

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

Dach

Nachylenie połaci dachowej 5% $\alpha = 3,0^{\circ}$ $\cos\alpha = \cos 3,0^{\circ} = 0,999$
 $\sin\alpha = \sin 3,0^{\circ} = 0,05$

Obliczenia przeprowadzono jak dla dachu płaskiego.

Obciążenia stałe:

Papa asfaltowa	$3 \times 0,06\text{kN/m}^2 \times 1,2 = 0,22\text{kN/m}^2$
Papa podkładowa	$0,06\text{kN/m}^2 \times 1,2 = 0,07\text{kN/m}^2$
Deskowanie pełne grub. 2,5cm	$\underline{6,0\text{kN/m}^3 \times 0,025\text{m} \times 1,1 = 0,17\text{kN/m}^2}$ $0,40\text{kN/m}^2 \times 1,2 = \mathbf{0,50\text{kN/m}^2}$

Obciążenia zmienne:

Śnieg – strefa II wg PN-80/B-02010/Az1
 $S_k = Q_k \times C = 0,9 \times 0,8 = 0,72\text{kN/m}^2 \times 1,5 = \mathbf{1,08\text{kN/m}^2}$

Wiatr - strefa I wg PN- 77/B-02011
Obciążenia wiatrem ze względu na małą wartość i ssący charakter pominięto w dalszych obliczeniach.

Parametry drewna

Więźba dachowa płatwiowo-kleszczowa drewno klasy C30 (K-27)

wartość charakterystyczna modułu sprężystości wzdłuż włókien $E_k = 8,0\text{kN/mm}^2$

5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien $E_{0,05} = 8,0\text{kN/mm}^2$

średni moduł sprężyst. wzdłuż włókien wg tabl.Z-2.2.3-1 $E_{0,\text{mean}} = \mathbf{12,0\text{kN/mm}^2}$

średni moduł odkształcenia postaciowego wg tabl.Z-2.2.3-1 $G_{\text{mean}} = 0,75\text{kN/mm}^2$

klasa użytkowania konstrukcji 2

wilgotność 15%

klasy trwania obciążeń – wg tabl. 3.2.5

obc. stałe $k_{\text{mod}} = 0,60$

obc. śniegiem $k_{\text{mod}} = 0,80$

obc. wiatrem $k_{\text{mod}} = 0,90$

Do obliczeń przyjęto $k_{\text{mod}} = \mathbf{0.90}$ dla obciążenia o najkrótszym czasie trwania.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa do właściwości materiału wg tabl.3.2.2

$$\gamma_m = 1,30$$

Współczynnik modyfikujący ze względu na kształt przekroju poprzecznego dla przekrojów prostokątnych $k_m = 0,7$

Wytrzymałości charakterystyczne:

- wytrzymałość charakterystyczna drewna na zginanie - wg tabl.Z-2.2.3-1

$$f_{m,k} = 30,0\text{MPa}$$

- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie wzdłuż włókien –

wg tabl.Z-2.2.3-1 $f_{c,0,k} = 23,0\text{MPa}$

- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ściskanie w poprzek włókien –

wg tabl.Z-2.2.3-1 $f_{c,90,k} = 5,7\text{MPa}$

- wytrzymałość charakterystyczna drewna na ścinanie – wg tabl.Z-2.2.3-1

$$f_{v,k} = 3,0\text{MPa}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

- wytrzymałość obliczeniowa drewna na zginanie:

.....

- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie wzdłuż włókien:

.....

- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ściskanie prostopadłe do włókien

- wytrzymałość obliczeniowa drewna na ścinanie:

$$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} \times k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = \frac{3,0 \times 0,9}{1,3} = 2,08\text{MPa}$$

WYMIAROWANIE KROKWI

Max długość krokwi pomiędzy płatwiami $l = 500\text{cm}$

Rozstaw krokwi $a = 90\text{cm}$

Do obliczeń przyjęto schemat statyczny krokwi, jako belki swobodnie podpartej na płatwiach.

