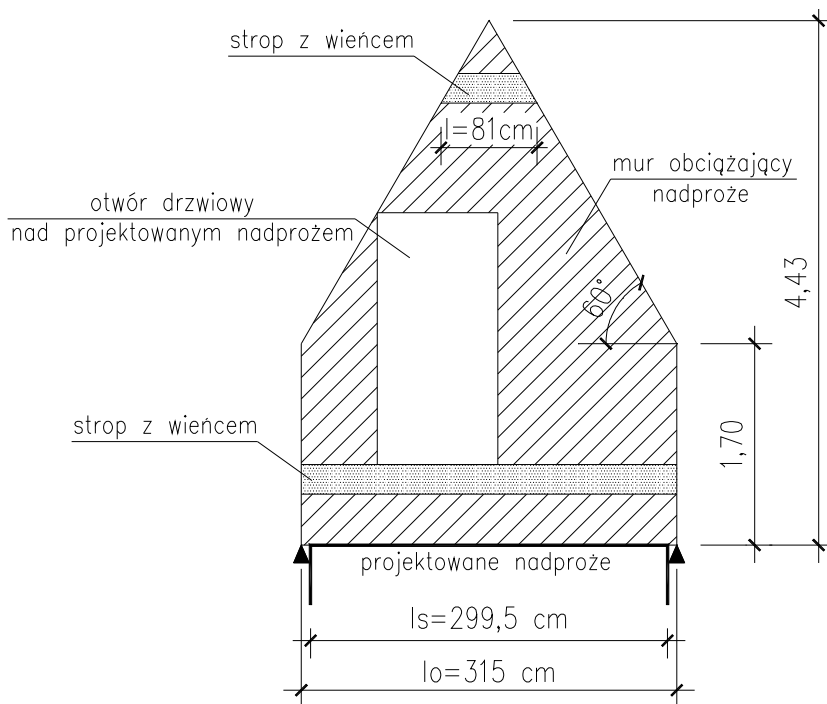


# OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

## NADPROŻE STALOWE

### 1. Założenia

#### 1.1. Schemat obciążeń



#### 1.2. Wartości obciążeń

- mur gr. 38cm z cegły pełnej (obustronnie tynk cem-wap. gr. 1,5cm)

$q_{mk} = 7,41 \text{ kN/m}^2$  - wartość charakterystyczna obc.

$$q_{m1k} = 7,41 \text{ kN/m}^2 \times (1,70 \text{ m} - 0,26 \text{ m}) = 10,67 \text{ kN/m}$$

- obc. charakterystyczne

$$q_{m2k} = 7,41 \text{ kN/m}^2 \times (4,43 \text{ m} - 2 \times 0,26 \text{ m}) = 28,97 \text{ kN/m}$$

- obc. charakterystyczne

$$q_{m1} = q_{m1k} \gamma_f = 10,67 \text{ kN/m} \times 1,1 = 11,74 \text{ kN/m}$$

- obc. obliczeniowe

$$q_{m2} = q_{m2k} \gamma_f = 28,97 \text{ kN/m} \times 1,1 = 31,87 \text{ kN/m}$$

- obc. obliczeniowe

- strop Ackermana gr. 22+3cm

$$q_k = g_1 + g_2 + p = 1,45 + 3,34 + 5,00 = 9,79 \text{ kN/m}^2$$

- wartość char. obc. przyjęta wg proj. archiwalnego, gdzie:

$g_1$  – ciężar warstw posadzkowych

$g_2$  – ciężar konstrukcji stropu

$p$  – obc. użytkowe

$$q = g_1 \gamma_{f1} + g_2 \gamma_{f2} + p \gamma_{f3} = 1,45 \times 1,2 + 3,34 \times 1,1 + 5,00 \times 1,3 = 11,91 \text{ kN/m}^2$$

- wartość obliczeniowa obc.

$l_p = 3,01 \text{ m}$  - pasmo stropu obciążające nadproże

$$q_{sk} = l_p q_k = 3,01 \text{ m} \times 9,79 \text{ kN/m}^2 = 29,47 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. charakterystyczne}$$

$$q_s = l_p q = 3,01 \text{ m} \times 11,91 \text{ kN/m}^2 = 35,85 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. obliczeniowe}$$

- wieniec żelbetowy 38x26cm

$$q_{wk} = 0,38 \text{ m} \times 0,26 \text{ m} \times 25,0 \text{ kN/m}^3 + 0,26 \text{ m} \times 2 \times 0,015 \text{ m} \times 19,0 \text{ kN/m}^3 = 2,62 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. charakterystyczne}$$

$$q_w = 0,38 \text{ m} \times 0,26 \text{ m} \times 25,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,1 + 0,26 \text{ m} \times 2 \times 0,015 \text{ m} \times 19,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,3 = 2,91 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. obliczeniowe}$$

- ciężar własny nadproża

Przyjęto nadproże stalowe z dwóch ceowników walcowanych C240 o ciężarze:

$$g_{nk} = 0,66 \text{ kN/m}$$

Ciężar własny nadproża uwzględniany jest **automatycznie** przez program obliczeniowy.

