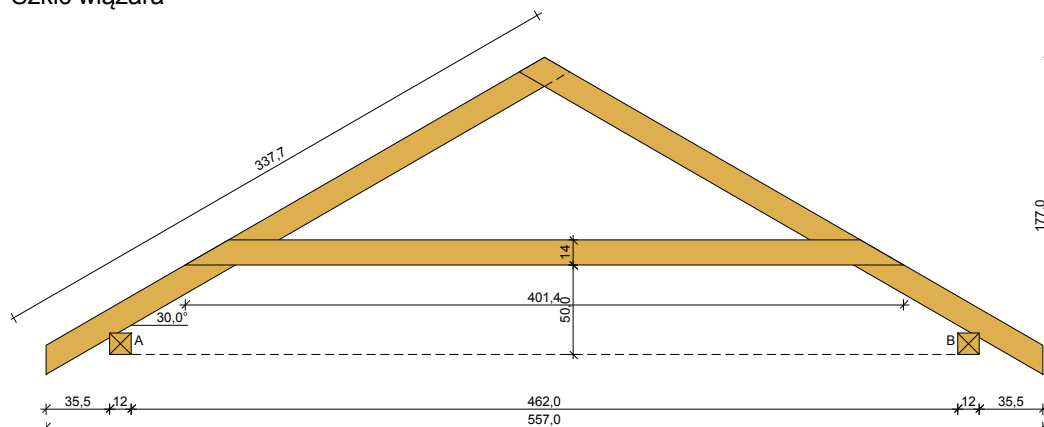


OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Opracował:
mgr inż. Oskar Goldmann

WIAZAR DACHOWY

Szkic wiazara



Geometria ustroju:

- Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 30,0^\circ$
- Rozpiętość wiazara $l = 5,57$ m
- Rozstaw murlat w świetle $l_s = 4,62$ m
- Poziom jętka $h = 0,50$ m
- Rozstaw wiazarów $a = 0,90$ m
- Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 0,50$ m
- Odległość między usztywnieniami bocznymi jętki $= 2,31$ m
- Rozstaw podparć poziomych murlaty $l_{mo} = 1,50$ m
- Wysięg wspornika murlaty $l_{mw} = 0,50$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 7/14 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 3 cm) z drewna C20
- jętka 7/14 cm z drewna C20,
- murlata 12/12 cm z drewna C20

Obciążenia (wartości charakterystyczne):

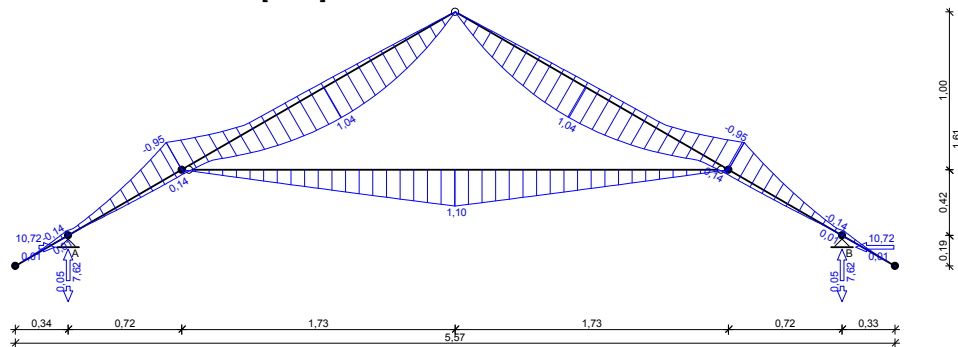
- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):
 - $g_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$
- uwzględniono ciężar własny wiazara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 3, $A=300$ m n.p.m., nachylenie połaci $30,0$ st.):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 1,44 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0,96 \text{ kN/m}^2$
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10,0$ m):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl I} = -0,24 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci nawietrznej $p_{kl II} = 0,14 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci zawietrznej $p_{kp} = -0,22 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniem na całej długości krokwi $g_{kk} = 0,45 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki : $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne jętki : $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki $F_k = 1,0 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

