

**Poz. 3.0. NADPROŻA STALOWE****ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ OBLICZENIOWYCH**

<u>NAZWA</u>	<u>WARTOŚĆ</u>
stropodach w budynku biurowym	10,03 kN/m <sup>2</sup>
strop nad typową kondygnacją w budynku biurowym	10,46 kN/m <sup>2</sup>
stropodach żelbetowy nad wieżą	6,18 kN/m <sup>2</sup>
strop żelbetowy grub.12cm	8,28 kN/m <sup>2</sup>
stropodach ze zbijkaków drewnianych	9,37 kN/m <sup>2</sup>
	kN/m <sup>2</sup>
Ściana wewnętrzna pustak ceramiczny grub.25cm	4,45 kN/m <sup>2</sup>
Ściana wewnętrzna pustak ceramiczny grub.18cm	3,41 kN/m <sup>2</sup>
Ściana zewnętrzna pustak ceramiczny grub.28cm	4,95 kN/m <sup>2</sup>

**Poz.3.1. NADPROŻE ND2, ND3**

Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 1,5 m  
 Schemat statyczny: belka swobodnie podparta  
 Przyjęte przekroje: 2x C80, stal St3S

Zebrań obciążeń.

	pasmo [m]		obc [kN/m <sup>2</sup> ]			
Ściana zewnętrzna pustak ceramiczny grub.28cm	1,3	x	4,95	=	6,44	kN/m
stropodach ze zbijkaków drewnianych	4,6	x	9,37	=	43,12	kN/m

**Obliczenia statyczne.**

**Klasa przekroju: 4.**

**Napężenia (Osłabienia otworami):**

$$\sigma_{\text{sc}} = \sigma / \psi_0 + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 106,17 = 106,17 < 215 \text{ MPa}$$

MPa

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 9,03 < 119,71 = V_R$$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$$\frac{M_d}{M_{R,d}} = \frac{5,63}{11,39} = 0,494 < 1$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$$\frac{M_x}{M_{R,x,v}} + \frac{M_d}{M_{R,d,v}} = \frac{0,00}{19,52} + \frac{5,63}{11,39} = 0,494 < 1$$

**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

$$P = 4,51 < 232,13 = P_{R,w}$$

**Złożony stan środnika**

$$\left( \frac{N_w}{N_{R,w}} + \frac{M_w}{M_{R,w}} + \frac{P}{P_{R,c}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left( \frac{N_w}{N_{R,w}} + \frac{M_w}{M_{R,w}} \right) \frac{P}{P_{R,c}} + \left( \frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left(\frac{0,00}{61,95} + \frac{0,15}{0,50} + \frac{0,00}{232,13}\right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,00}{61,95} + \frac{0,15}{0,50}\right) \times \frac{0,00}{232,13} + \left(\frac{0,00}{119,71}\right)^2 = 0,088 < 1$$

#### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy przęta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,7 < 6,0 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 2,7 \text{ mm}; \quad L / a = 1500,0 / 2,7 = 554,6$$

#### Poz.3.2. NADPROŻE ND4

Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 1,5 m

Schemat statyczny: belka swobodnie podparta

Przyjęte przekroje: 2x C80, stal St3S

Zebranie obciążeń.

	pasma [m]		obc [kN/m2]			
strop nad typową kondygnacją w budynku biurowym	2,4	x	10,46	=	25,11	kN/m
Ściana wewnętrzna pustak ceramiczny grub.25cm	1,3	x	4,45	=	5,79	kN/m
stropodach ze zbijków drewnianych	4,6	x	9,37	=	43,12	kN/m

#### Obliczenia statyczne.

Klasa przekroju: 4.

Napężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{\sigma c} = \sigma / \psi_s + \Delta \sigma = 0,00 / 1,000 + 171,82 = 171,82 < 215 \text{ MPa}$$

MPa

Nośność przekroju na ścinanie:

$$- \text{ścinanie wzdłuż osi X: } V = 14,43 < 119,71 = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\frac{M_x}{M_{R_x}} = \frac{9,11}{11,39} = 0,799 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$\frac{M_x}{M_{R_x, V}} + \frac{M_y}{M_{R_y, V}} = \frac{0,00}{19,52} + \frac{9,11}{11,39} = 0,799 < 1$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$$P = 7,22 < 232,13 = P_{R, W}$$

