

OBLICZENIA STATYCZNE

1. Płyta fundamentowa piwnicy

Wstępne wymiarowanie :

a) założenia

Obliczeń dokonano wg [N-1]

- zbrojenie siatkami w dwóch rzędach

- stal AII => $\xi_{\text{eff,lim}} = 0,55$ (18G2-b)

- założona średnica zbrojenia siatek $\varnothing 8$

- dopuszczalna szerokość rozwarcia rys dla klasy środowiska XC2

wynosi $w_{\text{lim}} = 0,3$ mm, z uwagi na zapewnienie szczelności

przyjęto $w_{\text{lim}} = 0,1$ mm

- beton szczelny B25 W10 o charakterystykach :

$f_{\text{ck}} = 20,0$ MPa ; $f_{\text{ctk}} = 1,5$ MPa ; $f_{\text{ctm}} = 2,2$ MPa ;

$f_{\text{cd}} = 13,3$ MPa ; $f_{\text{ctd}} = 1,00$ MPa ; $E_{\text{cm}} = 30\,000$ MPa,

- stal A-I St3S-b ; A-II (18G2-b) o charakterystykach :

A-I - $f_{\text{yk}} = 240$ MPa ; $f_{\text{yd}} = 210$ MPa ; $f_{\text{tk}} = 320$ MPa,

A-II - $f_{\text{yk}} = 355$ MPa ; $f_{\text{yd}} = 310$ MPa ; $f_{\text{tk}} = 480$ MPa,

- otulina:

$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c$

$c_{\text{min}} \geq \varnothing$ jeżeli $d_g \leq 32$ mm

Dla założonej klasy ekspozycji XC2 przyjęto minimalną grubość otulenia zbrojenia

$c_{\text{min}} = 40$ mm

Odchyłkę zależną od poziomu wykonania i kontroli jakości w elementach betonowych wykonywanych w miejscu wbudowania założono $\Delta c = 10$ mm

Grubość otuliny wyniesie

$c_{\text{nom}} = 40 + 10 = 50$ mm

1.1. Płyta fundamentowa piwnicy

- założona średnica zbrojenia siatek $\varnothing 8$ co $0,150$ m o $A_s = 3,35 \cdot 10^{-4}$ m²

o stopniu zbrojenia $\rho_1 = 0,20\%$

- założona grubość płyty $h_f = 0,30$ m

- wysokość użyteczna przekroju

$d = h_f - c_{\text{nom}} - 0,5\varnothing$

$d = 0,20 - 0,030 - 0,5 \cdot 0,008 = 0,166$ m

$a_1 = 0,034$ m

$a_2 = 0,034$ m

- minimalne pole przekroju zbrojenia z uwagi na skurcz:

$$A_{s,\text{min}} = k_c \cdot k \cdot f_{\text{ct,eff}} \cdot \frac{A_{\text{ct}}}{\sigma_{s,\text{lim}}} = 0,4 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot \frac{0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,20}{280} = 0,000252 \text{ m}^2$$

$A_{s,\text{min}} = 2,52 \text{ cm}^2 \Rightarrow \rho_{\text{min}} = 0,126\% < \rho_1 = 0,20\%$

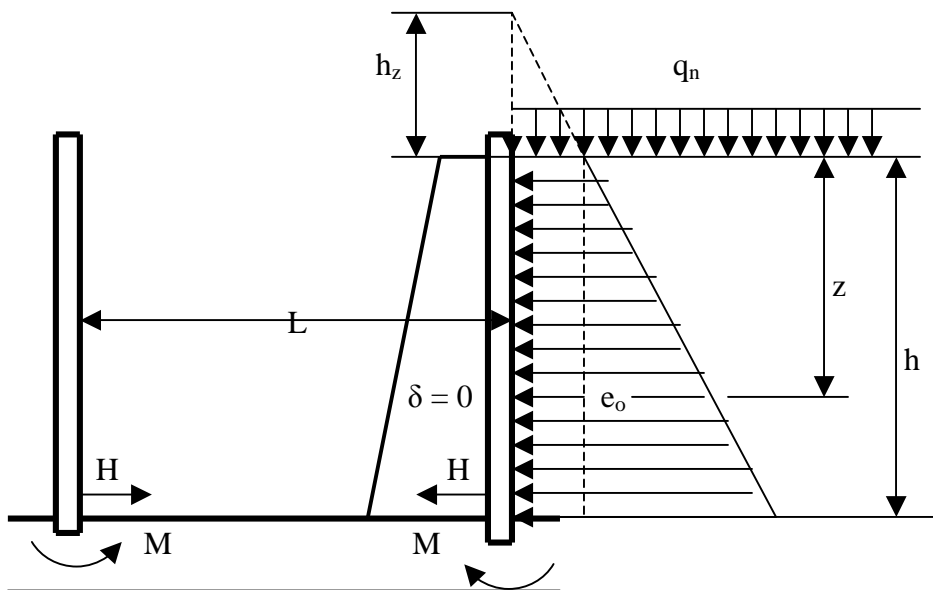
(warunek ograniczenia szerokości rys w_{lim})

