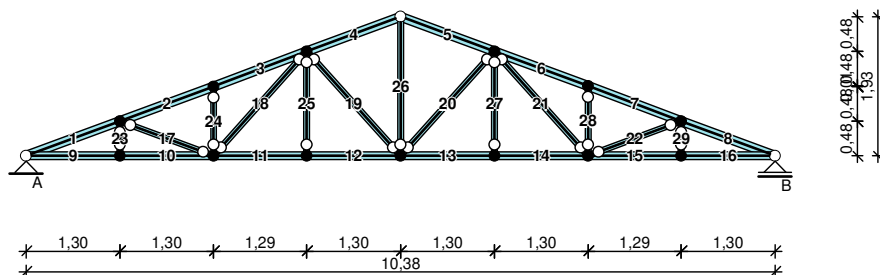


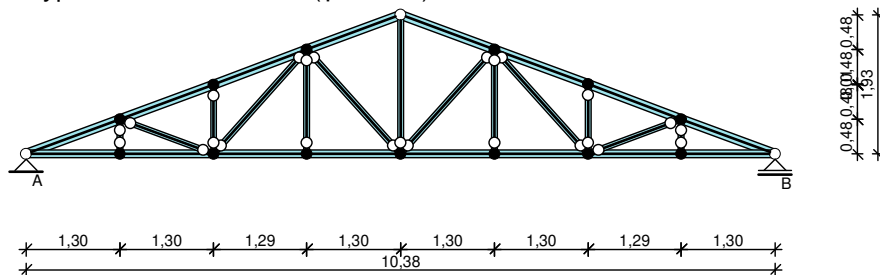
OBLICZENIA STATYCZNE

SCHEMAT RAMY

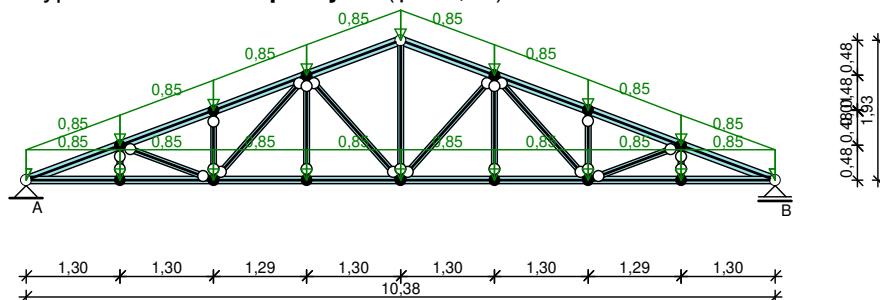


OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

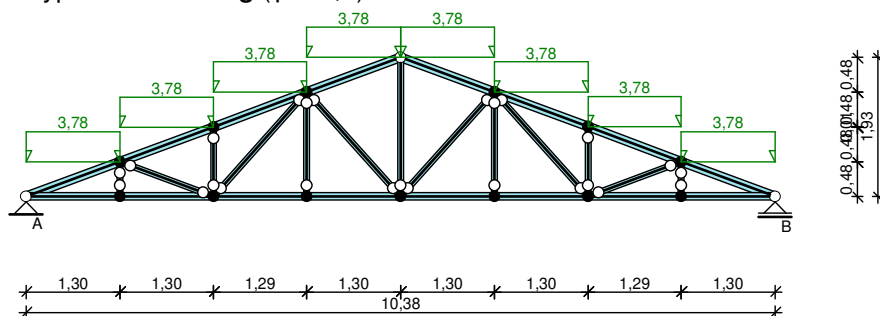
Przypadek P1: stałe - cw ($\gamma_f = 1,20$)



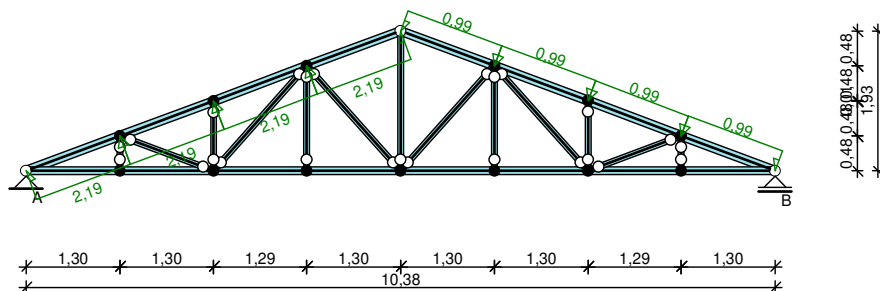
Przypadek P2: stałe - pokrycie ($\gamma_f = 1,20$)



Przypadek P3: śnieg ($\gamma_f = 1,5$)



Przypadek P4: wiatr ($\gamma_f = 1,5$)



Przypadek P5: technologiczne ($\gamma_f = 1,20$)

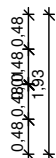
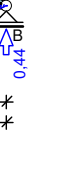
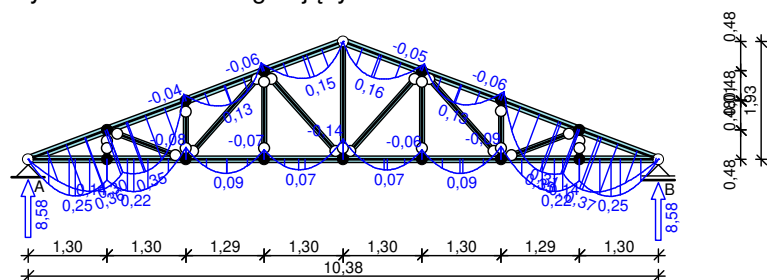
Przypadek **P1**: stałe - cw

Diagram illustrating the addition of 0,48 and 0,48 to get 0,96, and then adding 1,93 to get 2,89.


$$\begin{array}{r} 0,48 \\ + 0,48 \\ \hline 0,96 \\ + 0,97 \\ \hline 1,93 \end{array}$$


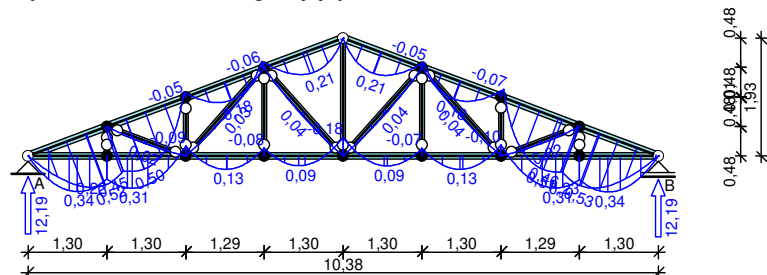
Przypadek P5: technologiczne

Wykres momentów zginających:



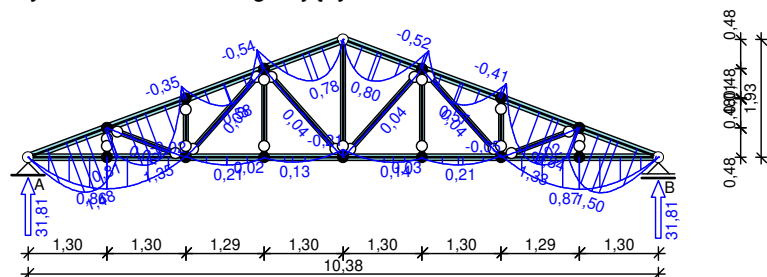
Kombinacja K1: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$

Wykres momentów zginających:



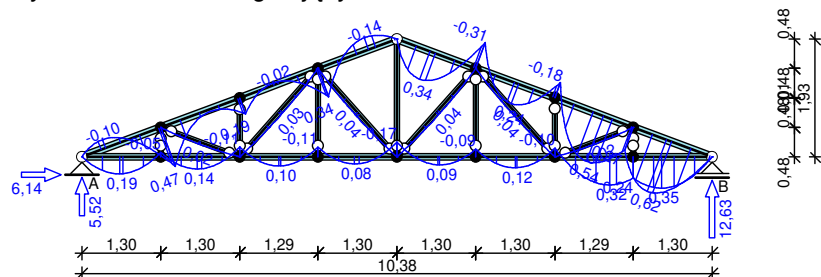
Kombinacja K2: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

Wykres momentów zginających:



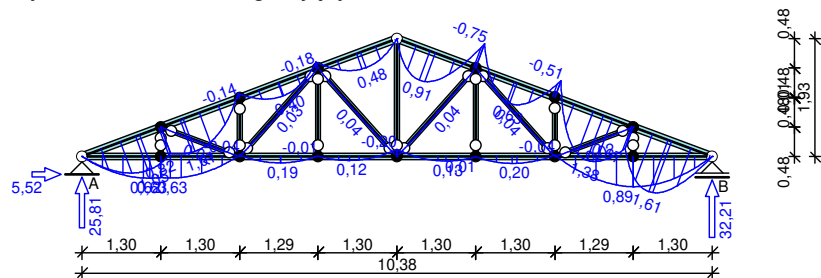
Kombinacja K3: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P4$

Wykres momentów zginających:



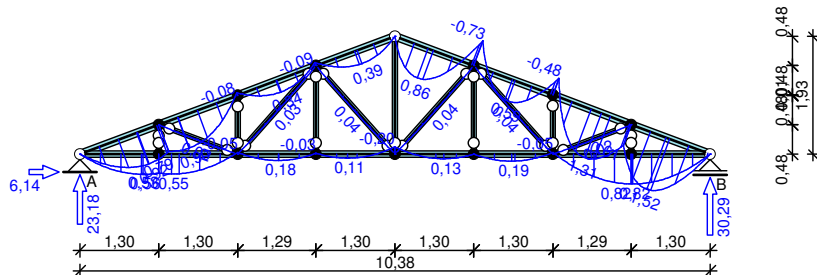
Kombinacja K4: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 0,90 \cdot P4$

Wykres momentów zginających:



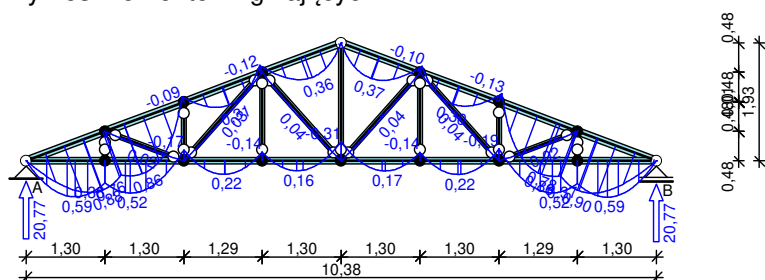
Kombinacja K5: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P4 + 0,90 \cdot P3$

Wykres momentów zginających:



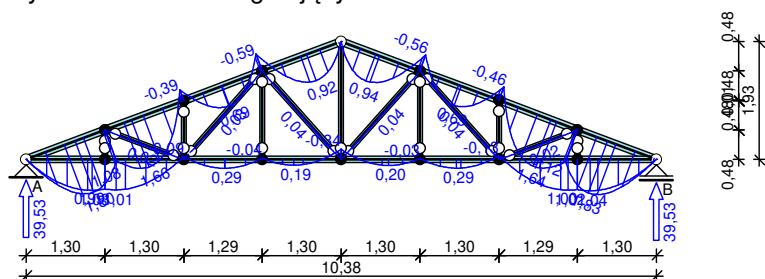
Kombinacja **K6: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_5$**

Wykres momentów zginających:



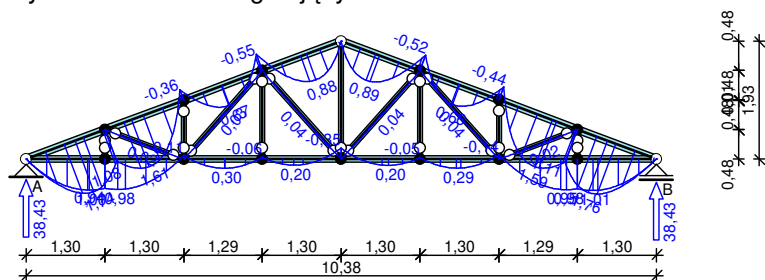
Kombinacja **K7: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_3 + 0,90 \cdot P_5$**

Wykres momentów zginających:



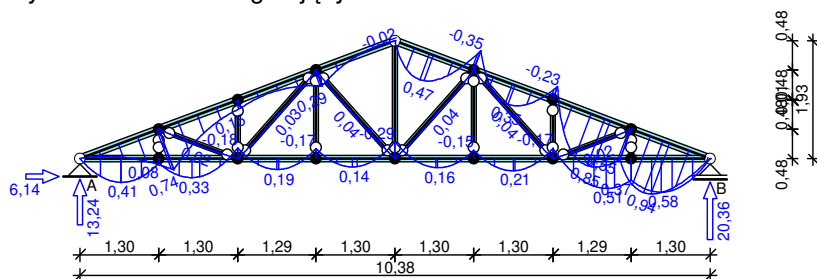
Kombinacja **K8: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_5 + 0,90 \cdot P_3$**

Wykres momentów zginających:



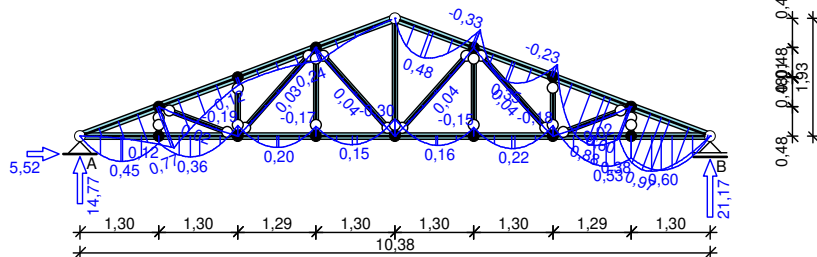
Kombinacja **K9: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_4 + 0,90 \cdot P_5$**

Wykres momentów zginających:



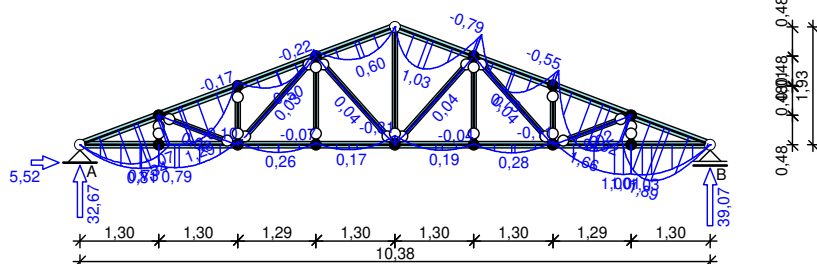
Kombinacja **K10: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_5 + 0,90 \cdot P_4$**

Wykres momentów zginających:



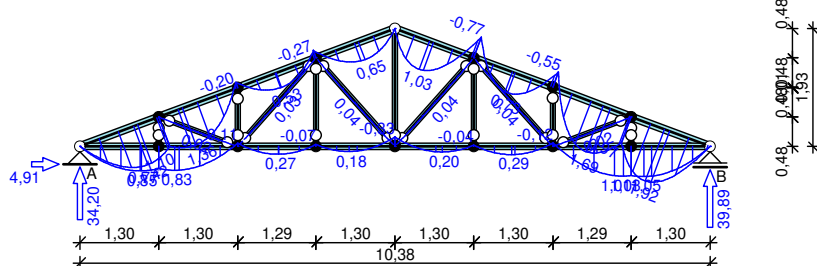
Kombinacja K11: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_3 + 0,90 \cdot P_4 + 0,80 \cdot P_5$

Wykres momentów zginających:



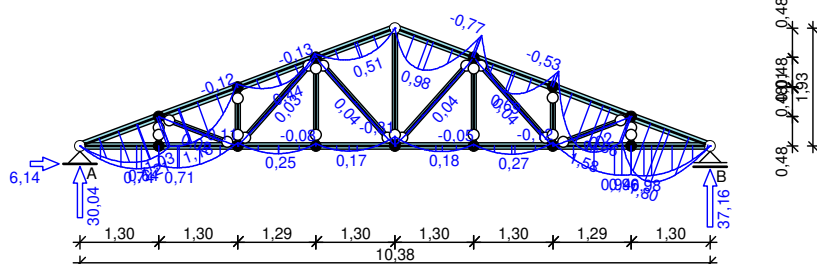
Kombinacja K12: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_3 + 0,90 \cdot P_5 + 0,80 \cdot P_4$

Wykres momentów zginających:



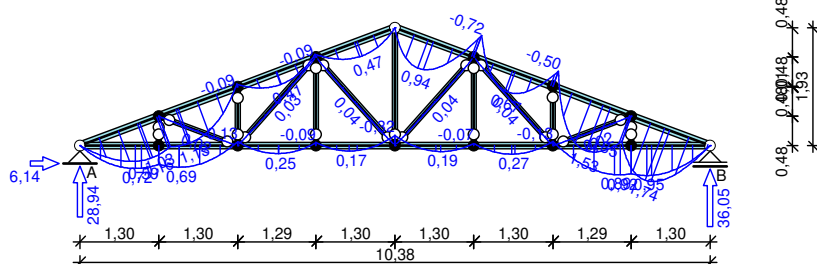
Kombinacja K13: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_4 + 0,90 \cdot P_3 + 0,80 \cdot P_5$

