

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI MUROWYCH

Użytkownik: Biuro Inżynierskie SPECBUD

Autor: mgr inż. Jan Kowalski

Tytuł: **Obliczenia ścian murowanych**

Poz.2.2. Ściana wewnętrzna

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów silikatowych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 20,0$ MPa

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, projektowana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 5,94$ MPa

Doraźny sieczny moduł sprężystości (wg Załącznika krajowego NA.6) $E = 5,94$ GPa

Końcowy współczynnik pełzania muru $\phi_\infty = 1,0$

Geometria:

Typ ściany: Ściana jednowarstwowa

Grubość ściany $t = 25,0$ cm

Długość ściany $l = 100,0$ cm

Wysokość ściany $h = 304,0$ cm

Analizowany przypadek stanowi fragment dłuższej ściany $\rightarrow \gamma_{Rd} = 1,00$

Węzeł górny:

- strop o konstrukcji żelbetowej

- ściana górna: $h_{2a} = 250,0$ cm, $J_{2a} = 130000,0$ cm⁴, $E_{2a} = 5,9$ GPa; utwierdzona

- strop górny lewy: $l_{3a} = 575,0$ cm, $J_{3a} = 108000,0$ cm⁴, $E_{3a} = 30,0$ GPa; utwierdzony

- strop górny prawy: $l_{4a} = 425,0$ cm, $J_{4a} = 108000,0$ cm⁴, $E_{4a} = 30,0$ GPa; utwierdzony

Węzeł dolny:

- strop o konstrukcji żelbetowej

- strop dolny lewy: $l_{3b} = 575,0$ cm, $J_{3b} = 108000,0$ cm⁴, $E_{3b} = 30,0$ GPa; utwierdzony

- strop dolny prawy: $l_{4b} = 425,0$ cm, $J_{4b} = 108000,0$ cm⁴, $E_{4b} = 30,0$ GPa; utwierdzony

- ściana dolna: $h_{1b} = 255,0$ cm, $J_{1b} = 130000,0$ cm⁴, $E_{1b} = 29,0$ GPa; utwierdzona

Podparcie ściany:

- ściana podparta u góry i u dołu i usztywniona wzdłuż obu krawędzi pionowych

- odległość osi ścian usztywniających $l_u = 575,0$ cm

Obciążenia charakterystyczne:

Obciążenie pionowe stałe z wyższych kondygnacji $N_{u,Gk} = 49,51$ kN

Obciążenie pionowe zmienne z wyższych kondygnacji $N_{u,Qk} = 10,00$ kN; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe lewego stropu górnego $g_{3a,k} = 4,17$ kN/m

Obciążenie zmienne lewego stropu górnego $q_{3a,k} = 2,00$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe prawego stropu górnego $g_{4a,k} = 4,17$ kN/m

Obciążenie zmienne prawego stropu górnego $q_{4a,k} = 2,00$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe lewego stropu dolnego $g_{3b,k} = 4,17$ kN/m

Obciążenie zmienne lewego stropu dolnego $q_{3b,k} = 2,00$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe prawego stropu dolnego $g_{4b,k} = 4,17$ kN/m

Obciążenie zmienne prawego stropu dolnego $q_{4b,k} = 2,00$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Ciążar własny charakterystyczny ściany $G_k = 15,50$ kN

ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

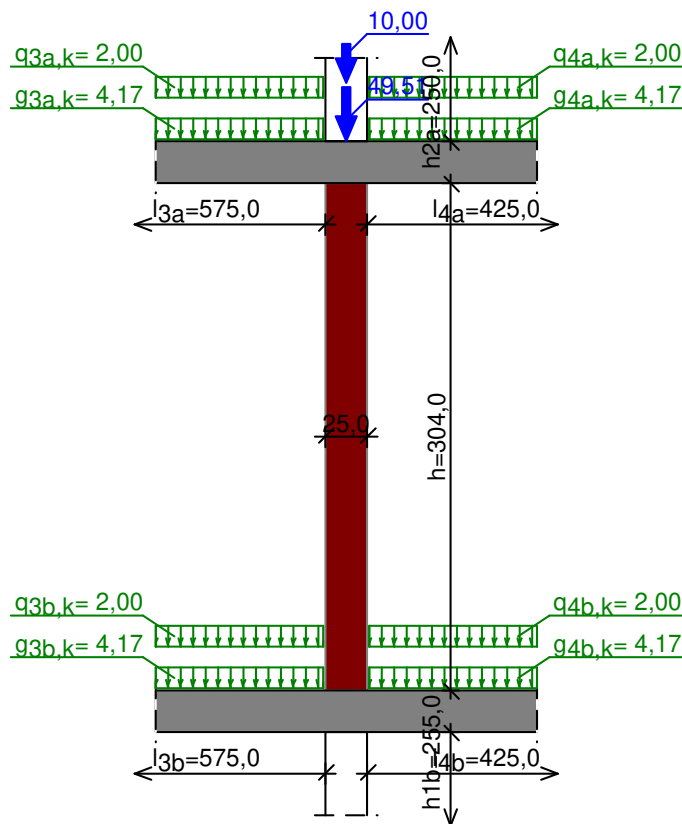
→ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,0$

Dla ścian podpierających strop o konstrukcji żelbetowej, obliczanych wg (1) i (2) Zał.C normy PN-EN 1996-1-1 (tzw. model ramowy):

Uwzględniono współczynnik redukcyjny η (redukcję mimośrodków) wyznaczany zgodnie z (3) Zał.C

Kombinacje SGN STR utworzono wg tablica A.1.2(B), wzór 6.10a i 6.10b normy PN-EN 1990

WYNIKI - Ściana obciążona głównie pionowo - metoda podstawowa uproszczona wg PN-EN 1996-1-1, Zał.C:



Warunek nośności u góry ściany:

decyduje kombinacja: **K5**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Qu + (1,5 \cdot 0,70 \cdot Q3a + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q4a)$

$\Phi_1 = 0,900$, $A = 0,250 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 2,97 \text{ MPa}$

$N_{1,Ed} = 115,99 \text{ kN} < N_{1,Rd} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 668,00 \text{ kN}$ (17,4%)

Warunek nośności w połowie wysokości ściany:

decyduje kombinacja: **K5**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Qu + (1,5 \cdot 0,70 \cdot Q3a + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q4a)$

$\Phi_m = 0,866$, $A = 0,250 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 2,97 \text{ MPa}$

$N_{m,Ed} = 126,45 \text{ kN} < N_{m,Rd} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 642,80 \text{ kN}$ (19,7%)

Warunek nośności u dołu ściany:

decyduje kombinacja: **K5**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Qu + (1,5 \cdot 0,70 \cdot Q3a + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q4a)$

$\Phi_2 = 0,900$, $A = 0,250 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 2,97 \text{ MPa}$

$N_{2,Ed} = 136,91 \text{ kN} < N_{2,Rd} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 668,00 \text{ kN}$ (20,5%)

Poz.2.3. Ściana między oknami

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 2

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 15,0$ MPa

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: do cienkich spoin o $f_m \geq 5$ MPa, projektowana

→ Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 3,33$ MPa

Doraźny sieczny moduł sprężystości (wg Załącznika krajowego NA.6) $E = 3,33$ GPa

Końcowy współczynnik pełzania muru $\phi_\infty = 1,0$

Geometria:

Typ ściany: Ściana jednowarstwowa usztywniona pilastrami

Grubość ściany $t = 25,0$ cm

Długość ściany $l = 200,0$ cm

Wysokość ściany $h = 310,0$ cm

Rozstaw pilastrów $l_p = 200,0$ cm

Wysokość pilastra $t_p = 38,0$ cm

Szerokość pilastra $b_p = 25,0$ cm

Węzeł górny:

- strop o konstrukcji żelbetowej

- ściana górna: $h_{2a} = 250,0$ cm, $J_{2a} = 260416,7$ cm⁴, $E_{2a} = 3,3$ GPa; utwierdzona

- strop górny prawy: $l_{4a} = 575,0$ cm, $J_{4a} = 189000,0$ cm⁴, $E_{4a} = 30,0$ GPa; utwierdzony

Węzeł dolny:

- strop o konstrukcji żelbetowej

- strop dolny prawy: $l_{4b} = 575,0$ cm, $J_{4b} = 370000,0$ cm⁴, $E_{4b} = 30,0$ GPa; utwierdzony

