

# Projekt stropu stalowego budynku przemysłowego

## Część obliczeniowa

- Krótka charakterystyka procesu produkcji oraz zastosowanie użytego w projekcie gatunku stali
- Dobór elektrod i jego uzasadnienie

### 1.0. Żebro stropowe

#### 1.1. Zebranie obciążeń

#### 1.2. Ustalenie kombinacji obciążeń oraz analiza statyczna

#### 1.3. Sprawdzenie stanu granicznego nośności z uwagi na zginanie, ścinanie oraz zginanie ze ścinaniem

#### 1.4. Sprawdzenie stanu granicznego użytkowania

## 1.0. Żebro stropowe

### 1.1. Zebranie obciążeń

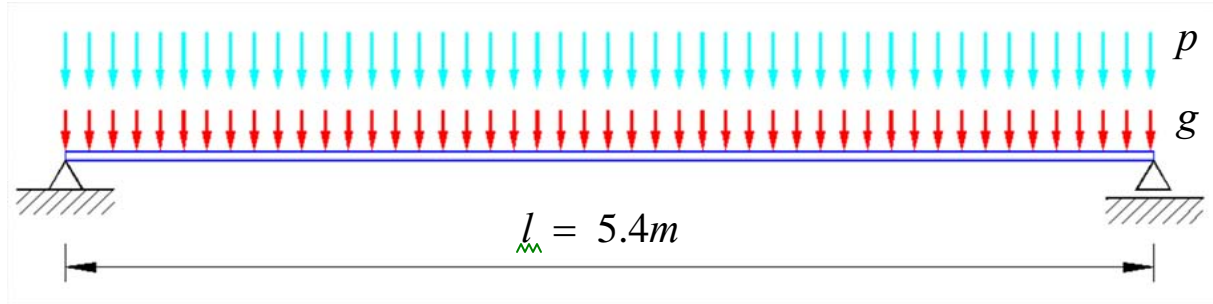
| Rodzaj obciążenia          | $\rho$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $h_i$ [m] | [kN/m <sup>2</sup> ] | $a$ [m] | [kN/m] | $\gamma_M$ | [kN/m] |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|---------|--------|------------|--------|
| Posadzka                   | 21                          | 0,01      | 0,21                 | 2,4     | 0,50   | 1,35       | 0,68   |
| Płyta żelbetowa            | 25                          | 0,1       | 2,5                  | 2,4     | 6,00   | 1,35       | 8,10   |
| Belka stalowa              | 78,5                        |           |                      |         | 0,23   | 1,35       | 0,31   |
| Całkowite obciążenie stałe |                             |           |                      |         | 6,73   | 1,35       | 9,09   |
| Obciążenie zmienne         |                             |           | 9,2                  | 2,4     | 22,08  | 1,5        | 33,12  |