Przyjęto krokiew o wymiarach $b = 8\text{cm}$ $h = 18\text{cm}$

Obciążenie stałe prostopadłe do połaci dachu:

- obciążenie charakterystyczne:
 $g_k = a g_k = 0,9\text{m} \times 0,4\text{kN/m}^2 = \mathbf{0,36\text{kN/m}^2}$

- obciążenie obliczeniowe:
 $g_d = a g_d = 0,9\text{m} \times 0,5\text{kN/m}^2 = \mathbf{0,45\text{kN/m}^2}$

Obciążenia zmienne prostopadłe do połaci dachu:

Obciążenie prostopadłe do połaci dachu:

- obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = a \times s_k = 0,9 \times 0,72 = \mathbf{0,65\text{kN/m}}$$

współczynnik dla obciążenia śniegiem $\gamma_f = 1,5$

- obciążenie obliczeniowe:

$$p_d = a \times s_d = 0,9 \times 1,08 \times 1,5 = \mathbf{1,45\text{kN/m}}$$

Maksymalny obliczeniowy moment zginający:

$$M_y = 0,125 (g_d + p_d) l^2 = 0,125 (0,45 + 1,45) 5,0^2 = \mathbf{5,94\text{kNm} = 5\,940\,000\text{Nmm}}$$

Przyjęto krokwie o wymiarach przekroju **8 x 18cm**

Wskaźnik wytrzymałości przekroju krokwi:

$$W_y = \frac{I_y}{l} = 432\,000\text{mm}^3$$

Moment bezwładności przekroju krokwi:

$$I_y = \frac{W_y \cdot l}{1} = 38\,880\,000\text{mm}^4$$

Sprawdzenie warunku stanu granicznego nośności krokwi

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{5940000}{432000} = 13,8\text{N/mm}^2 \leq f_{m,d} = 20,8\text{N/mm}^2$$

Sprawdzenie warunku stanu granicznego użyteczności krokwi

$$u_{fin} = \frac{M_y}{EI_y} = 17,6\text{mm}$$

$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} < 17,6\text{mm}$

WYMIAROWANIE PŁATWI

Przyjęto schemat statyczny belki swobodnie podpartej o rozpiętości obliczeniowej 2,70m.

Założono wymiary przekroju poprzecznego płatwi: $\mathbf{b \times h = 14 \times 14\text{cm}}$

Na płatew działa obciążenie z pasma o szerokości 5,0m

Kombinacja obciążeń dla stanu granicznego nośności:

- współczynnik jednoczesności obciążeń wg PN-82/B-02000
 $\psi_{01}=1$ - dla śniegu
- ciężar płatwi: $g_{pk} = 0,14\text{m} \times 0,16\text{m} \times 6,0\text{kN/m}^3 = \mathbf{0,13\text{kN/m}}$
 $g_p = 0,14\text{m} \times 0,16\text{m} \times 6,0\text{kN/m}^3 \times 1,1 = \mathbf{0,15\text{kN/m}}$
- obciążenia pionowe płatwi:
 $q_{yk} = 5,0 \times (g_k + \psi_{01} \times S_k) + g_{pk} =$
 $5,0\text{m} \times (0,36 + 1,0 \times 0,72) + 0,13 = \mathbf{5,53\text{kN/m}}$
 $q_y = 5,0 \times (g_d + \psi_{01} \times S_d) + g_p =$
 $5,0\text{m} \times (0,45 + 1,0 \times 1,08) + 0,15 = \mathbf{7,80\text{kN/m}}$

Stan graniczny nośności:

Siły wewnętrzne w płatwi:

- moment zginający od obciążeń pionowych:

$$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 0,125 \times 7,80 \times 2,70^2 = \mathbf{7,10\text{kNm}}$$

Charakterystyka geometryczna przekroju płatwi:

- pole przekroju poprzecznego płatwi $A_d = b \times h = 14 \times 14 = 196\text{cm}^2$
- wskaźnik wytrzymałości przekroju względem osi x $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 457\text{cm}^3$
- wskaźnik wytrzymałości przekroju względem osi y $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 457\text{cm}^3$
- moment bezwładności przekroju względem osi x $I_x = \frac{b \times h^3}{12} = 3201\text{cm}^4$

