

Studia dzienne, kierunek: Budownictwo, semestr IV

Studia inżynierskie i magisterskie (ilość godz. w2, ćw1, proj1)

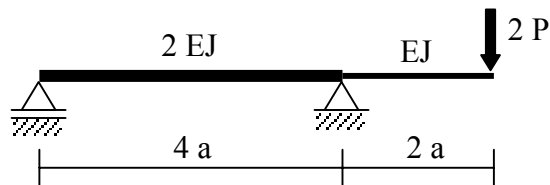
Wytrzymałość materiałów.

Ćwiczenia audytoryjne. Przykładowa treść ćwiczeń.

Tydzień 1. Linie ugięcia belek cz.1.

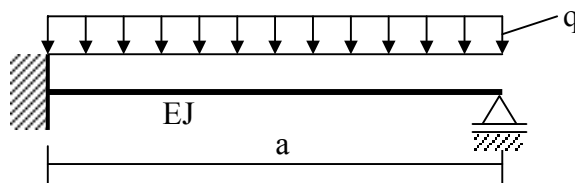
Zadanie 1.

Wyznaczyć linię ugięcia metodą bezpośrednią wykorzystując równanie: $EJy'' = -M_g$.



Zadanie 2.

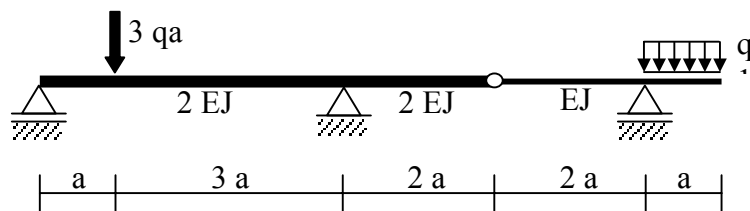
Wyznaczyć linię ugięcia i siły przekrojowe metodą bezpośrednią wykorzystując równanie: $EJy'''' = q$.



Tydzień 2. Linie ugięcia belek cz.2.

Zadanie 1.

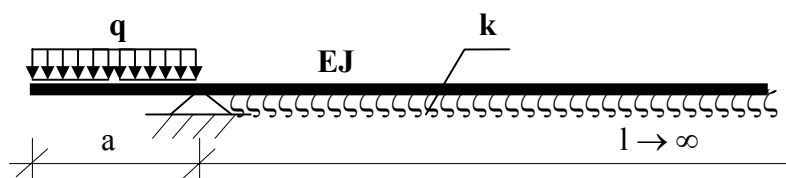
Określić, stosując metodę Mohra, wartości ugięć w punktach: pod siłą skupioną i na końcu wspornika.



Tydzień 3. Belki na sprężystym podłożu. Wyznaczanie ugięć i sił przekrojowych.

Zadanie 1

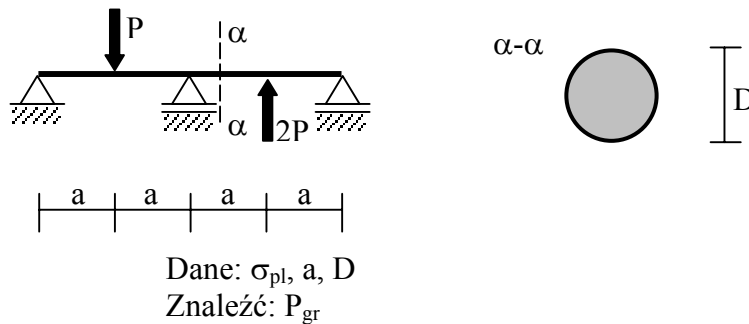
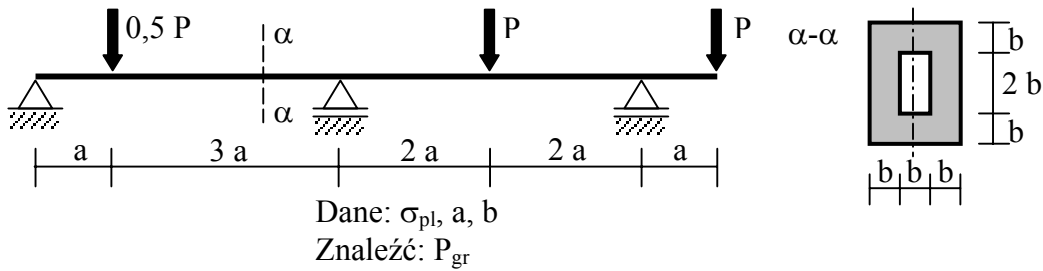
Określić funkcję ugięcia belki i narysować jej przybliżony wykres. Obliczyć siły przekrojowe.



Tydzień 4. Nośność graniczna belek zginanych.

