechy geometryczne przekroju
A = 9,410 cm^2
J_x = 52,00 cm^4, J_y = 18,40 cm^4
J_η = 10,80 cm^4, J_{x1} = 111,9 cm^4, J_{y1} = 33,90 cm^4
i_x = 2,350 cm, i_y = 1,400 cm, i_η = 1,070 cm
A_L = 0,244 m^2/m, A_G = 33,02 m^2/t
U/A = 259,3 m^{-1}, m = 7,390 kg/m

Stal: St3, f_d =215 MPa, λ_p = 84,0;

Sprawdzenie środkowego odcinka pasa górnego:

- współczynnik niestateczności miejscowej: $\varphi_p = 1$,
- smukłości względem poszczególnych osi:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{60,0}{2,35} = 25,53 \text{, smukłość względna } \overline{\lambda}_x = \frac{\lambda_x}{\lambda_p} = \frac{25,53}{84} = 0,304$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{60,0}{1,40} = 42,85 \text{, smukłość względna } \overline{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_p} = \frac{42,85}{84} = 0,510,$$

$$\lambda_\eta = \frac{l_\eta}{i_\eta} = \frac{60,0}{1,07} = 56,07 \text{, smukłość względna } \overline{\lambda}_\eta = \frac{\lambda_\eta}{\lambda_p} = \frac{56,07}{84} = 0,668,$$

- współczynniki wyboczeniowe:

$$\varphi_x = (1+\overline{\lambda}_x^{2n})^{-1/n} = (1+0,304^{2\cdot1.2})^{-1/1.2} = 0,955$$

$$\varphi_y = (1+\overline{\lambda}_y^{2n})^{-1/n} = (1+0,510^{2\cdot1.2})^{-1/1.2} = 0,860,$$

$$\varphi_\eta = (1+\overline{\lambda}_\eta^{2n})^{-1/n} = (1+0.668^{2\cdot1.2})^{-1/1.2} = 0,765$$

- nośność przekroju na ściskanie: $N_{Rcx} = \varphi_p A f_d = 1\cdot 9,41\cdot 21,5 = 202,3$ kN,
- nośność przekroju na zginanie:

$$M_{Rx,\min} = W_{x,\min} f_d = 2,15\cdot 10,44 = 22,4 \text{ kNcm} = 2,24 \text{ kNm},$$

$$M_{Rx,\max} = W_{x,\max} f_d = 2,15\cdot 20,63 = 44,4 \text{ kNcm} = 4,44 \text{ kNm},.$$

- składniki poprawkowe:

$$\Delta_x = 1.25\varphi_x\overline{\lambda}_x^2 \frac{\beta M_x}{M_{Rx}}\frac{N}{N_{Rc}} = 1.25\cdot 0,304\cdot 0,954^2\cdot\frac{0,532}{2,24}\cdot\frac{82,3}{202,3} = 0,033,$$

$$\Delta_x = 1.25\varphi_x\overline{\lambda}_x^2 \frac{\beta M_x}{M_{Rx}}\frac{N}{N_{Rc}} = 1.25\cdot 0,304\cdot 0,954^2\cdot\frac{0,532}{4,44}\cdot\frac{82,3}{202,3} = 0,017,$$

$$\Delta_y = 0.$$

Warunki nośności (zgodnie z zapisem p. 4.6.2b) PN-B-03200:1990, elementy bez osi symetrii można sprawdzać zastępując we wzorze (58) współczynnik zwichrzenia φ_L współczynnikiem wyboczenia względem najsłabszej osi φ_η, czyli $\varphi_L = \varphi_\eta$):

- warunki nośności odcinka między punktami podparcia płyty w strefie środkowej pręta:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_x}{\varphi_\eta M_{Rx}} + \Delta_x = \frac{82,3}{0,954 \cdot 202,3} + \frac{0,532}{0,765 \cdot 4,44} + 0,011 = 0,426 + 0,157 + 0,017 = 0,600 \leq 1$$

,

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_x}{\varphi_\eta M_{Rx}} + \Delta_y = \frac{82,3}{0,835 \cdot 202,3} + \frac{0,532}{0,765 \cdot 4,44} + 0,011 = 0,487 + 0,157 + 0,000 = 0,644 \leq 1$$

,

„w kierunku bezpiecznym":

$$\frac{N}{\varphi_\eta N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_x}{\varphi_\eta M_{Rx}} + \Delta_y = \frac{82,3}{0,765 \cdot 202,3} + \frac{0,532}{0,765 \cdot 4,44} + 0,011 = 0,532 + 0,157 + 0 = 0,689 \leq 1$$

,

- warunki nośności odcinka między węzłem wiązara a oparciem płyty:

$$\frac{N}{\varphi_\eta N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_x}{\varphi_\eta M_{Rx}} + \Delta_y = \frac{82,3}{0,765 \cdot 202,3} + \frac{0,694}{0,765 \cdot 2,24} + 0 = 0,532 + 0,405 + 0 = 0,937 \leq 1,$$

- przy założeniu mniejszej długości wyboczeniowej (0,45 m od oparcia płyty do węzła wiązara):

$$\frac{N}{\varphi_\eta N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_x}{\varphi_\eta M_{Rx}} + \Delta_y = \frac{82,3}{0,865 \cdot 202,3} + \frac{0,694}{0,865 \cdot 2,24} + 0 = 0,470 + 0,358 + 0 = 0,828 \leq 1,$$

- dodatkowy warunek naprężeniowy:

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx}} = \frac{82,3}{202,3} + \frac{0,694}{2,44} = 0,407 + 0,284 = 0,691 \leq 1.$$

Warunki nośności pasa górnego są spełnione

Sprawdzenie pasa dolnego i krzyżulca podporowego rozciąganego:

Płaskownik 65x16 $A = 10,4\ cm^2$

$W_x = 2,77\ cm^3$

Maksymalne naprężenie normalne w pasie dolnym wynosi:

$$\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{164,3}{10,4 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,011}{2,77 \cdot 10^{-6}} = 158,0 + 4,0 = 162,0 \leq f_d = 215\ MPa.$$

Maksymalne naprężenie normalne w krzyżulcu wynosi:

$$\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} = \frac{116,0}{10,4 \cdot 10^{-4}} + \frac{0,040}{2,77 \cdot 10^{-6}} = 111,5 + 14,4 = 125,9 \leq f_d = 215\ MPa.$$

2.3.Sprawdzenie pozostałych krzyżulców rozciąganych

Naprężenie w pozostałych krzyżulcach rozciąganych:

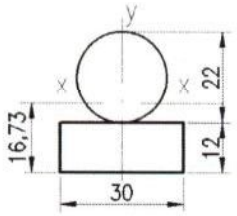
nr pręta	przekrój	P	M	A	W	N_{Rt}	M_R	Naprężenie	Warunek
-	-	kN	kNm	cm^2	cm^3	kN	kNm	MPa	-
K4	fi20	17,45	0,032	3,142	6,283	67,55	0,55	60,6	0,282
K6	fi20	8,94	0,003	3,142	6,283	67,55	0,967	28,9	0,135
K8	fi16	0,14	0,010	2,011	6,283	43,24	0,854	2,3	0,011

2.4.Sprawdzenie krzyżulców ściskanych

Biorąc pod uwagę konstrukcje węzłów (brak blach węzłowych), przyjęto długości wyboczeniowe:

- w płaszczyźnie skratowania równe długości pręta w świetle pasów,
- z płaszczyzny skratowania równe długości teoretycznej pręta.