#### Obciążenie całkowite **równomiernie** rozłożone nadproża

$$Q_{1k} = q_{sk} + (q_{sk} l)/l_o + q_{wk} + (q_{wk} l)/l_o = 29,47 \text{ kN/m} + (29,47 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m})/3,15 \text{ m} + 2,62 \text{ kN/m} + (2,62 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m})/3,15 \text{ m} = 40,34 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. charakterystyczne}$$

$$Q_1 = q_s + (q_s l)/l_o + q_w + (q_w l)/l_o = 35,85 \text{ kN/m} + (35,85 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m})/3,15 \text{ m} + 2,91 \text{ kN/m} + (2,91 \text{ kN/m} \times 0,81 \text{ m})/3,15 \text{ m} = 48,73 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. obliczeniowe}$$

#### Obciążenie całkowite **nierównomiernie** rozłożone nadproża

$$Q_{2k} = q_{m1k} = 10,67 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. charakterystyczne}$$

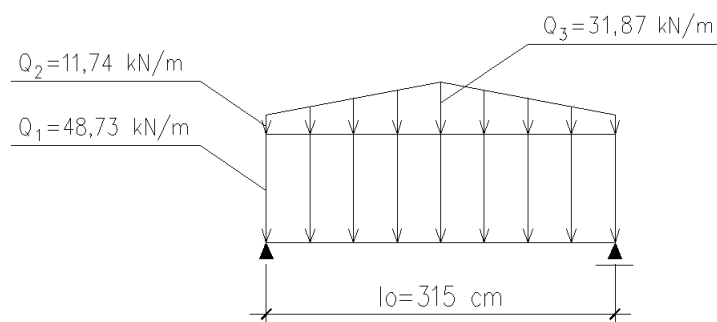
$$Q_2 = q_{m1} = 11,74 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. obliczeniowe}$$

$$Q_{3k} = q_{m2k} = 28,97 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. charakterystyczne}$$

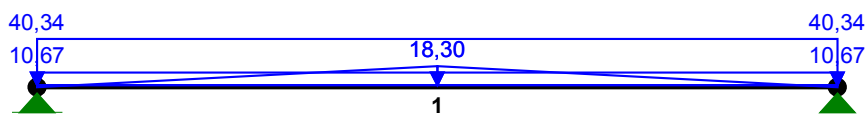
$$Q_3 = q_{m1} = 31,87 \text{ kN/m} \quad - \text{ obc. obliczeniowe}$$

### 1.3. Schemat statyczny

**OBCIĄŻENIA (wart. obliczeniowe) :**



### OBCIĄŻENIA (wart. charakterystyczne):



[kN/m]

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa: A "strop + wieniec"						
1	Liniowe	0,0	40,34	40,34	0,00	3,15
Grupa: B "mur"						
1	Liniowe	0,0	10,67	10,67	0,00	3,15
1	Liniowe	0,0	0,00	18,30	0,00	1,58
1	Liniowe	0,0	18,30	0,00	1,58	3,15

### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			
A - "strop + wieniec"	Zmienne	1	1,00
B - "mur"	Zmienne	1	1,00

## 2. Wyniki obliczeń statycznych

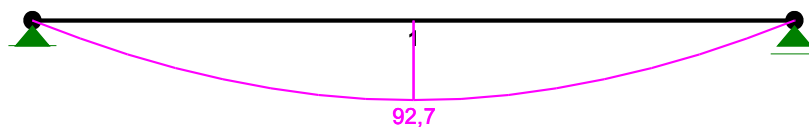
### 2.1 Siły przekrojowe

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A+B

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,0	112,4	0,0
	0,50	1,575	<b>92,7*</b>	-0,0	0,0
	1,00	3,150	0,0	-112,4	0,0

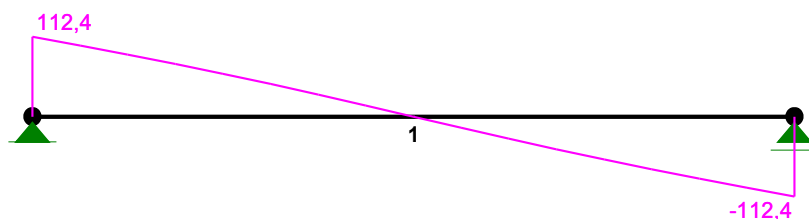
\* = Wartości ekstremalne

MOMENTY:



[kNm]

TNĄCE:



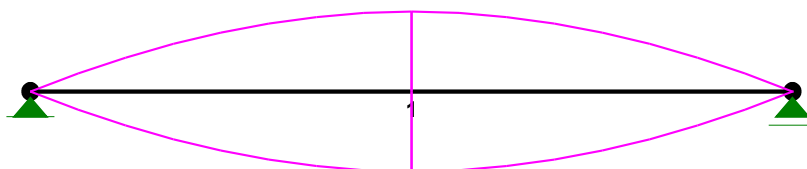
[kN]

**NAPRĘŻENIA:**

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A+B

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
1	0,00	0,000	-0,0	0,0	0,000
	0,50	1,575	-154,4	154,4	<b>0,718*</b>
	1,00	3,150	-0,0	0,0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE PODPOROWE:**

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A+B

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	0,0	112,4	112,4	
2	0,0	112,4	112,4	

### 3. Wymiarowanie

#### 3.1. Stan graniczny nośności

Przyjęto nadproże z dwóch ceowników walcowanych C240 ze stali St3S o  $f_d=215$  MPa.

