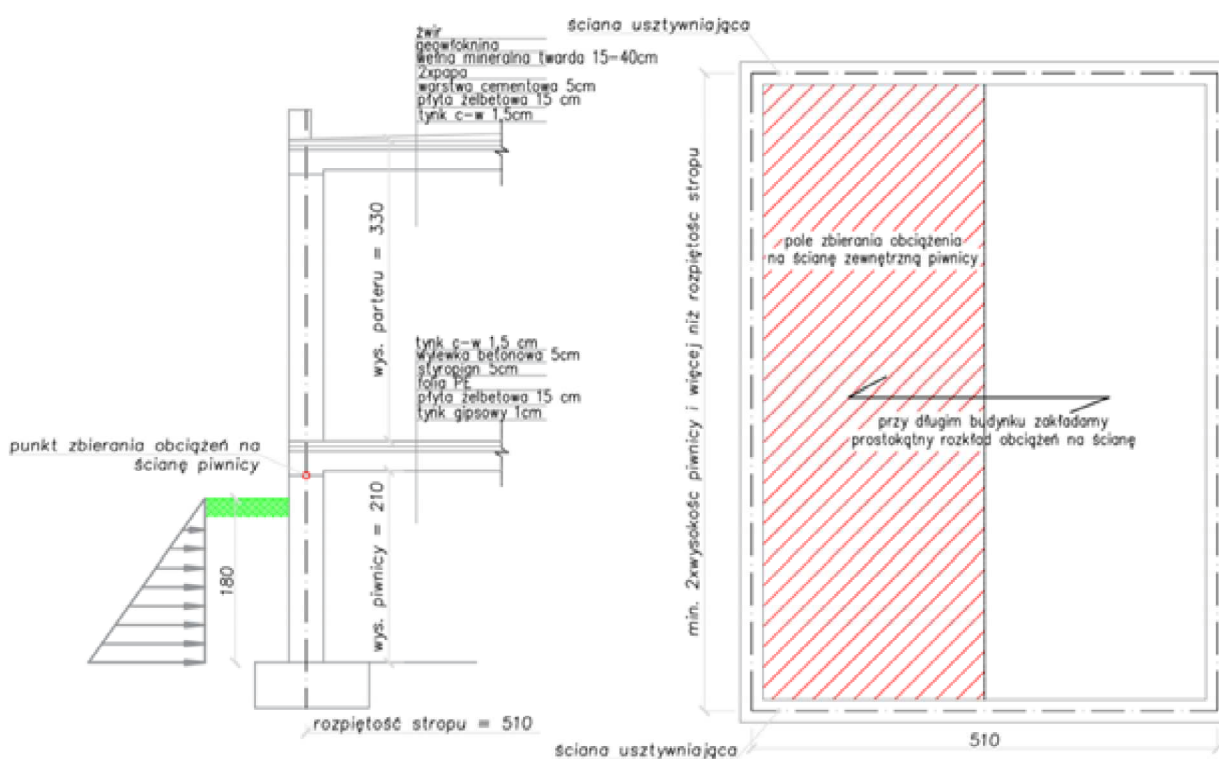


## PROJEKT NR 2

### II. ŚCIANA PIWNICZNA NIEZBROJONA

#### 1. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

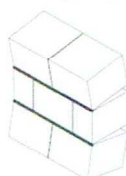
- liczba kondygnacji: 1
- rozpiętość stropu: 5,1m
- wysokość piwnicy: 2,1m
- wysokość zasypania gruntem: 1,8m
- materiał: pustaki betonowe,  $f_b = 25 \text{ MPa}$  - grupa I elementów murowych
- zaprawa cementowa M10



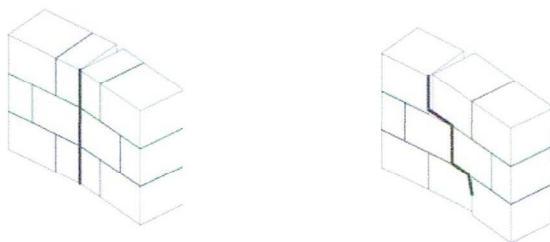
Uwaga! Wymiar podłużny budynku należy wprowadzić co najmniej 2x większy niż wysokość piwnicy, wtedy ściana w rzucie będzie dwukrotnie dłuższa niż wyższa i będzie pracować jednokierunkowo, tzn. będzie jednokierunkowo zginana parciem gruntu. Jest to sytuacja popularniejsza.

