

Zebranie obciążeń

STROP KONDYGNACJI POWTARZALNEJ

WARSTWA	GRUBOŚĆ WARSTWY d(m)	CIEŻAR OBJĘTOŚCIOWY $\gamma(\text{kN/m}^3)$	wartość charakterystyczna oddziaływania stałego $G_k [\text{kN/m}^2]$	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa $G_d [\text{kN/m}^2]$
Parkiet dębowy	0,02	7	0,14	1,35	0,189
Podkład cementowy	0,02	24	0,48	1,35	0,648
1 x folia	-	-	0,02	1,35	0,03
Styropian	0,05	0,3	0,02	1,35	0,03
Strop żelbetowy	0,16	25	4,00	1,35	5,40
Tynk cem. - wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
				SUMA	6,682

STROPODACH

WARSTWA	GRUBOŚĆ WARSTWY d(m)	CIEŻAR OBJĘTOŚCIOWY $\gamma(\text{kN/m}^3)$	wartość charakterystyczna oddziaływania stałego $G_k [\text{kN/m}^2]$	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa $G_d [\text{kN/m}^2]$
2 x papa termozgrzewal na	0,01	-	0,1	1,35	0,135
Zaprawa cementowa	0,03	24	0,72	1,35	0,972
Styropian	0,15	0,3	0,045	1,35	0,061
Folia paroizolacyjna	-	-	0,02	1,35	0,03
Strop żelbetowy	0,16	25	4,00	1,35	5,40
Tynk cem. - wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
				SUMA	6,983

ŚCIANA WEWNĘTRZNA

WARSTWA	GRUBOŚĆ WARSTWY d(m)	CIEŻAR OBJĘTOŚCIOWY $\gamma(\text{kN/m}^3)$	wartość charakterystyczna oddziaływania stałego $G_k [\text{kN/m}^2]$	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa $G_d [\text{kN/m}^2]$
Tynk cem.-wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
Pustak Max	0,19	12	2,280	1,35	3,078
Tynk cem.-wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
				SUMA	3,848

ŚCIANA ZEWNĘTRZNA

WARSTWA	GRUBOŚĆ WARSTWY d(m)	CIEŻAR OBJĘTOŚCIOWY γ (kN/m ³)	wartość charakterystyczna oddziaływania stałego G_k [kN/m ²]	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa G_d [kN/m ²]
Tynk cem.-wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
Styropian	0,15	0,3	0,045	1,35	0,061
Pustak Max	0,19	12	2,28	1,35	3,078
Tynk cem.-wap.	0,015	19	0,285	1,35	0,385
				SUMA	3,908

Wieniec żelbetowy 19x24m	0,0456 m ²	25	1,140 [kN/m]	1,35	1,539
--------------------------	-----------------------	----	--------------	------	--------------

OBCIĄŻENIA ZMIENNE

Wiatr

Na potrzeby projektu przyjęto poniższe wartości obciążenia wiatrem. Studenci muszą w swoich projektach wyznaczyć te wartości zgodnie z procedurą wg EC.

Parcie wiatru	0,45 [kN/m ²]
Ssanie wiatru	0,35 [kN/m ²]

Śnieg

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

gdzie:

μ_i – współczynnik kształtu dachu (dla dachów o nachyleniu mniejszym niż 30° = 0,8)

C_e – współczynnik ekspozycji (dla terenu normalnego = 1,0)

C_t – współczynnik termiczny (przyjęto 1,0)

s_k – wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem (dla miasta Płock = 0,9)

s	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa G_d [kN/m ²]
0,72	1,5	1,08

Obciążenie zmienne technologiczne - strop	współczynnik częściowy dla oddziaływania γ_G	wartość obliczeniowa G_d [kN/m ²]
3	1,5	4,5

Sprawdzenie nośności filarka w ścianie zewnętrznej najniższej kondygnacji

1. Zebranie sił pionowych w trzech przekrojach charakterystycznych filarka

- pole powierzchni stropu, z jakiego filar zbiera obciążenie:

$$(163\text{cm} + 0,5 \times 115\text{cm} + 0,5 \times 115\text{cm}) \times 201\text{cm} = 5,59 \text{ m}^2$$