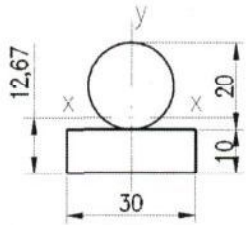
Przekroje krzyżulców złożonych (kolejno nr K3, K5 i K7):



$A = 7{,}401\ cm^2$

$i_x = 0{,}967$ cm

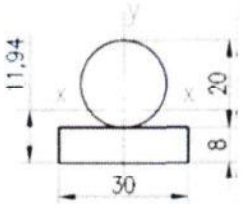
$i_y = 0{,}721$



$A = 6{,}142\ cm^2$

$i_x = 0{,}854$ cm

$i_y = 0{,}703$



$A = 5{,}542\ cm^2$

$i_x = 0{,}804$ cm

$i_y = 0{,}682$

Warunki nośności bez uwzględniania momentów drugorzędnych:

Wyboczenie z płaszczyzny												
nr pręta	przekrój	P	A	I_x	i_x	μ_x	l_{ex}	λ_x	λ_x/λ_p	φ_x	N_{Rc}	$P/(\varphi*N_{Rc})$
		kN	cm_2	m	cm	-	m	-	-	-	-	-
K2	fi22	8,54	3,801	1,376	0,55	1	1,376	250,1	2,977	0,106	81,7	0,982
K3	fi22+30x12	26,22	7,401	1,383	0,967	1	1,383	143,0	1,703	0,281	159,1	0,586
K5	fi20+30x10	17,45	6,142	1,390	0,854	1	1,390	162,8	1,938	0,228	132,1	0,580
K7	fi20+30x8	8,83	5,542	1,390	0,804	1	1,390	172,9	2,059	0,206	119,2	0,360

Wyboczenie w płaszczyźnie												
nr pręta	przekrój	P	A	I_y	i_y	μ_y	l_{ey}	λ_y	λ_y/λ_p	φ_y	N_{Rc}	$P/(\varphi*N_{Rc})$
					cm		m					
K2	fi22	8,54	3,801	1,319	0,55	1	1,319	239,7	2,854	0,115	81,7	0,908
K3	fi22+30x12	26,22	7,401	1,326	0,721	1	1,326	183,9	2,189	0,185	159,1	0,889
K5	fi20+30x10	17,45	6,142	1,333	0,703	1	1,333	189,7	2,258	0,176	132,1	0,752
K7	fi20+30x8	8,83	5,542	1,333	0,682	1	1,333	195,5	2,327	0,167	119,2	0,445

3. Sprawdzenie nośności ścian części wyższej

3.1.Założenia

Założenia materiałowe:

- ściana z elementów ceramicznych grupy 1,

- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie f_b = 7,5 MPa,
- kategoria wykonania elementu II,
- zaprawa murarska: zwykła klasy M2,5, przepisana, f_m = 2,5 MPa,
- wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie f_k = 2,97 MPa.

Założenia obliczeniowe:

- sytuacja obliczeniowa: trwała,
- kategoria wykonania robót: B,
- częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru γ_m = 2,2

3.2.Zestawienie obciążeń rozłożonych ze stropów

Obciążenia zestawione w niniejszym podpunkcie przyjęto na podstawie dostępnych danych zawartych w koncepcji architektonicznej przebudowy. W przypadku braku szczegółowego opisu warstwy lub elementu przyjęto wartości niekorzystniejsze spośród istniejących możliwości. Wartości zredukowane podane w tabelach poniżej obliczono następująco:

- mnożąc wartość obciążenia użytkowego w budynku kilkukondygnacyjnym przez współczynnik zmniejszający (równy 0,65 przy sumowaniu obciążeń z 3 stropów),
- stosując współczynnik jednoczesności dla śniegu równy 0,9.

Wartości zredukowane wykorzystano w obliczeniach ław fundamentowych i ścian piwnic.

	charaktery-styczne	gam-ma	oblicze-niowe	długo-trwałe	obliczeniowe zredukowane	długotrwałe zredukowane
Stropodach	kN/m^2	-	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
pokrycie papowe	0,15	1,2	0,18	0,15	0,18	0,15
warstwa wyrównawcza 3 cm*	0,63	1,3	0,82	0,63	0,82	0,63
płyty dachowe*	0,90	1,1	0,99	0,90	0,99	0,90
ścianki pod płyty	0,60	1,1	0,66	0,60	0,66	0,60
wełna mineralna 25 cm	0,30	1,2	0,36	0,30	0,36	0,30
płyta żelbetowa 16 cm	4,00	1,1	4,40	4,00	4,40	4,00
sufit podwieszany g-k 1,25 cm	0,20	1,2	0,24	0,20	0,24	0,20
RAZEM STAŁE	**6,78**	**1,13**	**7,65**	**6,78**	**7,65**	**6,78**
śnieg	0,72	1,5	1,08	0,00	0,97	0,00
RAZEM	**7,50**		**8,73**	**6,78**	**8,62**	**6,78**

* przyjęto orientacyjnie, brak szczegółowych danych

	charaktery-styczne	gam-ma	oblicze-niowe	długo-trwałe	obliczeniowe zredukowane	długotrwałe zredukowane
Strop z lat 70-tych nad piętrem	kN/m^2	-	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
posadzka 2 cm (21 kN/m^2)*	0,44	1,3	0,57	0,44	0,57	0,44
"Szlichta cementowa" 6 cm	1,26	1,3	1,64	1,26	1,64	1,26
styropian 5 cm	0,02	1,2	0,03	0,02	0,03	0,02
istniejący strop DZ3 20+4 cm	2,65	1,1	2,92	2,65	2,92	2,65
sufit podwieszany g-k 1,25 cm	0,20	1,2	0,24	0,20	0,24	0,20
ścianki działowe PGS+tynk 2x1,5 cm?	0,85	1,2	1,02	0,85	1,02	0,85
RAZEM STAŁE	**5,42**	**1,18**	**6,41**	**5,42**	**6,41**	**5,42**
Użytkowe-mieszkanie	1,50	1,4	2,10	0,56	1,37	0,36
RAZEM	**6,92**	**1,23**	**8,51**	**5,98**	**7,78**	**5,78**
RAZEM BEZ ŚCIANEK DZIAŁOWYCH	**6,07**	**1,23**	**7,49**	**5,13**	**6,76**	**4,93**
JW. BEZ WARSTW WYKOŃCZENIOWYCH	**4,15**	**1,21**	**5,02**	**3,21**	**4,28**	**3,01**