- moment bezwładności przekroju względem osi y $I_y = \frac{h \times b^3}{12} = 3201 \text{ cm}^4$

Naprężenia obliczeniowe od zginania

- od obciążeń pionowych $\frac{710}{457} = 1,55 \text{ kN/cm}^2 = 15,50 \text{ MPa}$

Warunki stanu granicznego nośności dla elementów zginanych wg 4.1.5 PN

$$k_m \times \frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} = 0,7 \times \frac{15,50}{20,77} = 0,52 \text{ MPa} < 1$$

$$\frac{\sigma_{n,x,d}}{f_{m,x,d}} = \frac{15,50}{20,77} = 0,75 \text{ MPa} < 1$$

Stan graniczny użyteczności:

ugięcia graniczne wg tab. 5.2 PN

$$\frac{270}{200} = 1,35 \text{ cm}$$

- od obciążeń pionowych < 20

$$u_{ins,y} = \frac{5}{384} \times \frac{q_{yk} \times L_m^4}{E_{0,mean} \times I_x} \left[1 + 19,2 \left(\frac{h}{L_m} \right)^2 \right] = \frac{5}{384} \times \frac{0,0553 \times 270^4}{1200 \times 3201} \left[1 + 19,2 \left(\frac{14}{270} \right)^2 \right] = 1,05 \text{ cm}$$

$$1,05 \text{ cm} < \frac{Lm}{200} = 1,35 \text{ cm}$$

Przyjęto więźbę dachowa:

Krokwie 8 x 18cm co 90cm

Słupki 14 x 14cm

Murłata 14 x 14cm

Płatew 14 x 14cm

Strop nad parterem

Obciążenia stałe:

Strop kanałowy o rozpiętości do 6,0m

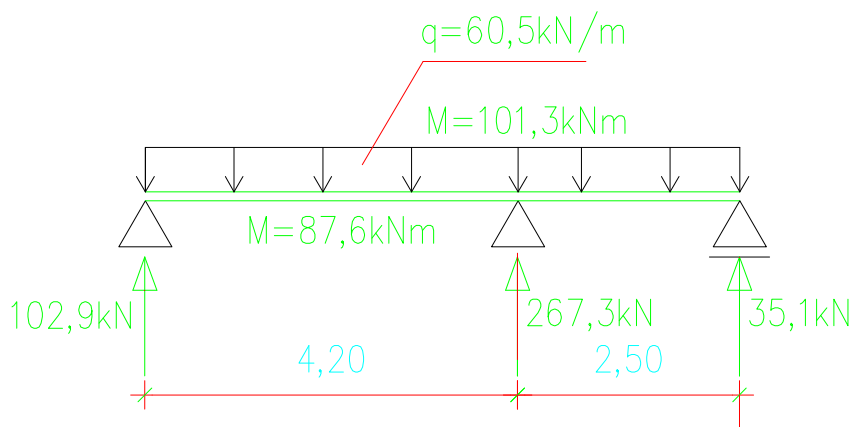
Gress grub.1cm	$23,0\text{kN/m}^3 \times 0,01\text{m} \times 1,2 = 0,28\text{kN/m}^2$
Szlachta cementowa zbrojona siatką	$0,04\text{m} \times 21,0\text{kN/m}^3 \times 1,3 = 1,1\text{kN/m}^2$
Styropian FS20 grub.3,0cm	$0,45\text{kN/m}^3 \times 0,03\text{m} \times 1,2 = 0,016\text{kN/m}^2$
Papa izolacyjna	$0,06\text{kN/m}^2 \times 1,2 = 0,07\text{kN/m}^2$
Płyty kanałowe grub. 24,0cm	$3,5\text{kN/m}^2 \times 1,1 = 3,85\text{kN/m}^2$
Tynk cem-wap grub. 1,5cm	$0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^2 \times 1,3 = 0,37\text{kN/m}^2$
Obciążenie zastępcze od ścianek działowych	$1,25\text{kN/m}^2 \times 1,4 = 1,75\text{kN/m}^2$
	6,20kN/m² 6,50kN/m²