- ściana dolna: $h_{1b} = 255,0$ cm, $J_{1b} = 723000,0$ cm⁴, $E_{1b} = 29,0$ GPa; utwierdzona

Podparcie ściany:

- ściana podparta u góry i u dołu

Obciążenia charakterystyczne:

Obciążenie pionowe stałe z wyższych kondygnacji $N_{u,Gk} = 208,00$ kN

Obciążenie pionowe zmienne z wyższych kondygnacji $N_{u,Qk} = 45,35$ kN; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe prawego stropu górnego $g_{4a,k} = 30,47$ kN/m

Obciążenie zmienne prawego stropu górnego $q_{4a,k} = 11,10$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Obciążenie stałe prawego stropu dolnego $g_{4b,k} = 39,24$ kN/m

Obciążenie zmienne prawego stropu dolnego $q_{4b,k} = 22,20$ kN/m; $\Psi_0 = 0,7$

Ciężar własny charakterystyczny ściany $G_k = 30,32$ kN

Wiatr z lewej strony

Obciążenie poziome od ssania wiatru $w_{1k} = -0,704$ kN/m; $\Psi_0 = 0,6$

Obciążenie poziome od parcia wiatru $w_{2k} = 0,691$ kN/m; $\Psi_0 = 0,6$

ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: A

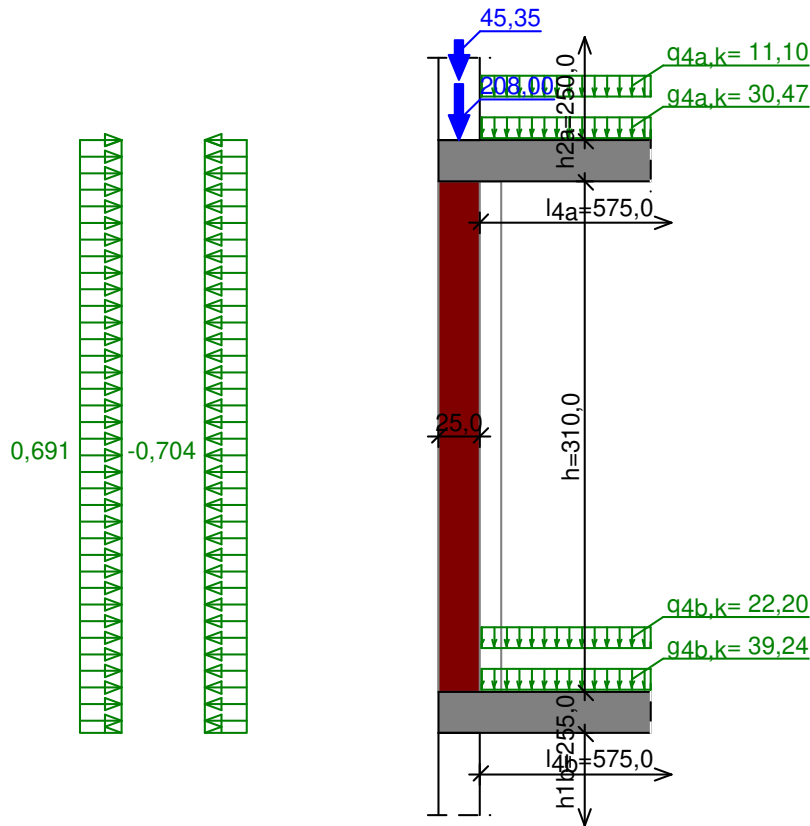
→ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 1,7$

Dla ścian podpierających strop o konstrukcji żelbetowej, obliczanych wg (1) i (2) Zał.C normy PN-EN 1996-1-1 (tzw. model ramowy):

Uwzględniono współczynnik redukcyjny η (redukcję mimośrodków) wyznaczany zgodnie z (3) Zał.C

Kombinacje SGN STR utworzono wg tablica A.1.2(B), wzór 6.10a i 6.10b normy PN-EN 1990

WYNIKI - Ściana obciążona głównie pionowo - metoda podstawowa uproszczona wg PN-EN 1996-1-1, Zał.C:



Warunek nośności u góry ściany:

decyduje kombinacja: **K11**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_u + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_{4a} + 1,5 \cdot 0,60 \cdot W_2$

$\Phi_1 = 0,698$, $A = 0,500 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 1,96 \text{ MPa}$

$N_{1,Ed} = 480,19 \text{ kN} < N_{1,Rd} = \Phi_1 \cdot A \cdot f_d = 682,93 \text{ kN} \quad (70,3\%)$

Warunek nośności w połowie wysokości ściany:

decyduje kombinacja: **K7**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_u + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_{4a} + 1,5 \cdot 0,60 \cdot W_1$

$\Phi_m = 0,814$, $A = 0,500 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 1,96 \text{ MPa}$

$N_{m,Ed} = 500,65 \text{ kN} < N_{m,Rd} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 797,30 \text{ kN} \quad (62,8\%)$

Warunek nośności u dołu ściany:

decyduje kombinacja: **K9**: $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_u + (1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_{4a} + 1,5 \cdot 0,70 \cdot Q_{4b}) + 1,5 \cdot 0,60 \cdot W_1$

$\Phi_2 = 0,871$, $A = 0,500 \text{ m}^2$, $f_d = f_k / \gamma_M = 1,96 \text{ MPa}$

$N_{2,Ed} = 521,11 \text{ kN} < N_{2,Rd} = \Phi_2 \cdot A \cdot f_d = 852,91 \text{ kN} \quad (61,1\%)$

Poz.2.4. Obciążenie skupione - belka stropowa 1

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 20,0$ MPa

Kategoria wykonania elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 5,94$ MPa

Geometria:

Grubość ściany	$t = 25,0$ cm
Długość ściany	$l = 300,0$ cm
Wysokość ściany	$h = 257,0$ cm

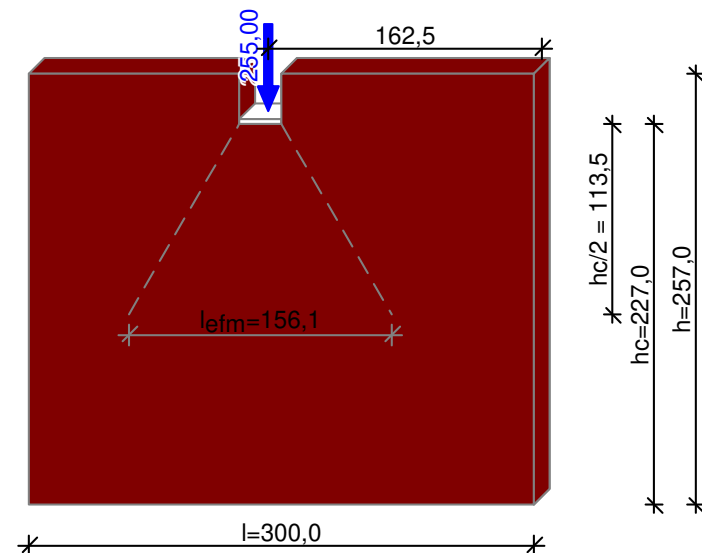
Obciążenia:

Obciążenie obliczeniowe pionowe skupione	$N_{Edc} = 255,00$ kN
Pole oddziaływania obciążenia skupionego	$a_l \times a_t = 25,0$ cm x 25,0 cm
Odległość obciążenia od prawej krawędzi ściany	162,5 cm
Wysokość ściany do poziomu obciążenia	$h_c = 227,0$ cm

ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa:	trwała
Kategoria wykonania robót:	A
\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,0$	

WYNIKI - Ściana obciążona siłą skupioną - metoda podstawowa wg PN-EN 1996-1-1, p.6.1.3:



Warunek nośności:

$$\beta = 1,500, A_b = 0,063 \text{ m}^2, f_d = f_k / \gamma_M = 2,97 \text{ MPa}$$

$$N_{Edc} = 255,00 \text{ kN} < N_{Rdc} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 278,33 \text{ kN} \quad (91,6\%)$$

Uwaga: Ścianę należy dodatkowo sprawdzić jako ścianę obciążoną głównie pionowo.