* przyjęto orientacyjnie, brak danych

	charaktery-styczne	gam-ma	oblicze-niowe	długo-trwałe	obliczeniowe zredukowane	długotrwałe zredukowane
Strop nad parterem	kN/m^2	-	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
posadzka 2 cm (21 kN/m^2)*	0,44	1,3	0,57	0,44	0,57	0,44
"Szlichta cementowa" 6 cm	1,26	1,3	1,64	1,26	1,64	1,26
styropian 5 cm	0,02	1,2	0,03	0,02	0,03	0,02
istniejący strop Ackermanna 15+5 cm	2,86	1,1	3,15	2,86	3,15	2,86
sufit podwieszany g-k 1,25 cm	0,20	1,2	0,24	0,20	0,24	0,20
ścianki działowe PGS+tynk 2x1,5 cm	0,85	1,2	1,02	0,85	1,02	0,85
RAZEM STAŁE	**5,63**	**1,18**	**6,64**	**5,63**	**6,64**	**5,63**
Użytkowe-mieszkanie	1,50	1,4	2,10	0,56	1,37	0,36
RAZEM	**7,13**	**1,23**	**8,74**	**6,19**	**8,01**	**5,99**
RAZEM BEZ ŚCIANEK DZIAŁOWYCH	**6,28**	**1,23**	**7,72**	**5,34**	**6,99**	**5,14**
JW. BEZ WARSTW WYKOŃCZENIOWYCH	**4,36**	**1,20**	**5,25**	**3,42**	**4,51**	**3,22**

* przyjęto orientacyjnie, brak danych

	charaktery-styczne	gam-ma	oblicze-niowe	długo-trwałe	obliczeniowe zredukowane	długotrwałe zredukowane
Strop nad piwnicą (cały budynek)	kN/m^2	-	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
posadzka 2 cm (21 kN/m^2)*	0,44	1,3	0,57	0,44	0,57	0,44
"Szlichta cementowa" 5 cm	1,05	1,3	1,37	1,05	1,37	1,05
styropian 5 cm	0,02	1,2	0,03	0,02	0,03	0,02
papa lub folia PE	0,01	1,2	0,01	0,01	0,01	0,01
istniejący strop Ackermanna 15+5 cm	2,86	1,1	3,15	2,86	3,15	2,86
tynk c-w 1,5 cm	0,29	1,3	0,37	0,29	0,37	0,29
ścianki działowe PGS+tynk 2x1,5 cm	0,96	1,17	1,13	0,96	1,13	0,96
RAZEM STAŁE	**5,63**	**1,18**	**6,62**	**5,63**	**6,62**	**5,63**
Użytkowe-mieszkanie	1,50	1,4	2,10	0,56	1,37	0,36
RAZEM	**7,13**	**1,22**	**8,72**	**6,19**	**7,99**	**5,99**
RAZEM BEZ ŚCIANEK DZIAŁOWYCH	**6,17**	**1,23**	**7,59**	**5,22**	**6,86**	**5,03**
JW. BEZ WARSTW WYKOŃCZENIOWYCH	**4,36**	**1,20**	**5,25**	**3,42**	**4,51**	**3,22**

* przyjęto orientacyjnie, brak danych

3.3.Zestawienie obciążeń rozłożonych ze ścian

ściany wewnętrzne - piętro 2	charakterystyczne kN/m^2	gamma	obliczeniowe kN/m^2
ściana z pustaków	3,19	1,1	3,51
tynki 5 cm	0,95	1,3	1,24
	4,14		**4,74**

ściany wewnętrzne - parter i 1 piętro	charakterystyczne kN/m^2	gamma	obliczeniowe kN/m^2
ściana z cegły 38 cm	6,84	1,1	7,52
tynki 5 cm	0,95	1,3	1,24
	7,79		**8,76**

ściana wewnętrzna piwnicy	charakterystyczne kN/m^2	gamma	obliczeniowe kN/m^2
ściana z cegły 51 cm	9,18	1,1	10,10
tynk 2,5 cm	0,48	1,3	0,62
	9,66		**10,72**

ściany zewnętrzne - piętro 2	charakterystyczne kN/m2	gamma	obliczeniowe kN/m2
tynk mineralny na siatce	1,05	1,3	1,37
styropian 12 cm	0,05	1,2	0,06
ściana z pustaków	3,19	1,1	3,51
tynk 1,5 cm	0,29	1,3	0,37
	4,58		**5,31**

ściany zewnętrzne - parter i 1 piętro	charakterystyczne kN/m2	gamma	obliczeniowe kN/m2
tynk mineralny na siatce	1,05	1,3	1,37
styropian 12 cm	0,05	1,2	0,06
ściana z cegły 38 cm	6,84	1,1	7,52
tynk 1,5 cm	0,29	1,3	0,37
	8,23		**9,32**

ściana zewnętrzna piwnicy	charakterystyczne kN/m2	gamma	obliczeniowe kN/m2
ściana z cegły 51 cm	9,18	1,1	10,10
tynk 1,5 cm	0,29	1,3	0,37
	9,47		**10,47**

3.4 Sprawdzenie ścian wewnętrznych części wyższej

A. Ściana parteru

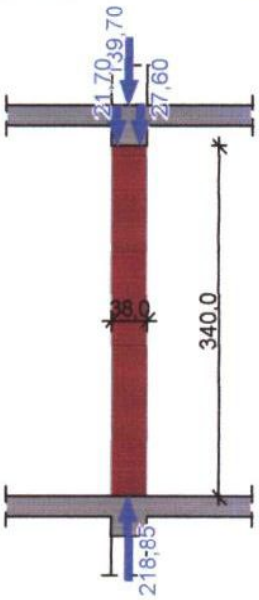
Obciążenie z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 3 i 2: = (6,02+4,67)*(8,73+8,61)/2 + 6,00 = 98,7 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,30*4,74 + 2,90*8,76 = 41,0 kN/m,
- razem N_{0d} = 98,7 + 41,0 = 139,7 kN/m,

- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (6,02+0,38)* 8,61/2 = 27,6 kN/m,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = (4,67+0,38)* 8,61/2 = 21,7 kN/m,

Ciężar własny ściany: G_s = 29,9 kN.

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Geometria:

Ściana wewnętrzna

Grubość ściany: t = 38,0 cm.

Szerokość ściany: b = 100,0 cm.