Wykres momentów zginających:



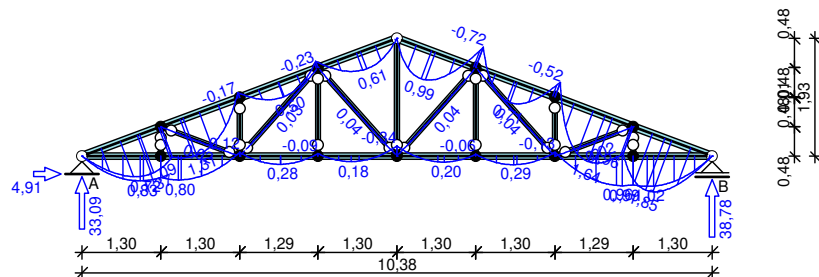
Kombinacja K14: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_4 + 0,90 \cdot P_5 + 0,80 \cdot P_3$

Wykres momentów zginających:



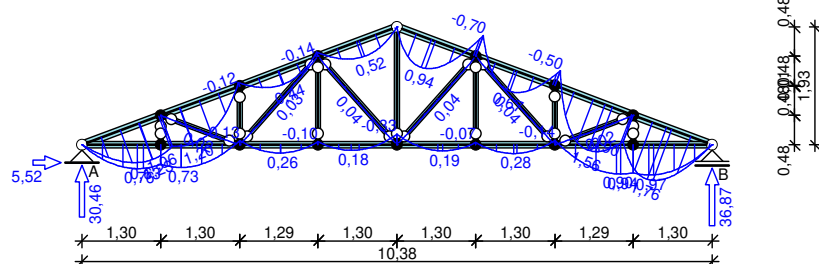
Kombinacja K15: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_5 + 0,90 \cdot P_3 + 0,80 \cdot P_4$

Wykres momentów zginających:



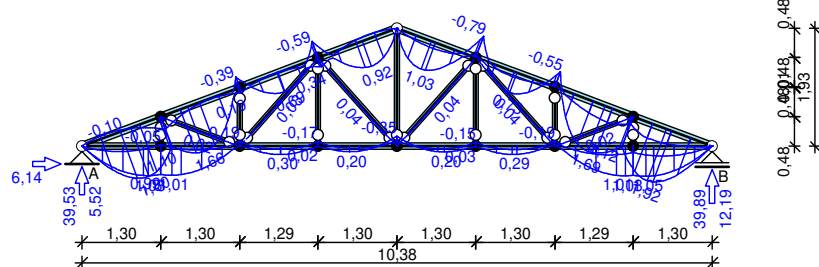
Kombinacja K16: $1,0 \cdot P_1 + 1,0 \cdot P_2 + 1,0 \cdot P_5 + 0,90 \cdot P_4 + 0,80 \cdot P_3$

Wykres momentów zginających:



Obwiednia sił wewnętrznych

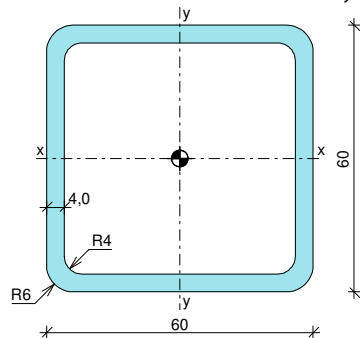
Obwiednia momentów zginających:



Krzyżulec

Przekrój

Rura kwadratowa 60x60x4,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 60 \text{ mm}$ $t = 4,0 \text{ mm}$
 $r_i = 4,0 \text{ mm}$ $r_o = 6,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 8,788 \text{ cm}^2$ $A_v = 4,480 \text{ cm}^2$
 $J = 45,39 \text{ cm}^4$
 $W = 15,13 \text{ cm}^3$
 $i = 2,273 \text{ cm}$
 $J_T = 72,51 \text{ cm}^4$ $W_T = 22,03 \text{ cm}^3$

$$A_L = 0,230 \text{ m}^2/\text{mb} \quad A_G = 33,30 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 261,4 \text{ m}^{-1} \quad m = 6,899 \text{ kg/m}$$

Stal: S355 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 322,7 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 68,6$;

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 283,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętnie względem osi x-x

$$l_{ex} = 2,41 \text{ m}, \quad \lambda_x = 106,0, \quad N_{cr,x} = 158,1 \text{ kN}, \quad \bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,x})} = 1,547 \quad \text{wg "b"} \rightarrow \varphi_x = 0,364$$

$$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 103,3 \text{ kN}$$

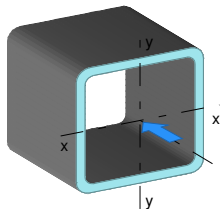
• wyboczenie giętnie względem osi y-y

$$l_{ey} = 2,88 \text{ m}, \quad \lambda_y = 126,7, \quad N_{cr,y} = 110,7 \text{ kN}, \quad \bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,y})} = 1,848 \quad \text{wg "b"} \rightarrow \varphi_y = 0,270$$

$$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 76,49 \text{ kN}$$

Obciążenie elementu

$N = 17,22 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

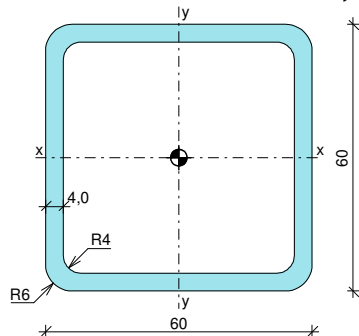
$$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y) = 0,270$$

$$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,225 < 1$$

Słupek

Przekrój

Rura kwadratowa 60x60x4,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$$h = 60 \text{ mm} \quad t = 4,0 \text{ mm}$$

$$r_i = 4,0 \text{ mm} \quad r_o = 6,0 \text{ mm}$$

Cechy geometryczne przekroju

$$A = 8,788 \text{ cm}^2 \quad A_v = 4,480 \text{ cm}^2$$

$$J = 45,39 \text{ cm}^4$$

$$W = 15,13 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,273 \text{ cm}$$

$$J_T = 72,51 \text{ cm}^4 \quad W_T = 22,03 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 0,230 \text{ m}^2/\text{mb} \quad A_G = 33,30 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 261,4 \text{ m}^{-1} \quad m = 6,899 \text{ kg/m}$$

Stal: S355 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 322,7 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 68,6$;

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 283,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

- wyboczenie giętnie względem osi x-x

$l_{ex} = 1,74 \text{ m}$, $\lambda_x = 76,6$, $N_{cr,x} = 303,4 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,x})} = 1,117$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,575$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 163,1 \text{ kN}$

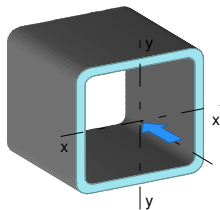
- wyboczenie giętnie względem osi y-y

$l_{ey} = 2,88 \text{ m}$, $\lambda_y = 126,7$, $N_{cr,y} = 110,7 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,y})} = 1,848$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,270$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 76,49 \text{ kN}$

Obciążenie elementu

$N = 30,50 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

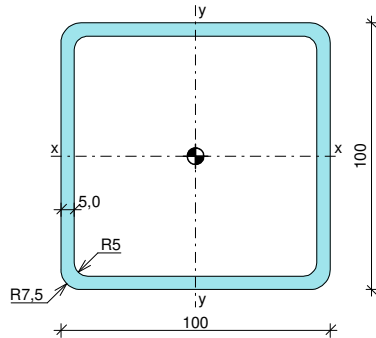
$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y) = 0,270$

(39) $N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,399 < 1$

pas dolny

Przekrój

Rura kwadratowa 100x100x5,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 100 \text{ mm}$ $t = 5,0 \text{ mm}$

$r_i = 5,0 \text{ mm}$ $r_o = 7,5 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 18,73 \text{ cm}^2$ $A_v = 9,500 \text{ cm}^2$

$J = 279,4 \text{ cm}^4$

$W = 55,89 \text{ cm}^3$

$i = 3,862 \text{ cm}$

$J_T = 439,4 \text{ cm}^4$ $W_T = 81,83 \text{ cm}^3$

$A_L = 0,387 \text{ m}^2/\text{mb}$ $A_G = 26,33 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 206,7 \text{ m}^{-1}$ $m = 14,70 \text{ kg/m}$

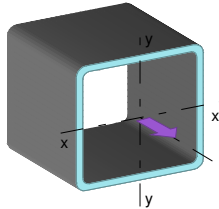
Stal: S235 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 213,6 \text{ MPa}$

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 400,2 \text{ kN}$

Obciążenie elementu

$N = -90,7 \text{ kN}$



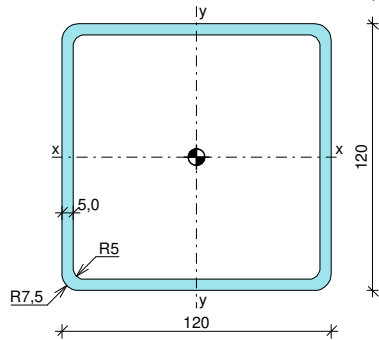
Warunki nośności elementu

(31) $N = 90,71 \text{ kN} < N_{Rt} = 400,2 \text{ kN} \quad (22,7\%)$

pas gorny

Przekrój

Rura kwadratowa 120x120x5,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Wymiary przekroju

$h = 120 \text{ mm} \quad t = 5,0 \text{ mm}$
 $r_i = 5,0 \text{ mm} \quad r_o = 7,5 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 22,73 \text{ cm}^2 \quad A_v = 11,50 \text{ cm}^2$

$J = 497,7 \text{ cm}^4$

$W = 82,95 \text{ cm}^3$

$i = 4,679 \text{ cm}$

$J_T = 776,5 \text{ cm}^4 \quad W_T = 121,9 \text{ cm}^3$

$A_L = 0,467 \text{ m}^2/\text{mb} \quad A_G = 26,18 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 205,5 \text{ m}^{-1} \quad m = 17,84 \text{ kg/m}$

Stal: S235 (wg PN-EN 1993-1-1:2006), $f_d = 213,6 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,3$;

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 485,6 \text{ kN}$ (klasa: 2, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętnie względem osi x-x

$l_{ex} = 6,00 \text{ m}$, $\lambda_x = 128,2$, $N_{cr,x} = 279,7 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,x})} = 1,522$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 0,374$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 181,4 \text{ kN}$

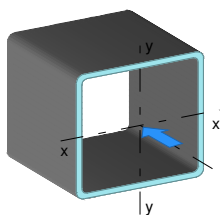
• wyboczenie giętnie względem osi y-y

$l_{ey} = 7,80 \text{ m}$, $\lambda_y = 166,7$, $N_{cr,y} = 165,5 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \sqrt{(N_{Rc}/N_{cr,y})} = 1,978$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,239$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 116,1 \text{ kN}$

Obciążenie elementu

$N = 98,03 \text{ kN}$



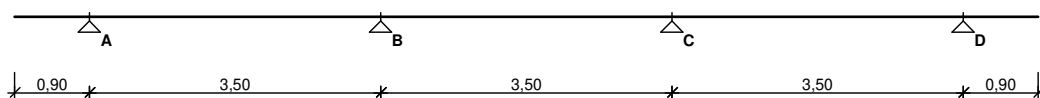
Warunki nośności elementu

$\varphi = \min(\varphi_x, \varphi_y) = 0,239$

$(39) \quad N / (\varphi \cdot N_{Rc}) = 0,844 < 1$

Platew

SCHEMAT BELKI



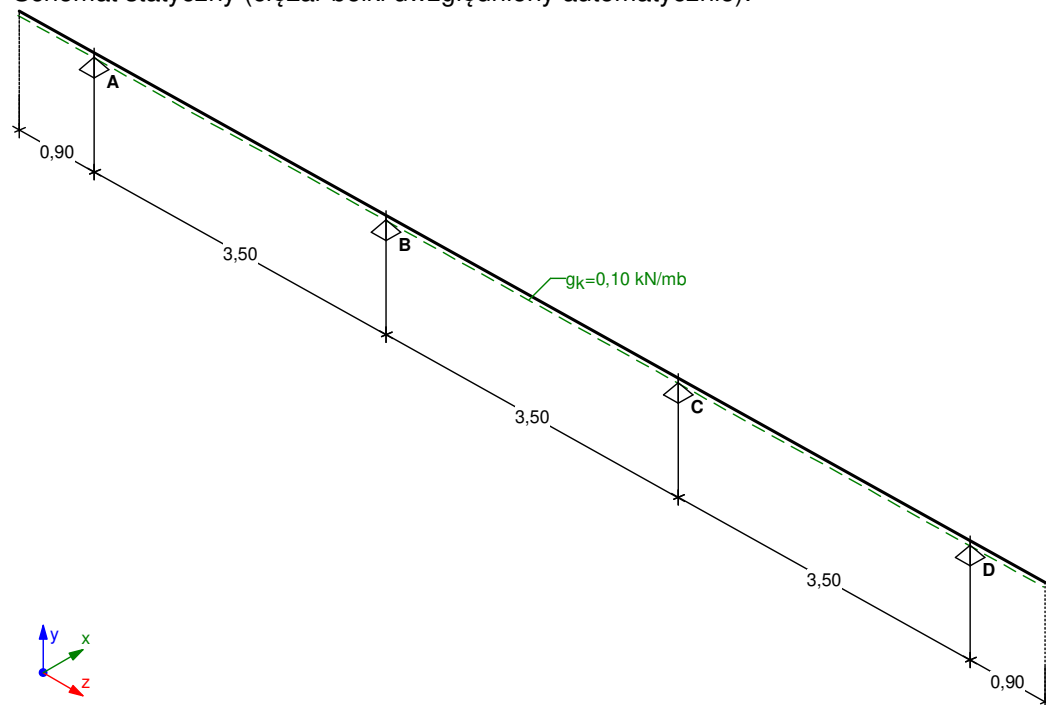
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

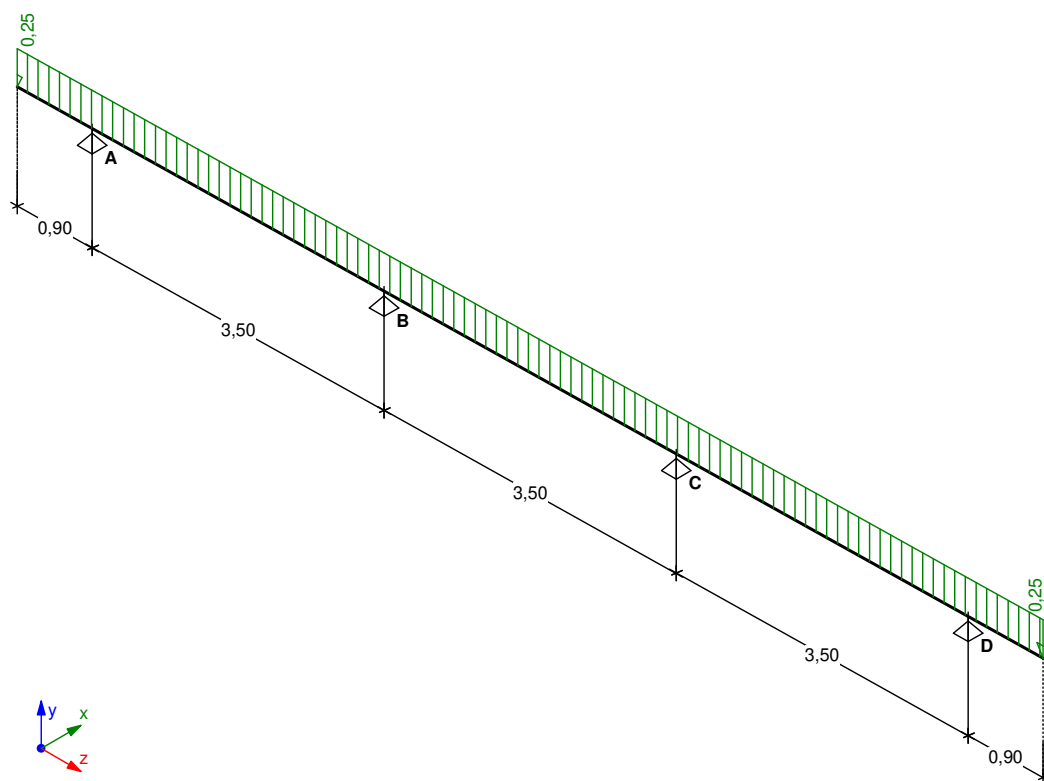
Przypadek **P1: stałe - ciężar własny** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

