

LISTA SYMBOLI

UKŁAD SIŁ ZEWNĘTRZNYCH

q	– obciążenie rozłożone [kN/m]	V	– reakcja pionowa [kN]
F	– siła [kN]	H	– reakcja pozioma [kN]
P	– siła skupiona (jako obciążenie) [kN]	M	– moment w utwierdzeniu [kNm]
M	– moment skupiony (jako obciążenie) [kNm]		
G	– ciężar [kN]		

SIŁY PRZEKROJOWE

N	– siła osiowa [kN]	M_x	– moment skręcający [kNm]
Q_z	– siła poprzeczna [kN]	M_y	– moment zginający [kNm]
Q_y	– siła poprzeczna [kN]	M_z	– moment zginający [kNm]

NAPRĘŻENIA

σ_x	– naprężenie normalne [N/mm ²] [MPa] [kN/cm ²]
τ_{xz} τ_{xy}	– naprężenie styczne [N/mm ²] [MPa] [kN/cm ²]

ODKSZTAŁCENIA

ε_x ε_y ε_z	– odkształcenie podłużne [mm/mm] [-]	γ_{xz} γ_{yz} γ_{xz}	– odkształcenie kątowe [] []
--	--------------------------------------	---	--------------------------------

PRZEMIESZCZENIA

w	– przemieszczenie pionowe, ugięcie w belce [mm] [cm]
u	– przemieszczenie poziome [mm] [cm]
φ	– kąt obrotu [radiany] [stopnie]
Δl	– zmiana długości [mm] [cm]

WYMIARY

D, d	– średnica [mm] [cm]	l, L	– długość, rozpiętość belki, rozpiętość ramy [m]
r	– promień [mm] [cm]	H	– wysokość słupa, wysokość ramy [m]

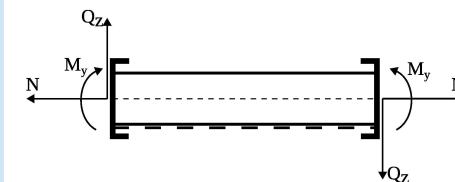
CHARAKTERYSTYKI GEOMETRYCZNE PRZEKROJÓW

A	– pole powierzchni [mm ²] [cm ²]	W_y, W_z	– wskaźniki wytrzymałości [mm ³] [cm ³]
I_y, I_z	– osiowe momenty bezwładności [mm ⁴] [cm ⁴]	i_y, i_z	– promienie bezwładności [mm] [cm]
I_{yz}	– odśrodkowy moment bezwładności [mm ⁴] [cm ⁴]		
I_o	– biegunowy moment bezwładności [mm ⁴] [cm ⁴]		

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU

ρ	– gęstość materiału [kg/m ³]
γ	– ciężar objętościowy materiału [kN/m ³]
E	– moduł Younga, moduł sprężystości podłużnej [N/mm ²] [MPa] [GPa]
G	– moduł Kirchhoffa, moduł sprężystości poprzecznej [N/mm ²] [MPa] [GPa]
ν	– liczba Poissona, współczynnik Poissona [-]
R	– wytrzymałość [N/mm ²] [MPa]
R_t	– wytrzymałość na rozciąganie [N/mm ²] [MPa]
R_c	– wytrzymałość na ściskanie [N/mm ²] [MPa]
R_m	– wytrzymałość na zginanie [N/mm ²] [MPa]
f_y	– granica plastyczności [N/mm ²] [MPa]

WZORZEC ZNAKÓW



PODSTAWOWE WZORY

ODKSZTAŁCENIE PODŁUŻNE

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta l}{l}$$

ZMIANA DŁUGOŚCI PRĘTA

$$\Delta l = \frac{N \cdot l}{E \cdot A}$$

NAPRĘŻENIA NORMALNE

W PUNKCIE PRZEKROJU

$$\sigma_x = \pm \frac{N}{A} \pm \frac{M_y}{I_y} z \pm \frac{M_z}{I_z} y$$

NAPRĘŻENIA STYCZNE

W PUNKCIE PRZEKROJU

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = -\frac{Q_z \cdot S_y}{I_y \cdot b} \quad \max \tau = \frac{M_x}{I_o} \cdot r$$

ZWIĄZKI MIĘDZY STANEM ODKSZTAŁCENIA I NAPRĘŻENIA, PRAWO HOOKE' A

$$\sigma_x = E \cdot \varepsilon_x \quad \tau = G \gamma \quad \varepsilon_y = \varepsilon_z = -\nu \cdot \varepsilon_x$$

UGIĘCIA OSI BELEK

Funkcje kąta obrotu przekroju i ugięcia osi belki zginanej:

$$w''(x) = -\frac{M_y(x)}{E I_y} \Rightarrow w'(x) = \text{tg}(\varphi(x)) \approx \varphi(x) \Rightarrow w(x)$$

NAPRĘŻENIA GŁÓWNE (dla płaszczyzny XZ)

$$\sigma_{max, min} = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{xz}^2} \quad \tau_{max, min} = \pm \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \quad \text{tg } \alpha_{max} = \frac{-\tau_{xz}}{\sigma_z - \sigma_{max}} \quad \text{tg } \alpha_{min} = \frac{-\tau_{xz}}{\sigma_z - \sigma_{min}}$$

HIPOTEZY WYTRZYMAŁOŚCIOWE

$$\sigma_o^{H-M-H} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$