Obciążenia użytkowe:

$$2,0\text{kN/m}^2 \times 1,4 = \mathbf{2,8\text{kN/m}^2}$$

$$3,0\text{kN/m}^2 \times 1,3 = \mathbf{3,9\text{kN/m}^2}$$
 dla klatek schodowych

PODCIAG P-1 szt. 4 Beton C25/30 (B30) Stal A-III
Wymiary podciagu 36 x 45cm



$$q = (6,50 + 2,80)\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 55,8\text{kN/m}$$

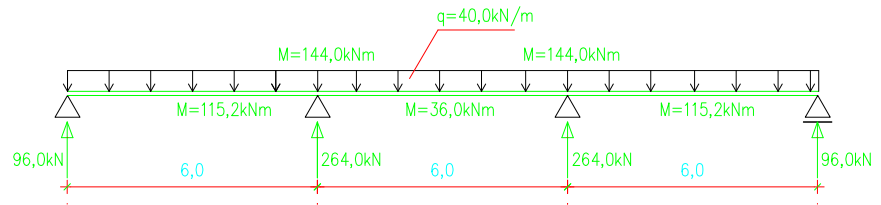
$$\text{c.w. podciagu } 0,36\text{m} \times 0,45\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 4,5\text{kN/m}$$

Zbrojenie górną 7 ϕ 12

Dołem 6 ϕ 12

Strzemiona dwucięte ϕ 6 co 10cm przy podporach na odc. 0,5m

BELKA B-1 szt. 1 Beton C25/30 (B30) Stal A-III
Wymiary belki 25 x 45cm



Ciężar muru z gazobetonu + 12 cm styropian

$$8,0\text{kN/m}^3 \times 0,37\text{m} \times 4,5\text{m} \times 1,1 = \mathbf{14,7\text{kN/m}}$$
$$0,45\text{kN/m}^3 \times 0,12\text{m} \times 4,50\text{m} \times 1,2 = \mathbf{0,30\text{kN/m}}$$

Wieniec żelbetowy

$$25,0\text{kN/m}^3 \times 0,24 \times 0,37 \times 1,1 = \mathbf{2,5\text{kN/m}}$$

Obustronny tynk na ścianach

$$0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^3 \times 2 \times 4,5\text{m} \times 1,3 = \mathbf{3,5\text{kN/m}}$$

Obc. od stropu nad parterem + warstwy wykończ. + obc. użytkowe

$$(6,5\text{kN/m}^2 + 2,8\text{kN/m}^2) \times 1,0\text{m} = \mathbf{9,3\text{kN/m}}$$

Obc. od stropu nad piętrem + warstwy wykończ.

$$4,6\text{kN/m}^2 \times 1,0\text{m} = \mathbf{4,6\text{kN/m}}$$

Obc. dachem

$$1,0\text{kN/m}^2 \times 1,0\text{m} = \mathbf{1,0\text{kN/m}}$$

$$q = 14,7\text{kN/m} + 0,3\text{kN/m} + 2,5\text{kN/m} + 3,5\text{kN/m} + 9,3\text{kN/m} + 4,6\text{kN/m} + 1,0\text{kN/m} + 3,1\text{kN/m} = \mathbf{39,0\text{ kN/m}}$$

$$\text{c.w. beki } 0,25\text{m} \times 0,45\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 3,10\text{kN/m}$$

Zbrojenie górą 4 \emptyset 20

Dołem 5 \emptyset 16

Strzemiona dwucięte \emptyset 8 co 10cm przy podporach na odc. 1,50m,
co 20cm w przęśle

SŁUPY S-1 szt. 9

Przyjęto słupy 36 x 25cm Beton C25/30 (B30)

Stal A-III \emptyset 12

Wysokość słupa przyjęto 4,5m

c.w. słupa $25\text{kN/m}^3 \times 4,5\text{m} \times 0,36\text{m} \times 0,25\text{m} \times 1,1 = 11,5\text{kN}$