Złożony stan środnika

$$\left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}}\right)^2 - 3 \varphi_p \left(\frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}}\right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left(\frac{V}{V_R}\right)^2 =$$

$$\left(\frac{0,00}{61,95} + \frac{0,24}{0,50} + \frac{0,00}{232,13}\right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left(\frac{0,00}{61,95} + \frac{0,24}{0,50}\right) \times \frac{0,00}{232,13} + \left(\frac{0,00}{119,71}\right)^2 = 0,230 < 1$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi X liczone od ciężu pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,4 < 6,0 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 4,4 \text{ mm}; \quad L / a = 1500,0 / 4,4 = 341,4$$

### Poz.3.3. NADPROŻE ND7

Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 2,2 m

Schemat statyczny: belka swobodnie podparta

Przyjęte przekroje: 2x C160, stal St3S

Przewiązki: przyjęto 4 przewiązki o wymiarach 240x100x8mm

Zebranie obciążeń.

	pasmo [m]		obc [kN/m2]			
stropodach w budynku biurowym	5,4	x	10,03	=	54,19	kN/m
Ściana wewnętrzna pustak ceramiczny grub.25cm	1	x	4,45	=	4,45	kN/m

### Obliczenia statyczne.

Klasa przekroju: 4.

Naprężenia (Osłabienia otworami):

$$\sigma_{\text{net}} = \sigma / \psi_0 + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 150,62 = 150,62 < 215 \text{ MPa}$$

MPa

Nośność przekroju na ścinanie:

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 62,51 < 299,28 = V_R$$

Nośność przekroju na zginanie:

$$\frac{M_x}{M_{R_x}} = \frac{34,83}{49,72} = 0,701 < 1$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$\frac{M_x}{M_{R_x, V}} + \frac{M_y}{M_{R_y, V}} = \frac{0,00}{90,10} + \frac{34,83}{49,72} = 0,701 < 1$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$$P = 31,26 < 330,56 = P_{R, W}$$

Złożony stan środka

$$\left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left( \frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left( \frac{0,00}{190,28} + \frac{1,93}{3,74} + \frac{0,00}{330,56} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left( \frac{0,00}{190,28} + \frac{1,93}{3,74} \right) \times \frac{0,00}{330,56} + \left( \frac{0,00}{299,28} \right)^2 = 0,267 < 1$$

Nośność przewiązek:

Przewiązki równoległe do osi Y:

$$V_Q = 20,34 < 89,78 = V_R \quad M_Q = 2,27 < 2,87 = M_R \quad \tau = 69,08 < 193,50 = \alpha_{\perp} f_d$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 4,6 < 8,8 = a_R$$

Największe ugięcie przypadkowe wynosi:

$$a = 4,6 \text{ mm}; \quad L / a = 2200,0 / 4,6 = 476,4$$

#### Poz.3.4. NADPROŻE ND6

Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 1,5 m

Schemat statyczny: belka swobodnie podparta

Przyjęte przekroje: 2x C80, stal St3S

Zebranie obciążeń.

	pasma [m]		obc [kN/m2]			
strop żelbetowy grub.12cm	2,4	x	8,28	=	19,86	kN/m
Ściana wewnętrzna pustak ceramiczny grub.18cm	1,2	x	3,41	=	4,10	kN/m

**Obliczenia statyczne.**

**Klasa przekroju: 4.**

**Naprężenia (Osłabienia otworami):**

$$\sigma_{ac} = \sigma / \psi_s + \Delta\sigma = 0,00 / 1,000 + 57,01 = 57,01 < 215 \text{ MPa}$$

MPa

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X: } V = 7,63 < 119,71 = V_R$$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$$\frac{M_d}{M_{Rd}} = \frac{3,02}{11,39} = 0,265 < 1$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$$\frac{M_d}{M_{Rd, V}} + \frac{M_d}{M_{Rd, V}} = \frac{0,00}{19,52} + \frac{3,02}{11,39} = 0,265 < 1$$

**Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:**

$$P = 3,82 < 232,13 = P_{k, w}$$

**Złożony stan środnika**

$$\left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} + \frac{P}{P_{Rc}} \right)^2 - 3 \varphi_p \left( \frac{N_w}{N_{Rw}} + \frac{M_w}{M_{Rw}} \right) \frac{P}{P_{Rc}} + \left( \frac{V}{V_R} \right)^2 =$$

$$\left( \frac{0,00}{61,95} + \frac{0,08}{0,50} + \frac{0,00}{232,13} \right)^2 - 3 \times 1,000 \times \left( \frac{0,00}{61,95} + \frac{0,08}{0,50} \right) \times \frac{0,00}{232,13} + \left( \frac{0,00}{119,71} \right)^2 = 0,025 < 1$$