Warunek nośności pod stropem:

Φ_1 = 0,933 A = 0,38 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{1d} = 189,00 kN < $N_{1R\,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d$ = 344,34 kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

Φ_m = 0,726 A = 0,38 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{md} = 203,92 kN < $N_{mR\,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d$ = 267,70 kN

Warunek nośności nad stropem:

Φ_2 = 0,940 A = 0,38 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{2d} = 218,85 kN < $N_{2R\,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d$ = 346,95 kN

B. Ściana piwnicy

Obciążenie stałe z wyższych kondygnacji:

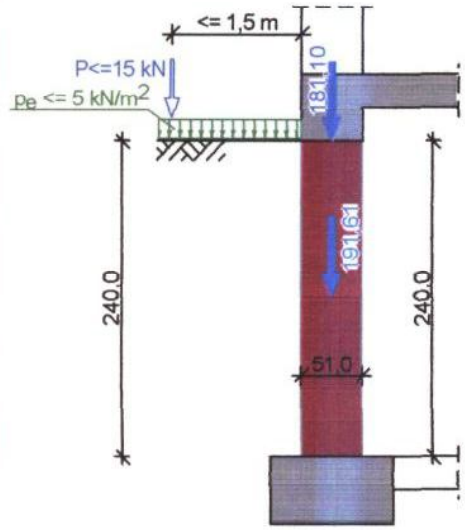
- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = (6,02+4,67)*(7,65+2*6,51)/2 + 8,00 = 118,4 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,3*4,14 + (2,9+3,4)*7,79 = 62,7 kN/m,
- razem z wyższych kondygnacji wynikające z obciążeń stałych: 118,4 + 62,7 = 181,1 kN,

Ciężar gruntu bezpiecznie: 2,2 kN/m^3.

Ciężar własny ściany: G_s = 21,1 kN.

Sprawdzenie konieczności uwzględniania zasypki:

WYNIKI - ŚCIANA PIWNIC (wg PN-B-03002:2007): Sprawdzenie wg Zał.A normy:



Geometria:

Grubość ściany: t = 51,0 cm.

Szerokość ściany: b = 100,0 cm.

Wysokość ściany: h = 240,0 cm.

Obliczeniowe obciążenie pionowe w połowie wysokości zasypania gruntem: N_{Sd} = 184,41 kN/m

Sprawdzenie wg Zał.A normy:

Obliczeniowe obciążenie pionowe w połowie wysokości zasypania gruntem N_{Sd} = 191,61 kN/m

N_{Sd} = 191,61 kN/m < $t \cdot f_k / (3 \cdot \gamma_m)$ = 201,88 kN/m

N_{Sd} = 191,61 kN/m > $\rho_e \cdot h \cdot h_e^2 / (20 \cdot t)$ = 2,98 kN/m

Wniosek: nie jest wymagane obliczeniowe sprawdzenie ściany z uwzględnieniem parcia gruntu. **UWAGA: Rezultat uzyskany po zwiększeniu klasy cegły z 7,5 do 10.**

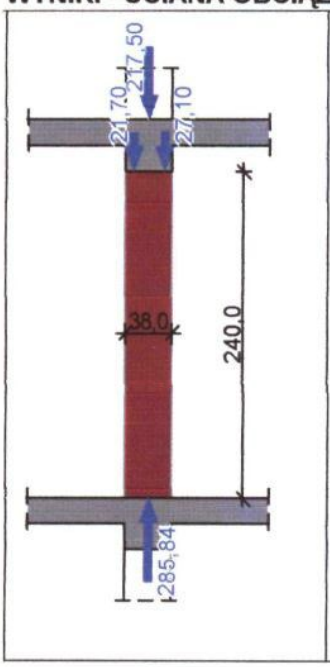
WYNIKI - ŚCIANA PIWNIC (wg PN-B-03002:2007):

Obciążenie całkowite z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = (6,02+4,67)*(8,73+2*8,61)/2 + 8,00 = 146,7 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,3*4,74 + (2,9+3,4)*8,76 = 70,8 kN/m,
- razem = 146,7+70,8 = 217,5 kN,
- ze stropu nad ścianą (strop piwnicy) - lewa: = (6,02+0,38)* 8,59/2 = 27,5 kN/m.
- ze stropu nad ścianą (strop piwnicy) - prawa: = (4,67+0,38)*8,59/2 = 21,7 kN/m.

Sprawdzenie jako ściany bez zasypki:

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Geometria:

- Ściana wewnętrzna

Grubość ściany t = 38,0 cm

Szerokość ściany b = 100,0 cm

Wysokość ściany h = 240,0 cm

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}942$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{1d} = 266{,}30$ kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 347{,}72$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}842$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{md} = 276{,}07$ kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 310{,}65$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}947$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{2d} = 285{,}84$ kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 349{,}54$ kN

3.5 Sprawdzenie ścian zewnętrznych części wyższej

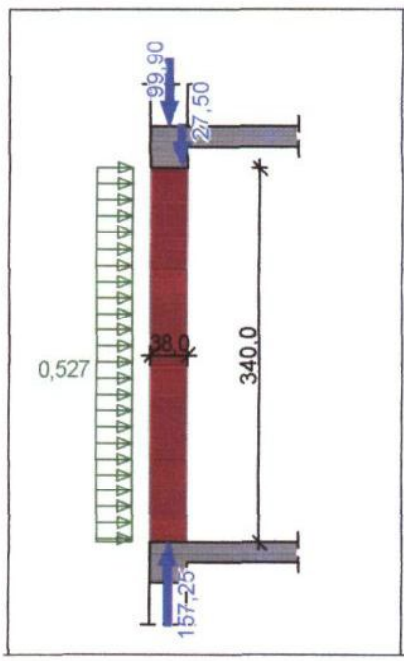
A. Ściana parteru – strona bardziej obciążona

Obciążenie z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = 6,02*(8,73+8,61)/2 + 6,60 = 58,8 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,3*4,74 + 2,9*8,76 = 41,1 kN/m,
- razem N_{0d} = 58,8 + 41,1 = 99,9 kN/m,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (6,02+0,38)* 8,59/2 = 27,5 kN/m.

Ciężar własny ściany: G_s = 29,9 kN. Parcie wiatru na ścianę: 0,567 kN/m.

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Geometria:

Ściana zewnętrzna

Grubość ściany: t = 38,0 cm.

Szerokość ściany: b = 100,0 cm.

Wysokość ściany: h = 340,0 cm.