- obciążenie ze stropodachu

$$5,59 \times (6,983 + 1,08) = 45,07 \text{ kN}$$

- obciążenie ze stropów kondygnacji powtarzalnej (stałe i zmienne)

$$3 \times [5,59 \times (6,682 + 4,5)] = 187,52 \text{ kN}$$

- ciężar wieńców

$$2,78 \times 1,539 \times 4 = 17,22 \text{ kN}$$

- ciężar własny ścian nad rozpatrywaną ścianą

$$[((3,10 - 0,24) \times 2,78 - 2 \times (1,25 \times 0,575))] \times 3,908 \times 3 = 25,44 \times 3 = 76,32 \text{ kN}$$

- siła w analizowanych przekrojach ściany

przekrój 1-1

$$N_{d1} = 45,07 + 187,52 + 17,22 + 76,32 = 326,13 \text{ kN}$$

przekrój m-m

$$N_{dm} = 326,13 + 0,5 \times 25,44 = 338,85 \text{ kN}$$

przekrój 2-2

$$N_{d2} = 326,13 + 25,44 = 351,57 \text{ kN}$$

2. Określenie wytrzymałości charakterystycznej i obliczeniowej muru

- powierzchnia przekroju filara

$$A = 0,19 \times 1,63 = 0,31 \text{ m}^2$$

- wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie

$$f_k = \eta K f_b^{0,70} f_b^{0,30}$$

$K = 0,45$ współczynnik według tablicy NA.5;

$\eta = 1$ - wpływ spoiny podłużnej

$f_b = 20 \text{ MPa}$ - znormalizowana wielkość elementu murowego na ściskanie;

$f_b = 15 \text{ MPa}$ - wytrzymałość zaprawy murarskiej na ściskanie

$$f_k = 8,26 \text{ MPa}$$

- wytrzymałość obliczeniowa

$\gamma_m = 1,7$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa (element murowy kategoria 1, zaprawa projektowana, klasa A wykonania robót)

$\gamma_{Rd} = 1$ -pole powierzchni przekroju filarka $> 0,3$

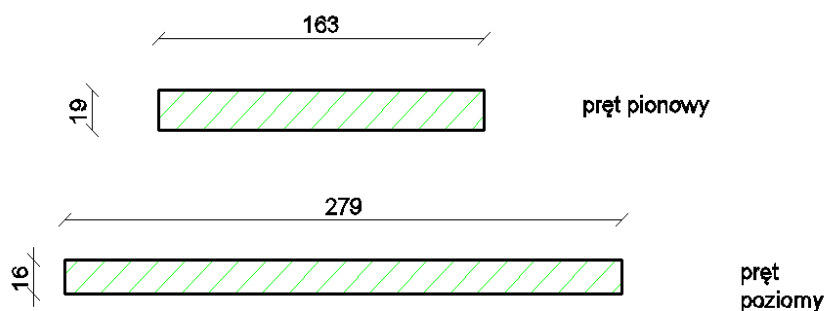
$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m \gamma_{Rd}} = 4,86 \text{ MPa}$$

3. Charakterystyki poszczególnych prętów (EI)

-moduł sprężystości muru $K_E = 1000$ $E = K_E \times f_k$ $E = 8,26 \text{ GPa}$

-moduł sprężystości betonu $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

4. Momenty bezwładności



Moment bezwładności pręta pionowego - filarka:

$$a = 1,63 \text{ m} \quad h = 0,19 \text{ m}$$

$$J_w = \frac{a \times h^3}{12} = 0,000932 \text{ m}^4$$

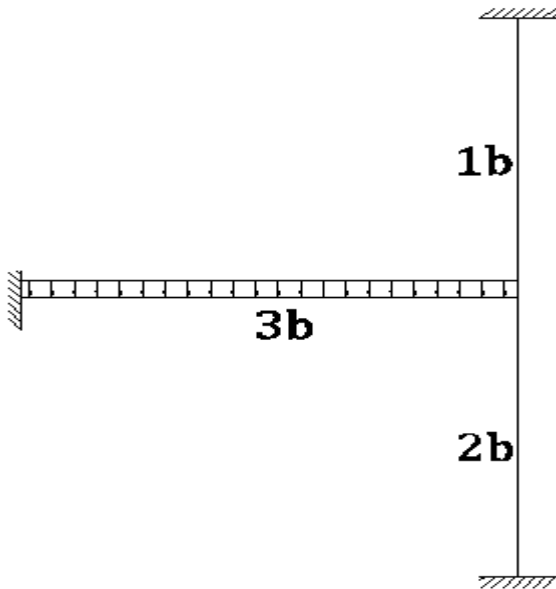
Moment bezwładności pręta poziomego – fragment płyty

$$a = 2,78 \text{ m} \quad h = 0,16 \text{ m}$$

$$J_f = \frac{a \times h^3}{12} = 0,000949 \text{ m}^4$$

Wyznaczenie momentów zginających od obciążenia pionowego

Momenty zginające w poszczególnych przekrojach filarka od obciążenia pionowego :