Poz.2.5. Ściana piwnic - pom.3

DANE:

Materiał:

Ściana z elementów ceramicznych grupy 1

Znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 15,0$ MPa

Kategoria wykonania elementu II

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

Mur ze spoiną podłużną $\rightarrow \eta = 0,8$

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie $f_k = 3,88$ MPa

Geometria:

Grubość ściany $t = 38,0$ cm

Długość ściany $l = 300,0$ cm

Wysokość ściany $h = 252,0$ cm

Odległość między ścianami poprzecznymi lub innymi elementami podpierającymi $b_c = 400,0$ cm

Obciążenia:

Obciążenie obliczeniowe z wyższych kondygnacji u góry ściany:

- wywołujące najbardziej niekorzystny wpływ $N_{1d,max} = 256,00$ kN

- wywołujące najmniej niekorzystny wpływ $N_{1d,min} = 213,00$ kN

Ciężar objętościowy muru $\rho = 18,0$ kN/m³

\rightarrow Ciężar własny charakterystyczny ściany $G_k = 51,71$ kN

Wysokość zasypania ściany gruntem $h_e = 200,0$ cm

Ciężar objętościowy gruntu $\rho_e = 18,5$ kN/m³

ZAŁOŻENIA:

Warunki stosowania metody uproszczonej, wymienione w p.4.5.(1) normy PN-EN 1996-3 są spełnione

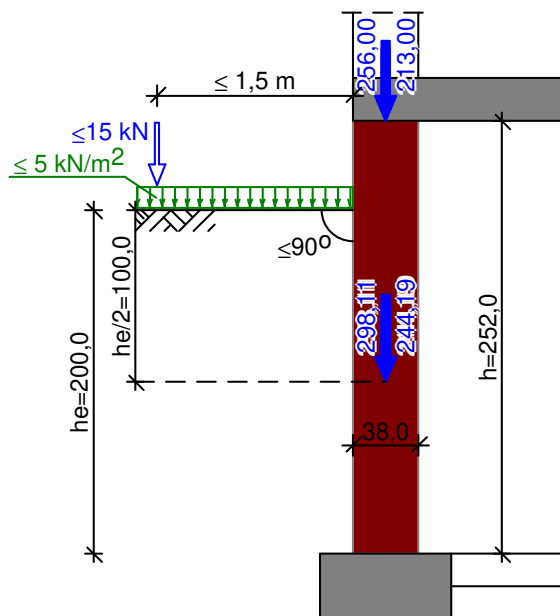
Sytuacja obliczeniowa: trwała

Kategoria wykonania robót: B

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru $\gamma_M = 2,5$

Współczynniki częściowe dla ciężaru własnego ściany: $\gamma_{G,sup} = 1,35$, $\gamma_{G,inf} = 1,00$

WYNIKI - Ściana piwnic poddana poziomemu parciu gruntu - metoda uproszczona wg PN-EN 1996-3, p.4.5:



Obciążenie obliczeniowe pionowe w połowie wysokości zasypania ściany:

- wywołujące najbardziej niekorzystny wpływ $N_{Ed,max} = 298,11 \text{ kN}$
- wywołujące najmniej niekorzystny wpływ $N_{Ed,min} = 244,19 \text{ kN}$

Sprawdzenie warunków wg p.4.5 normy:

$$\beta = 28,3, \quad f_d = f_k / \gamma_M = 1,55 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed,max} = 298,11 \text{ kN} < t \cdot l \cdot f_d / 3 = 590,34 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,min} = 244,19 \text{ kN} > \rho_e \cdot l \cdot h \cdot h_e^2 / (\beta \cdot t) = 52,11 \text{ kN}$$

Wniosek: Nie jest wymagane dodatkowe sprawdzenie ściany jako ściany obciążonej głównie pionowo.