+ max reakcja z podciągu i belki $102,9\text{kN} + 264,0\text{kN} = 367,0\text{kN}$

$N = 11,5\text{kN} + 367,0\text{kN} = 378,5\text{kN}$

Przyjęto zbrojenie 8 \emptyset 12 A-III

Strzemiona \emptyset 6 co 20cm, przy podporach co 10cm na odc. 0,5m

STOPA F-1 POD SŁUP S-1 szt. 9

Słup S-1 o wymiarach 36 x 25cm Beton C25/30 (B30)

Stal A-III \emptyset 12

Przyjęto stopę 1,5 x 1,5m $h = 0,4\text{m}$

$F = 1,5 \times 1,5 = 2,25\text{m}^2$

$G = 1,5 \times 1,5 \times 0,4 \times 25,0 \times 1,1 = 24,75\text{kN}$

$\Sigma P = N+G = 367,0\text{kN} + 11,5\text{kN} + 24,75\text{kN} = 263,4\text{kN}$

$$\delta = \frac{403,25}{2,25} = 179,2\text{kPa}$$

Zbrojenie dołem \emptyset 12 co 20cm krzyżowo.

Strop nad piętrem

Obciążenia stałe:

Strop kanałowy o rozpiętości do 6,0m

Wełna mineralna twarda grub. 15cm	$2,0\text{kN/m}^3 \times 0,15\text{m} \times 1,2 = 0,36\text{kN/m}^2$
Płyty kanałowe grub. 24,0cm`	$3,5\text{kN/m}^2 \times 1,1 = 3,85\text{kN/m}^2$
Tynk cem-wap grub. 1,5cm	$0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^2 \times 1,3 = 0,37\text{kN/m}^2$
	$4,10\text{kN/m}^2$
	$4,60\text{kN/m}^2$

PODCIĄG P-5 szt. 1 Beton C25/30 (B30) Stal A-III
Wymiary podciągu 25 x 30cm

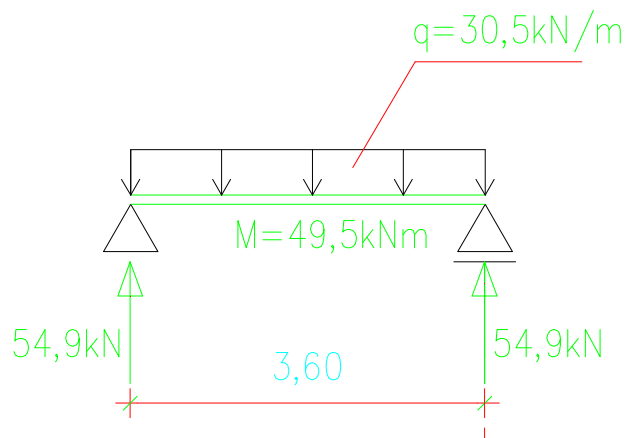
$$q = 4,60\text{kN/m}^2 \times (6,0\text{m}/2 + 3,6\text{m}/2) + 2,10\text{kN/m} + 6,0\text{kN/m} = 30,2\text{kN/m}$$

$$\text{c.w. podciągu } 0,25\text{m} \times 0,30\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = \mathbf{2,10\text{kN/m}}$$

Obc. dachem

$$1,0\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = \mathbf{6,0\text{kN/m}}$$

$$\frac{ql^2}{8} = \dots$$



Zbrojenie górną 2 ϕ 12

Dołem 5 ϕ 12

Strzemiona dwucięte ϕ 6 co 10cm przy podporach na odc. 0,5m.