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}797$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{1d} = 127{,}40$ kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 293{,}91$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}754$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{md} = 142{,}33$ kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 278{,}16$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}940$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{2d} = 157{,}25$ kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 346{,}95$ kN

B. Ściana piwnicy po stronie podpiwniczonej

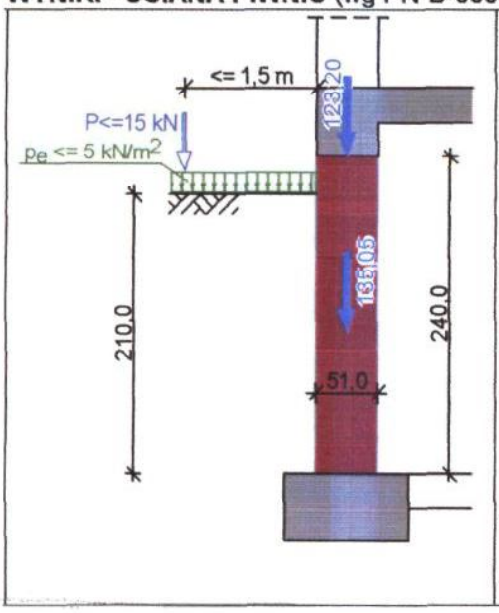
Obciążenie stałe z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = 4,67*(7,65+2*6,51)/2 + 8,00 = 56,3 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,3*4,58 + (2,9+3,4)*8,23 = 66,9 kN/m,
- razem z wyższych kondygnacji wynikające z obciążeń stałych: = 56,3 + 66,9 = 123,2 kN,

Ciężar własny ściany: $G_s = 21{,}1$ kN.

Sprawdzenie konieczności uwzględniania zasypki:

WYNIKI - ŚCIANA PIWNIC (wg PN-B-03002:2007): Sprawdzenie wg Zał.A normy:



Geometria:

Grubość ściany: t = 51,0 cm.

Szerokość ściany: b = 100,0 cm.

Wysokość ściany: h = 240,0 cm.

Obliczeniowe obciążenie pionowe w połowie wysokości zasypania gruntem: N_{Sd} = 184,41 kN/m

Sprawdzenie wg Zał.A normy:

Obliczeniowe obciążenie pionowe w połowie wysokości zasypania gruntem N_{Sd} = 191,61 kN/m

$N_{Sd} = 135{,}05$ kN/m < $t \cdot f_k / (3 \cdot \gamma_m) = 165{,}06$ kN/m

$N_{Sd} = 135{,}05$ kN/m > $\rho_e \cdot h \cdot h_e^2 / (20 \cdot t) = 22{,}83$ kN/m

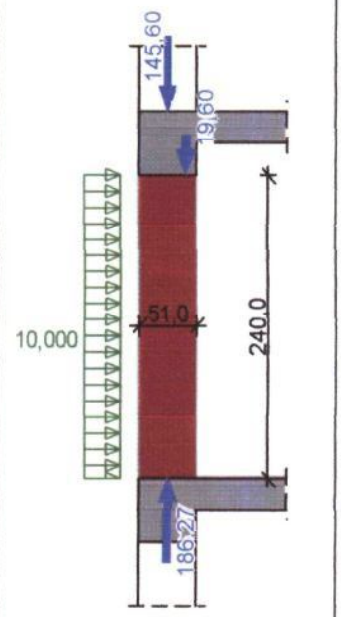
Wniosek: nie jest wymagane obliczeniowe sprawdzenie ściany z uwzględnieniem parcia gruntu.

Obciążenie całkowite z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = 4,67*(8,73+2*8,61)/2 + 8,80 = 69,4 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,3*5,31 + (2,9+3,4)*9,32 = 76,2 kN/m,
- razem = 69,4 + 76,2 = 145,6 kN,
- ze stropu nad ścianą (strop piwnicy) - lewa: = (4,67+0,38)* 8,59/2 = 21,7 kN/m.

Sprawdzenie ściany z ciężarem imitowanym przez obciążenie poziome równomiernie rozłożone 10 kN/m^2 (odpowiadające maksymalnemu parciu gruntu 20 kN/m^2), powodujące wystąpienie momentu 15 kNm/m.

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Geometria:

- Ściana zewnętrzna

Grubość ściany t = 38,0 cm

Szerokość ściany b = 100,0 cm

Wysokość ściany h = 240,0 cm

Warunek nośności pod stropem:

Φ_1 = 0,882 A = 0,51 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{1d} = 165,20 kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d$ = 436,64 kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

Φ_m = 0,899 A = 0,51 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{md} = 175,74 kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d$ = 445,37 kN

Warunek nośności nad stropem:

Φ_2 = 0,961 A = 0,51 m^2, f_d = 0,97 MPa

N_{2d} = 186,27 kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d$ = 475,77 kN

3.6.Sprawdzenie słupka międzyokiennego ściany zewnętrznej części wyższej

Obciążenie całkowite z wyższych kondygnacji (okno parteru):

- ze stropów piętra 3, 2 i 1: = 6,02*(8,73+8,61)/2 + 6,60 = 58,8 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 2,9*5,31 + 3,40*9,32 = 47,1 kN/m,
- razem = 58,8 + 47,1 = 105,9 kN,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (6,02+0,38)* 8,59/2 = 27,5 kN/m.

Na słupek okienny:

- ze ściany kondygnacji wyższej: = 105,9*2,30 = 243,6 kN,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) = 27,5*2,30 = 63,3 kN

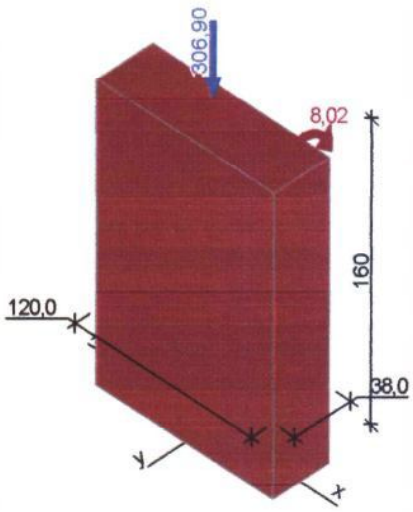
Nośność słupka:

A. jako ściany o wysokości równej wysokości w świetle stropów:

N_{md} = 322,25 kN > $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d$ = 319,74 kN

B. jako słupka o wysokości równej wysokości okna (1,6 m):

- moment zginający słupek: 63,3*(1/3)*0,38 = 8,02 kNm



WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03002:2007):

Warunek nośności pod stropem:

A = 0,46 m^2, f_d = 0,97 MPa, $\Phi_{1,x}$ = 0,810, $\Phi_{1,y}$ = 0,983

$N_{1R,d,x}$ = 358,56 kN, $N_{1R,d,y}$ = 435,37 kN, $N_{0R,d} = A \cdot f_d$ = 442,75 kN

N_{1d} = 306,90 kN < $N_{1R,d} = 1/[(1/N_{1R,d,x})+(1/N_{1R,d,y})-(1/N_{0R,d})]$ = 353,70 kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

A = 0,46 m^2, f_d = 0,97 MPa, $\Phi_{m,x}$ = 0,744, $\Phi_{m,y}$ = 0,977

$N_{mR,d,x}$ = 329,59 kN, $N_{mR,d,y}$ = 432,71 kN, N_0R,d = 442,75 kN

N_{md} = 314,12 kN < $N_{mR,d,xy} = 1/[(1/N_{mR,d,x})+(1/N_{mR,d,y})-(1/N_{0R,d})]$ = 323,99 kN

Warunek nośności nad stropem:

A = 0,46 m^2, f_d = 0,97 MPa, $\Phi_{2,x}$ = 0,947, $\Phi_{2,y}$ = 0,983

$N_{2R,d,x}$ = 419,45 kN, $N_{2R,d,y}$ = 435,37 kN, N_0R,d = 442,75 kN

N_{2d} = 321,35 kN < $N_{2R,d,xy} = 1/[(1/N_{2R,d,x})+(1/N_{2R,d,y})-(1/N_{0R,d})]$ = 412,82 kN

W obliczeniach przyjęto bezpiecznie brak podparcia słupka górą

4. Sprawdzenie nośności ścian części niższej

4.1. Założenia

Założenia materiałowe:

- ściana z elementów ceramicznych grupy 1,
- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie f_b = 7,5 MPa,
- kategoria wykonania elementu II,
- zaprawa murarska: zwykła klasy M2,5, przepisana, f_m = 2,5 MPa,
- wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie f_k = 2,97 MPa.