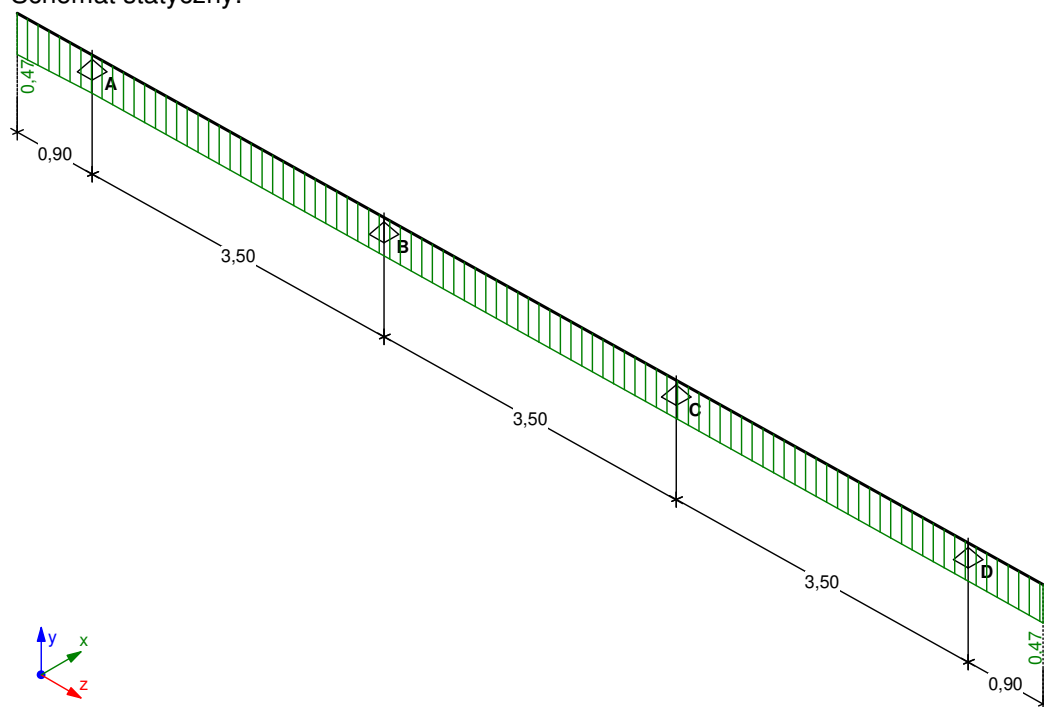


Przypadek **P2: stałe - pokrycie** ($\gamma_f = 1,20$)

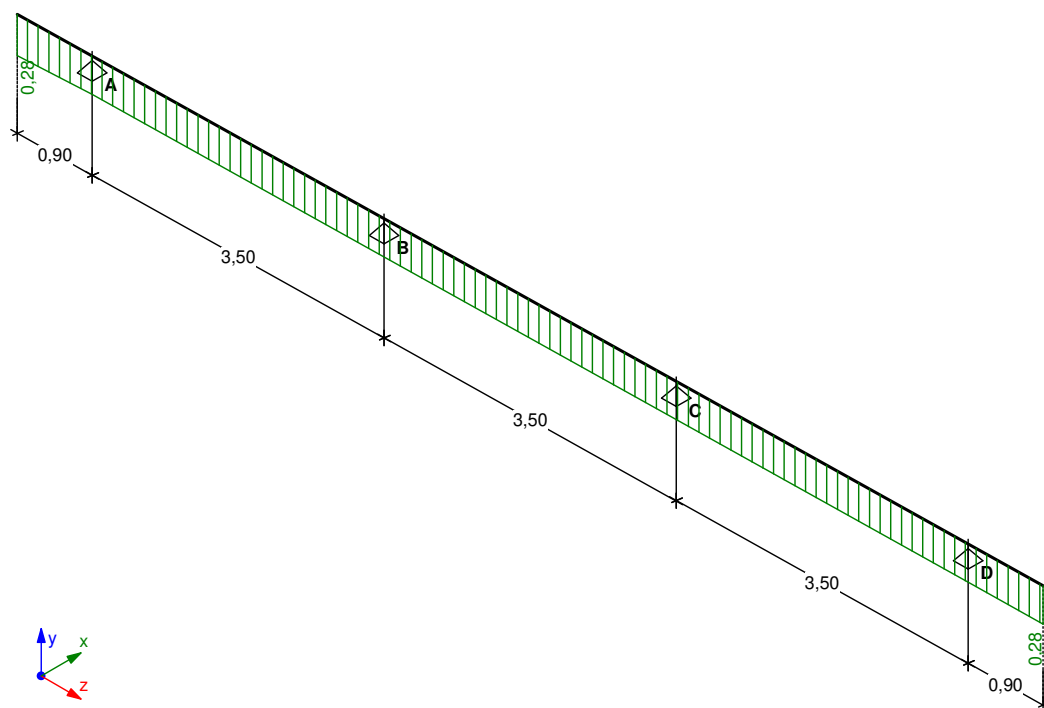
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: wiatr z lewej** ($\gamma_f = 1,30$)
 Schemat statyczny:

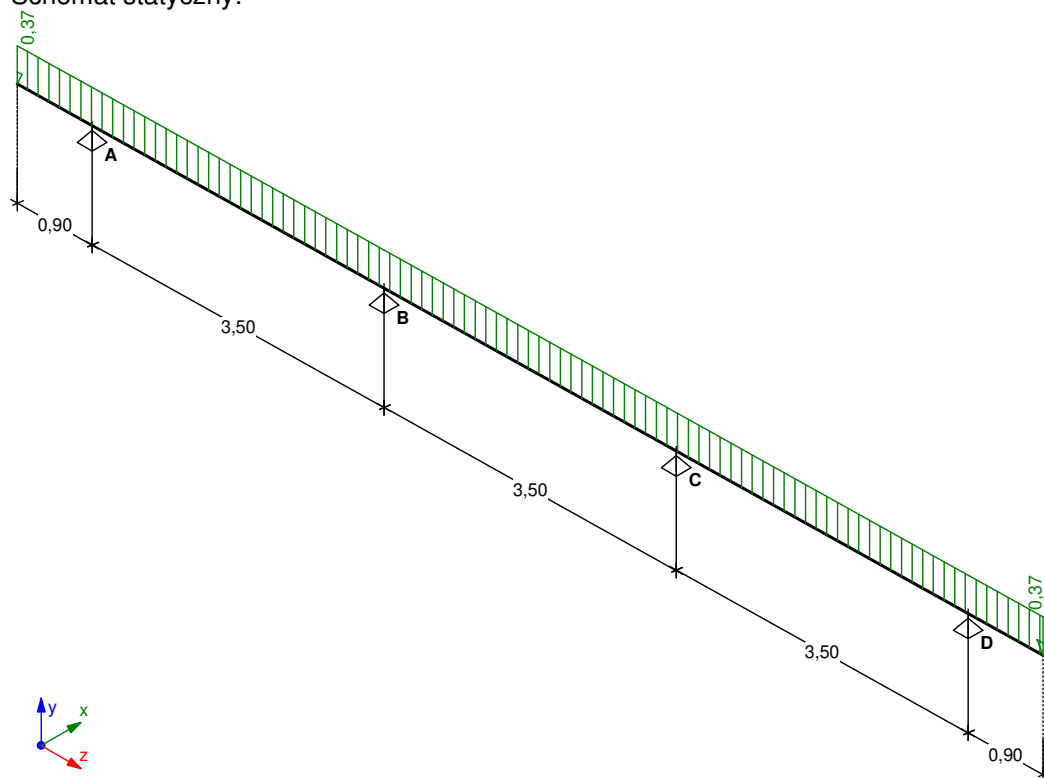


Przypadek **P4: wiatr z prawej** ($\gamma_f = 1,30$)
 Schemat statyczny:



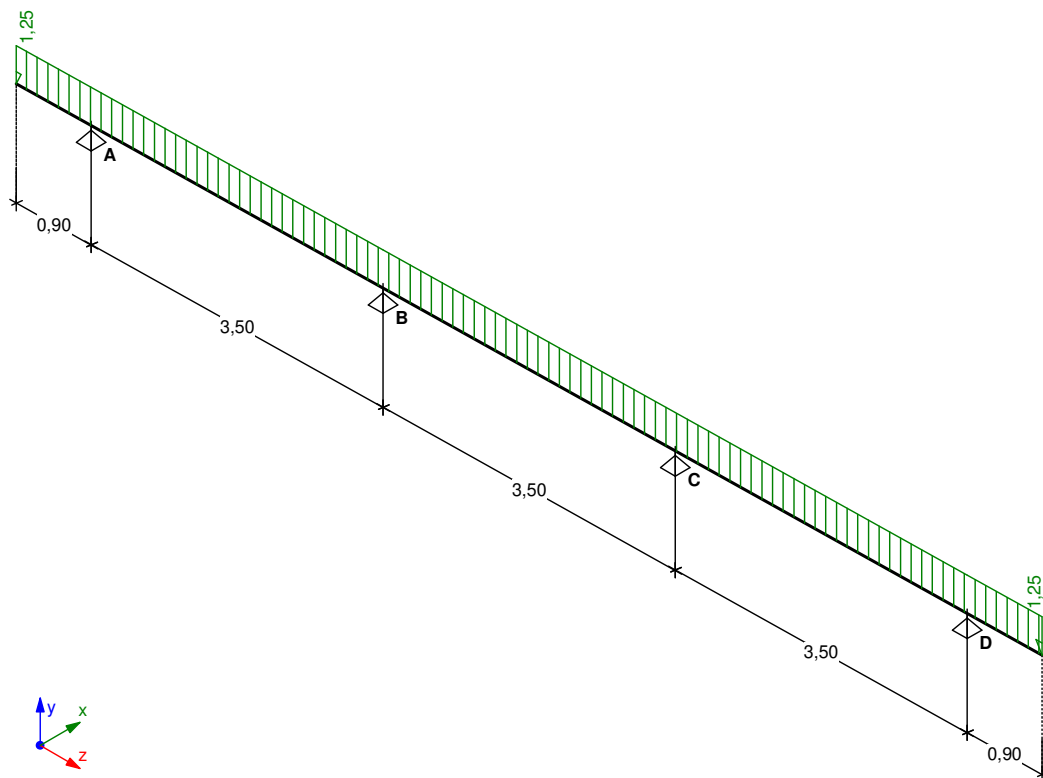
Przypadek **P5: technologiczne** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P6: śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)

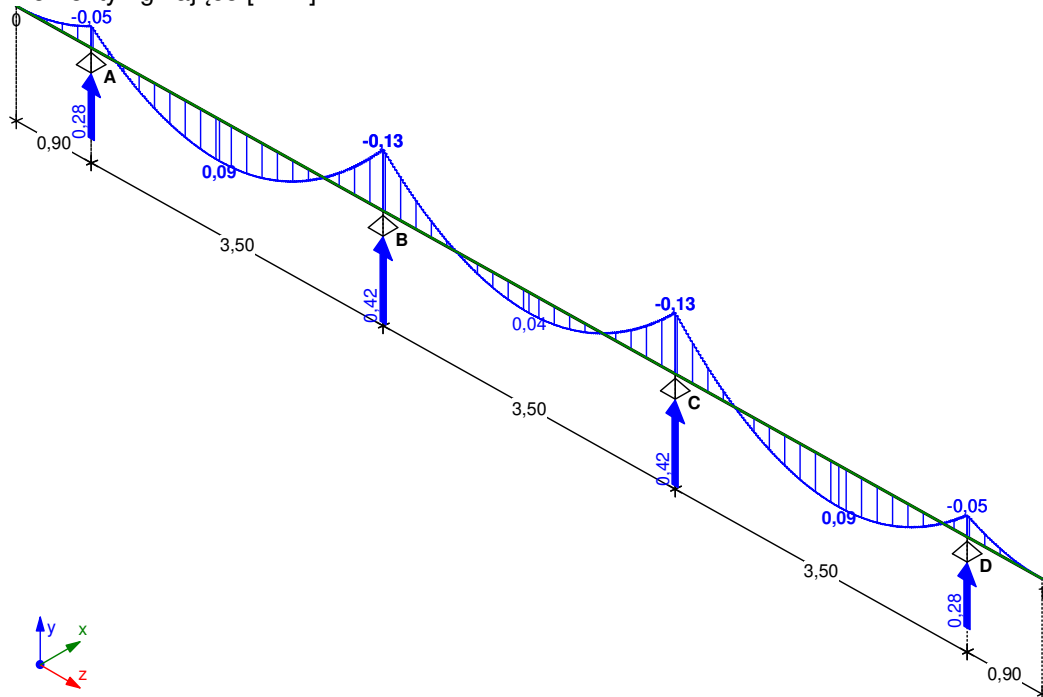
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

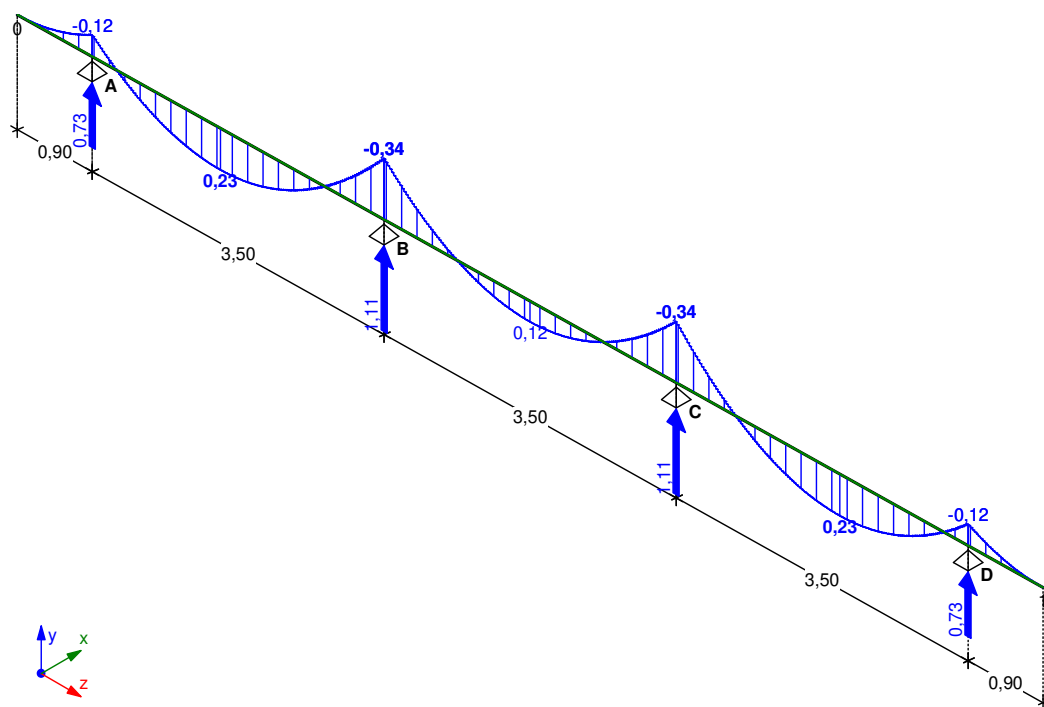
Przypadek **P1: stałe - ciężar własny**

Momenty zginające [kNm]:



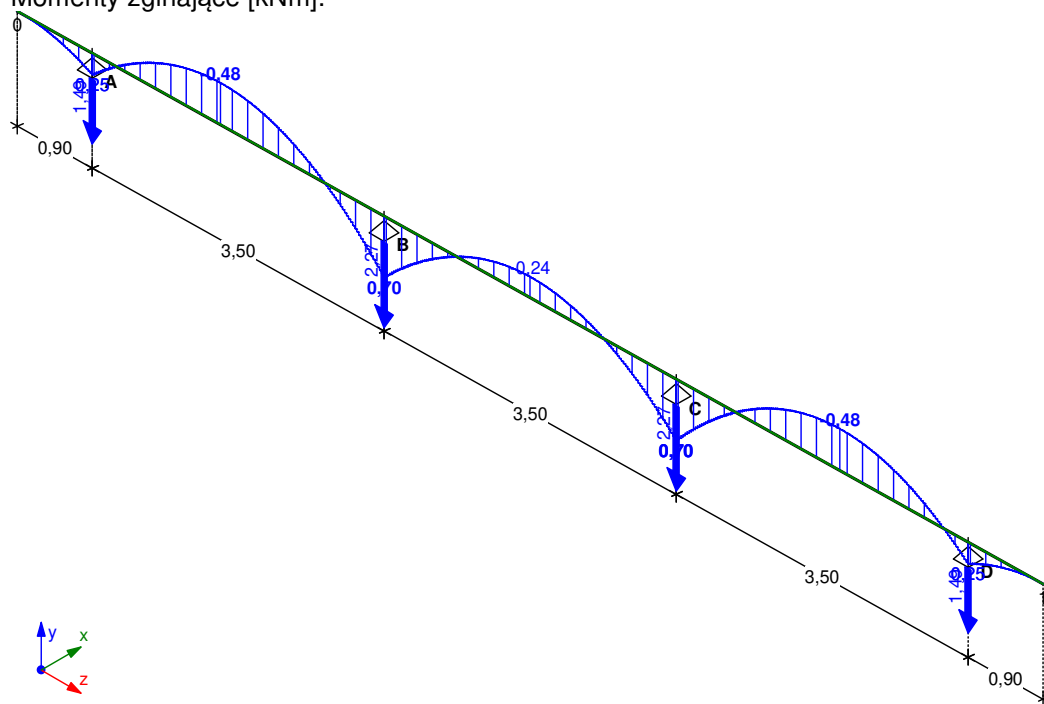
Przypadek **P2: stałe - pokrycie**

Momenty zginające [kNm]:



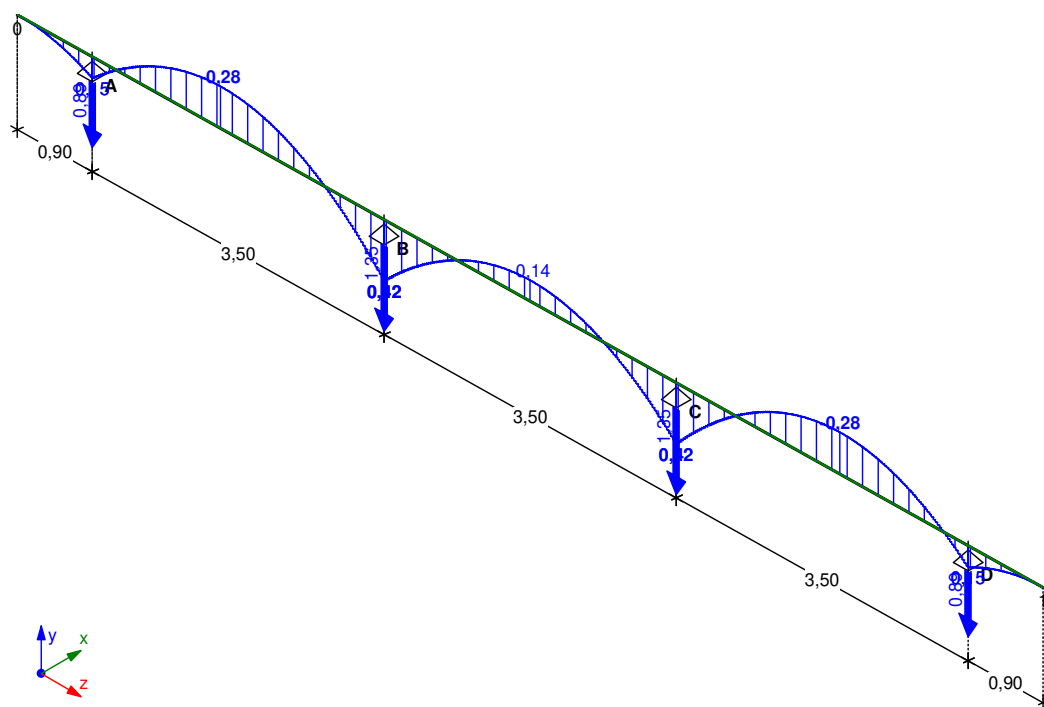
Przypadek **P3: wiatr z lewej**

Momenty zginające [kNm]:



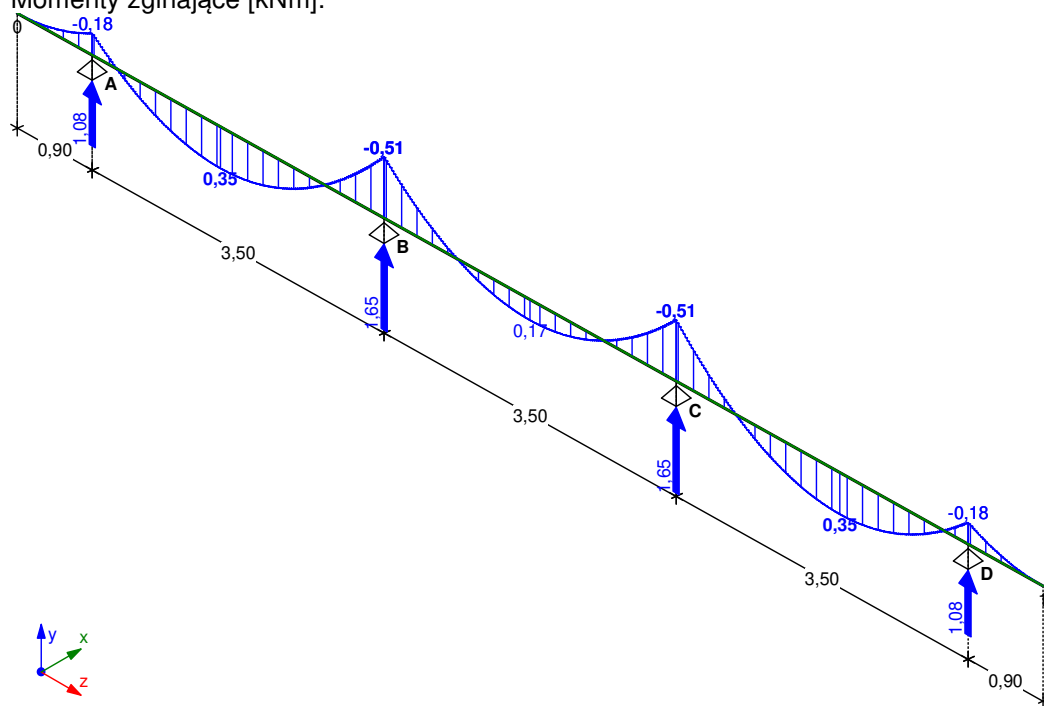
Przypadek **P4: wiatr z prawej**

Momenty zginające [kNm]:



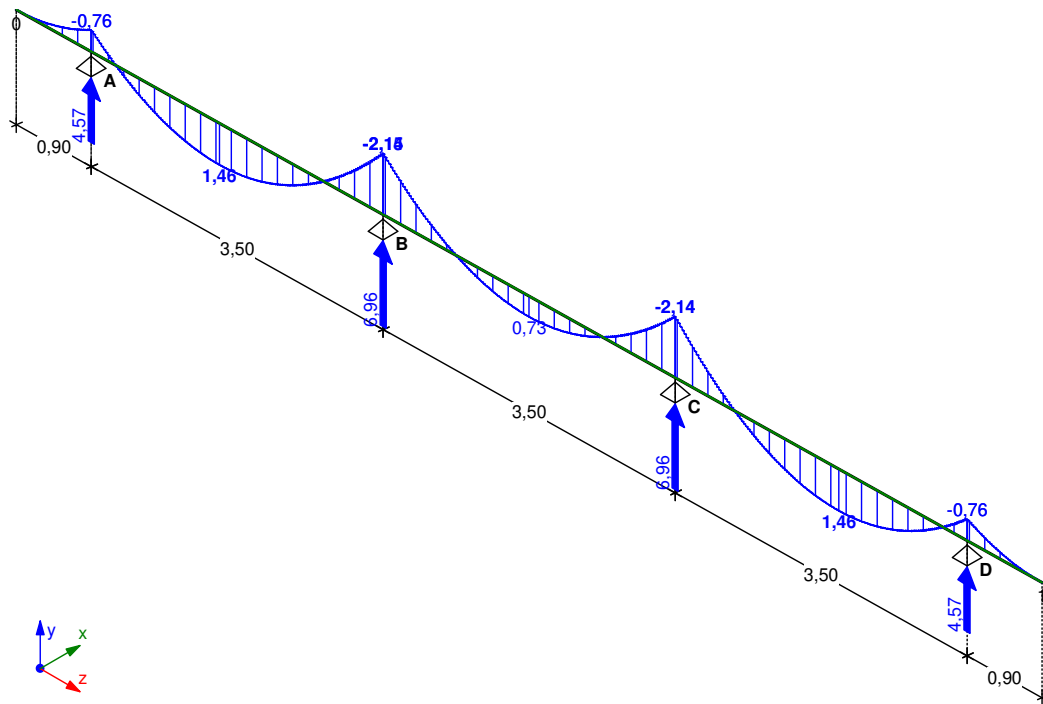
Przypadek **P5: technologiczne**

Momenty zginające [kNm]:



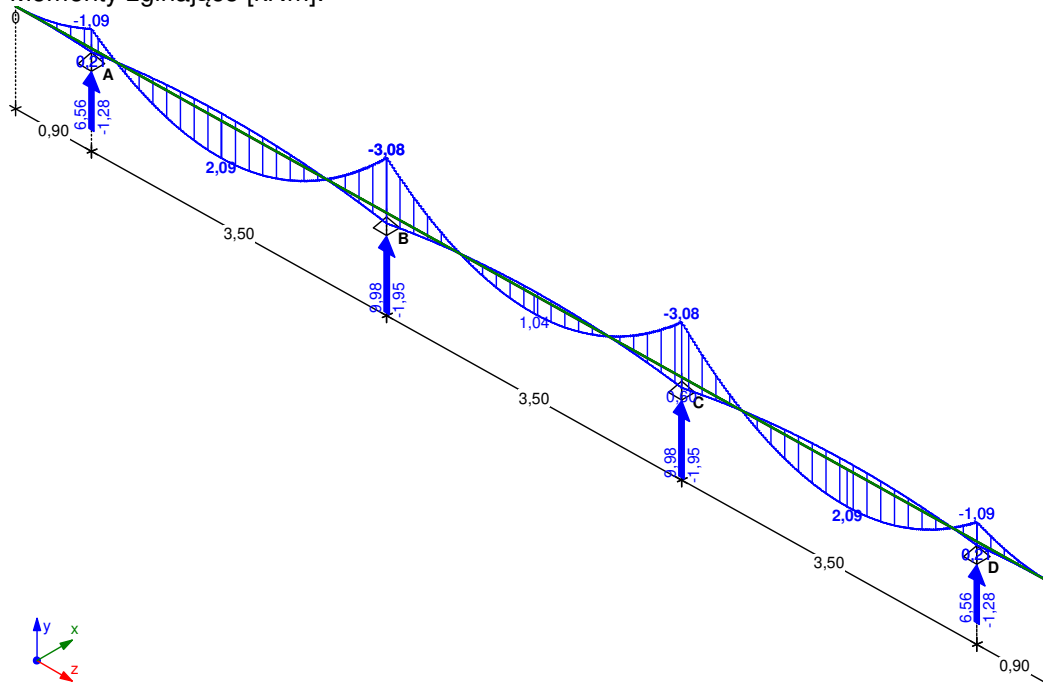
Przypadek **P6: śnieg**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



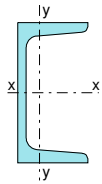
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystany równy płaski przekroju: t-k;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na poziomie górnym boki;
- obciążenie działa w dół;
- brak tężar boowych na długości całej boki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **C 100**

$$A_v = 6,00 \text{ cm}^2, \quad m = 10,6 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 206 \text{ cm}^4, \quad J_y = 29,3 \text{ cm}^4, \quad J_\omega = 437 \text{ cm}^6, \quad J_T = 2,96 \text{ cm}^4, \quad W_x = 41,2 \text{ cm}^3$$

Stal: **S355** (wg PN-EN 1993-1-1:2006)

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 $M_R = 9,97 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 112,31 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój z = 9,86 m (**K29**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P6+0,90·P5)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,501$

Moment maksymalny $M_{\max} = 2,09 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,419 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 4,40 m (**K29**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P6+0,90·P5)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -5,27 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,047 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)2,42 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 33,69 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 0,00 m (**K17**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P6)

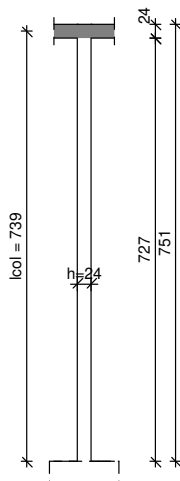
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = -1,90 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_o / 350 = 2 \cdot 900 / 350 = 5,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 1,90 \text{ mm} < f_{gr} = 5,14 \text{ mm} \quad (36,9\%)$$

RŻ 40x24

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 40,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 24,0 \text{ cm}$

Wymiary słupa:

Węzeł górny:

- Wysokość rygla lewego 24,00 cm

- Wysokość rygla prawego 24,00 cm

Wysokość kondygnacji $h_{kond} = 7,51$ m

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji 0,00 m

Węzeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa $l_{col} = 7,39$ m

Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_x = 1,60$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_y = 1,60$

OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	37,00	37,00	15,00	--	15,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 19,51$ kN

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,01$

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 357$ MPa

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów $\varnothing = 16$ mm

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów $\varnothing = 16$ mm

Strzemiona:

Gatunek stali 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 357$ MPa

Średnica strzemion $\varnothing_s = 6$ mm

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali St0S-b

Średnica prętów $\varnothing = 10$ mm

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5$ mm

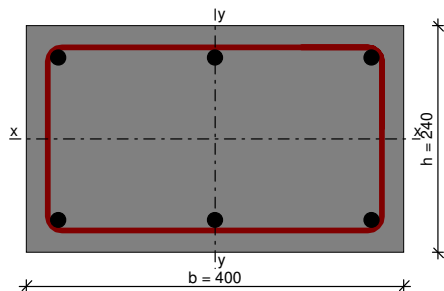
→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po **3Ø16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po **2Ø16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **6Ø16** o $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,26\%$)

Warunek nośności:

- dla $N_d = 56,51 \text{ kN}$: $M_{d,x} = 26,56 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 44,92 \text{ kNm}$

- dla $M_{d,x} = 26,56 \text{ kNm}$: $N_d = 56,51 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1435,76 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami pojedynczymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego Ø6 co max. 240 mm

- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego Ø6 co max. 120 mm

SGU:

Momenty charakterystyczne $M_{Sk} = 12,50 \text{ kNm}$, $M_{Sk,lt} = 12,50 \text{ kNm}$

Siły charakterystyczne $N_{Sk} = 30,83 \text{ kN}$, $N_{Sk,lt} = 30,83 \text{ kN}$

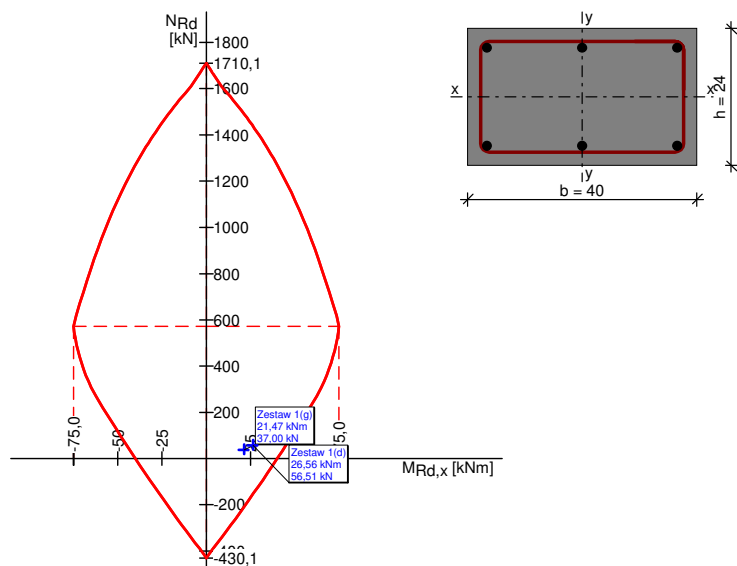
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,058 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (19,3%)

Uwagi:

Smukłość słupa jest większa od zalecanej przez normę PN-B-03264:2002 (wzory 244): $l_{0,x}/i_x = 170,7 > 104$

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

WYKRES INTERAKCJI M-N



Wartości ekstremalne wykresu M-N:

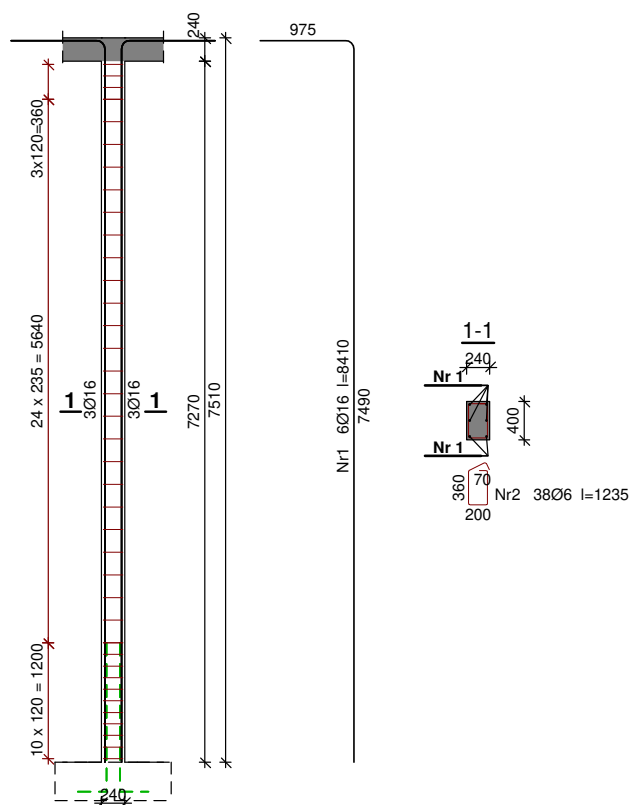
$M_{Rd,x,max} = 74,97$ kNm; $N_{Rd,odp} = 572,86$ kN

$M_{Rd,x,min} = -74,97$ kNm; $N_{Rd,odp} = 572,86$ kN

$M_{Rd,x,odp} = 0,00$ kNm; $N_{Rd,max} = 1710,10$ kN

$M_{Rd,x,odp} = 0,00$ kNm; $N_{Rd,min} = -430,10$ kN

SZKIC ZBROJENIA



WYKAZ ZBROJENIA

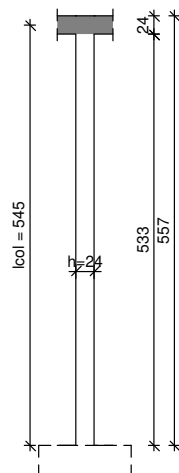
Nr	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				34GS	
				Ø6	Ø16
RZ 40x24					
1	16	8410	6		50,46

2	6	1235	38	46,93	
Długość całkowita wg średnic [m]				47,0	50,5
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,222	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				10,4	79,7
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				90,1	
Masa całkowita [kg]				91	

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

RŻ 24x24

SZKIC SŁUPA



GEOMETRIA SŁUPA

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b = 24,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 24,0 \text{ cm}$

Wymiary słupa:

Węzeł górny:

- Wysokość rygla lewego $24,00 \text{ cm}$

- Wysokość rygla prawego $24,00 \text{ cm}$

Wysokość kondygnacji $h_{kond} = 5,57 \text{ m}$

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji $0,00 \text{ m}$

Węzeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa $l_{col} = 5,45 \text{ m}$

Rodzaj słupa: monolityczny

Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_x = 1,60$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **nieprzesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej $\beta_y = 1,60$

OBCIĄŻENIA SŁUPA

typ wykresu	N_{Sd} [kN]	$N_{Sd,lt}$ [kN]	$M_{1Sd,x}$ [kNm]	$M_{3Sd,x}$ [kNm]	$M_{2Sd,x}$ [kNm]
----------------	------------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------

1.	prostoliniowy	37,00	37,00	15,00	--	15,00
----	---------------	-------	-------	-------	----	-------

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości $N_o = 8,63 \text{ kN}$

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

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

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,12$

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 357 \text{ MPa}$

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Gatunek stali 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 357 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\varnothing_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali St0S-b

Średnica prętów $\varnothing = 10 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

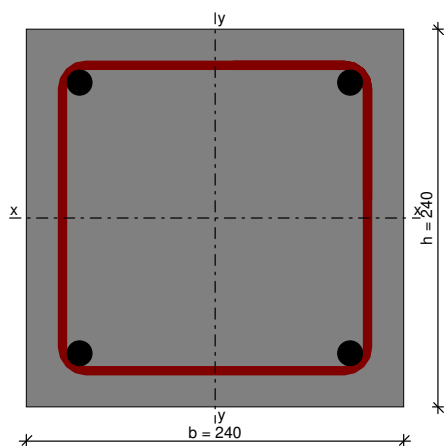
→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po **2Ø16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po **2Ø16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **4Ø16** o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,40\%$)

Warunek nośności:

- dla $N_d = 45,63 \text{ kN}$: $M_{d,x} = 21,47 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 30,41 \text{ kNm}$
- dla $M_{d,x} = 21,47 \text{ kNm}$: $N_d = 45,63 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 825,51 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami pojedynczymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego Ø6 co max. 240 mm
- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego Ø6 co max. 120 mm

SGU:

Momenty charakterystyczne $M_{Sk} = 12,50 \text{ kNm}$, $M_{Sk,lt} = 12,50 \text{ kNm}$

Siły charakterystyczne $N_{Sk} = 30,83 \text{ kN}$, $N_{Sk,lt} = 30,83 \text{ kN}$

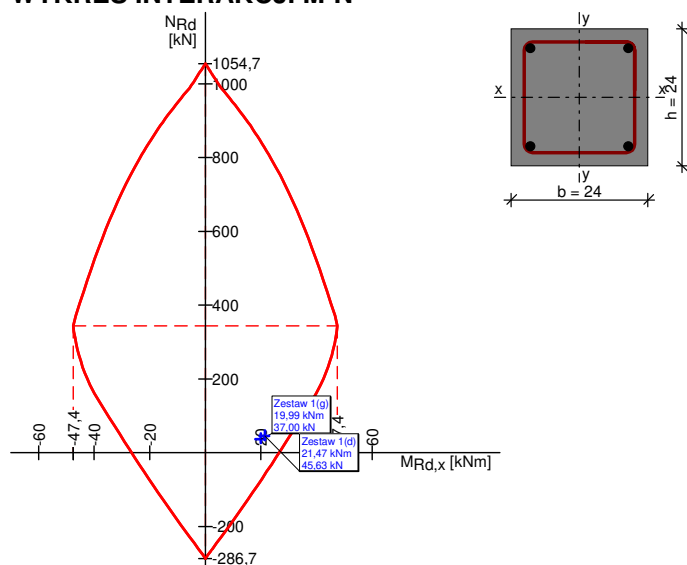
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,103 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (34,2%)

Uwagi:

Smukłość słupa jest większa od zalecanej przez normę PN-B-03264:2002 (wzory 244): $l_{0,x}/i_x = 125,9 > 104$, $l_{0,y}/i_y = 125,9 > 104$

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

WYKRES INTERAKCJI M-N



Wartości ekstremalne wykresu M-N:

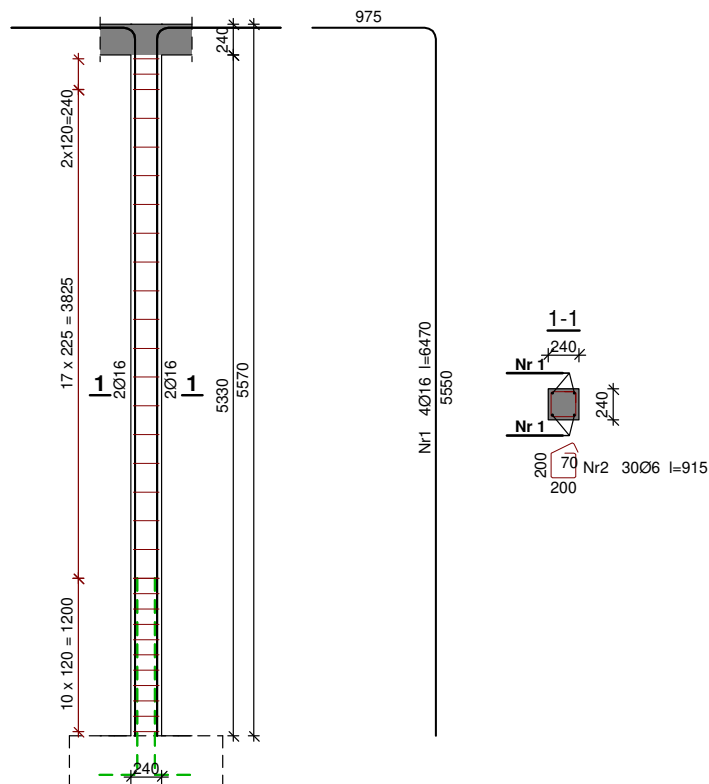
$M_{Rd,x,max} = 47,45 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 343,72 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,min} = -47,45 \text{ kNm}$; $N_{Rd,odp} = 343,72 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,max} = 1054,73 \text{ kN}$

$M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$; $N_{Rd,min} = -286,73 \text{ kN}$

SZKIC ZBROJENIA



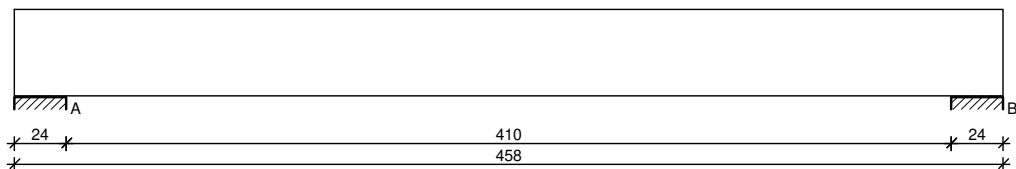
WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				34GS	
				Ø6	Ø16
RZ 24x24					
1	16	6470	4		25,88
2	6	915	30	27,45	
Długość całkowita wg średnic [m]				27,5	25,9
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,222	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				6,1	40,9
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				47,0	
Masa całkowita [kg]				47	

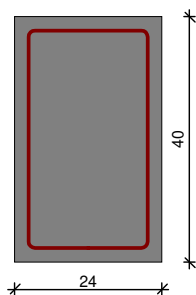
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

NADPROŻE N1

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 24,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 40,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

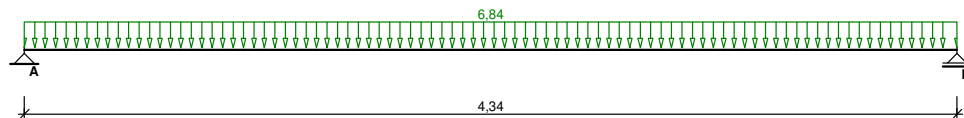
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe CW**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ściana	3,50	1,20	--	4,20	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,24m·0,40m·25,0kN/m³]	2,40	1,10	--	2,64	cała belka
Σ :		5,90	1,16		6,84	

Schemat statyczny belki

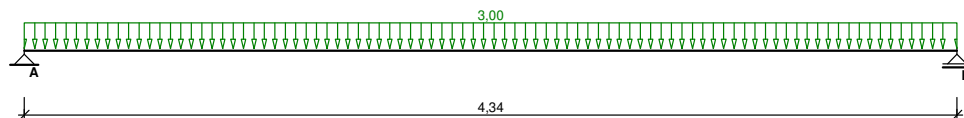


Przypadek: **P2: technologiczne**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	TECH	2,50	1,20	--	3,00	cała belka
Σ :		2,50	1,20		3,00	

Schemat statyczny belki

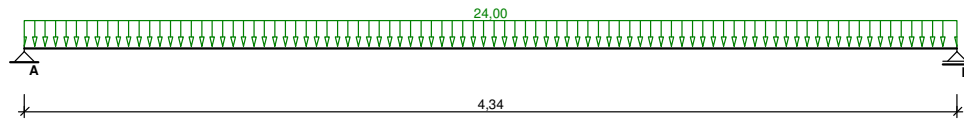


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	SCIANA I DACH	20,00	1,20	--	24,00	cała belka
Σ :		20,00	1,20		24,00	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25** → $f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$
Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$
Wilgotność środowiska $RH = 50\%$
Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,04$

Zbrojenie główne:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
Średnica prętów górnych $\varnothing_g = 16 \text{ mm}$
Średnica prętów dolnych $\varnothing_d = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
Średnica strzemion $\varnothing_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
Średnica prętów $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1
Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$
→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

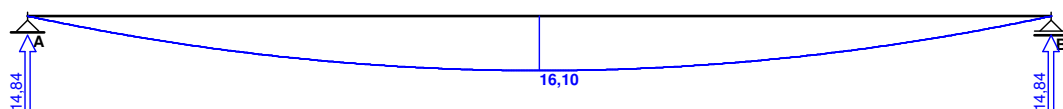
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Cotangens kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

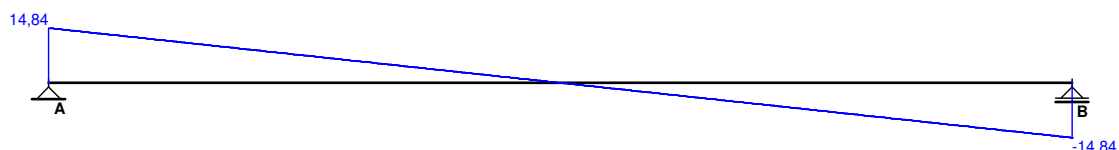
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek: **P1: stałe CW**

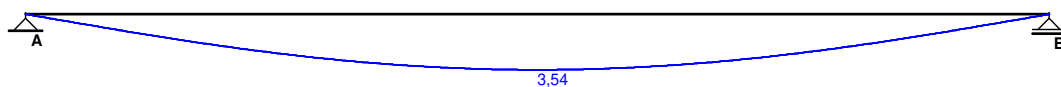
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

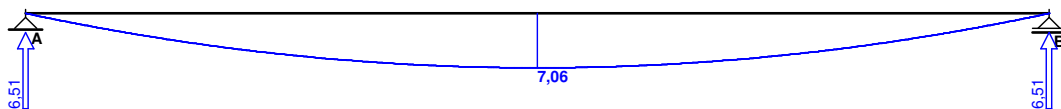


Ugięcia [mm]:

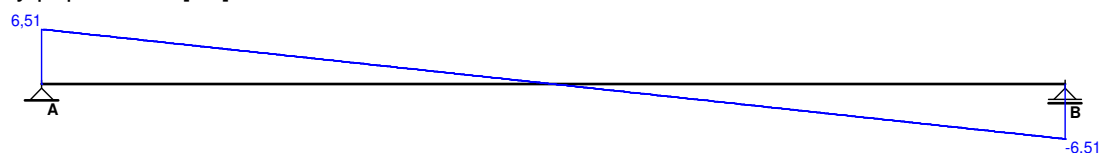


Przypadek: **P2: technologiczne**

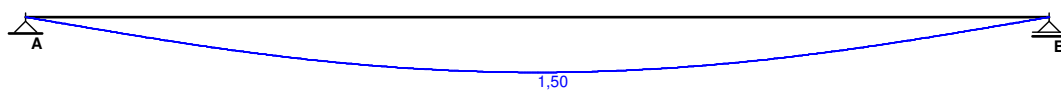
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

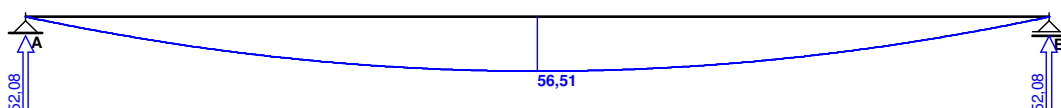


Ugięcia [mm]:

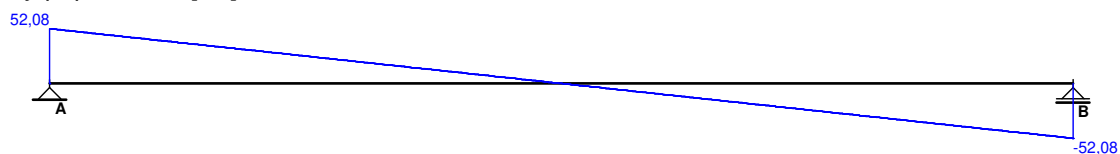


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

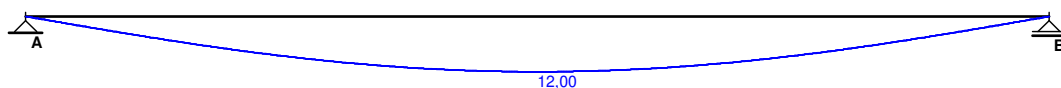
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

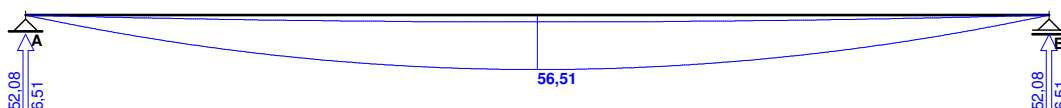


Ugięcia [mm]:

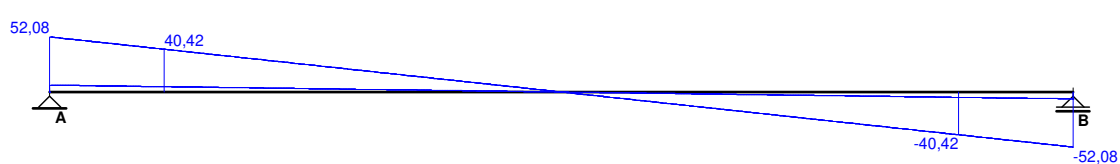


Obwiednia sił wewnętrznych

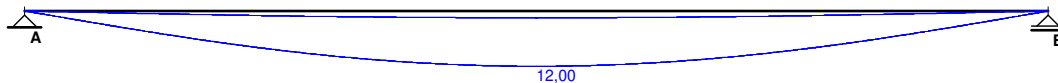
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