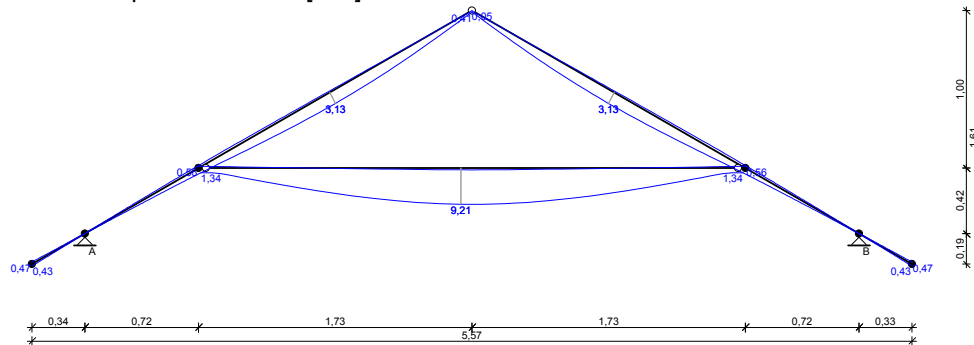
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	7,62 -0,05 7,12	10,03 0,07 10,72	K4: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II K26: stałe-min+wiatr z lewej K6: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z prawej-wariant II
6 (B)	7,62 -0,05 7,12	-10,03 -0,07 -10,72	K11: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II K28: stałe-min+wiatr z prawej K9: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej-wariant II

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C20**

→ $f_{m,k} = 20$ MPa, $f_{t,0,k} = 12$ MPa, $f_{c,0,k} = 19$ MPa, $f_{v,k} = 2,2$ MPa, $E_{0,mean} = 9,5$ GPa, $\rho_k = 330$ kg/m³

Krokiew 7/14 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - 3 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 56,0 < 150$

$\lambda_z = 24,7 < 150$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II

M = -0,95 kNm, N = 11,25 kN

$f_{m,y,d} = 12,31$ MPa, $f_{c,0,d} = 11,69$ MPa

$\sigma_{m,y,d} = 4,14$ MPa, $\sigma_{c,0,d} = 1,15$ MPa

$$k_{c,y} = 0,754$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,467 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,245 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0,14 \text{ kNm}, \quad N = 12,11 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,01 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,57 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,100 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -0,95 \text{ kNm}, \quad N = 11,25 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,25 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 2,01 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,619 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy jętką a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,28 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1998 / 200 = 9,99 \text{ mm} \quad (22,8\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,47 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 387 / 200 = 3,87 \text{ mm} \quad (12,1\%)$$

Jętka 7/14 cm z drewna C20

Smukłość

$$\lambda_y = 86,4 < 150$$

$$\lambda_z = 114,3 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 1,10 \text{ kNm}, \quad N = 3,80 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 10,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,79 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,39 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,389, \quad k_{c,z} = 0,232$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,542 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,609 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 8,89 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3461 / 200 = 17,31 \text{ mm} \quad (51,4\%)$$

Murlata 12/12 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8,47 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 11,91 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,min} = -0,06 \text{ kN/m (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M_z = 2,87 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 12,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 9,964 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,810 < 1$$

Część wspornikowa murlaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$q_{z,max} = 8,47 \text{ kN/m}$, $q_{y,max} = 11,91 \text{ kN/m}$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$M_y = 1,06 \text{ kNm}$, $M_z = 1,49 \text{ kNm}$

$f_{m,y,d} = 12,31 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 12,31 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 3,68 \text{ MPa}$, $\sigma_{m,z,d} = 5,17 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,593 < 1$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,629 < 1$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$u_{fin} = 0,74 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (14,7\%)$

BELKA-NADPROŻE

Obciążenie belki:

$Q = 7,62/0,82 + 0,3 \cdot 0,35 \cdot 25 \cdot 1,1 = 12,18 \text{ kN/m}$

$H = 10,72/0,82 = 13,07 \text{ kN/m}$

$M_y = 12,18 \cdot 4,96^2 / 8 = 37,45 \text{ kNm}$

$M_z = 13,07 \cdot 4,96^2 / 8 = 40,20 \text{ kNm}$

Kierunek M_y

DANE:

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 35,0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25 (C20/25)** → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,97$

Otulenie:

Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali: **A-III (34GS)** → $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 500 \text{ MPa}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Belka (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{sd} = 37,50 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 32,40 \text{ kNm}$

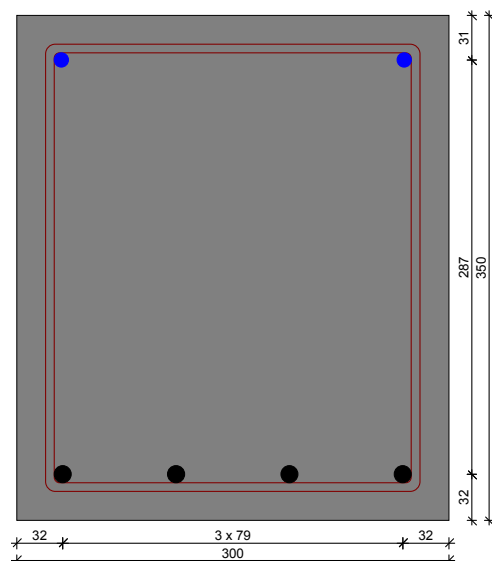
Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 2,64 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1,00$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):



Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,54 \text{ cm}^2$. Przyjęto $4\phi 12$ o $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,47\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 37,50 \text{ kNm} < M_{Rd} = 47,22 \text{ kNm}$ (79,4%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,229 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (76,2%)

Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 4,64 \text{ mm} < a_{lim} = 4960/200 = 24,80 \text{ mm}$ (35,2%)

Kierunek M_z

DANE:

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 35,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 30,0 \text{ cm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,97$

Otulenie:

Otulinie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali: A-III (**34GS**) $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 500 \text{ MPa}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Średnica $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Belka (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{sd} = 40,20 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 33,50 \text{ kNm}$

Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 4,96 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 1,00$

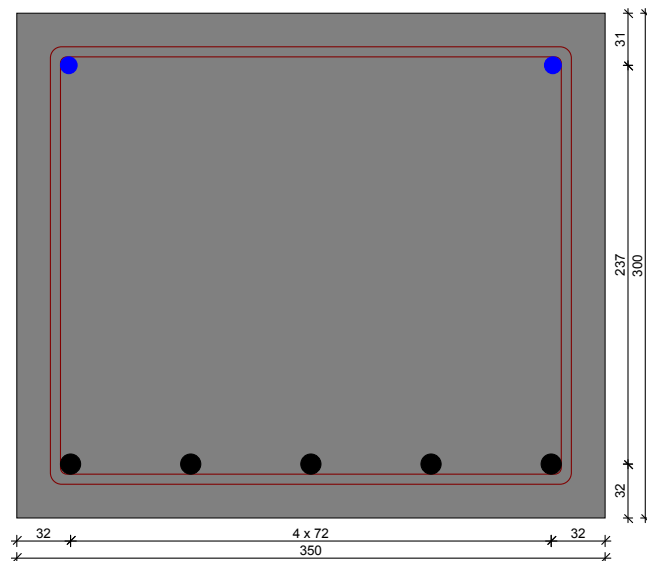
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):



Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne $A_s = 4,58 \text{ cm}^2$. Przyjęto **5 ϕ 12** o $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,60\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 40,20 \text{ kNm} < M_{Rd} = 48,85 \text{ kNm}$ (82,3%)