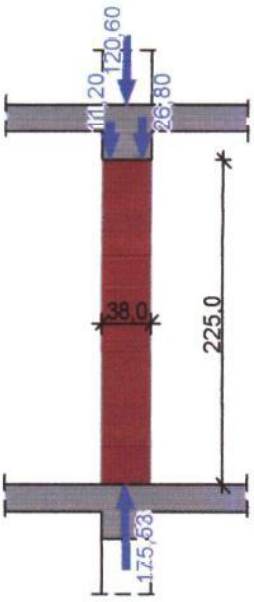
4.2.Sprawdzenie ściany wewnętrznej w piwnicy

A. ściana na przedłużeniu ścian wyższych
Obciążenie z wyższych kondygnacji:

- ze stropów nad piętrem 1 i nad parterem: = (5,95+2,25)*(8,73+8,51)/2 + 6,60 = 77,2 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,00*4,74 + 3,30*8,76 = 43,1 kN/m,
- razem N_{0d} = 77,2 + 43,1 = 120,3 kN/m,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (5,95+0,38)* 8,49/2 = 26,8 kN/m,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = (2,25+0,38)* 8,49/2 = 11,2 kN/m,

Ciężar własny ściany: G_s = 18,5 kN.

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Geometria:

Ściana wewnętrzna

Grubość ściany: t = 38,0 cm.

Szerokość ściany: b = 100,0 cm.

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}889$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{1d} = 158{,}60$ kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 328{,}12$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}859$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{md} = 167{,}06$ kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 316{,}98$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}947$ $A = 0{,}38\ m^2$, $f_d = 0{,}97$ MPa

$N_{2d} = 175{,}53$ kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 349{,}54$ kN

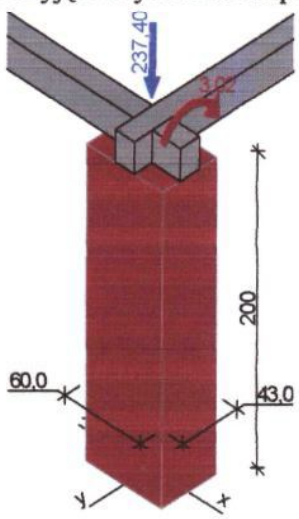
B. Słupek pomiędzy drzwiami komórek w miejscu obecnej klatki schodowej (otwory wybite w trakcie przebudowy)

Założono brak przewiązania ze ścianą działową

Obciążenie zebrane na słupek:

- siła osiowa: (120,3 + 26,8 + 11,2)*1,5 = 237,4 kN,
- moment zginający: (26,8 - 11,2)*0,3*0,43*1,5 = 3,02 kNm

Przyjęto wysokość słupka równą wysokości kondygnacji (2,20 m) i wymiarze 43x60 cm



WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03002:2007):

UWAGA:

Warunki spełnione przy cegle klasy 10 i zaprawie klasy 5:

Warunek nośności pod stropem:

$A = 0{,}26\ m^2$, $f_d = 1{,}32$ MPa, $\Phi_{1,x} = 0{,}894$, $\Phi_{1,y} = 0{,}967$

$N_{1R,d,x} = 305{,}29$ kN, $N_{1R,d,y} = 329{,}99$ kN, $N_{0R,d} = A \cdot f_d = 341{,}37$ kN

$N_{1d} = 237{,}40$ kN < $N_{1R,d} = 1/[(1/N_{1R,d,x})+(1/N_{1R,d,y})-(1/N_{0R,d})] = 296{,}16$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$A = 0{,}26\ m^2$, $f_d = 1{,}32$ MPa, $\Phi_{m,x} = 0{,}901$, $\Phi_{m,y} = 0{,}959$

$N_{mR,d,x} = 307{,}71$ kN, $N_{mR,d,y} = 327{,}54$ kN, $N_0R,d = 341{,}37$ kN

$N_{md} = 242{,}51$ kN < $N_{mR,d,xy} = 1/[(1/N_{mR,d,x})+(1/N_{mR,d,y})-(1/N_{0R,d})] = 296{,}42$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$A = 0{,}26\ m^2$, $f_d = 1{,}32$ MPa, $\Phi_{2,x} = 0{,}953$, $\Phi_{2,y} = 0{,}967$

$N_{2R,d,x} = 325{,}49$ kN, $N_{2R,d,y} = 329{,}99$ kN, $N_0R,d = 341{,}37$ kN

$N_{2d} = 247{,}62$ kN < $N_{2R,d,xy} = 1/[(1/N_{2R,d,x})+(1/N_{2R,d,y})-(1/N_{0R,d})] = 315{,}13$ kN

Wskazane jest, aby przed wybiciem otworów drzwiowych wymurować powiązaną ze słupkiem ściankę prostopadłą.

C. ściana piwnicy na przedłużeniu słupów holu

Ściana ta będzie obciążona siłami skupionymi ze słupów z budynku 1 kondygnacyjnego i obciążeniem rozłożonym ze ścian i stropów pierwszego piętra (przestrzeń miedzy słupami zostanie zamurowana)

C1. Ściana miedzy słupami wymurowana po nadbudowaniu piętra (nieprawidłowo)

Zestawienie reakcji ze słupów:

- obciążenie ze stropodachu: = (5,95+2,25)* 8,73/2 + 2,20 = 38,0 kN/m,
- obciążenie ze stropu nad parterem: = (5,95+2,25)* 8,51/2 + 2,20 = 37,1 kN/m,
- obciążenie ze ściany piętra: = 3,0*4,74 = 14,22 kN/m
- obciążenie z belki żelbetowej (bez grubości stropu): 0,3*0,26*25*1,1 = 2,2 kN/m,
- ciężar słupa D = 300 mm: 0,0707*(3,2-0,25)*25*1,1+0,942*0,015*19*1,3 = 6,1 kN,
- reakcja łączna ze słupa (rozstaw 3,5 m): = 3,5*(38,0+37,1+14,22+2,2)+6,1 = 326,4 kN.