W przypadku zginania ściany murowanej mamy do czynienia z dwoma rodzajami zginania:

- zginanie w przypadku gdy do zniszczenia dochodzi w kierunku równoległym do spoin wspornych - wtedy wytrzymałość charakterystyczna na zginanie oznaczamy jako  $f_{xk1}$



- zginanie w przypadku gdy do zniszczenia dochodzi w kierunku prostopadłym do spoin wspornych - wtedy wytrzymałość charakterystyczna na zginanie oznaczamy jako  $f_{xk2}$



Wartości charakterystycznych wytrzymałości muru na zginanie odczytujemy z normy dla odpowiedniej konfiguracji muru - Tab. NA.8 i NA.9 PN-EN 1996-1-1.

Tablica NA.8 - Wytrzymałość charakterystyczna muru na zginanie w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych,  $f_{xk1}$

w megapaskalach

Materiał elementu murowego	Rodzaj zaprawy			
	Zaprawa zwykła		Zaprawa do cienkich spoin	Zaprawa lekka
	$f_m < 5 \text{ MPa}$	$f_m \geq 5 \text{ MPa}$		
Ceramika	0,10	0,10	0,15	0,10
Silikaty	0,05	0,10	0,15	nie stosuje się
Beton kruszywowy	0,05	0,10	nie stosuje się	nie stosuje się
Autoklawizowany beton komórkowy	0,05	0,10	$0,035 f_b$	0,10
Kamień sztuczny	0,05	0,10	nie stosuje się	nie stosuje się
Kamień naturalny	0,05	0,10	nie stosuje się	nie stosuje się

Tablica NA.9 - Wytrzymałość charakterystyczna muru na zginanie w płaszczyźnie zniszczenia prostopadłej do spoin wspornych,  $f_{xk2}$

w megapaskalach

Materiał elementu murowego	Rodzaj zaprawy			
	Zaprawa zwykła		Zaprawa do cienkich spoin	Zaprawa lekka
	$f_m < 5 \text{ MPa}$	$f_m \geq 5 \text{ MPa}$		
Ceramika	0,20	0,40	0,15	0,10
Silikaty	0,20	0,40	0,30	nie stosuje się
Beton kruszywowy	0,20	0,40	nie stosuje się	nie stosuje się
Autoklawizowany beton komórkowy	0,20	0,40	$0,035 f_b^*)$	0,15
Kamień sztuczny	0,20	0,40	nie stosuje się	nie stosuje się
Kamień naturalny	0,20	0,40	nie stosuje się	nie stosuje się

\*) W przypadku pionowych spoin niewypełnionych zaprawą  $f_{xk2} = 0,025 f_b$ .

W przypadku naszej ściany mamy do czynienia ze zginaniem jednokierunkowym. Który rodzaj zginania występuje? Pierwszy - ponieważ ściana jest dłuższa niż wyższa i zniszczenie w pierwszej kolejności nastąpi w kierunku równoległym do spoin wspornych. W przypadku tej ściany sprawdzenie warunku nośności wykonuje się dla 1mb ściany.

## 2. SPRAWDZENIE WARUNKU NOŚNOŚCI ŚCIANY PIWNICZNEJ

### 2.1 Wytrzymałość muru na ściskanie i zginanie

- wyznaczenie wytrzymałości muru na ściskanie

$$f_k = K f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

$$f_b = 25 \text{ MPa}$$

$$f_m = 10 \text{ MPa}$$

$K = 0,40$  – element murowy grupy I, beton kruszywowy, zaprawa zwykła - Tab. NA.5

$$f_k = 0,40 \cdot 25^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 7,60 \text{ MPa}$$

$\gamma_M = 2,0$  - element murowy kategorii I, zaprawa projektowana, klasa robót B

$$\eta_A = 1,00$$

*Uwaga! Liczymy 1mb ściany ale w rzeczywistości jest dłuższa więc  $A > 0,30\text{m}^2$  i współczynnik  $\eta_A = 1,0$ .*

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M \eta_A} = \frac{7,60 \text{ MPa}}{2,0 \cdot 1,10} = 3,80 \text{ MPa}$$