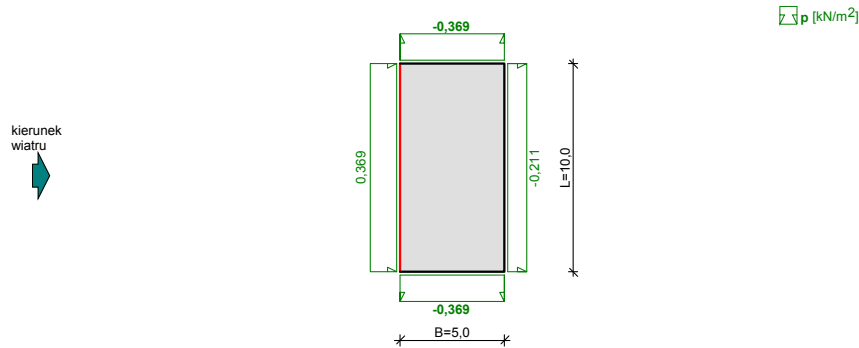
SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,226 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (75,2%)

Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 20,95 \text{ mm} < a_{lim} = 4960/200 = 24,80 \text{ mm}$ (84,5%)

Obciążenie wiatrem ścian budynku

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-1



Ściana nawietrzna:

- Budynek o wymiarach: B = 5,0 m, L = 10,0 m, H = 3,0 m
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; H = 300 m n.p.m. → $q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; z = H = 3,0 m → $C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 3,0 = 0,65$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty → $C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = 0,7$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = \mathbf{0,246 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,246 \cdot 1,5 = \mathbf{0,369 \text{ kN/m}^2}$$

Wariantramywewnętrznej

Strona nawietrzna

Obciążenie poziome z dachu: $q = \mathbf{10,72/0,82} = 13,10 \text{ kN/m}$

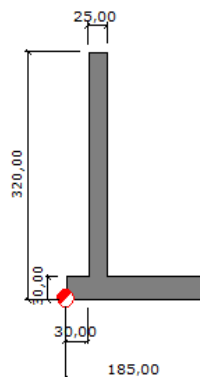
Obciążenie na słupek środkowy ramy: $P = 13,10 \cdot 5,0 = 65,5 \text{ kN}$

Strona zawiętrzna

Obciążenie poziome z dachu: $q = \mathbf{10,03/0,82} = 12,23 \text{ kN/m}$

Obciążenie na słupek środkowy ramy: $P = -12,23 \cdot 5,0 = -61,16 \text{ kN}$

MURY OPOROWE



3. Grunt:

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: A
- Nazium Głębokość gruntu za ścianą $H_0 = 320,00$ (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Mięszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I_p/I_L
1.	Gлина	0,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14

- Grunty za ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I_p/I_L
1	Piasek średni	100,00	100,00	-	wilgotne	0,200
2	Piasek średni	210,00	110,00	-	wilgotne	0,200

* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
-----	-------------------------------	------------------	--------	------------------------	-------------------------

	<i>N/m2]</i>	<i>eg]</i>	<i>obj.[kN/m3]</i>		
1	0,00	31,13	18,00	61,54	55,38
2	0,00	31,13	18,00	61,54	55,38

• **Gruntyprzedścianą:**

Opis:

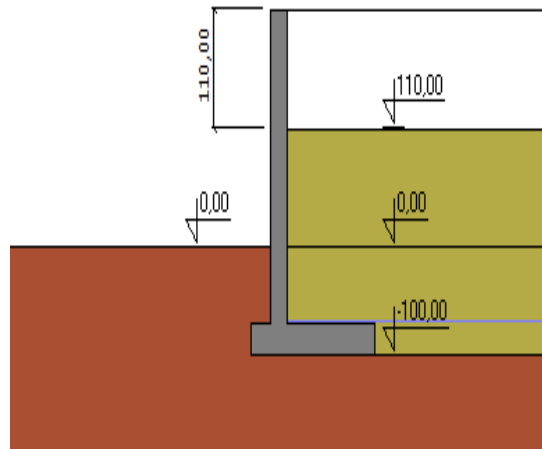
Lp.	Nazwagruntu	Poziom*[<i>cm</i> <i>]</i>	Mięższość[<i>cm</i> <i>cm]</i>	Typkonsolidac ji	Typwilgotn ości	<i>I_p/I_L</i>
1	Glina	100,00	100,00	B	-	0,350