Siły przekrojowe (dla  $x=0,5l$ ):

$$M_y = 92,7 \text{ kNm}, \quad V_x = 0,0 \text{ kN}, \quad N = 0,0 \text{ kN}$$

Siły przekrojowe (dla  $x=0$  i  $x=l$ ):

$$M_y = 0,0 \text{ kNm}, \quad V_x = 112,4 \text{ kN}, \quad N = 0,0 \text{ kN}$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:

$$s_t = 154,4 \text{ MPa} \quad s_c = -154,4 \text{ MPa}.$$

Przyjęto, że ceowniki połączone są przewiązkami o szerokości  $b = 120$  mm i grubości  $g = 5$  mm w odstępach  $l_1 = 450$  mm, wykonanymi ze stali St3SX.

Smukłość gałęzi:

$$l_n = l_1 = l_1 / i_1 = 450,0 / 24,2 = 18,60$$

$$\lambda_p = 84 \sqrt{215 / f_d} = 84 \times \sqrt{215 / 215} = 84,00$$

Wyznaczenie współczynnika redukcji nośności:

Współczynnik niestateczności dla ścianki przy ściskaniu wynosi:

$$\varphi_p = 1,000$$

Współczynnik niestateczności gałęzi wynosi:

$$\bar{\lambda} = l_1 / l_p = 18,60 / 84,00 = 0,221 \quad \text{p} \quad \varphi_1 = 0,978$$

W związku z tym współczynnik redukcji nośności wynosi:

- dla zginania względem osi Y:

$$\alpha_y = 1,000$$

Smukłość zastępcza pręta:

- dla wyboczenia w płaszczyźnie prostopadłej do osi X:

$$l = l_{wx} / i_x = 3150,0 / 119,8 = 26,30$$

$$\lambda_m = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_v^2} \text{ m} / 2 = \sqrt{26,30^2 + 18,60^2} = 32,21$$

$$\bar{\lambda}_m = \frac{\lambda_m}{\lambda_p} \sqrt{\psi_0} = \frac{32,21}{84,00} \times \sqrt{0,978} = 0,379$$

### Nośność przewiązek:

Przewiązki prostopadłe do osi X:

$$Q = 1,2 \quad V = 1,2 \times 0,0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$Q = 0,012 A f_d = 0,012 \times 84,60 \times 215 \times 10^{-1} = 21,8 \text{ kN}$$

Przyjęto  $Q = 21,8 \text{ kN}$

$$V_Q = \frac{Q l_1}{n(m-1)a} = \frac{21,8 \times 450,0}{2 \times (2-1) \times 234,6} = 20,9 \text{ kN}$$

$$M_Q = \frac{Q l_1}{m n} = \frac{21,8 \times 0,5}{2 \times 2} = 2,5 \text{ kNm}$$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu:

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 0,9 \times 120,0 \times 5,0 \times 215 \times 10^{-3} = 67,3 \text{ kN}$$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu:

$$M_R = W f_d = 5,0 \times 120,0^2 / 6 \times 215 \times 10^{-6} = 2,6 \text{ kNm}$$

### Sprawdzenie warunków:

$$V_Q = 20,9 \text{ kN} < V_R = 67,3 \text{ kN}$$

$$M_Q = 2,5 \text{ kNm} < M_R = 2,6 \text{ kNm}$$

warunki spełnione

### Nośność przekroju na zginanie:

Nośność obliczeniowa przy zginaniu względem osi Y:

$$M_R = \alpha W_c f_d = 1,0 \times 600,0 \times 215 \times 10^{-3} = 129,0 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,0$  wynosi  $\varphi_L = 1,0$

Sprawdzenie warunku:

$$\frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{92,7}{129,0} = 0,718 < 1 \quad \text{warunek spełniony}$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu wzdłuż osi X:

$$V_R = 0,58 \varphi_{pv} A_v f_d = 0,58 \times 1,000 \times 45,6 \times 215 \times 10^{-1} = 568,6 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 170,6 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunku:

$$V = 112,4 \text{ kN} < V_R = 568,6 \text{ kN}$$

warunek spełniony

### 3.2. Stan graniczny użytkowości

Warunek stanu granicznego:  $a_{\max} \leq a_{\text{gr}}$

Wartość ugięcia względem osi X liczona od cięciwy pręta uzyskana z programu obliczeniowego wynosi:

$$a_{\max} = 5,5 \text{ mm}$$

Ugięcie graniczne wynosi:

$$a_{\text{gr}} = l / 500 = 3150 / 500 = 6,3 \text{ mm}$$

Sprawdzenie warunku:  $a_{\max} = 5,5 \text{ mm} < a_{\text{gr}} = 6,3 \text{ mm}$

warunek spełniony