- wyznaczenie wytrzymałości muru na zginanie - równoległe do spoin wspornych

Zginanie przy zniszczeniu w kierunku równoległym do spoin wspornych, zatem:

$$f_{xk1} = 0,10 \text{ MPa}$$

PN-EN 1996-1-1 Tab. NA.8

$$f_{xd1} = \frac{f_{xk1}}{\gamma_M \eta_A} = \frac{0,10 \text{ MPa}}{2,0 \cdot 1,10} = 0,05 \text{ MPa}$$

### 2.2 Zestawienie obciążeń działających na ścianę piwnicy.

*Uwaga! Obciążenie przyjmujemy jak w projekcie nr 1 i wysokość kondygnacji parteru również tak samo jak w projekcie nr 1!*

*W przypadku zginanej ściany piwnicznej konieczne jest wyznaczenie wartości siły ściskającej, ponieważ jej działanie jest korzystne w stosunku do zginania - zatem ściana ściskana jest mniej podatna na zginanie. Obliczona siła ściskająca posłuży do wyznaczenia korzystnego efektu ściskania w naszej ścianie.*

#### A. Obciążenia stałe

- stropodach  $g_k = 6,39 \text{ kN/m}^2$
- strop  $g_k = 5,46 \text{ kN/m}^2$

- ściana zewnętrzna  $g_k = 2,76 \text{ kN/m}^2$

### B. Obciążenia zmienne

- użytkowe  $q_k = 4,00 \text{ kN/m}^2$
- ścianki działowe  $q_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$
- śnieg  $q_k = 0,96 \text{ kN/m}^2$

$$G_{kg} = 6,39 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,55\text{m} \cdot 1,0\text{m} \text{ (stropodach)} + 5,46 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,55\text{m} \cdot 1,0\text{m} \cdot 3 \text{ (strop)} + \\ + 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,24\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot 1,0\text{m} \cdot 2 \text{ (wieńce)} + 2,76 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,05\text{m} \cdot 1,0\text{m} \text{ (ściana)} = \\ = 41,63 \text{ kN}$$

$$Q_{k1} = 4,8 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,55\text{m} \cdot 1,0\text{m} \text{ (użytkowe + ścianki)} = 12,24 \text{ kN}$$

$$Q_{k2} = 0,96 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,55\text{m} \cdot 1,0\text{m} \text{ (śnieg)} = 2,45 \text{ kN}$$

### C. Kombinacje obciążeń

$$\text{KOMB1: } \sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\text{KOMB2: } \sum \xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\psi_{0,1} = 0,7 \rightarrow \text{kategoria użytkowania C}$$

$$\psi_{0,1} = 0,5 \rightarrow \text{obciążenie śniegiem}$$

$$\gamma_{G,j} = 1,35$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,5$$

$$\text{KOMB1: } 1,35 \cdot 41,63 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 12,24 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2,45 = 70,89 \text{ kN}$$

$$\text{KOMB2: } 1,35 \cdot 0,85 \cdot 41,63 + 1,5 \cdot 12,24 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2,45 = 67,97 \text{ kN}$$

### D. Wyznaczenie parcia gruntu

- piasek średni  $I_d = 0,6$
- ciężar objętościowy gruntu  $\gamma = 17,0 \text{ kN/m}^3$
- spójność gruntu  $c = 0$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi = 33,6^\circ$

Kalkulator parametrów geotechnicznych gruntów metodą B

Grнты niespoiste

Nazwa gruntu: **Piaszki średnie**

Wilgotność gruntu: mało wilgotne

Parametr wiążący: stopień zagęszczenia

Stopień zagęszczenia gruntu  $I_D$  (%) = 0,60 (średnio zagęszczony)

Parametry geotechniczne	wartość	jedn.
gęstość właściwa $\rho_s$	2,65	t/m <sup>3</sup>
gęstość objętościowa $\rho$	1,70	t/m <sup>3</sup>
wilgotność naturalna $w_n$	5	%
kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$ (°)	33,6	st.
stopień zagęszczenia gruntu $I_D$ (%)	0,60	
moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	94615	kPa
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	112308	kPa
edometryczny moduł ścisłości wtórnej $M$ (kPa)	124786	kPa

© SPECBUD OK Anuluj Pomoc

$$p_k = K_a (\gamma \cdot z + q) - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