- Obciążenie dna
 $\gamma = 10 \text{ kN/m}^2$, $l = 2 \text{ m}$
 $p = \gamma \cdot l = 20 \text{ kN/m}^2$,

1.2. Ściana piwnicy

2.2.1. Schemat wykonania obliczeń

Przypadek - parcie spoczynkowe gruntu $e_o \neq 0$



Ściana pionowa, naziem poziomy, obciążony równomiernie.

$\delta_2^{(n)} = 0$. Jednostkowe parcie spoczynkowe gruntu należy wyznaczyć ze wzoru:

$$e_o = (\gamma^{(n)} z + q_n) K_o$$

$$h_z = \frac{q_n}{\gamma^{(n)}}$$

γ – ciężar objętościowy gruntu, przyjęto dla $G_\pi = 20 \text{ kN/m}^3 \rightarrow \Phi_u^{(n)} - 16,80^\circ$

$$e_o = 56,88 \text{ kN}$$

$$M_x = 1,42 \text{ kN} \cdot \text{m/m}.$$

- założona średnica zbrojenia siatek w dwóch rzędach $\varnothing 8$ co $0,150 \text{ m}$
o $A_s = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ o stopniu zbrojenia $\rho_1 = 0,40\%$
- założona grubość ściany $h = 0,25 \text{ m}$
- wysokość użyteczna przekroju

$$d = h - c_{\text{nom}} - 0,5\varnothing$$

$$d = 0,25 - 0,030 - 0,5 \cdot 0,012 = 0,214 \text{ m}$$

Przyjęto zbrojenie podwójnie pionowo $\varnothing 12$ co 0,20 m
poziomo $\varnothing 8$ co 0,15 m

2.2.2. Stan graniczny zarysowania ściany żelbetowej

Rozpatrywane naprężenia rozciągające mogą wystąpić przed próbą szczelności ściany, dlatego w celu ustalenia warunków zarysowania spowodowanego przez odkształcenia wymuszone, pomija się oddziaływanie bezpośrednie.

Pole przekroju zbrojenia minimalnego należy obliczyć z uwagi na zarysowania od odkształceń spowodowanych dyssypacją ciepła podczas hydratacji betonu ściany.

Naprężenia w zbrojeniu w chwili powstania rysy można przyjąć jako odpowiadające granicy plastyczności zbrojenia poziomego ściany.

$$A_{s,\text{min}} = k_c \cdot k \cdot f_{\text{ct,eff}} \cdot \frac{A_{\text{ct}}}{\sigma_{s,\text{lim}}} = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot \frac{2,0 \cdot 0,18}{355} = 0,001784 \text{ m}^2$$

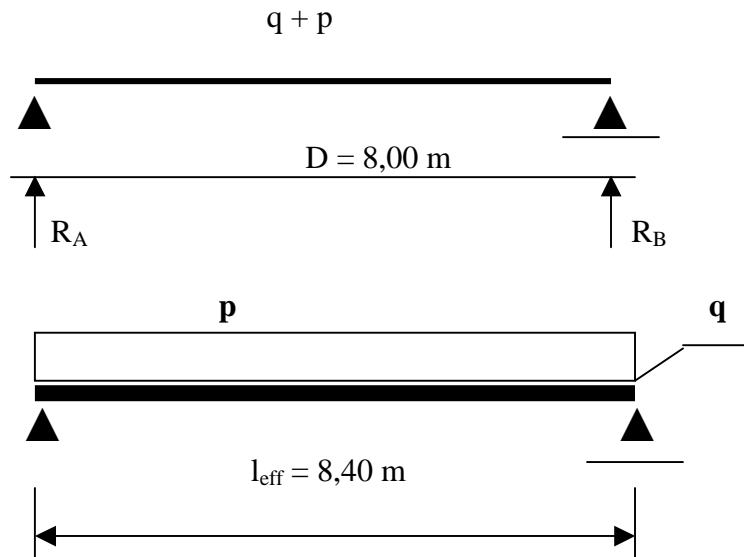
$$A_{s,\text{prov}} = 2 \cdot \frac{2000}{150} \cdot 0,503 = 13,41 \text{ cm}^2 / 2 = 6,71 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,\text{min}} = 8,92 \text{ cm}^2 > A_{s,\text{prov}} = 6,71 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie zastosowane zapewni odporność ściany na zarysowanie pod działaniem odkształceń wymuszonych. Aby uniknąć zarysowań zbiornika, należy zastosować beton B 25 na bazie cementu hutniczego 32,5, lub portlandzkiego 32,5 pod warunkiem jednoczesnego stosowania środków uplastyczniająco –uszczelniających.