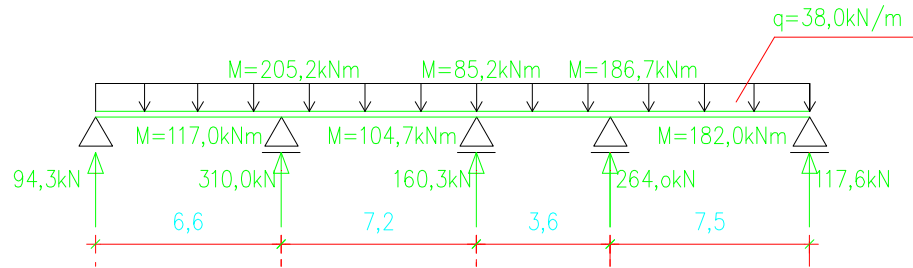
PODCIĄG P-6 szt. 1 Beton C25/30 (B30) Stal A-III
Wymiary podciągu 30 x 50cm

$$q = 4,60\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} + 4,13\text{kN/m} + 6,0\text{kN/m} = 37,7\text{kN/m}$$

c.w. podciagu $0,30\text{m} \times 0,50\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 4,13\text{kN/m}$

Obc. dachem

$1,0\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 6,0\text{kN/m}$



Zbrojenie górą $5\phi 20$

Dołem $4\phi 20$

Strzemiona dwucięte $\phi 8$ co 10cm przy podporach na odc. $1,5\text{m}$.

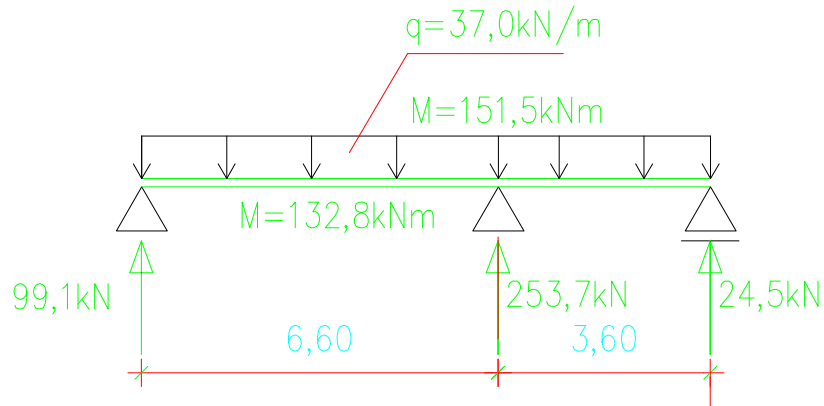
PODCIĄG P-7 szt. 2 Beton C25/30 (B30) Stal A-III
Wymiary podciagu $25 \times 45\text{cm}$

$q = 4,60\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} + 3,10\text{kN/m} + 6,0\text{kN/m} = 36,70\text{kN/m}$

c.w. podciagu $0,25\text{m} \times 0,45\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 3,10\text{kN/m}$

Obc. dachem

$1,0\text{kN/m}^2 \times 6,0\text{m} = 6,0\text{kN/m}$



Zbrojenie górną 4 ϕ 20

Dołem 5 ϕ 16

Strzemiona dwucięte ϕ 8 co 10cm przy podporach na odc. 1,5m.

KLATKA SCHODOWA

Beton C25/30 (B30), grubość płyty 12cm $\alpha = 29^\circ \cos 37^\circ = 0,875$

$h_s = 16,6\text{cm}$ $bs = 30\text{cm}$ $\text{tg } \alpha = \frac{0,166}{0,300} = 0,55$

Obciążenia stałe:

płyta biegowa $(0,12 \times 25\text{kN/m}^3) : 0,875 = 3,43\text{kN/m}^2 \times 1,1 = 3,80\text{kN/m}^2$

stopnie $0,5 \times 0,166\text{m} \times 23\text{kN/m}^3 = 1,91\text{kN/m}^2 \times 1,1 = 2,10\text{kN/m}^2$

warstwa wykończeniowa gres grub. 1cm
 $0,01\text{m} \times 23\text{kN/m}^3 = 0,23\text{kN/m}^2 \times 1,2 = 0,28\text{kN/m}^2$

tynk cem-wap od spodu biegu
 $(0,015 \times 19\text{kN/m}^3) : 0,875 = 0,357\text{kN/m}^2 \times 1,3 = 0,42\text{kN/m}^2$
 płyta biegowa **$g = 6,6\text{kN/m}^2$**