Poz.2.6. Obciążenie poziome - ściana w osiach 1-2A

DANE:

Materiał:

Elementy murowe: Bloczki betonowe kl.15

- element z betonu kruszywowego grupy 1

- znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie $f_b = 15,0$ MPa

- kategoria elementu I

Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana $\rightarrow f_m = 5,0$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na rozciąganie przy zginaniu w płaszczyźnie zniszczenia równoległej do spoin wspornych $f_{xk1} = 0,10$ MPa

\rightarrow Wytrzymałość charakterystyczna muru na rozciąganie przy zginaniu w płaszczyźnie zniszczenia prostopadłej do spoin wspornych $f_{xk2} = 0,40$ MPa

Geometria:

Grubość ściany

$t = 25,0$ cm

Długość ściany

$l = 450,0$ cm

Wysokość ściany

$h = 252,0$ cm

Model obliczeniowy ściany:

płyta

Warunki podparcia ściany:

- krawędź górna

swobodna

- krawędź górna

podparta przegubowo

- krawędź pionowa lewa

podparta przegubowo

- krawędź pionowa prawa

utwierdzona

Obciążenia:

Obciążenie charakterystyczne poziome od parcia wiatru $w_k = 0,861$ kN/m²

ZAŁOŻENIA:

Sytuacja obliczeniowa:

trwała

Kategoria wykonania robót:

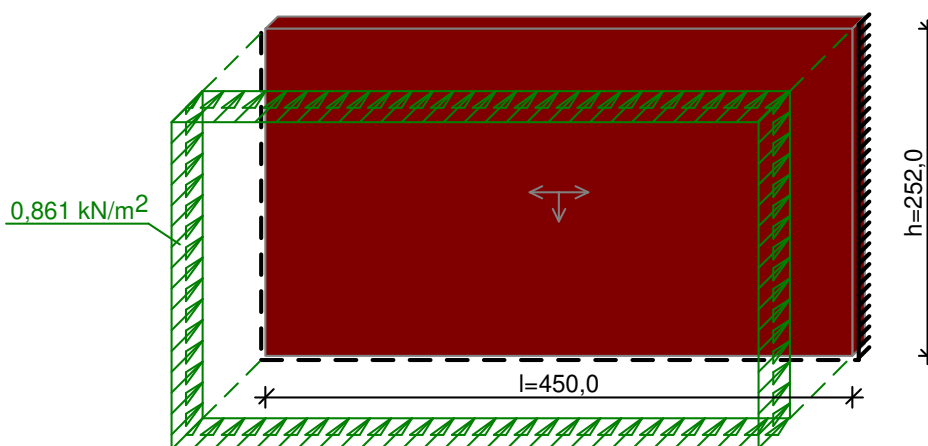
A

\rightarrow Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru

$\gamma_M = 2,0$

Współczynnik częściowy dla obciążenia prostopadłego do powierzchni ściany $\gamma_Q = 1,50$

WYNIKI - Ściana obciążona prostopadłe do swojej powierzchni - wg PN-EN 1996-1-1, p.6.3:



Warunek nośności w płaszczyźnie równoległej do spoin wspornych:

$$M_{Ed1} = \mu \cdot \alpha_2 \cdot W_{Ed} \cdot (1,05 \cdot l)^2 = 0,250 \cdot 0,055 \cdot 1,292 \text{ kN/m}^2 \cdot (1,05 \cdot 4,50 \text{ m})^2 = 0,40 \text{ kNm/mb}$$

$$M_{Rd1} = f_{xd1} \cdot Z = 0,050 \text{ MPa} \cdot 10416,67 \text{ cm}^2/\text{mb} = 0,52 \text{ kNm/mb}$$

$$M_{Ed1} = 0,40 \text{ kNm/mb} < M_{Rd1} = 0,52 \text{ kNm/mb} \quad (76,3\%)$$

Warunek nośności w płaszczyźnie prostopadłej do spoin wspornych:

$$M_{Ed2} = \alpha_2 \cdot W_{Ed} \cdot (1,05 \cdot l)^2 = 0,055 \cdot 1,292 \text{ kN/m}^2 \cdot (1,05 \cdot 4,50 \text{ m})^2 = 1,59 \text{ kNm/mb}$$

$$M_{Rd2} = f_{xd2} \cdot Z = 0,200 \text{ MPa} \cdot 10416,67 \text{ cm}^2/\text{mb} = 2,08 \text{ kNm/mb}$$

$$M_{Ed2} = 1,59 \text{ kNm/mb} < M_{Rd2} = 2,08 \text{ kNm/mb} \quad (76,3\%)$$

----- koniec wydruku -----