Obciążenie ze ściany parteru (nowo wybudowana): 3,20*8,76 = 28,0 kN/m,

Obciążenie ze stropów nad ścianą (nad piwnicą):

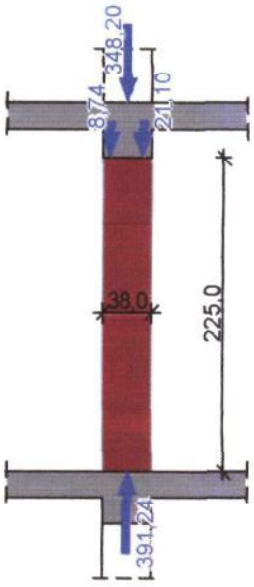
- lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (5,95+0,38)* 8,49/2 = 26,9 kN/m,
- prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = (2,25+0,38)* 8,49/2 = 11,2 kN/m,

Obciążenie na szerokości współpracującej (przyjęto b = 0,3+2*0,24 = 0,78 m)

- siła osiowa: N_{0d} = 326,4 + 28*0,78 = 348,2 kN,
- obciążenie ściany mimośrodowe ze stropów – lewa $N^{(P)}_{sl,d}$ = 26,9*0,78 = 21,0 kN,
- obciążenie ściany mimośrodowe ze stropów – prawa $N^{(L)}_{sl,d}$ = 11,2*0,78 = 8,74 kN.

Ciężar własny ściany: G_s = 16,0 kN.

Ściana ma grubość 43cm, jednak przyjęto bezpiecznie do sprawdzenia 38 cm:



Geometria:

UWAGA: Warunki spełnione przy cegle klasy 10 i zaprawie klasy 5:

- Ściana wewnętrzna

Grubość ściany t = 38,0 cm

Szerokość ściany b = 78,0 cm

Wysokość ściany h = 225,0 cm

Warunek nośności pod stropem:

Φ_1 = 0,928 A = 0,30 m^2, f_d = 1,45 MPa

N_{1d} = 378,04 kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d$ = 398,58 kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

Φ_m = 0,905 A = 0,30 m^2, f_d = 1,45 MPa

N_{md} = 384,64 kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d$ = 388,82 kN

Warunek nośności nad stropem:

Φ_2 = 0,947 A = 0,30 m^2, f_d = 1,45 MPa

N_{2d} = 391,24 kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d$ = 406,88 kN

C1. Ściana miedzy słupami wymurowana przed nadbudowaniem piętra (prawidłowo)

Zestawienie reakcji ze słupów:

- obciążenie ze stropu nad parterem: = (5,95+2,25)* 8,51/2 + 2,20 = 37,1 kN/m,
- obciążenie z belki żelbetowej (bez grubości stropu): 0,3*0,26*25*1,1 = 2,2 kN/m,
- ciężar słupa D = 300 mm: 0,0707*(3,2-0,25)*25*1,1+0,942*0,015*19*1,3 = 6,1 kN,
- reakcja łączna ze słupa (rozstaw 3,5 m): = 3,5*(37,1+2,2)+6,1 = 143,6 kN.

Obciążenie ze ściany parteru (nowo wybudowana): 3,20*8,76 = 28,0 kN/m,

Obciążenie ze stropodachu: = (5,95+2,25)* 8,73/2 + 2,20 = 38,0 kN/m,

Obciążenie ze ściany piętra: = 3,0*4,74 = 14,22 kN/m

Obciążenie ze stropów nad ścianą (nad piwnicą):

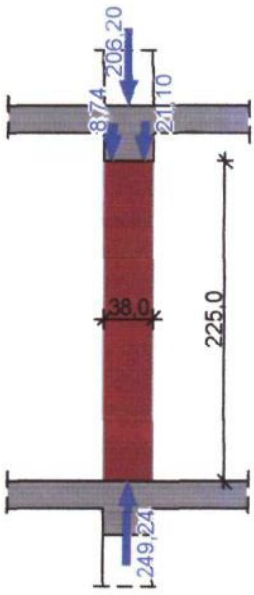
- lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (5,95+0,38)* 8,49/2 = 26,9 kN/m,
- prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = (2,25+0,38)* 8,49/2 = 11,2 kN/m,

Obciążenie na szerokości współpracującej (przyjęto b = 0,3+2*0,24 = 0,78 m)

- siła osiowa: N_{0d} = 143,6 + (38+14,22+28)*0,78 = 206,2 kN,
- obciążenie ściany mimośrodowe ze stropów – lewa $N^{(P)}_{sl,d}$ = 26,9*0,78 = 21,0 kN,
- obciążenie ściany mimośrodowe ze stropów – prawa $N^{(L)}_{sl,d}$ = 11,2*0,78 = 8,74 kN.

Ciężar własny ściany: G_s = 16,0 kN.

Ściana ma grubość 43cm, jednak przyjęto bezpiecznie do sprawdzenia 38 cm:



Geometria:

UWAGA: Warunki spełnione przy cegle klasy 7,5 i zaprawie klasy 2,5:

- Ściana wewnętrzna

Grubość ściany	t = 38,0 cm
Szerokość ściany	b = 78,0 cm
Wysokość ściany	h = 225,0 cm

Warunek nośności pod stropem:

Φ_1 = 0,916 A = 0,30 m^2, f_d = 1,18 MPa

N_{1d} = 236,04 kN < $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d$ = 321,79 kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

Φ_m = 0,899 A = 0,30 m^2, f_d = 1,18 MPa

N_{md} = 242,64 kN < $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d$ = 315,54 kN

Warunek nośności nad stropem:

Φ_2 = 0,947 A = 0,30 m^2, f_d = 1,18 MPa

N_{2d} = 249,24 kN < $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d$ = 332,67 kN

D. Obecnie istniejący słupek w piwnicy 94 cm, 3,43 m

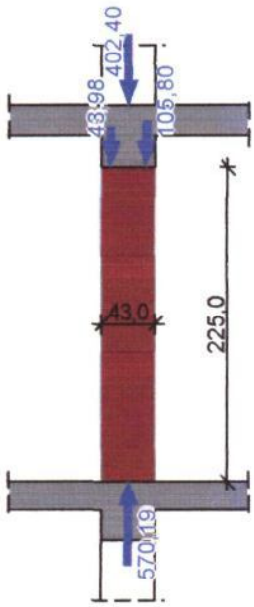
D1. Zamurowanie otworów dopiero po nadbudowaniu piętra (nieprawidłowo)

Zestawienie reakcji:

- obciążenie ze stropodachu: = (5,95+2,25)* 8,73/2 + 2,20 = 38,0 kN/m,
- obciążenie ze stropu nad parterem: = (5,95+2,25)* 8,51/2 + 2,20 = 37,1 kN/m,
- obciążenie ze ściany piętra: = 3,0*4,74 = 14,22 kN/m,
- obciążenie ze ściany parteru: 3,20*8,76 = 28,0 kN/m,
- reakcja łączna na słupek: N_{0d} = 3,43*(38,0+37,1+14,22+28,0) = 402,4 kN.