$z$  - głębokość zasypania

$q$  - obciążenie naziomu

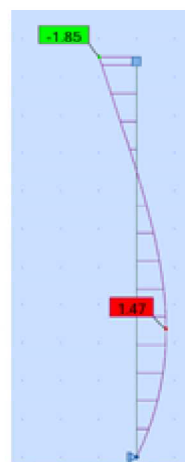
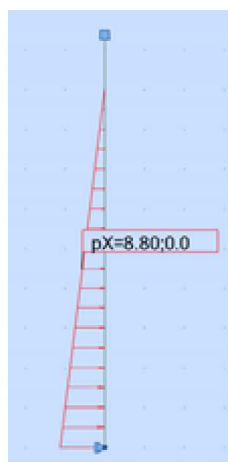
EN 1997-1 Załącznik C

*Uwaga! Obciążenie naziomu można przyjąć równe 0.*

$$K_a = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{33,6^\circ}{2} \right) = 0,287$$

$$p_k = 0,287(17 \cdot 1,8 + 0) - 2 \cdot 0 \cdot \sqrt{0,287} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

$$p_d = p_k \cdot 1,0 \text{ (współczynnik bezpieczeństwa)} \cdot 1 \text{ m} = 8,80 \text{ kN/m}$$



### 2.3 Warunek nośności ściany piwnicznej

Należy sprawdzić warunek obliczania ściany jako zginanej z korzystnym efektem ściskania.

$$\sigma_d = \frac{N_{Ed}}{A} < 0,2f_d$$

$$\sigma_d = \frac{70890 \text{ N}}{240 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}} = 0,295 \text{ MPa} < 0,2 \cdot 3,80 \text{ MPa} = 0,76 \text{ MPa}$$

Warunek został spełniony. Zatem należy sprawdzać mur jako zginany z korzystnym efektem ściskania.

Warunek nośności na zginanie:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

### 6.3 Niezbrojone ściany murowe obciążone prostopadle do swojej powierzchni

#### 6.3.1 Postanowienia ogólne

(1) P W stanie granicznym nośności, moment obliczeniowy przyłożony do ściany murowej,  $M_{Ed}$ , (patrz 5.5.5), nie powinien być większy od nośności obliczeniowej na zginanie ściany,  $M_{Rd}$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (6.14)$$

(2) W obliczeniach należy uwzględniać współczynnik ortogonalności muru  $\mu$ .

(3) Nośność obliczeniową na zginanie ściany murowanej obciążonej prostopadle do powierzchni ściany,  $M_{Rd}$ , na jednostkę wysokości lub długości ściany, wyznacza się ze wzoru

$$M_{Rd} = f_{xd} Z \quad (6.15)$$

gdzie:

$f_{xd}$  wytrzymałość obliczeniowa muru na zginanie odpowiednio do płaszczyzny zginania, wyznaczona wg 3.6.3, 6.3.1(4), lub 6.6.2(9);

$Z$  sprężysty wskaźnik wytrzymałości przekroju na jednostkę wysokości lub długości ściany.

(4) W przypadku działania na ścianę obciążeń pionowych, można uwzględnić dodatni wpływ naprężeń ściskających poprzez:

(i) przyjęcie zastępczej wytrzymałości na zginanie,  $f_{xd1,app}$ , określonej wzorem (6.16), z odpowiednią modyfikacją stosowanego w (2) współczynnika ortogonalności muru

$$f_{xd1,app} = f_{xd1} + \sigma_d \quad (6.16)$$

gdzie:

$f_{xd1}$  wytrzymałość obliczeniowa muru na zginanie w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych, patrz 3.6.3;

$\sigma_d$  naprężenie ściskające od obciążeń obliczeniowych na górnej powierzchni ściany, o wartości nie większej niż  $0,2f_{td}$ .

$$f_{xd1,app} = f_{xd1} + \sigma_d = 0,05MPa + 0,295MPa = 0,345MPa$$

$$Z = \frac{t^2 \cdot l}{6} = \frac{(0,24m)^2 \cdot 1m}{6} = 0,0096m^3$$

$$M_{Rd} = Z \cdot f_{xd1,app} = 0,0096 \cdot 0,345 \cdot 10^3 = 3,31 kNm$$

$$M_{Rd} = 3,31 kNm > M_{Ed} = 1,85 kNm$$

Warunek nośności został spełniony!