$$g_k = 6.73 \frac{kN}{m} \quad g_o = 9.09 \frac{kN}{m}$$

$$p_k = 22.08 \frac{kN}{m} \quad p_o = 33.12 \frac{kN}{m}$$

## 1.2. Ustalanie kombinacji obciążeń oraz analiza statyczna

Schemat statyczny - belka wolnopodparta



$$R_A = (g_o + p_o) \cdot \frac{l}{2}$$

$$R_A = 113.967 \text{ kN}$$

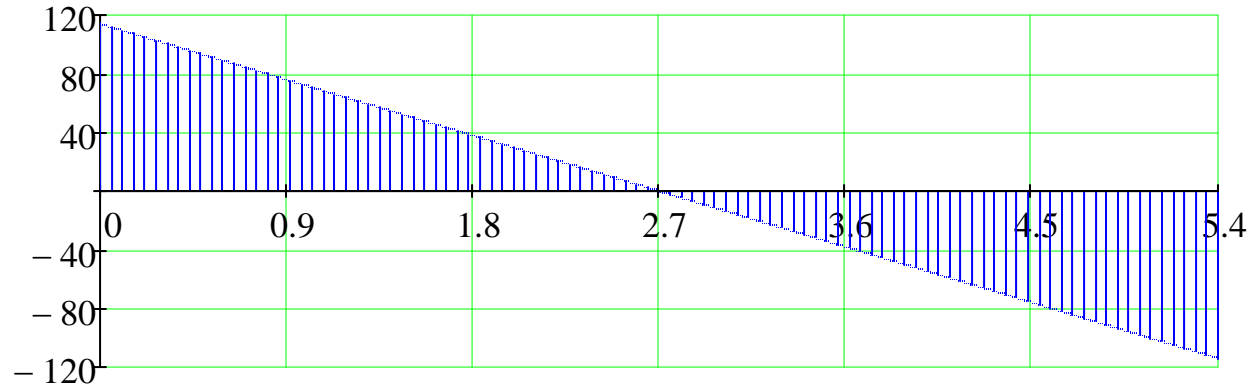
$$R_B = (g_o + p_o) \cdot \frac{l}{2}$$

$$R_B = 113.967 \text{ kN}$$

Sprawdzenie warunków równowagi

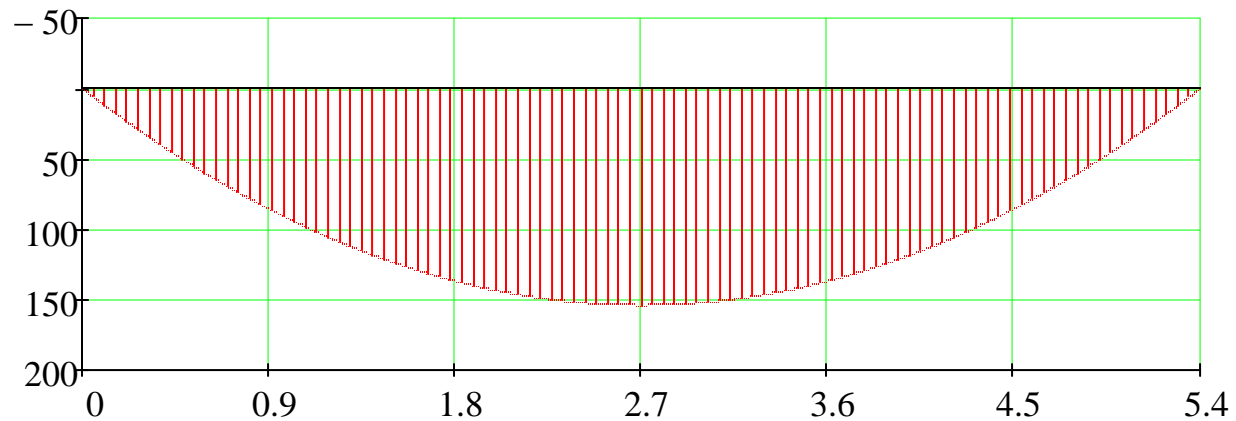
$$\Sigma Y = 0 \quad R_A + R_B - (g_o + p_o) \cdot l = 0 \text{ N}$$

- Rozkład sił tnących



- Rozkład momentów zginających

$$V_{Ed} = 113.967 \text{ kN}$$



$$M_{Ed} = 153.855 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### 1.3. Sprawdzenie stanu granicznego nośności z uwagi na zginanie, ścinanie oraz zginanie ze ścinaniem

- Stal

$$f_y = 235 \text{ MPa} \quad f_u = 360 \text{ MPa}$$

- Przekrój poprzeczny IPE

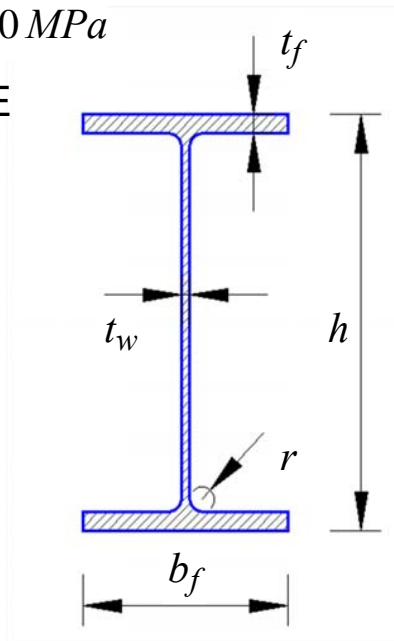
$$h = 330 \text{ mm}$$

$$t_w = 7.5 \text{ mm}$$

$$b_f = 160 \text{ mm}$$

$$t_f = 11.5 \text{ mm}$$

$$r = 18 \text{ mm}$$



## Stan graniczny przekroju poprzecznego na zginanie

- Ocena wrażliwości przekroju na niestateczność miejscową przy zginaniu -  
- określenie klasy przekroju

$$\epsilon_{\text{ww}} = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \epsilon = 1$$