Moment u góry ściany:

- obciążenie pasma stropu $w_{3b} = 2,78 \times (6,682 + 4,5) = 31,09 \left[\frac{kN}{m} \right]$

- współczynnik redukujący moment w węźle ze względu na brak całkowitej sztywności węzła

$$n_{1b} = 4, n_{2b} = 4, n_{3b} = 4 \quad E_{1b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{2b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{3b} = E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad h_{1b} = 2,96 \text{ m}, h_{2b} = 2,96 \text{ m}, l_{3b} = 4,02 \text{ m}$$

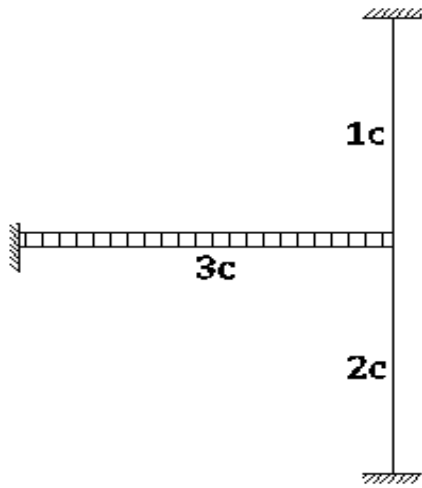
$$I_{1b} = J_w = 0,000932 \text{ m}^4 \quad I_{2b} = J_w = 0,000932 \text{ m}^4 \quad I_{3b} = J_f = 0,000949 \text{ m}^4$$

$$k_m = \min \left[\left(n_{3b} \frac{E_{3b} I_{3b}}{l_{3b}} \right) \left(n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}} + n_{1b} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}} \right)^{-1}, 2,0 \right] = 1,36$$

$$\eta = 1 - \frac{k_m}{4} = 0,66$$

$$M_{1d} = \eta \frac{n_{1b} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}}}{n_{1b} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}} + n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}} + n_{3b} \frac{E_{3b} I_{3b}}{l_{3b}}} \left[\frac{w_{3b} l_{3b}^2}{4(n_{3b} - 1)} \right] = 5,85 \text{ kNm}$$

Moment u dołu ściany:



- obciążenie pasma stropu $w_{3c} = 2,78 \times (6,682 + 4,5) = 31,09 \left[\frac{kN}{m} \right]$

- współczynnik redukujący moment w węźle ze względu na brak całkowitej sztywności węzła

$n_{1c} = 4, n_{2c} = 4, n_{3c} = 4$ $E_{1c} = E = 8,26 \text{ GPa}$, $E_{2c} = E = 8,26 \text{ GPa}$, $E_{3c} = E_{cm} = 30 \text{ GPa}$ $h_{1c} = 2,96 \text{ m}$, $h_{2c} = 2,96 \text{ m}$, $l_{3c} = 4,02 \text{ m}$

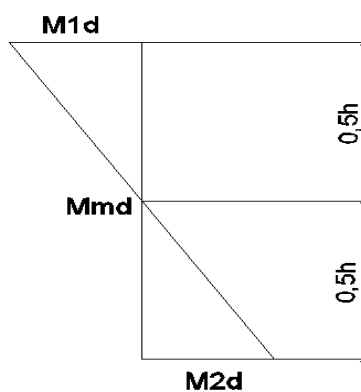
$I_{1c} = J_w = 0,000932 \text{ m}^4$ $I_{2c} = J_w = 0,000932 \text{ m}^4$ $I_{3c} = J_f = 0,000949 \text{ m}^4$

$$k_m = \min \left[\left(n_{3c} \frac{E_{3c} I_{3c}}{h_{3c}} \right) \left(n_{2c} \frac{E_{2c} I_{2c}}{h_{2c}} + n_{3c} \frac{E_{1c} I_{1c}}{l_{1c}} \right)^{-1}, 2,0 \right] = 1,36$$

$$\eta = 1 - \frac{k_m}{4} = 0,66$$

$$M_{2d} = \eta \frac{n_{2c} \frac{E_{2c} I_{2c}}{h_{2c}}}{n_{1c} \frac{E_{1c} I_{1c}}{h_{1c}} + n_{2c} \frac{E_{2c} I_{2c}}{h_{2c}} + n_{3c} \frac{E_{3c} I_{3c}}{l_{3c}}} \left[\frac{w_{3c} l_{3c}^2}{4(n_{3c} - 1)} \right] = 5,85 \text{ kNm}$$