* Względemlewegodolnegopunktustopy

Parametry:

Lp.	Spójność[<i>k</i> <i>N/m2]</i>	Kąttarcia[<i>D</i> <i>eg]</i>	Ciężar obj.[<i>kN/m3]</i>	<i>M_i</i> [<i>MN/m2]</i>	<i>M_o</i> [<i>MN/m2]</i>
1	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14

(cm)



4.Obciążenia

• **Zestawienieobciążeń**

- 1 równomiernierozłożone
- a1 stała x1 = 0,00 (m) x2 = 0,00 (m) P = 5,00 (kN/m2)
-

5.Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu $\varepsilon = 0,00$ (Deg)

Kąt nachyleniaściany $\beta = 0,00$ (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Gruntyzaścianą:

Lp.	Nazwagruntu	Poziom[cm]	Kąttarcia[D eg]	Ka	Ko	Kp
1.	Piasekśredni	-70,00	31,13	0,318	0,483	3,141
2.	Piasekśredni	0,00	31,13	0,288	0,483	4,436
3.	Piasekśredni	110,00	31,13	0,288	0,483	4,436

- Uogólnioneprzemieszczeniagraniczne

odpór 0,128

parcie 0,013

Gruntyprzedścianą:

Lp.	Nazwagruntu	Poziom[cm]	Kąttarcia[D eg]	Ka	Ko	Kp
1.	Gлина	0,00	15,47	0,533	0,733	1,943

- Uogólnioneprzemieszczeniagraniczne

odpór 0,132

parcie 0,013

NOŚNOŚĆ

- Rodzajpodłoża pod stopą: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowaneobciążeniewymiarujące:
 $N = -85,28$ (kN/m) $My = -36,60$ (kN*m) $Fx = -13,10$ (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy: $A = 161,62$ (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$\begin{aligned}
 N_B &= 0,476 & i_B &= 0,502 \\
 N_C &= 10,324 & i_C &= 0,664 \\
 N_D &= 3,559 & i_D &= 0,729
 \end{aligned}$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 345,97 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 3,286 > 1,000$

OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -76,92 \text{ (kN/m)}$ $My = -30,88 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -9,83 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych: $q = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Mięszczość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 185,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
 - dodatkowe: $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
 - wywołane ciężarem gruntu: $s_{zg} = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie: $S = 0,13 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -85,28 \text{ (kN/m)}$ $My = -36,60 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -13,10 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający: $Mo = 15,49 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu: $M_{uf} = 84,41 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $M_{uf} \cdot m / M_o = 3,924 > 1,000$

POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -85,28 \text{ (kN/m)}$ $My = -36,60 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -13,10 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy: $A = 185,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
 - gruntu (na poziomie posadowienia): $\mu = 0,226$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu: $= 100,000 \%$
- Spójność: $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu: $Q_{tr} = 13,10 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
 $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia: $Q_{tf} = 19,26 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1,059 > 1,000$

KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$

- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -76,92 \text{ (kN/m)}$ $M_y = -30,88 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $F_x = -9,83 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 $q_{\max} = 0,06 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 $q_{\min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu: $\alpha = 0,04 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
 $X = 300,87 \text{ (cm)}$
 $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $34,573 > 1,000$

Mur oporowy : Mur_2

1. Parametry obliczeniowe:

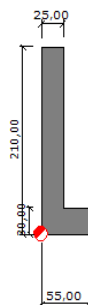
MATERIAŁ:

- BETON: klasa B 25, $f_{ck} = 20,00$ (MN/m²),
ciężar objętościowy = 24,00 (kN/m³)
- STAL: klasa A - III, $f_{yk} = 410,00$ (MN/m²)

OPCJE:

- Obliczenia wg normy: betonowej: PN-B-03264(2002)
gruntowej: PN-83/B-03010
- Otulina: $c_1 = 30,0$ (mm), $c_2 = 50,0$ (mm)
- Agresywność środowiska: X0
- Wymiarowanie muru ze względu na:
 - Nośność $m = 0,810$
 - Poślizg $m = 0,720$
 - Obrót $m = 0,720$
- Weryfikacja muru ze względu na:
 - Osiadanie średnie:
 $S_{dop} = 10,00$ (cm)
 - Różnicę osiadań:
 $DS_{dop} = 5,00$ (cm)
- Współczynniki redukcyjne dla:
 - Spójności gruntu 100,000 %
 - Tarcia gruntu 0,000 %
 - Odporu ściany 50,000 %
 - Odporu ostrogi 100,000 %
- Kąt tarcia grunt - ściana:
 - Odpór dla gruntów spoistych $-1/3 \times \phi$
 - Parcie dla gruntów spoistych $1/2 \times \phi$
 - Odpór dla gruntów niespoistych $-1/3 \times \phi$
 - Parcie dla gruntów niespoistych $1/2 \times \phi$

2. Geometria:



3. Grunt:

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: A
- Nazium Głębokość gruntu za ścianą Ho = 100,00 (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Mięszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I _D /I _L
1.	Glina	0,00	-	B	-	0,350

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1.	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14

- Grunty za ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I _D /I _L
1	Piasek średni	100,00	100,00	-	wilgotne	0,200
2	Piasek średni	210,00	0,00	-	wilgotne	0,200

* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1	0,00	31,13	18,00	61,54	55,38
2	0,00	31,13	18,00	61,54	55,38

- Grunty przed ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięszość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I _D /I _L
1	Glina	100,00	100,00	B	-	0,350

* Względem lewego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1	26,34	15,47	20,50	34,85	26,14

4. Obciążenia

- Zestawienie obciążeń

1 równomiernie rozłożone

a1 stała x1 = 0,00 (m) x2 = 0,00 (m) P = 5,00 (kN/m2)

5. Wyniki obliczeń geotechnicznych

PARCIA

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kąt nachylenia naziomu $\varepsilon = 0,00$ (Deg)

Kąt nachylenia ściany $\beta = 0,00$ (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Piasek średni	-70,00	31,13	0,318	0,483	3,141
2.	Piasek średni	0,00	31,13	0,288	0,483	4,436

- Uogólnione przemieszczenia graniczne

odpór 0,131

parcie 0,013

Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Gлина	0,00	15,47	0,533	0,733	1,943

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
 odpór 0,132
 parcie 0,013

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -18,53 \text{ (kN/m)}$ $My = -1,89 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $Fx = 0,80 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy: $A = 47,97 \text{ (cm)}$
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$\begin{aligned}
 N_B &= 0,476 & i_B &= 0,870 \\
 N_C &= 10,324 & i_C &= 0,900 \\
 N_D &= 3,559 & i_D &= 0,956
 \end{aligned}$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 136,75 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 5,979 > 1,000$

OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 1,000 \cdot GP + 1,000 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -17,66 \text{ (kN/m)}$ $My = -1,71 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $Fx = 1,84 \text{ (kN/m)}$
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych: $q = 0,03 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Międszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 110,00 \text{ (cm)}$
- Naprężenie na poziomie z:
 - dodatkowe: $s_{zd} = 0,01 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
 - wywołane ciężarem gruntu: $s_{zg} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Osiadanie: $S = 0,06 \text{ (cm)} < S_{dop} = 10,00 \text{ (cm)}$

OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -18,53 \text{ (kN/m)}$ $My = -1,89 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $Fx = 0,80 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający: $Mo = 1,48 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu: $M_{uf} = 5,92 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $M_{uf} \cdot m / M_o = 2,882 > 1,000$

POŚLIZG

- Kombinacja wymiarująca: $1,000 \cdot CM + 0,850 \cdot GP + 1,200 \cdot GZ + 1,000 \cdot W + 1,000 \cdot a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -18,53 \text{ (kN/m)}$ $My = -1,89 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $Fx = 0,80 \text{ (kN/m)}$

- Zastępczy wymiar stopy: $A = 55,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
 - gruntu (na poziomie posadowienia): $\mu = 0,226$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 100,000 %
- Spójność: $C = 0,00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
- Wartość siły poślizgu: $Q_{tr} = 0,80 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
 - $Q_{tf} = N * \mu + C * A$
 - w poziomie posadowienia: $Q_{tf} = 4,18 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_{tf} * m / Q_{tr} = 3,766 > 1,000$

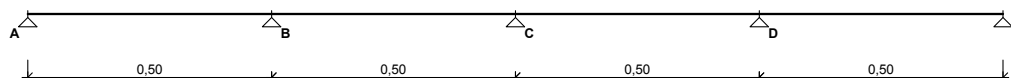
KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
- Kombinacja wymiarująca: $1,000 * CM + 1,000 * GP + 1,000 * GZ + 1,000 * W + 1,000 * a1$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 - $N = -17,66 \text{ (kN/m)}$ $My = -1,71 \text{ (kN*m)}$ $Fx = 1,84 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 - $q_{max} = 0,04 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 - $q_{min} = 0,02 \text{ (MN/m}^2\text{)}$
- Kąt obrotu: $ro = 0,04 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
 - $X = 142,66 \text{ (cm)}$
 - $Z = -100,00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $148,085 > 1,000$

MOSTEK DREWNIANY DESKA POKRYCIA

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola o wilgotności 23% grub. 2,5 cm, szer. 0,25 m [(6,0kN/m ³ ·0,025m)·0,25m]	0,04	1,30	--	0,05
2.	Obciążenie zmienne (wszelkiego rodzaju budynki mieszkalne, szpitalne, więzienia) szer. 0,25 m [(3,0kN/m ²)·0,25m]	0,75	1,30	0,35	0,98
Σ :		0,79	1,30	--	1,03

SCHEMAT BELKI



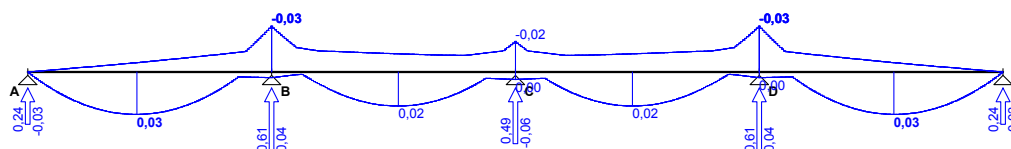
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Przypadek 1+Przypadek 2	1,0·P1+1,0·P2
K2: Przypadek 1+Przypadek 3+Przypadek 5	1,0·P1+1,0·P3+1,0·P5
K3: Przypadek 1+Przypadek 4+Przypadek 6	1,0·P1+1,0·P4+1,0·P6

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

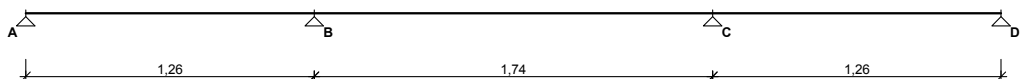
Momenty zginające [kNm]:



LEGARY PODŁUŻNE

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola o wilgotności 23% grub. 2,5 cm, szer. 0,50 m [(6,0kN/m ³ ·0,025m)·0,50m]	0,07	1,30	--	0,09
2.	Obciążenie zmienne (dojścia do wejść i wyjść audytoriów, auli, sal (konferencyjnych, zebrań, sal rekreacyjnych w szkołach itp.)) szer. 0,50 m [(3,0kN/m ²)·0,50m]	1,50	1,30	0,60	1,95
Σ :		1,57	1,30	--	2,04