3. Strop piwnicy

3.1. Schemat wykonania obliczeń



3.2. Zebranie obciążeń

Przyjęto :
 - płyta żelbetowa o gr. 0.30 m.

Zestawienie obciążeń stałych stropu

Pozycja obliczeń	Obciążenie charakterystyczne kN/m ²	$\gamma_{f > 1}$
Płyta	$0,30 \cdot 25,0 = 7,50$	1,1
Σ	$g_k = 7,50 \text{ kN/m}^2$	

Obciążenie zmienne:

Zgodnie z [N-2] zakłada się obciążenie zmienne użytkowe $p = 7,5 \text{ kN/m}^2$ oraz obciążenie wyjątkowe $A_q = 10 \text{ kN/m}^2$

$$p_0 = 7,5 \cdot 1,3 = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$A_q = 10 = 10,00 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie całkowite:

$$q_k = 7,50 + 9,60 = 10,75 \text{ kN/m}^2$$

$$q'_{01} = 13,0 \text{ kN/m}^2$$

M_{sd} - moment styczny

a – ugięcie

- założona grubość płyty $h_f = 0,30$ m
- wysokość użyteczna przekroju
 $d = h_f - c_{nom} - 0,5\emptyset$
 $d = 0,30 - 0,030 - 0,5 \cdot 0,016 = 0,262$ m

3.3. Wymiarowanie zbrojenia

Minimalne pole zbrojenia wynikające z prawa płaskich przekrojów i zależności pomiędzy odkształceniami i naprężeniami w strefie ściskanej betonu.

$$0,5 \xi_{eff}^2 - \xi_{eff} + \frac{M_{Sd}}{\alpha f_{cd} b d^2} = 0$$

$$0,5 \xi_{eff}^2 - \xi_{eff} + \frac{0,252}{0,85 \cdot 16,7 \cdot 1,0 \cdot 0,262^2} = 0$$

$$0,5 \xi_{eff}^2 - \xi_{eff} + 0,0881 = 0$$

$$\xi_{eff} = 0,0923$$

Z równań równowagi sił otrzymuje się stopień zbrojenia:

$$\rho = \frac{\alpha f_{cd} \xi_{eff}}{f_{yd}} \cdot 100\% = \frac{0,85 \cdot 16,7 \cdot 0,0923}{420} = 0,99\%$$

Przy wyliczonym stopniu zbrojenia wyznaczamy niezbędną powierzchnię:

$$A_{smin} = \rho b d = 0,34 \cdot 1,0 \cdot 0,165 = 0,002619 \text{ m}^2 < A_{s,prov} = 0,000654 \text{ m}^2$$

- graniczna wartość ugięcia a_{lim}

$$a_{lim} = (l_{eff} / 250) = 3,36 \text{ cm}$$

$$(l_{eff} / d)_{obl} = 8,40 / 0,262 = 32,06$$

Maksymalna wartość stosunku $(l_{eff} / d)_{max}$ wyznaczona z tablicy 13 [N-1] wynosi 17. Ponieważ wartość ta wyznaczona jest dla naprężeń w stali $\sigma_s = 250\text{MPa}$, dlatego też odczyt ten należy skorygować wg wzoru $250/\sigma_s$

$$\sigma_s = \frac{M_{Sd}}{\zeta d A_{s1}}$$

$$\sigma_s = \frac{0,252}{0,9 \cdot 0,262 \cdot 0,002619} = 408,06 \text{ MPa}$$

$$250 : 408,057 = 0,613 \text{ MPa}$$

$$(l_{\text{eff}}/d)_{\text{max}} = 17 \cdot (250/\sigma_s) = 17 \cdot 0,613 = 10,42 \cdot [200 \cdot (a_{\text{lim}}/l_{\text{eff}})] = 10,42 \cdot 0,8 = 8,336$$

$(l_{\text{eff}}/d)_{\text{obl}} = 8,33 < (l_{\text{eff}}/d)_{\text{max}} = 32,06$ – wartość dopuszczalna nie jest przekroczona, a więc sprawdzenie ugięć można pominąć.

Ostatecznie przyjęto dołem zbrojenie $\emptyset 16$ co 0,08 m
o $A_s = 26,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ o stopniu zbrojenia $\rho_1 = 10,0\%$

[N-1] – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone PN-B-03264 grudzień 2002r.

[N-2] – Prawo chroniące środowisko w obszarze rolnictwa.

[N-3] – Beton i jego technologie.

[N-4] – Ściany oporowe PN-83/B-03010