- Ścianka typu półka

$$c_f = \frac{b_f - (2r + t_w)}{2} \quad c_f = 58.25 \cdot \text{mm} \quad t_f = 11.5 \text{ mm}$$

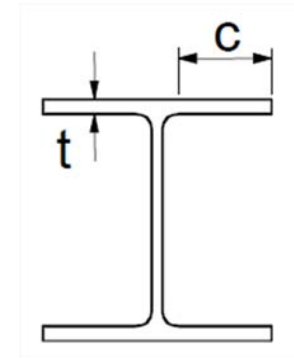
Smukłość ścianki

$$\frac{c_f}{t_f} = 5.065$$

Smukłości graniczne

$$\begin{pmatrix} \text{KLASA} - 1 \\ \text{KLASA} - 2 \\ \text{KLASA} - 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 9\epsilon \\ 10\epsilon \\ 14\epsilon \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 \\ 10 \\ 14 \end{pmatrix}$$

$$\text{KLASA} = 1$$



- **Ścianka typu środek** - dla zginania w płaszczyźnie środnika

$$c_w = h - 2 \cdot (t_f + r) \quad c_w = 271 \cdot mm \quad t_w = 7.5 \cdot mm$$

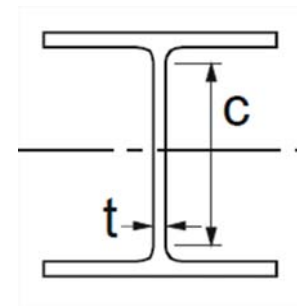
Smukłość ścianki

$$\frac{c_w}{t_w} = 36.133$$

Smukłości graniczne

$$\begin{pmatrix} KLASA - 1 \\ KLASA - 2 \\ KLASA - 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 72\varepsilon \\ 83\varepsilon \\ 124\varepsilon \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 72 \\ 83 \\ 124 \end{pmatrix}$$

$$KLASA = 1$$



Przekrój w *KLASIE* = 1

- Charakterystyki geometryczne przekroju poprzecznego



$$W_{el.y} = 713.146 \text{ cm}^3 \quad W_{pl.y} = 804.33 \cdot \text{cm}^3 \quad I_y = 11766.90 \text{ cm}^4$$

- Obliczeniowa nośność przekroju na zginanie

$$\gamma_{M0} = 1.0$$

$$W_y = 804.331 \cdot \text{cm}^3 \quad M_{y.Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad M_{y.Rd} = 189.018 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

- Sprawdzenie warunku nośności na zginanie

$$0.75 < \frac{M_{Ed}}{M_{y.Rd}} = 0.814 < 1$$



## Stan graniczny przekroju poprzecznego na ścinanie

- Ocena wrażliwości przekroju na niestateczność miejscową przy ścinaniu

$$h_w = h - 2 \cdot (t_f + r) \quad h_w = 271 \text{ mm} \quad \eta = 1$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 36.133 < 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} = 72$$

Nie dojdzie do niestateczności przy ścinaniu

- Czynne pole powierzchni przy ścinaniu

$$A_v = A - 2 \cdot b_f \cdot t_f + (t_w + 2r)t_f \quad A_v = 30.809 \cdot \text{cm}^2$$

- Obliczeniowa nośność przekroju poprzecznego na ścinanie

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad V_{Rd} = 418.005 \cdot \text{kN}$$

- Sprawdzenie warunku nośności na zginanie

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.273 < 1$$

## Stan graniczny nośności przekroju poprzecznego na zginanie ze ścinaniem

1)  $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 0.5$  Nie trzeba sprawdzać interakcji zginania se ścinaniem.

2) Maksymalny moment zginający występuje w miejscu, gdzie siła tnąca jest równa  
Maksymalna siła tnąca występuje w miejscu, gdzie moment zginający jest równy 0  
Nie trzeba sprawdzać interakcji pomiędzy momentem zginania ze ścinaniem.

### 1.4 Sprawdzenie stanu granicznego użytkowania - ugięcia

$$E = 210GPa$$

$$a = \frac{5}{384} \cdot \frac{(g_k + p_k) \cdot l^4}{E \cdot I_y} \quad a = 1.291 \text{ cm}$$

$$a = 1.29 \text{ cm} < \frac{l}{250} = 2.16 \cdot \text{cm}$$

Ugięcia nie przekroczyły wartości dopuszczalnej.