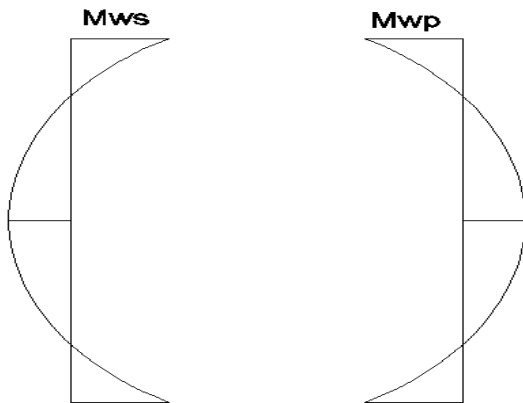
Moment w węźle środkowym:



$$M_{md} = 0,5 M_{1d} - 0,5 M_{2d} = 0$$

$$M_{md} = 0$$

Obliczeniowy moment zginający wywołany obciążeniem poziomym (wiatr) działającym bezpośrednio na ścianę :



- parcie wiatru :

$$w_p = 0,45$$

$$M_{wp} = \frac{w_p l_{floor} h_{wall}^2}{16}$$

$$M_{wp} = 0,69 \text{ kNm}$$

-ssanie wiatru

$$w_s = 0,35$$

$$M_{ws} = \frac{w_s l_{floor} h_{wall}^2}{16}$$

$$M_{ws} = 0,53 \text{ kNm}$$

Wysokość efektywna ściany:

$$\rho_n = 0,75$$

$$h_{ef} = \rho_n h$$

$$h_{ef} = 2,22 \text{ m}$$

Mimośród początkowy

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450}$$

$$e_{init} = 0,0049 \text{ m} = 0,49 \text{ cm}$$

Przekrój 1-1

Mimosród od obciążenia poziomego (wiatr - parcie)

$$e_{h1} = \frac{M_{wp}}{N_{d1}}$$

$$e_{h1} = 0,23 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{M_{1d}}{N_{d1}} + \frac{M_{wp}}{N_{d1}} + e_{init}$$

$$e_1 = 2,5 \text{ cm} > 0,05t = 0,95 \text{ cm}$$

$$e_1 = 2,5 \text{ cm} < 0,45t = 8,55 \text{ cm} \rightarrow \text{słuszny model}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\Phi_1 = 1 - \frac{2e_1}{t} = 0,737$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rd1} = \Phi_1 t f_d b = 1109,29 \text{ kN} > 326,13 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

Przekrój 2 - 2

$$e_2 = \frac{M_{2d}}{N_{d2}} + \frac{M_{wp}}{N_{d2}} + e_{init}$$

$$e_2 = 2,35 \text{ cm} > 0,05t = 0,95 \text{ cm}$$

$$e_2 = 2,35 \text{ cm} < 0,45t = 8,55 \text{ cm} \rightarrow \text{słuszny model}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\Phi_2 = 1 - \frac{2e_2}{t} = 0,753$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rd2} = \Phi_2 t f_d b = 1133,37 \text{ kN} > 351,57 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

Przekrój m - m

$$e_m = \frac{M_{2d}}{N_{dm}} + \frac{M_{wp}}{N_{dm}} + e_{init}$$

$$e_m = 0,69 \text{ cm}$$

$$e_m = \max(e_m, 0,05t)$$

$$e_m = 0,95 \text{ cm}$$

Mimośród wywołany przez pełzanie

$$t_{ef} = t$$

$$e_k = 0,002 \Phi_{00} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m}, \text{ ale}$$

$$\lambda_c = 11,33 \cdot 15 > \lambda_c \rightarrow e_k = 0 \text{ cm}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,95 \text{ cm}$$

Współczynnik redukcyjny w połowie wysokości ściany:

$$t_{ef} = t \quad A_1 = 1 - \frac{2e_{mk}}{t} \quad A_1 = 0,900$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,458$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$\Phi_m = 0,810$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rdm} = \Phi_m t f_d b = 1219,17 \text{ kN} > 338,85 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