Obciążenie ze stropów nad ścianą (nad piwnicą):

- lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = 3,94*(5,95+0,38)* 8,49/2 = 105,8 kN,
- prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = 3,94*(2,25+0,38)* 8,49/2 = 43,98 kN,



UWAGA:

Warunki nie spełnione przy cegle klasy 10 i zaprawie klasy 5:

Geometria:

- Ściana wewnętrzna

Grubość ściany $t = 43{,}0$ cm

Szerokość ściany $b = 94{,}0$ cm

Wysokość ściany $h = 225{,}0$ cm

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}886$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{1d} = 552{,}18$ kN $>$ $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 523{,}79$ kN (!!!)

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}891$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{md} = 561{,}18$ kN $>$ $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 526{,}57$ kN (!!!)

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}953$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{2d} = 570{,}19$ kN $>$ $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 563{,}48$ kN (!!!)

UWAGA:

Warunki spełnione przy cegle klasy 15 i zaprawie klasy 5:

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}886$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}94$ MPa

$N_{1d} = 552{,}18$ kN $<$ $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 695{,}70$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}891$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}94$ MPa

$N_{md} = 561{,}18$ kN $<$ $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 699{,}39$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}953$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}94$ MPa

$N_{2d} = 570{,}19$ kN $<$ $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 748{,}41$ kN

D2. Zamurowanie otworów przed nadbudową piętra (prawidłowo)

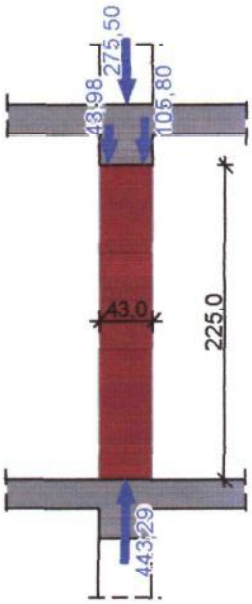
Zestawienie reakcji– przyjęcie po stronie bezpiecznej, obciążenie zmienne rozłożone będzie korzystniej:

- obciążenie ze ściany parteru: 3,20*8,76 = 28,0 kN/m,
- obciążenie ze stropu nad parterem: = (5,95+2,25)* 8,51/2 + 2,20 = 37,1 kN/m,
- obciążenie ze stropodachu: = (5,95+2,25)* 8,73/2 + 2,20 = 38,0 kN/m,
- obciążenie ze ściany piętra: = 3,0*4,74 = 14,22 kN/m,

Reakcja łączna na słupek: N_{0d} = 3,43*(28,0+37,1)+14,22+38,0 = 275,5 kN.

Obciążenie ze stropów nad ścianą (nad piwnicą) – przyjęcie po stronie bezpiecznej, obciążenie zmienne rozłożone będzie korzystniej:

- lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = 3,94*(5,95+0,38)* 8,49/2 = 105,8 kN,
- prawa: $N^{(L)}_{sl,d}$ = 3,94*(2,25+0,38)* 8,49/2 = 43,98 kN,



UWAGA:

Warunki spełnione przy cegle klasy 10 i zaprawie klasy 5:

Geometria:

- Ściana wewnętrzna

Grubość ściany $t = 43{,}0$ cm

Szerokość ściany $b = 94{,}0$ cm

Wysokość ściany $h = 225{,}0$ cm

Warunek nośności pod stropem:

$\Phi_1 = 0{,}866$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{1d} = 425{,}28$ kN $<$ $N_{1R,d} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 511{,}95$ kN

Warunek nośności w strefie środkowej:

$\Phi_m = 0{,}879$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{md} = 434{,}28$ kN $<$ $N_{mR,d} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 519{,}66$ kN

Warunek nośności nad stropem:

$\Phi_2 = 0{,}953$ $A = 0{,}40\ m^2$, $f_d = 1{,}46$ MPa

$N_{2d} = 443{,}29$ kN $<$ $N_{2R,d} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 563{,}48$ kN

4.3.Sprawdzenie ściany zewnętrznej w piwnicy

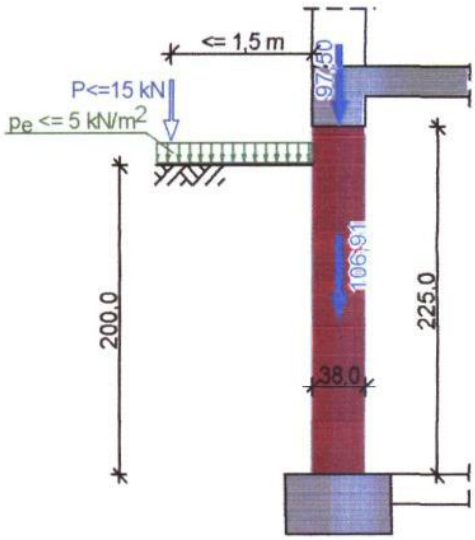
A. Słupek okienka piwnicznego

Okno piwniczne zostanie zamurowane, a na słupek przypada dużo mniejsze obciążenie niż na słupek wewnętrzny. Nośności nie sprawdzano.

B. Ściana jako całość

Obciążenie stałe z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 1 i parteru: = 5,95*(6,47+6,47+6,45)/2 + 6,60 = 57,7 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,00*4,22 + 3,30*8,23 = 39,8 kN/m,
- razem N_{0d} = 57,7 + 39,8 = 97,5 kN/m,



Geometria:

Grubość ściany t = 38,0 cm

Wysokość ściany h = 225,0 cm

Odległość między ścianami poprzecznymi lub inny elementami usztywniającymi b_e = 600,0 cm

Sprawdzenie wg Zał.A normy:

Obliczeniowe obciążenie pionowe w połowie wysokości zasypania gruntem N_{Sd} = 106,91 kN/m

N_{Sd} = 106,91 kN/m < $t \cdot f_k / (3 \cdot \gamma_m)$ = 122,99 kN/m

N_{Sd} = 106,91 kN/m > $\rho_e \cdot h \cdot h_e^2 / (20 \cdot t)$ = 21,91 kN/m

Wniosek: nie jest wymagane obliczeniowe sprawdzenie ściany.

Obciążenie z wyższych kondygnacji:

- ze stropów piętra 1 i parteru: = 5,95*(8,73+8,57)/2 + 6,60 = 58,1 kN/m,
- ze ścian wyższych kondygnacji: = 3,00*4,22 + 3,30*8,23 = 39,8 kN/m,
- razem N_{0d} = 58,1 + 39,8 = 97,9 kN/m,
- ze stropu nad ścianą (strop parteru) - lewa: $N^{(P)}_{sl,d}$ = (5,95+0,38)* 8,55/2 = 27,1 kN/m,

Ciężar własny ściany: G_s = 18,5 kN.

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):