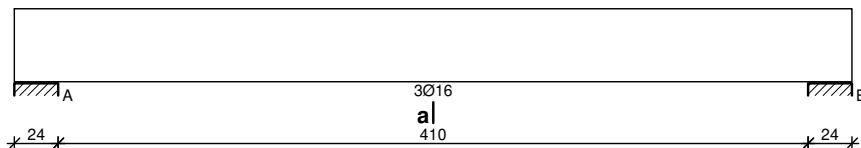


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 56,51 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,82 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3Ø16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,69\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 56,51 \text{ kNm} < M_{Rd} = 85,24 \text{ kNm}$ (66,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-) 40,42 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi Ø6 co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-) 40,42 \text{ kN} < V_{Rd1} = 55,95 \text{ kN}$ (72,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 47,09 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 47,09 \text{ kNm}$

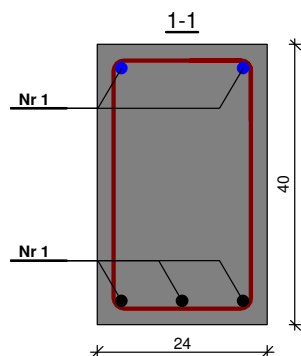
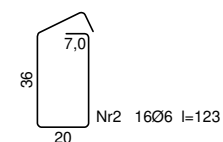
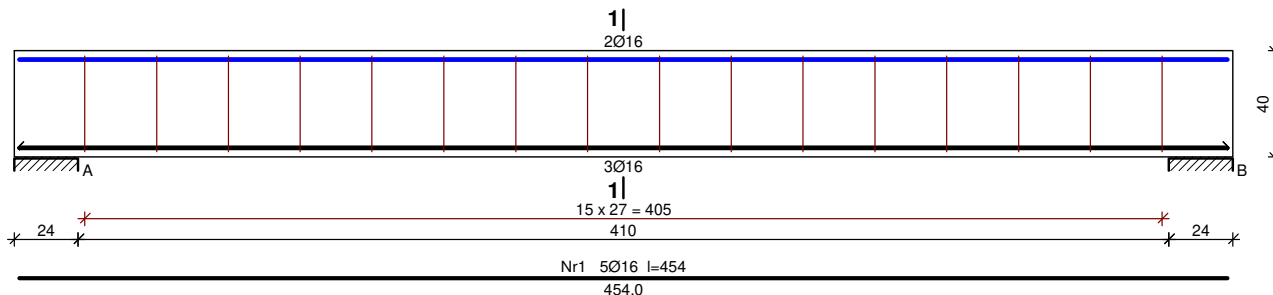
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,204 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (67,9%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 12,00 \text{ mm} < a_{lim} = 4340/200 = 21,70 \text{ mm}$ (55,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 41,00 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

SZKIC ZBROJENIA



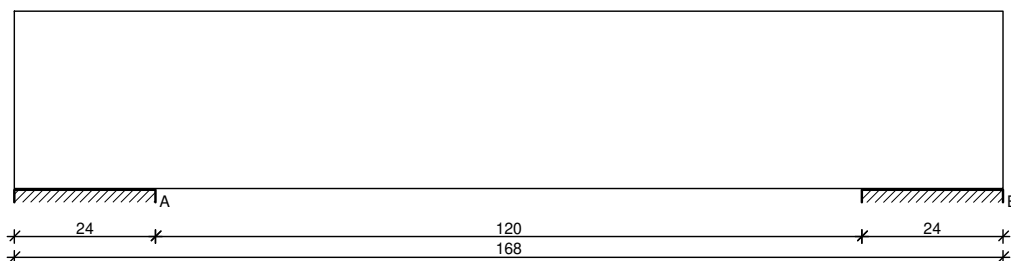
WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				B500SP	
				Ø6	Ø16
NADPROŻE N1					
1	16	454	5		22,70
2	6	123	16	19,68	
Długość całkowita wg średnic [m]				19,7	22,6
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,222	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				4,4	35,7
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				40,1	
Masa całkowita [kg]				41	

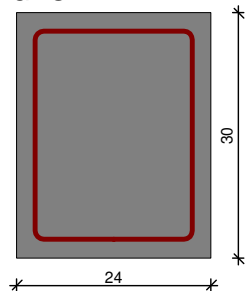
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

NADPROŻE N2

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 24,0 \text{ cm}$

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

Rodzaj belki: monolityczna

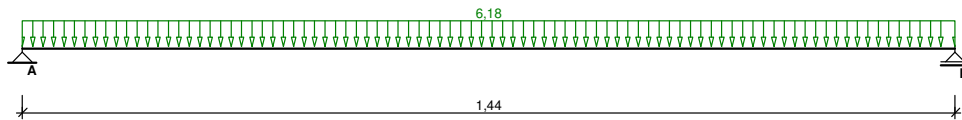
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe CW**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ściana	3,50	1,20	--	4,20	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,24m·0,30m·25,0kN/m³]	1,80	1,10	--	1,98	cała belka
Σ:		5,30	1,17		6,18	

Schemat statyczny belki

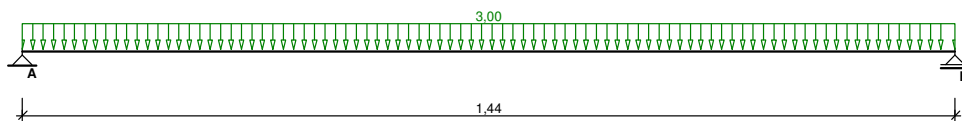


Przypadek: **P2: technologiczne**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	TECH	2,50	1,20	--	3,00	cała belka
Σ :		2,50	1,20		3,00	

Schemat statyczny belki

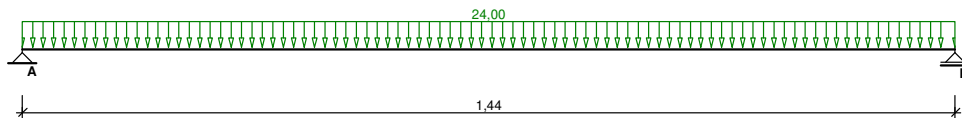


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	SCIANA I DACH	20,00	1,20	--	24,00	cała belka
Σ :		20,00	1,20		24,00	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,04$

Zbrojenie główne:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\varnothing_g = 12 \text{ mm}$

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

Strzemiona:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\varnothing_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Otulinie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

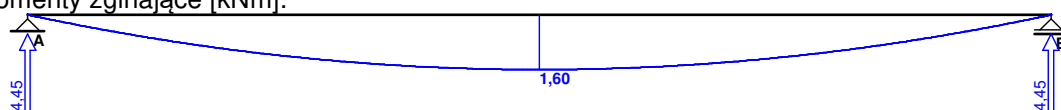
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Cotangens kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

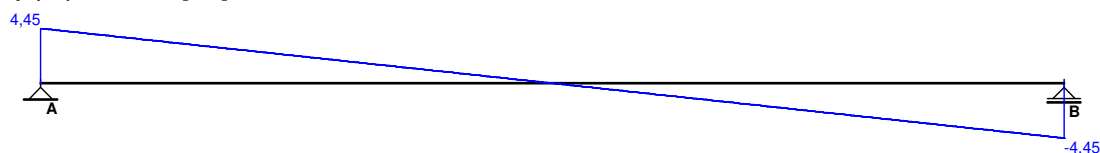
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek: **P1: stałe CW**

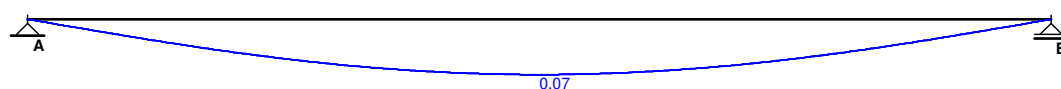
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

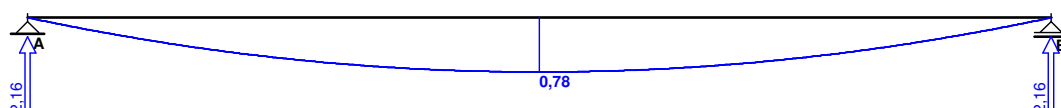


Ugięcia [mm]:

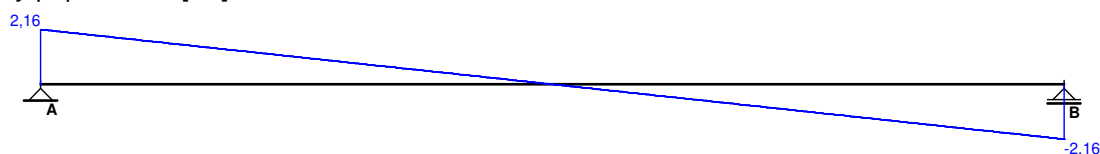


Przypadek: **P2: technologiczne**

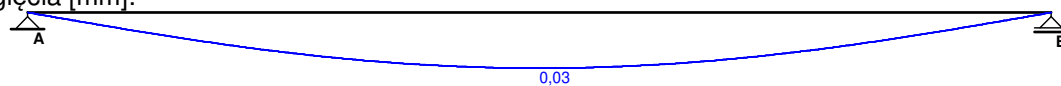
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

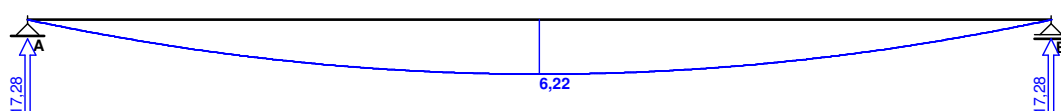


Ugięcia [mm]:

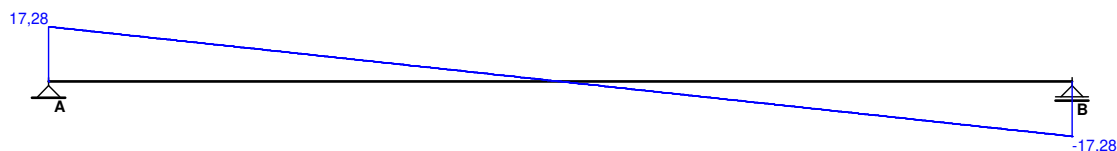


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

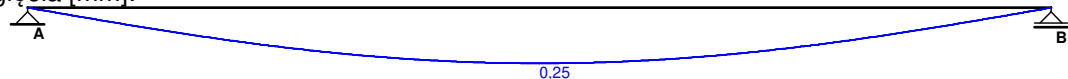
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

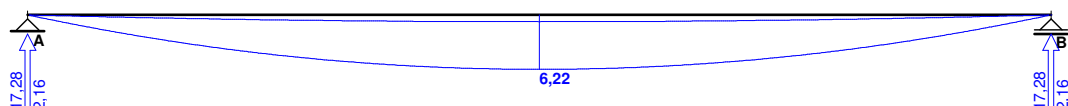


Ugięcia [mm]:

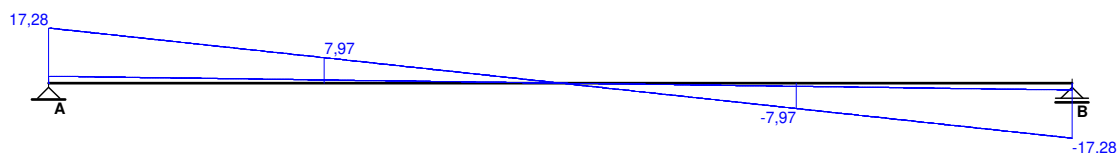


Obwiednia sił wewnętrznych

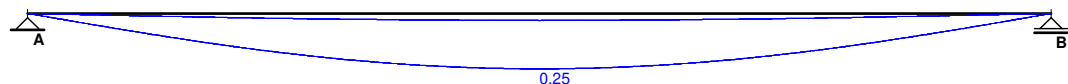
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

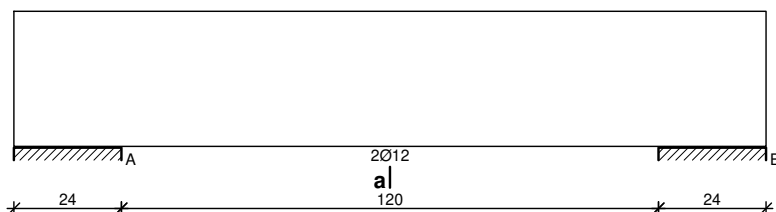


Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

a|



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 6,22 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,84 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2Ø12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,35\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 6,22 \text{ kNm} < M_{Rd} = 24,85 \text{ kNm}$ (25,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 7,97 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi Ø6 co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 7,97 \text{ kN} < V_{Rd1} = 40,20 \text{ kN}$ (19,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 5,18 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 5,18 \text{ kNm}$

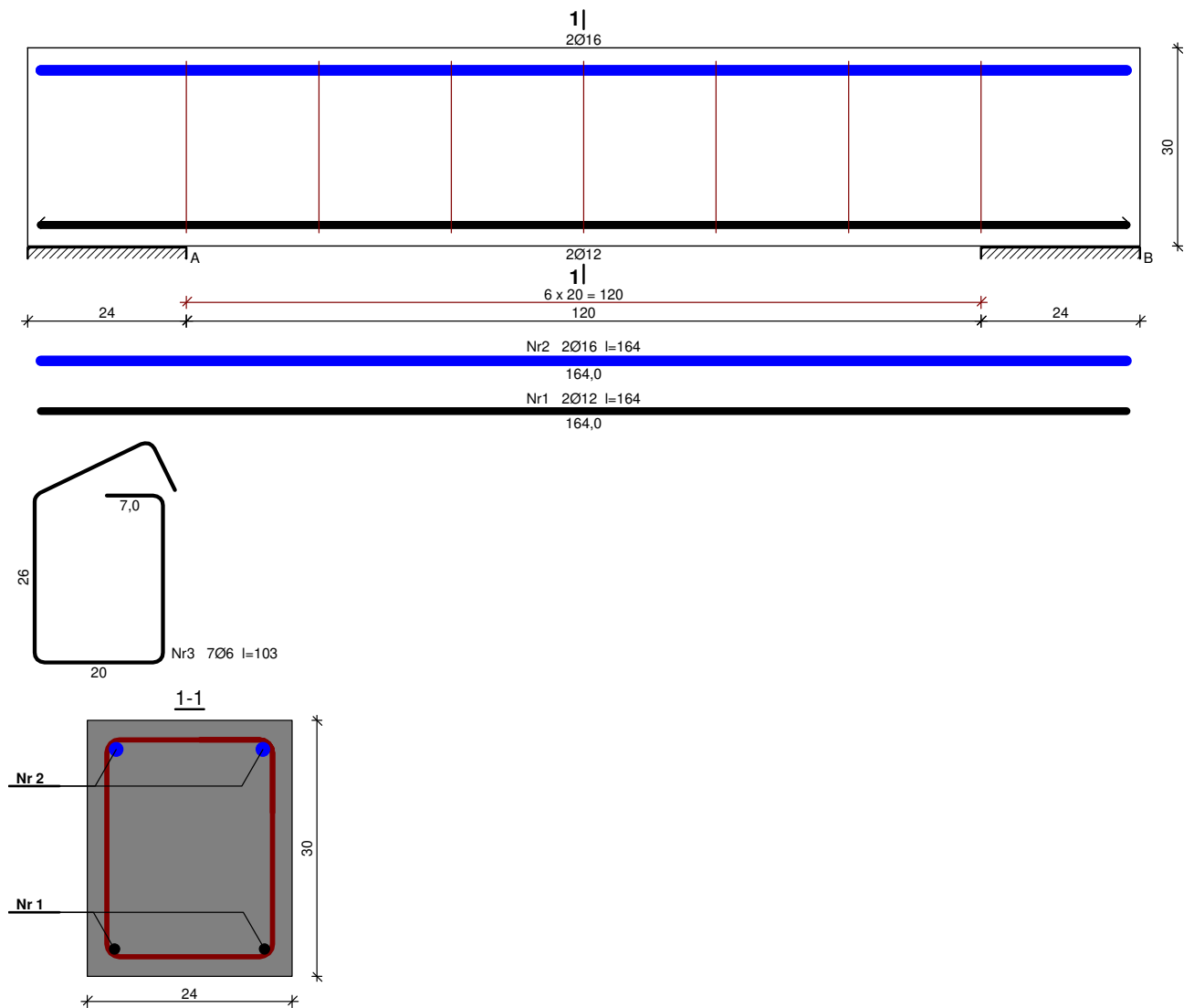
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,25 \text{ mm} < a_{lim} = 1440/200 = 7,20 \text{ mm}$ (3,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 12,00 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