Sprawdzenie nośności filarka w ścianie wewnętrznej najniższej kondygnacji

1. Zebranie sił pionowych w trzech przekrojach charakterystycznych filarka

- pole powierzchni stropu, z jakiego filar zbiera obciążenie:

$$(4,02/2 + 1,62/2) \times 1,90 = \mathbf{5,36 \text{ m}^2}$$

- obciążenie ze stropodachu

$$5,36 \times (6,983 + 1,08) = \mathbf{43,22 \text{ kN}}$$

- obciążenie ze stropów kondygnacji powtarzalnej (stałe i zmienne)

$$3 \times [5,36 \times (6,682 + 4,5)] = \mathbf{179,81 \text{ kN}}$$

- ciężar wieńców

$$1,90 \times 1,539 \times 4 = \mathbf{11,70 \text{ kN}}$$

- ciężar własny ścian nad rozpatrywaną ścianą

$$[(3,10 - 0,24) \times 1,90 - 2 \times (2,10 \times 0,45)] \times 3,848 \times 3 = 13,64 \times 3 = \mathbf{40,91 \text{ kN}}$$

- siła w analizowanych przekrojach ściany

przekrój 1-1

$$N_{d1} = 43,22 + 179,81 + 11,70 + 40,91 = \mathbf{275,64 \text{ kN}}$$

przekrój m-m

$$N_{dm} = 275,64 + 0,5 \times 13,64 = \mathbf{282,46 \text{ kN}}$$

przekrój 2-2

$$N_{d2} = 275,64 + 13,64 = \mathbf{289,28 \text{ kN}}$$

2. Określenie wytrzymałości charakterystycznej i obliczeniowej muru

- powierzchnia przekroju filara

$$A = 0,19 \times 1,0 = 0,19 \text{ m}^2$$

- wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie (jak w ścianie zewnętrznej)

$$f_k = \mathbf{8,26 \text{ MPa}}$$

- wytrzymałość obliczeniowa

$\gamma_m = 1,7$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa (element murowy kategoria 1, zaprawa projektowana, klasa A wykonania robót)

$\gamma_{Rd} = 1,25$ - pole powierzchni przekroju filarka $< 0,3$ (odczytano z tablicy N.A.2)

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m \gamma_{Rd}} = 3,89 \text{ MPa}$$

3. Charakterystyki poszczególnych prętów (EI)

-moduł sprężystości muru $K_E = 1000$ $E = K_E \times f_k$ $E = 8,26 \text{ GPa}$

-moduł sprężystości betonu $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

4. Momenty bezwładności

Moment bezwładności pręta pionowego - filarka:

$$a = 1,0 \text{ m} \quad h = 0,19 \text{ m}$$

$$J_w = \frac{a \times h^3}{12} = 0,000572 \text{ m}^4$$

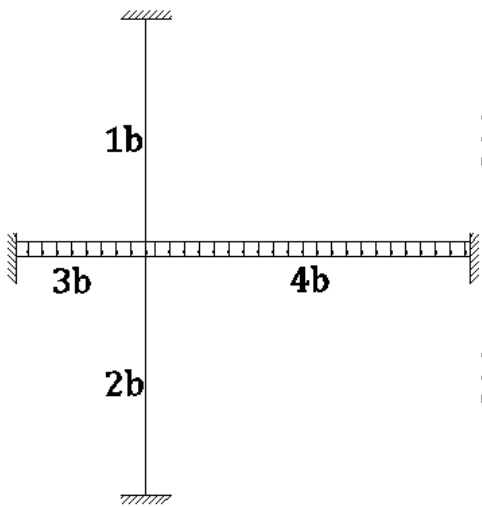
Moment bezwładności pręta poziomego - fragment płyty

$$a = 1,90 \text{ m} \quad h = 0,16 \text{ m}$$

$$J_f = \frac{a \times h^3}{12} = 0,000649 \text{ m}^4$$

5. Momenty zginające w poszczególnych przekrojach filarka od obciążenia pionowego

Moment u góry ściany:



- obciążenie pasma stropu ustalono tak, aby moment był największy:

$$w_{4b} = 1,90 \times (6,682 + 4,5) = 21,25 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$w_{3b} = 1,90 \times 6,682 = 12,70 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