Obciążenia zmienne:

obc. użytkowe $p = 3,0\text{kN/m}^2 \times 1,3 = \mathbf{3,90\text{kN/m}^2}$

Wysokość użyteczna płyty biegowej $h_o = 12 - 1,5 = 10,5\text{cm}$ $b = 1,0\text{m}$

$M = 0,125 \times (6,6 + 3,9) \times 3,0^2 = 11,81\text{kNm}$

$Q = 0,5 \times (6,6 + 3,9) \times 3,0 = 15,75\text{kN}$

Zbrojenie główne $\varnothing 12$ co 15cm, zbrojenie rozdzielcze $\varnothing 6$ co 20cm

ciężar własny żebra $0,30 \times 0,31 \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 2,56\text{kN/m}$

obc. płytami biegowymi $(6,6 + 3,9) \times 3,0/2 = 15,75\text{kN/m}$

obc. spocznikiem

$l_o = 3,60\text{m}$

$M = 0,125 \times (2,56 + 15,75) \times 3,0^2 = 20,6\text{kNm}$

$Q = 0,5 \times (2,56 + 15,75) \times 3,0 = 27,5\text{kN}$

$h_o = 0,30 - 0,03 = 0,27\text{m}$ $b = 0,30\text{m}$

Zbrojenie główne 3 $\varnothing 12$ dołem, zbrojenie rozdzielcze $\varnothing 6$ co 20cm, przy podporach na odcinku 0,5m $\varnothing 6$ co 20cm

ŁAWA FUNDAMENTOWA KLATKI SCHODOWEJ

Ciężar ściany:

cegła kratówka 25cm + styropian 12cm + cegła kratówka 12cm

$13,0\text{kN/m}^3 \times 0,25\text{m} \times 8,0\text{m} \times 1,1 = \mathbf{28,60\text{kN/m}}$

$0,45\text{kN/m}^3 \times 0,12\text{m} \times 8,0\text{m} \times 1,2 = \mathbf{0,52\text{kN/m}}$

$13,0\text{kN/m}^3 \times 0,12\text{m} \times 8,0\text{m} \times 1,1 = \mathbf{13,73\text{kN/m}}$

Wieniec żelbetowy

$2 \times 25,0\text{kN/m}^3 \times 0,24 \times 0,37 \times 1,1 = \mathbf{4,90\text{kN/m}}$

Obustronny tynk na ścianach

$0,015\text{m} \times 19,0\text{kN/m}^3 \times 2 \times 8,0\text{m} \times 1,3 = \mathbf{6,0\text{kN/m}}$

Obc. od stropu nad parterem + warstwy wykończ. + obc. użytkowe

$(6,5\text{kN/m}^2 + 2,8\text{kN/m}^2) \times 3,0\text{m} = \mathbf{27,90\text{kN/m}}$

Obc. od stropu nad piętem + warstwy wykończ.

$4,6\text{kN/m}^2 \times (3,6\text{m}/2 + 6,0\text{m}/2) = \mathbf{22,10\text{kN/m}}$

Ściany podziemia

$$21\text{kN/m}^3 \times 0,45\text{m} \times 1,18\text{m} \times 1,1 = \mathbf{12,23\text{kN/m}}$$

$$0,45\text{kN/m}^3 \times 0,06\text{m} \times 1,08\text{m} \times 1,2 = \mathbf{0,035\text{kN/m}}$$

Obc. klatką schodową

$$25\text{kN/m}^3 \times 0,12\text{m} \times 1,8\text{m} \times 1,1 = \mathbf{5,94\text{kN/m}}$$

$$3,9\text{kN/m}^2 \times 1,8\text{m} = \mathbf{7,02\text{kN/m}}$$

Dopuszczalne naprężenia na grunt pod ławą fundamentową około 150kPa

$$g_{rs} = \frac{N_p + G_r}{1,0 \times B} = \frac{130 + 24,75}{1,0 \times 0,9} = 172\text{kPa}$$

$$G_r = B \times 1,0 \times D \times \gamma_z = 0,9 \times 1,0 \times 1,0 \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{24,75\text{kN}}$$

Przyjęto ławę szerokości 90cm Beton C25/30 (B30)