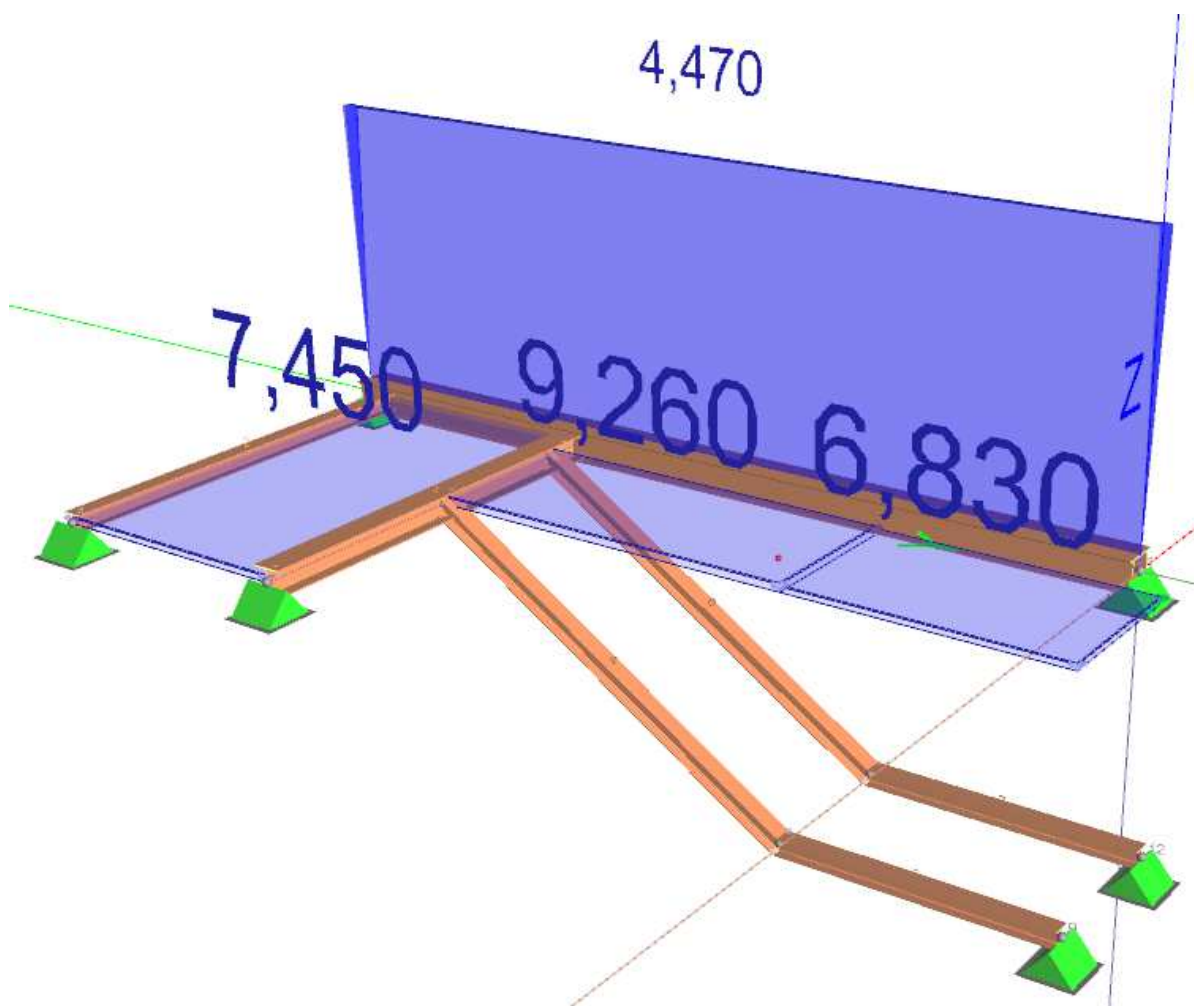
Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 1,6 < 6,0 = a_{gr}$$

$$a = 1,6 \text{ mm}; \quad L/a = 1500,0 / 1,6 = 929,9$$

Obciążenia wg. poz 1.0. i 5.0

Model obliczeniowy:



## Przekrój belki: HEA120

Stal: St3S

**Napreżenia (Osłabienia otworami):**

$$\sigma_{\text{seg}} = \sigma / \psi_{\text{of}} + \Delta\sigma = 7,39 / 1,000 + 75,63 = \mathbf{83,01} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