-współczynnik redukujący moment w węźle ze względu na brak całkowitej sztywności węzła

$$n_{1c} = 4, n_{2c} = 4, n_{3c} = 4, n_{4c} = 4 \quad E_{1b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{2b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{3b} = E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{4b} = E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad h_{1b} = 2,96 \text{ m}, h_{2b} = 2,96 \text{ m}, l_{3b} = 1,62 \text{ m}, l_{4b} = 4,02 \text{ m}$$

$$I_{1b} = J_w = 0,000572 \text{ m}^4 \quad I_{2b} = J_w = 0,000572 \text{ m}^4 \quad I_{3b} = J_f = 0,000649 \text{ m}^4$$

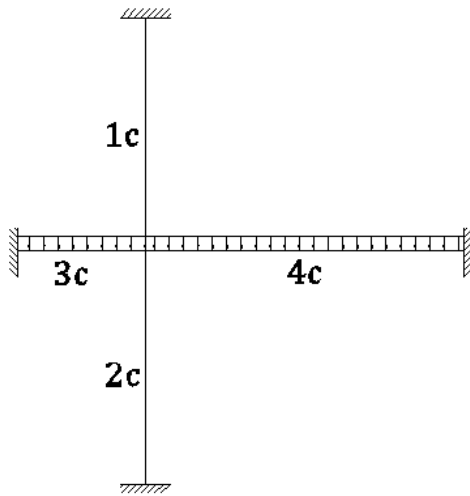
$$I_{4b} = J_f = 0,000649 \text{ m}^4$$

$$k_m = \min\left[\left(n_{3b} \frac{E_{3b} I_{3b}}{l_{3b}} + n_{4b} \frac{E_{4b} I_{4b}}{l_{4b}}\right) \left(n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}} + n_{1c} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}}\right)^{-1}, 2,0\right] = [5,27; 2,0] = 2,0$$

$$\eta = 1 - \frac{k_m}{4} = 0,5$$

$$M_{2d} = \eta \frac{n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}}}{n_{1b} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}} + n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}} + n_{3b} \frac{E_{3b} I_{3b}}{l_{3b}} + n_{4b} \frac{E_{4b} I_{4b}}{h_{4b}}} \left[\frac{w_{3b} l_{3b}^2}{4(n_{3b}-1)} - \frac{w_{4b} l_{4b}^2}{4(n_{4b}-1)} \right] = -1,03 \text{ kNm}$$

Moment u dołu ściany:



- obciążenie pasma stropu ustalono tak, aby moment był największy:

$$w_{4c} = 1,90 \times (6,682 + 4,5) = 21,25 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

$$w_{3c} = 1,90 \times 6,682 = 12,70 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

- współczynnik redukujący moment w węźle ze względu na brak całkowitej sztywności węzła

$$n_{1c} = 4, n_{2c} = 4, n_{3c} = 4, n_{4c} = 4 \quad E_{1b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{2b} = E = 8,26 \text{ GPa}, E_{3b} = E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{4b} = E_{cm} = 30 \text{ GPa} \quad h_{1b} = 2,96 \text{ m}, h_{2b} = 2,96 \text{ m}, l_{3b} = 1,62 \text{ m}, l_{4b} = 4,02 \text{ m}$$

$$I_{1b} = J_w = 0,000572 \text{ m}^4 \quad I_{2b} = J_w = 0,000572 \text{ m}^4 \quad I_{3b} = J_f = 0,000649 \text{ m}^4$$

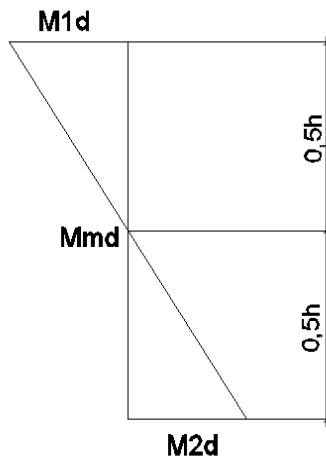
$$I_{4b} = J_f = 0,000649 \text{ m}^4$$

$$k_m = \min\left[\left(n_{3b} \frac{E_{3b} I_{3b}}{l_{3b}} + n_{4b} \frac{E_{4b} I_{4b}}{l_{4b}}\right) \left(n_{2b} \frac{E_{2b} I_{2b}}{h_{2b}} + n_{1c} \frac{E_{1b} I_{1b}}{h_{1b}}\right)^{-1}, 2,0\right] = [5,27; 2,0] = 2,0$$