SZKIC ZBROJENIA



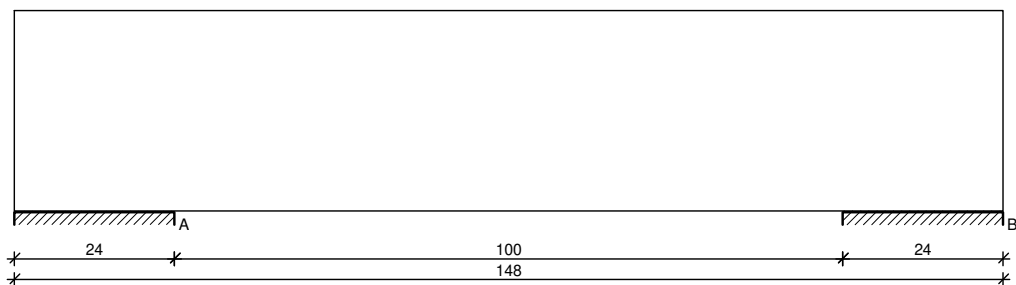
WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				B500SP		
				Ø6	Ø12	Ø16
NADPROZE N2						
1	12	164	2		3,28	
2	16	164	2			3,28
3	6	103	7	7,21		
Długość całkowita wg średnic [m]				7,3	3,3	3,3
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				1,6	2,9	5,2
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				9,7		
Masa całkowita [kg]				10		

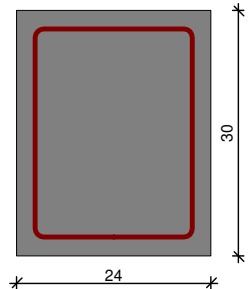
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

NADPROZE N3

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 24,0 \text{ cm}$

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

Rodzaj belki: monolityczna

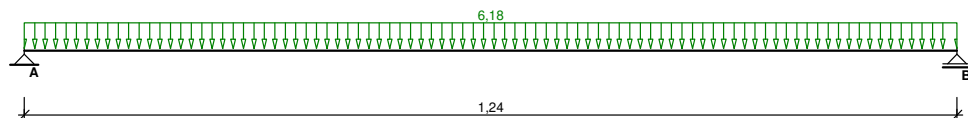
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe CW**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Ściana	3,50	1,20	--	4,20	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,24m·0,30m·25,0kN/m³]	1,80	1,10	--	1,98	cała belka
Σ :		5,30	1,17		6,18	

Schemat statyczny belki

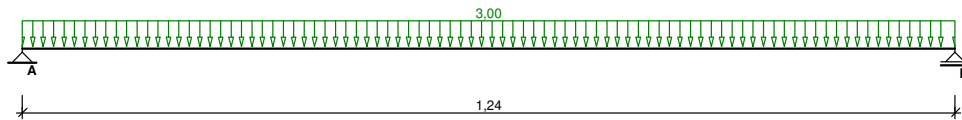


Przypadek: **P2: technologiczne**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	TECH	2,50	1,20	--	3,00	cała belka
Σ :		2,50	1,20		3,00	

Schemat statyczny belki

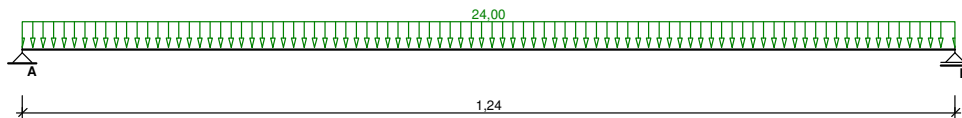


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	SCIANA I DACH	20,00	1,20	--	24,00	cała belka
Σ :		20,00	1,20		24,00	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pęcznienia (obliczono) $\phi = 3,04$

Zbrojenie główne:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\varnothing_g = 12 \text{ mm}$

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

Strzemiona:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\varnothing_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\varnothing = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotangens kąta nachylenia ścisk. krzywulców bet. $\cot \theta = 2,00$

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

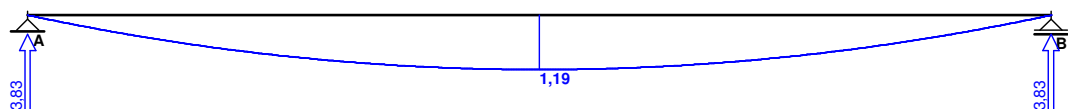
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

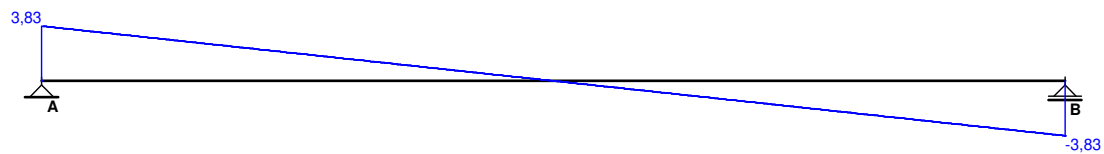
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek: **P1: stałe CW**

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

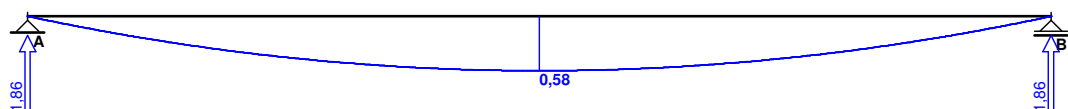


Ugięcia [mm]:

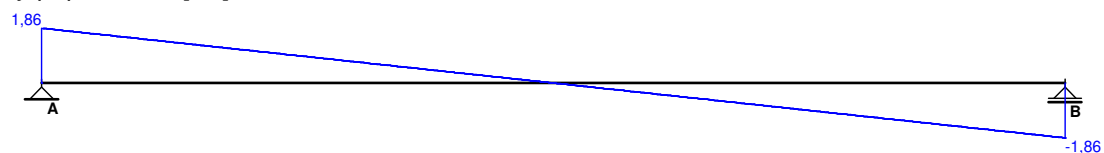


Przypadek: **P2: technologiczne**

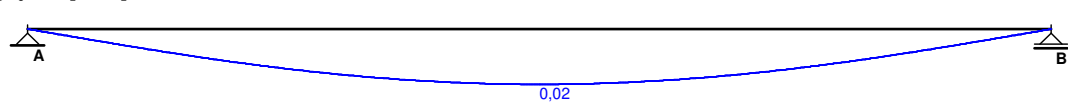
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

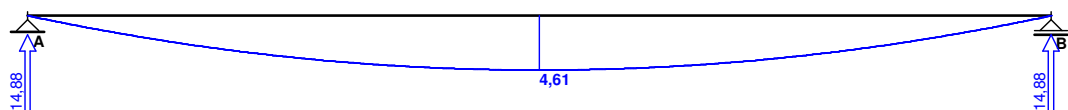


Ugięcia [mm]:

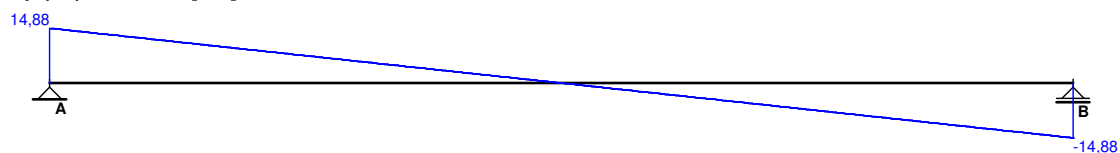


Przypadek: **P3: stałe SCIANA I DACH**

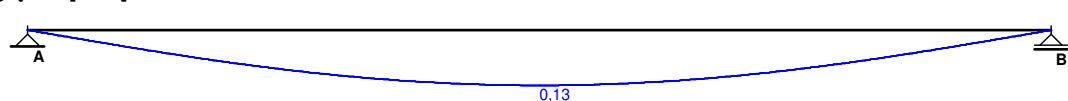
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

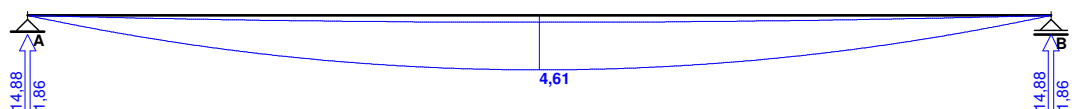


Ugięcia [mm]:

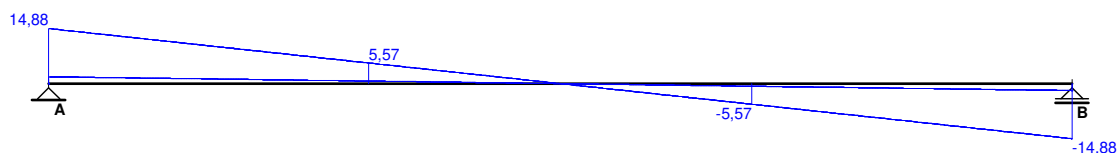


Obwiednia sił wewnętrznych

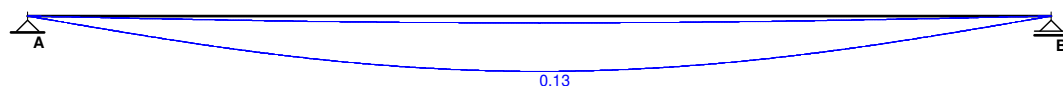
Momenty zginające [kNm]:



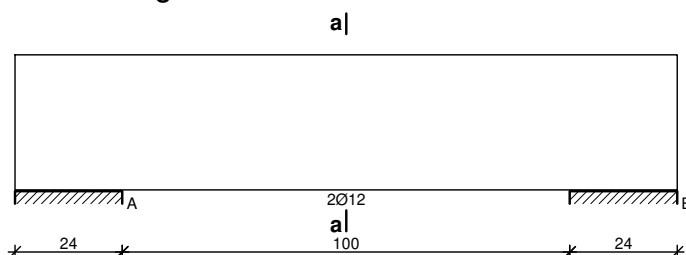
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 4,61 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,84 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2Ø12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,35\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 4,61 \text{ kNm} < M_{Rd} = 24,85 \text{ kNm}$ (18,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-) 5,57 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi Ø6 co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-) 5,57 \text{ kN} < V_{Rd1} = 40,20 \text{ kN}$ (13,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 3,84 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 3,84 \text{ kNm}$

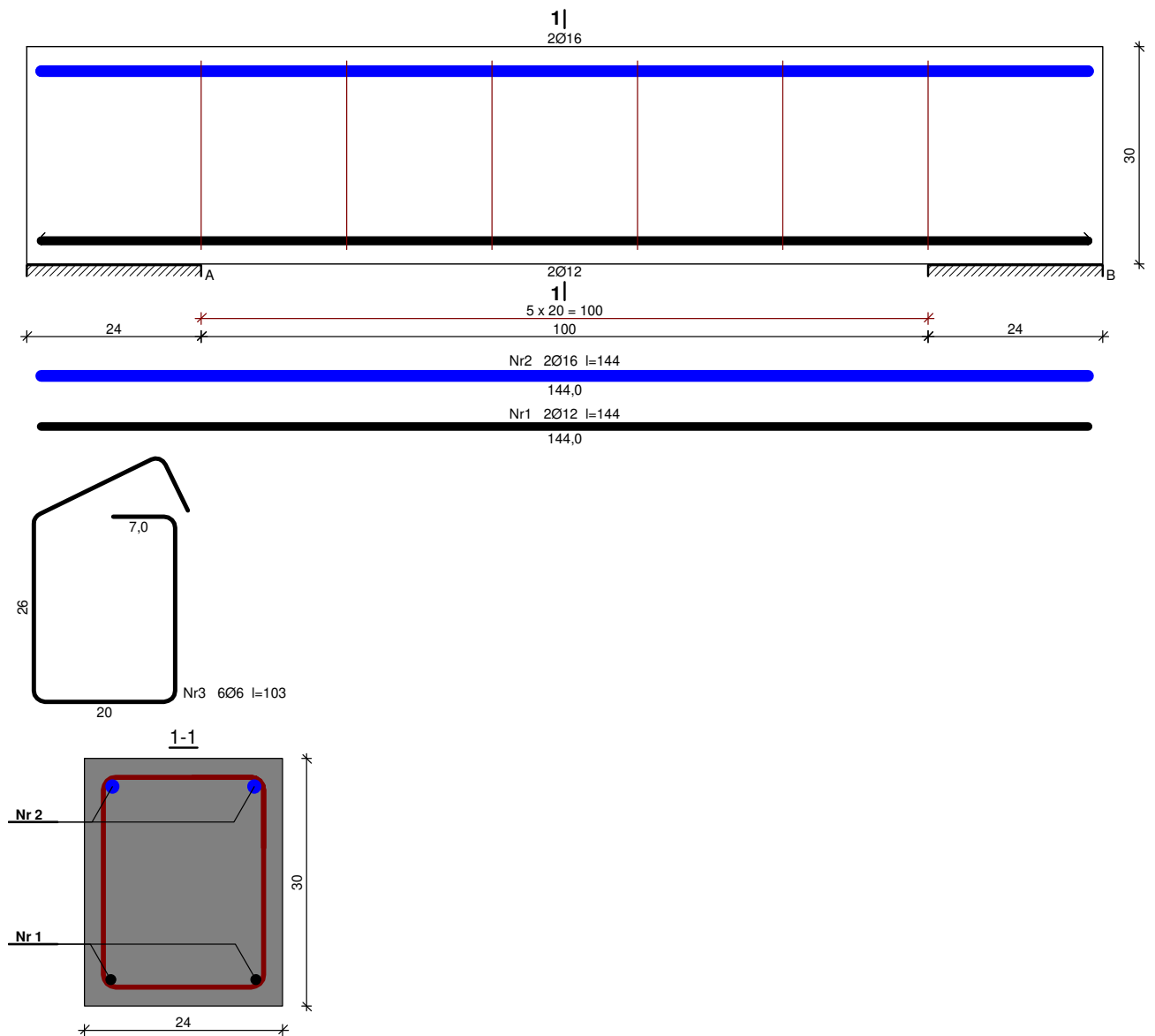
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,13 \text{ mm} < a_{lim} = 1240/200 = 6,20 \text{ mm}$ (2,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 10,00 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

SZKIC ZBROJENIA



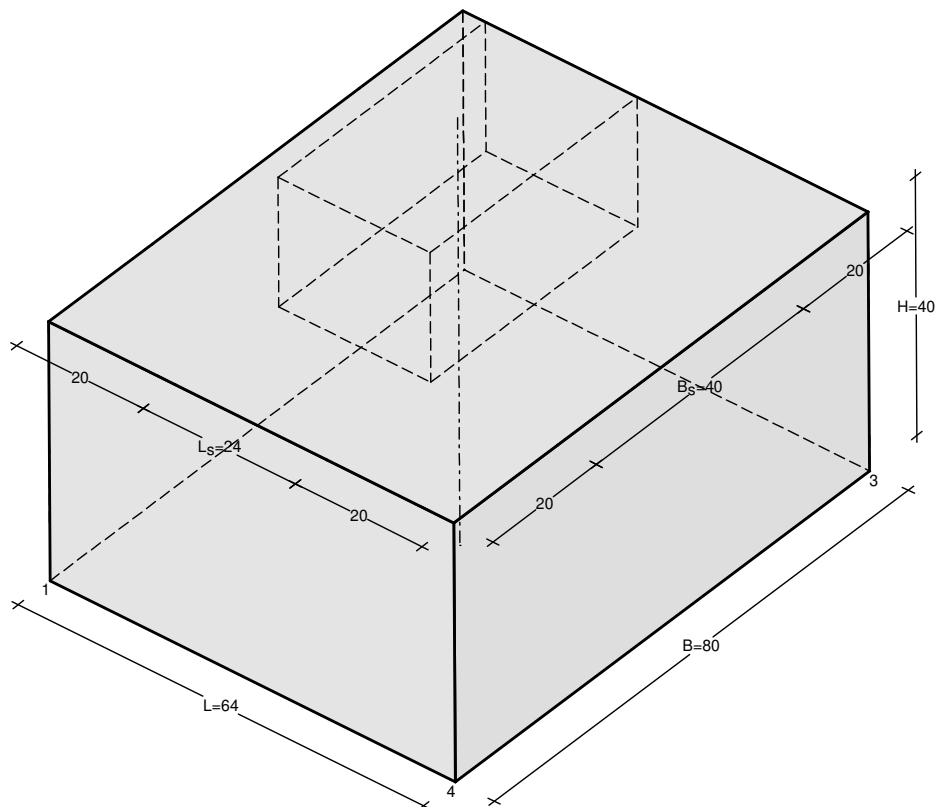
WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				B500SP		
				Ø6	Ø12	Ø16
NADPROŻE N3						
1	12	144	2		2,88	
2	16	144	2			2,88
3	6	103	6	6,18		
Długość całkowita wg średnic [m]				6,2	2,9	2,9
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,222	0,888	1,578
Masa prętów wg średnic [kg]				1,4	2,6	4,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				8,6		
Masa całkowita [kg]				9		