MPa

$$\tau_{xy} = \tau / \psi_{xy} = 1,63 / 1,000 = \mathbf{1,63} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ax} = \tau / \psi_{ov} = 0,20 / 1,000 = \mathbf{0,20} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{83,01^2 + 3 \times 0,00^2} = 83,01 < 215 \text{ MPa}$$

**Nośność elementów rozciąganych:**

$$N = 23,28 < 543,95 = N_{Rt}$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $V = 8,01 < 71,08 = V_R$
- ścinanie wzdłuż osi X:  $V = 0,39 < 239,42 = V_R$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{18,68}{543,95} + \frac{6,48}{1,000 \times 22,86} + \frac{0,57}{8,28} = 0,386 < 1$$

**Nie uwzględniono zwężenia pręta.**

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx, v}} + \frac{M_y}{M_{Ry, v}} = \frac{18,68}{543,95} + \frac{6,48}{22,86} + \frac{0,57}{8,28} = 0,386 < 1$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 12,4 < 14,5 = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X wynoszą:

$$a_{\max} = 1,7 < 14,5 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 12,5 \text{ mm}; \quad L / a = 2900,0 / 12,5 = 232,2$$

#### Poz.4.2. BELKA B3

Przekrój belki: HEA180

Stal: St3S

**Klasa przekroju: 1.**

**Napężenia (Osłabienia otworami):**

$$\sigma_{oe} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 0,86 / 1,000 + 145,90 = 146,76 < 215 \text{ MPa}$$

MPa

$$\tau_{oy} = \tau / \psi_{ov} = 11,29 / 1,000 = 11,29 < 124,70 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ox} = \tau / \psi_{ov} = 2,53 / 1,000 = 2,53 < 124,70 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{146,76^2 + 3 \times 0,00^2} = 146,76 < 215 \text{ MPa}$$

**Nośność elementów rozciąganych:**

$$N = 3,90 < 973,95 = N_{Rt}$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $V = 37,32 < 127,94 = V_R$
- ścinanie wzdłuż osi X:  $V = 21,05 < 426,47 = V_R$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{3,90}{973,95} + \frac{24,85}{1,000 \times 63,12} + \frac{6,30}{22,10} = 0,683 < 1$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rt, v}} + \frac{M_y}{M_{Ry, v}} = \frac{3,90}{973,95} + \frac{24,85}{63,12} + \frac{6,30}{22,10} = \mathbf{0,683} < \mathbf{1}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{0,6} < \mathbf{5,8} = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{0,1} < \mathbf{5,8} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 0,6 \text{ mm}; \quad L / a = 1450,0 / 0,6 = 2387,6$$

#### **Poz.4.3. BELKA B4**

Przekrój belki: HEA180

Stal: St3S

**Klasa przekroju: 4.**

**Napężenia (Osłabienia otworami):**

$$\sigma_{ac} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 1,43 / 1,000 + 125,29 = \mathbf{126,72} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

MPa

$$\tau_{xy} = \tau / \psi_{ov} = 7,02 / 1,000 = \mathbf{7,02} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ax} = \tau / \psi_{ov} = 0,75 / 1,000 = \mathbf{0,75} < \mathbf{124,70} = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_c^2 + 3 \tau_c^2} = \sqrt{126,72^2 + 3 \times 0,00^2} = \mathbf{126,72} < \mathbf{215} \text{ MPa}$$

**Nośność elementów rozciąganych:**

$$N = \mathbf{14,35} < \mathbf{2160,75} = N_{Rt}$$

**Nośność przekroju na ściskanie:**

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{6,71}{-2,14748E+006 \times -4,6401753E+09} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1}$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad V = \mathbf{53,79} < \mathbf{561,15} = V_R$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi X:} \quad V = \mathbf{3,51} < \mathbf{761,53} = V_R$$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_x M_{Rt}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{14,33}{2160,75} + \frac{71,89}{1,000 \times 138,03} + \frac{5,70}{-1,9761145E+08} = \mathbf{0,527} < \mathbf{1}$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rt, v}} + \frac{M_y}{M_{Ry, v}} = \frac{14,33}{2160,75} + \frac{71,89}{138,03} + \frac{5,70}{-1,9761145E+08} = \mathbf{0,527} < \mathbf{1}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{14,1} < \mathbf{23,2} = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{0,1} < \mathbf{23,2} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 14,1 \text{ mm}; \quad L / a = 5800,0 / 14,1 = 410,5$$