$$\eta = 1 - \frac{k_m}{4} = 0,5$$

$$M_{1d} = \eta \frac{n_{1c} \frac{E_{1c} I_{1c}}{h_{1c}}}{n_{1c} \frac{E_{1c} I_{1c}}{h_{1c}} + n_{2c} \frac{E_{2c} I_{2c}}{h_{2c}} + n_{3c} \frac{E_{3c} I_{3c}}{l_{3c}} + n_{4c} \frac{E_{4c} I_{4c}}{h_{4c}}} \left[\frac{w_{3c} l_{3c}^2}{4(n_{3c}-1)} - \frac{w_{4c} l_{4c}^2}{4(n_{4c}-1)} \right] = 1,03 \text{ kNm}$$

Moment w węźle środkowym



$$M_{md} = 0,5M_{1d} - 0,5 M_{2d} = 0$$

$M_{md} = 0$ Brak momentu zginającego wywołanego obciążeniem poziomym (wiatr) ponieważ filar znajduje się wewnątrz budynku

Wysokość efektywna ściany:

$$\rho_n = 0,75$$

$$h_{ef} = \rho_n h = 0,75 \times 2,96$$

$$h_{ef} = 2,22 \text{ m}$$

Mimośród początkowy

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450}$$

$$e_{init} = 0,0049 \text{ m} = 0,49 \text{ cm}$$

Przekrój 1-1

Mimośród od obciążenia poziomego

$$e_{h1} = \frac{M_{wp}}{N_{d1}}$$

$$e_{h1} = 0,0 \text{ cm}$$

$$e_1 = \frac{M_{1d}}{N_{d1}} + \frac{M_{wp}}{N_{d1}} + e_{init}$$

$$e_1 = 0,86 \text{ cm} < 0,05t = 0,95 \text{ cm} \rightarrow \text{przyjęto } e_1 = 0,95$$

$$e_1 = 0,86 \text{ cm} < 0,45t = 8,55 \text{ cm} \rightarrow \text{słuszny model}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\Phi_1 = 1 - \frac{2e_1}{t} = 0,900$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rd1} = \Phi_1 t f_d b = 0,900 \times 19 \times 0,389 \times 100 = 665,19 \text{ kN} > 275,64 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

Przekrój 2 - 2

$$e_2 = \frac{M_{2d}}{N_{d2}} + \frac{M_{wp}}{N_{d2}} + e_{init}$$

$$e_2 = 0,85 \text{ cm} < 0,05t = 0,95 \text{ cm} \rightarrow \text{przyjęto } e_2 = 0,95$$

$$e_2 = 0,85 \text{ cm} < 0,45t = 8,55 \text{ cm} \rightarrow \text{słuszny model}$$

Współczynnik redukcyjny

$$\Phi_2 = 1 - \frac{2e_2}{t} = 0,900$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rd2} = \Phi_2 t f_d b = 0,900 \times 19 \times 0,389 \times 100 = 665,19 \text{ kN} > 289,28 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

Przekrój m - m

$$e_m = \frac{M_{2d}}{N_{dm}} + \frac{M_{wp}}{N_{dm}} + e_{init}$$

$$e_m = 0,49 \text{ cm} < 0,05t = 0,95 \text{ cm} \rightarrow \text{przyjęto } e_2 = 0,95$$

$$e_m = 0,49 \text{ cm} < 0,45t = 8,55 \text{ cm} \rightarrow \text{słuszny model}$$

Mimośród wywołany przez pełzanie

$$t_{ef} = t$$

$$e_k = 0,002 \Phi_{00} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m}, \text{ ale}$$

$$\lambda_c = 11,33 \cdot 15 > \lambda_c \rightarrow e_k = 0 \text{ cm}$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,95 \text{ cm}$$

Współczynnik redukcyjny w połowie wysokości ściany:

$$t_{ef} = t \quad A_1 = 1 - \frac{2e_{mk}}{t} \quad A_1 = 0,900$$

$$u = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = 0,458$$

$$\Phi_m = A_1 e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$\Phi_m = 0,810$$

Nośność obliczeniowa ściany w przekroju pod stropem górnej kondygnacji

$$N_{Rdm} = \Phi_m t f_d b = 0,810 \times 19 \times 0,389 \times 100 = 598,67 \text{ kN} > 282,46 \text{ kN} \rightarrow \text{nośność wystarczająca}$$

