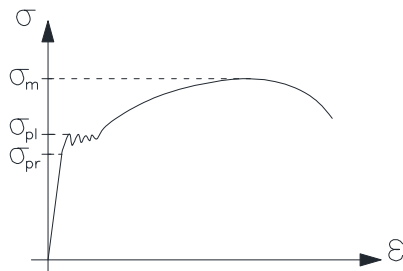


Zadanie 1

Moduł sprężystości (E) – stosunek naprężenia panującego w elemencie do doznawanego przez niego odkształcenia. Jest to charakterystyka materiałowa informująca o oporze, jaki materiał stawia zmianie długości, której jest poddawany.

- a) beton – 30 GPa,
- b) stal miękka – 210 GPa,
- c) aluminium – 70 GPa,
- d) drewno wzdłuż włókien – 10 GPa.

Zadanie 2



Zadanie 3

Odrębnie rozpatrujemy energię obydwu połówek belki.

Energia lewej połowy belki: $E_p^L = 0$ (ze względu na nieskończoną sztywność)

Wartość momentu zginającego w zależności od odległości od prawej podpory: $M(z) = 0.5Pz$

Energia prawej połowy belki: $E_p^P = \frac{1}{2} \int_0^a \frac{(0.5Pz)^2}{EI} dz = \frac{P^2}{8EI} \int_0^a z^2 dz = \frac{P^2}{8EI} \left(\frac{z^3}{3} \right) \Big|_0^a = \frac{P^2 a^3}{24EI}$

Całkowita energia: $E_p = E_p^L + E_p^P = 0 + \frac{P^2 a^3}{24EI} = \frac{P^2 a^3}{24EI}$

Przemieszczenie: $\delta = \frac{\partial E_p}{\partial P} = \frac{Pa^3}{12EI}$

Zadanie 4

Rdzeń przekroju to zbiór punktów przekroju, w których należałoby przyłożyć siłę podłużną, aby naprężenia w całym przekroju miały stały znak.

Pole przekroju: $A = 15^2 - \pi \cdot 5^2 = 146.460 \text{ cm}^2$

Momenty bezwładności: $I_y = I_x = \frac{15^4}{12} - \frac{\pi \cdot 10^4}{64} = 3727.876 \text{ cm}^4$

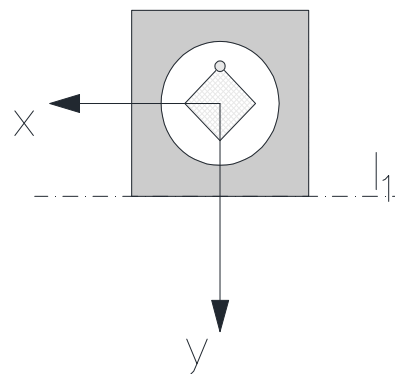
Wierzchołek rdzenia dla osi obojętnej I_1 ($x = \infty, y = 7.5 \text{ cm}$):

$$u = \frac{-I_y}{Ax} = 0$$

$$v = \frac{-I_x}{Ay} = \frac{-3727.876}{146.460 \cdot 7.5} = -3.394 \text{ cm}$$

Przekrój jest bisymetryczny, wobec tego rdzeń jest kwadratem o wierzchołkach w punktach:

$(0; -3.394), (0; 3.394), (-3.394; 0), (3.394; 0)$



Zadanie 4

Środek skręcania (ścianania, zginania) – punkt przyłożenia siły tnącej (w przekroju), dla którego realizowane jest jedynie zginanie ze ścinaniem (brak skręcania).



Zadanie 6

Zasada zeszytywnienia polega na pominięciu wpływu deformacji na obliczenia statyczno-wytrzymałościowe (przemieszczeń konstrukcji nie uwzględnia się w równaniach równowagi).

Z zasady zeszytywnienia rezygnujemy w zagadnieniach stateczności oraz w ciągnach.

Zadanie 7

Nośność graniczna przekroju poprzecznego – maksymalna siła przekrojowa, dla której w każdym punkcie przekroju zostaje osiągnięta granica plastyczności.

$$A_s = 4 \cdot \pi \frac{1.2^2}{4} = 4.524 \text{ cm}^2$$

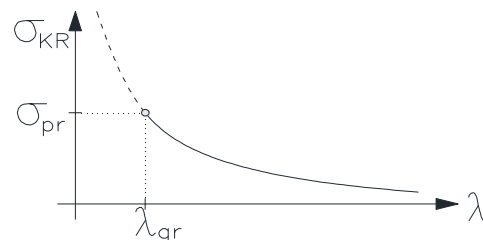
$$A_b = 10^2 - 4.524 = 95.476 \text{ cm}^2$$

$$N_{gr} = A_b \cdot \sigma_{pl}^{(b)} + A_s \cdot \sigma_{pl}^{(s)} = 95.476 \cdot 2.5 + 4.524 \cdot 20 = 329.170 \text{ kN}$$

Zadanie 8

Smukłość pręta – parametr charakteryzujący stosunek długości wyboyceniowej pręta do promienia bezwładności jego przekroju. Zależy od geometrii pręta oraz jego warunków podparcia.

Zaprezentowany wykres obowiązuje w zakresie sprężystym, tj. zakresie stosowności prawa Hooke'a (dla prętów smukłych, czyli takich, dla których $\lambda \geq \lambda_{gr}$).



Zadanie 9

Hipotezy wytrzymałościowe stanowią kryterium oceny bezpieczeństwa zniszczenia materiału, uogólniają stan jednoosiowy na złożone stany naprężeń oraz określają w przestrzeni naprężeń obszar bezpieczny.

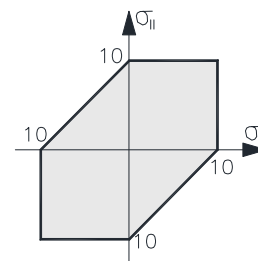
$$\sigma_I = 6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II} = -5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I \cdot \sigma_{II} < 0 \Rightarrow \sigma_{zast} = \sigma_I - \sigma_{II} = 6 - (-5) = 11 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{zast} = 11 > 10 = \sigma_0 \text{ [MPa]}$$

Dany PSN wg hipotezy Treski nie jest bezpieczny.



Zadanie 10

$$H = 40 \text{ kN}$$

$$y_{max} = \frac{M_{max}}{H} = \frac{64}{40} = 1.6 \text{ m}$$

$$N_{max} = \sqrt{H^2 + T_{max}^2} = \sqrt{40^2 + 16^2} = 43.081 \text{ kN}$$