SCHEMAT BELKI



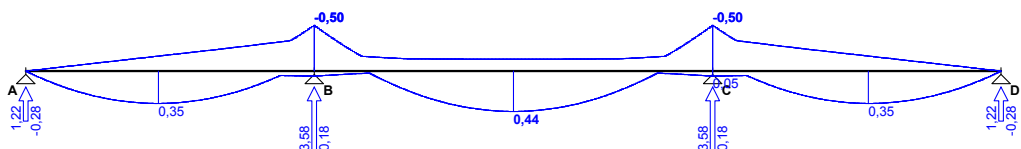
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Przypadek 1+Przypadek 2	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$
K2: Przypadek 1+Przypadek 3+Przypadek 5	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P5$
K3: Przypadek 1+Przypadek 4	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P4$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Wymiarowanie

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0$ cm

Wysokość $h = 12,0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18$ MPa, $f_{t,0,k} = 11$ MPa, $f_{c,0,k} = 18$ MPa, $f_{v,k} = 2$ MPa, $E_{0,mean} = 9$ GPa, $\rho_k = 320$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Moment zginający $M_y = 0,44$ kNm

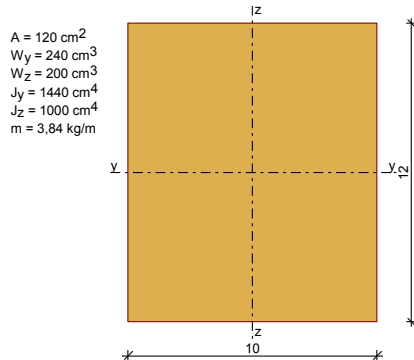
Moment zginający $M_z = 0,00$ kNm

Klasa trwania obciążenia: stałe

Długość obliczeniowa $l_d = 1,79$ m

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

WYNIKI:



Zginanie:

$$M_y = 0,44 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,83 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,221 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,83 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa} \quad (22,1\%)$$

Ugięcie:

$$M_{k,y} = 0,44 \text{ kNm}; \quad \alpha_k = 1,00$$

$$u_{fin} = 2,04 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 300 = 5,97 \text{ mm} \quad (34,2\%)$$

Legary podstawowe

Reakcja z legara podłużnego:

$$P = 3,58 \text{ kN}$$

$$M = 0,25 \cdot 3,58 \cdot 1,0 = 0,95 \text{ kNm}$$

Wymiarowanie

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

$$\rightarrow f_{m,k} = 18 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}, \quad f_{v,k} = 2 \text{ MPa}, \quad E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}, \quad \rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia:

Moment zginający $M_y = 1,00 \text{ kNm}$

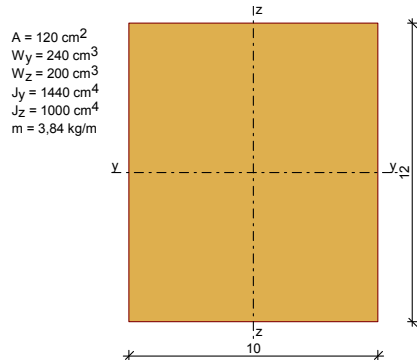
Moment zginający $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Długość obliczeniowa $l_d = 1,00 \text{ m}$

Poziom przyłożenia obciążenia: na górnej (ściskanej) powierzchni

WYNIKI:



Zginanie:

$$M_y = 1,00 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,17 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,502 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,17 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa} \quad (50,2\%)$$

Ugięcie:

$$M_{k,y} = 0,80 \text{ kNm}; \quad \alpha_k = 1,00$$

$$u_{fin} = 1,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 250 = 4,00 \text{ mm} \quad (28,9\%)$$