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

Stopa fundamentowa SF1

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostokątnościenna**

$B = 0,80 \text{ m}$ $L = 0,64 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,40 \text{ m}$ $L_s = 0,24 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

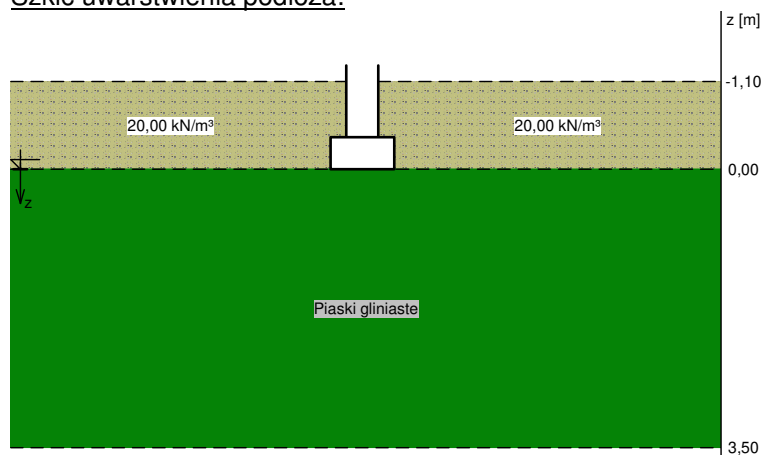
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\gamma_{m,\min}$	$\Phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0^{(n)}$ [kPa]	$M^{(n)}$ [kPa]
----	--------------	-------	------------	--------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	----------------------	----------------------	--------------------

1	Piaski gliniaste	3,50	nie	2,10	0,90	1,10	0,90	17,82	31,58	36039	40039
---	------------------	------	-----	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N _r	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Gatunek stali: 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 357$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\varnothing_B = 10$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\varnothing_L = 10$ mm

Maksymalny rozstaw prętów = 20,0 cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$

- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$

- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia = 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k =$

1,20

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 380,0$ kN, $Q_{fNL} = 380,0$ kN

$N_r = 27,4$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 380,0$ kN = 307,8 kN (8,9%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 16,0$ kN

$T_r = 0,0$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 16,0$ kN = 11,5 kN (0,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00$ kNm, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 9,87$ kNm

$$M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 9,9 \text{ kNm} = 7,1 \text{ kNm} \quad (0,0\%)$$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,01 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,04 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,06 \text{ cm}$

$$s = 0,06 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (5,5\%)$$

Napężenia w podłożu gruntowym i osiadania:

Wyniki dla kombinacji obciążeń nr 1:

	Nośność		pionowa	podłoża					
z [m]	σ_p		σ_p	σ_q	σ_s	σ_d	s''	s'	s
0,10	24,1		21,7	37,2	21,7	15,5	0,11	0,09	0,19
0,30	28,2		17,1	25,5	17,1	8,4	0,09	0,05	0,33

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,12 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **4 prętów Ø10 mm** o $A_s = 3,14 \text{ cm}^2$

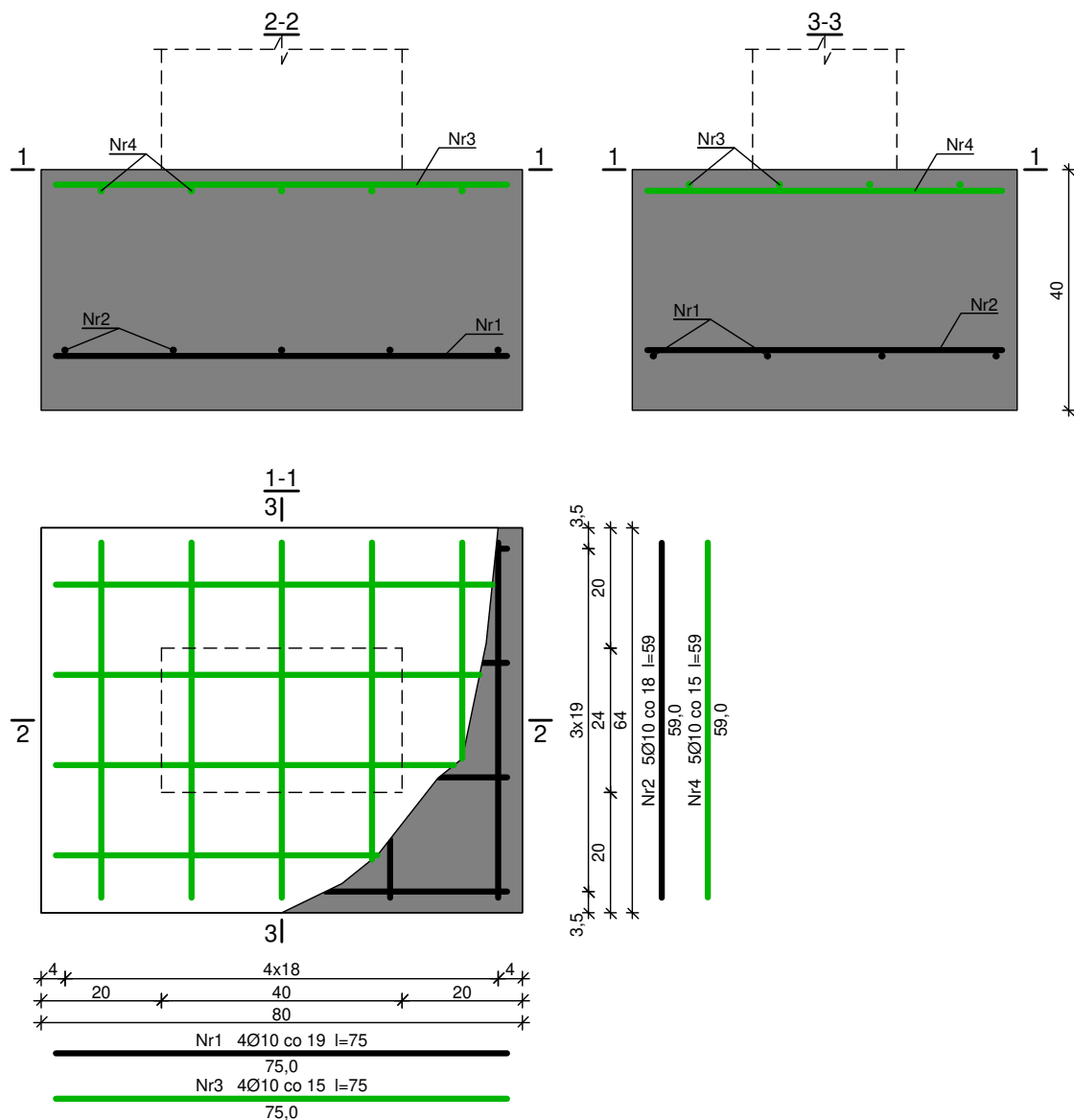
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,12 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **5 prętów Ø10 mm** o $A_s = 3,93 \text{ cm}^2$

SZKIC ZBROJENIA



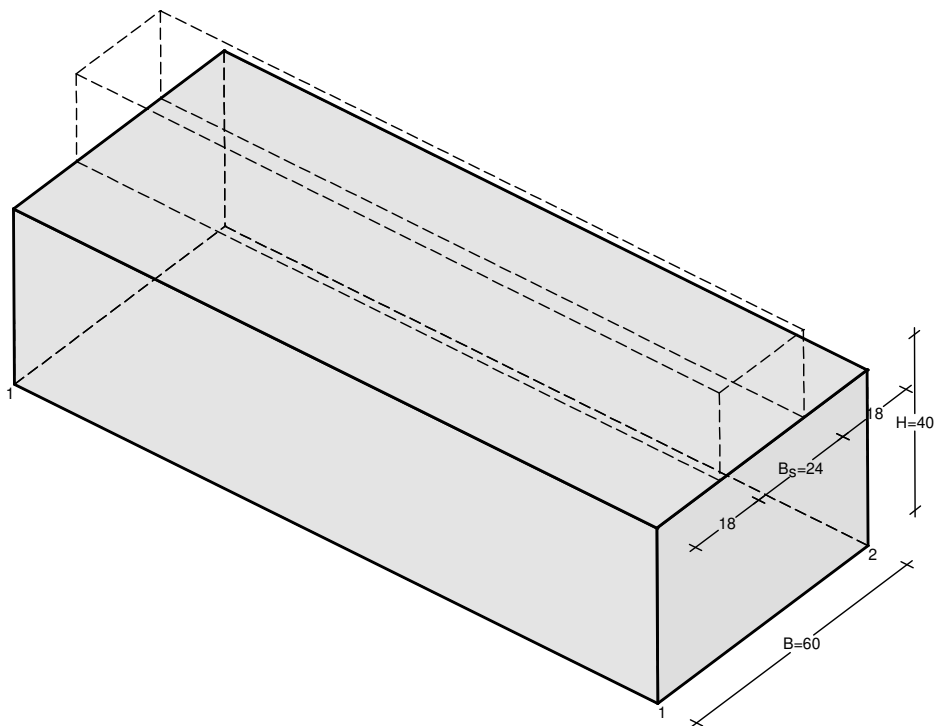
WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				34GS	B500SP	
				Ø10	Ø10	
Stopa fundamentowa SF1						
1	10	75	4	3,00		
2	10	59	5	2,95		
3	10	75	4		3,00	
4	10	59	5		2,95	
Długość całkowita wg średnic				[m]	6,0	6,0
Masa 1 m pręta				[kg/m]	0,617	0,617
Masa prętów wg średnic				[kg]	3,7	3,7
Masa prętów wg gatunków stali				[kg]	3,7	3,7
Masa całkowita				[kg]	8	

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)

ŁAWA FUNDAMENTOWA

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława prostokątna**

$B = 0,60 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,24 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$

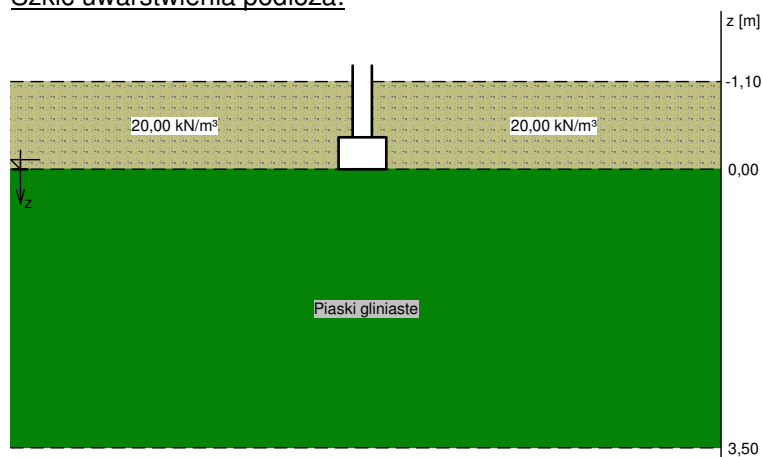
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,10 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,10 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\gamma_{m,\min}$	$\Phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_o^{(n)}$ [kPa]	$M^{(n)}$ [kPa]
1	Piaski gliniaste	3,50	nie	2,10	0,90	1,10	0,90	17,82	31,58	36039	40039

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	N [kN/m]	T _B [kN/m]	M _B [kNm/m]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	całkowite	82,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Gatunek stali: 34GS → klasa A-III, $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 357$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\varnothing_B = 10$ mm

Maksymalny rozstaw prętów = 20,0 cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$

- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$

- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia = 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 313,7$ kN/mb

$N_r = 94,4$ kN/mb < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 313,7$ kN/mb = 254,1 kN/mb (37,1%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 39,0$ kN/mb

$T_r = 0,0$ kN/mb < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 39,0$ kN/mb = 28,0 kN/mb (0,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2} = 0,00$ kNm/mb, moment utrzymujący $M_{uB,2} = 27,52$ kNm/mb

$M_o = 0,00$ kNm/mb < $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 27,5$ kNm/mb = 19,8 kNm/mb (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,26$ cm, wtórne $s'' = 0,08$ cm, całkowite $s = 0,34$ cm

$$s = 0,34 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (33,5\%)$$

Napężenia w podłożu gruntowym i osiadania:

Wyniki dla kombinacji obciążeń nr 1:

z [m]	Nośność σ_p	pionowa $\bar{\sigma}_p$	podłoża σ_q	σ_s	σ_d	s''	s'	s
0,10	24,1	21,7	117,2	21,7	95,5	0,11	0,53	0,64
0,30	28,2	18,0	92,1	18,0	74,1	0,09	0,41	1,14
0,50	32,3	13,7	72,8	13,7	59,0	0,07	0,33	1,54
0,70	36,4	10,7	58,8	10,7	48,0	0,05	0,27	1,86
0,90	40,5	8,7	48,7	8,7	40,0	0,04	0,22	2,12
1,10	44,7	7,3	41,3	7,3	34,0	0,04	0,19	2,35
1,30	48,8	6,2	35,7	6,2	29,4	0,03	0,16	2,54
1,50	52,9	5,5	31,4	5,5	25,9	0,03	0,14	2,71
1,70	57,0	4,8	27,9	4,8	23,1	0,02	0,13	2,86
1,90	61,1	4,4	25,1	4,4	20,8	0,02	0,12	3,00
2,10	65,3	3,9	22,8	3,9	18,9	0,02	0,10	3,13

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

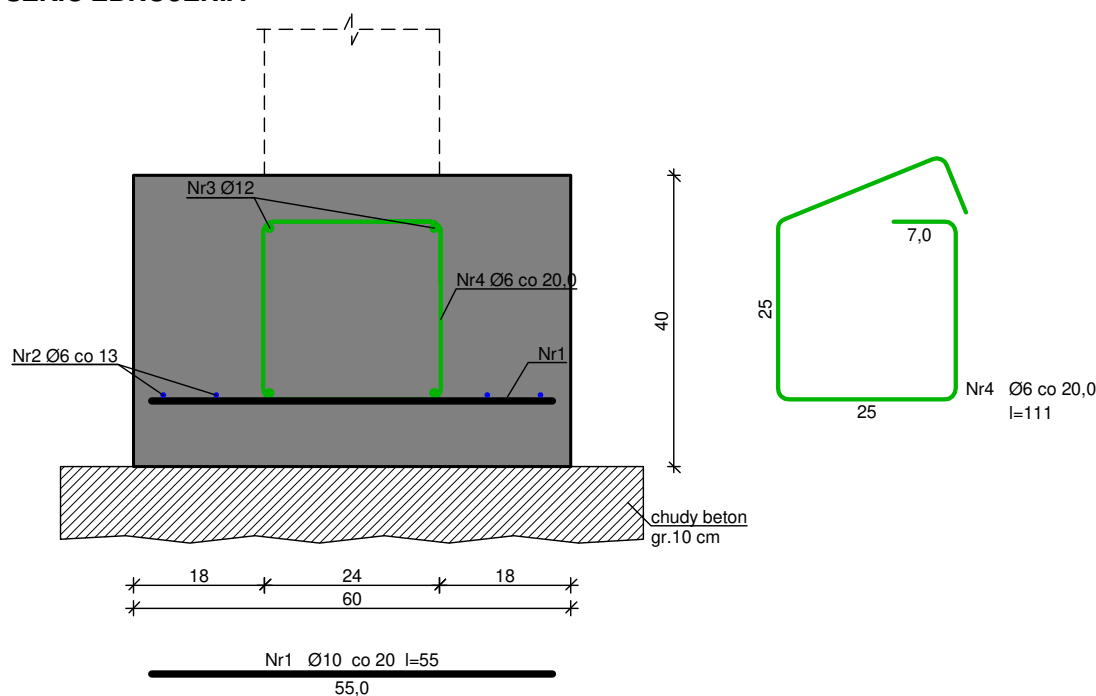
Wymiarowanie zbrojenia:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,37 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Przyjęto konstrukcyjnie $\varnothing 10 \text{ mm}$ co $20,0 \text{ cm}$ o $A_s = 3,93 \text{ cm}^2/\text{mb}$

SZKIC ZBROJENIA



WYKAZ ZBROJENIA

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]		
				34GS	B500SP	
				Ø10	Ø6	Ø12
ŁAWA FUNDAMENTOWA (1 mb ławy fundamentowej)						
1	10	55	5,00	2,75		
2	6	105	4		4,20	
3	12	105	4			4,20

4	6	111	5,00		5,55	
Długość całkowita wg średnic [m]				2,8	9,8	4,2
Masa 1 m pręta [kg/m]				0,617	0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				1,7	2,2	3,7
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				1,7	5,9	
Masa całkowita [kg]				8		

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg EN ISO 3766)