Zadanie 1 i 2.

Obliczyć obciążenie graniczne w belkach zginanych.



Tydzień 5. Wyznaczanie kierunków głównych i naprężeń głównych.

Zadanie 1.

Wyznaczyć naprężenia główne w danym punkcie ciała, jeżeli dane są tensory naprężeń

$$T_n = \begin{bmatrix} -1 & +2 & 0 \\ +2 & -3 & +1 \\ 0 & +1 & -2 \end{bmatrix} [MPa] \quad \text{oraz} \quad T_n = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix} [MPa]$$

Zadanie 2.

Dane są naprężenia główne $\sigma_1 = 122 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = 49 \text{ MPa}$, $\sigma_3 = -32 \text{ MPa}$.

Wyznaczyć analitycznie naprężenia normalne, styczne i wypadkowe na płaszczyźnie, której normalna „n” tworzy z kierunkami głównymi

kąty: $(n,1) = 66^\circ$, $(n,2) = 46^\circ$, $(n,3) = 54^\circ$.

Tydzień 6. Płaski stan naprężenia. Koło Mohra.

Zadanie 1.

Dla zadanych naprężeń głównych $\sigma_1 = 80 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = -50 \text{ MPa}$, obliczyć naprężenie normalne i styczne na ścianie, której normalna „n” tworzy z kierunkami głównymi

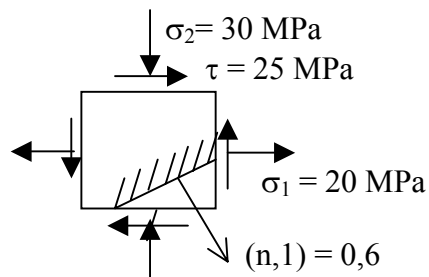
Cosinusy kierunkowe $\cos(n,1) = 0,6$, $\cos(n,2) = 0,8$. Zadanie rozwiązać metodą analityczną i graficzną.

Zadanie 2.

Stan naprężenia, określony na kostce naprężeń pokazano na rys.1. Określić metodą analityczną i graficzną:

- kierunki główne i naprężenia główne,
- kierunek i wartość maksymalnego naprężenia stycznego,

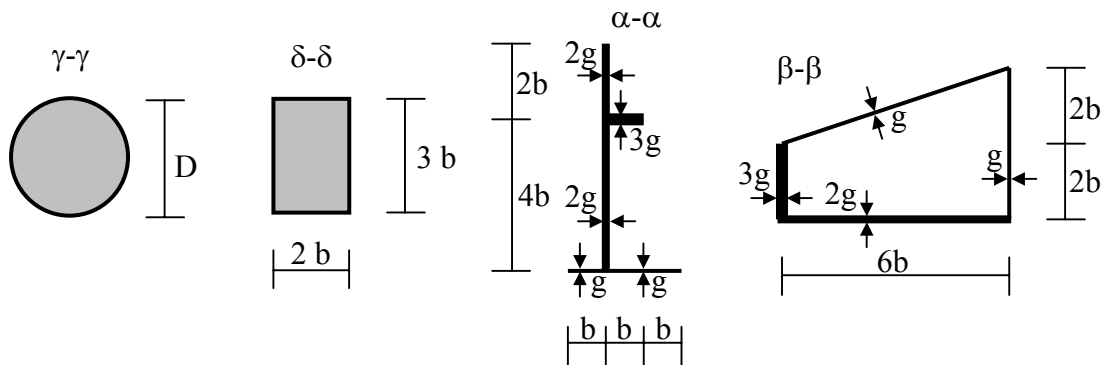
c) naprężenie normalne, styczne i wypadkowe na ścianie zaznaczonej na rysunku



Tydzień 7. Sprężyste skręcanie prętów pryzmatycznych

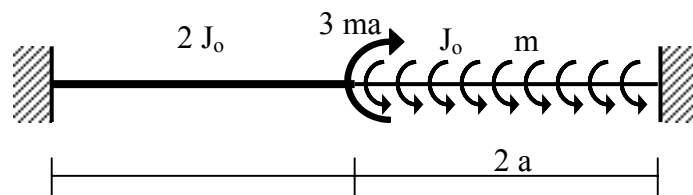
Zadanie 1.

Obliczyć J_s oraz W_s prętów: a) pełnych o przekroju kołowym ($\gamma-\gamma$) i prostokątnym ($\delta-\delta$),
b) cienkościennego otwartego ($\alpha-\alpha$),
c) cienkościennego zamkniętego ($\beta-\beta$).



Zadanie 2.

Obliczyć maksymalne naprężenia styczne i maksymalny kąt skręcenia w pręcie skręcanym pokazanym na rysunku.

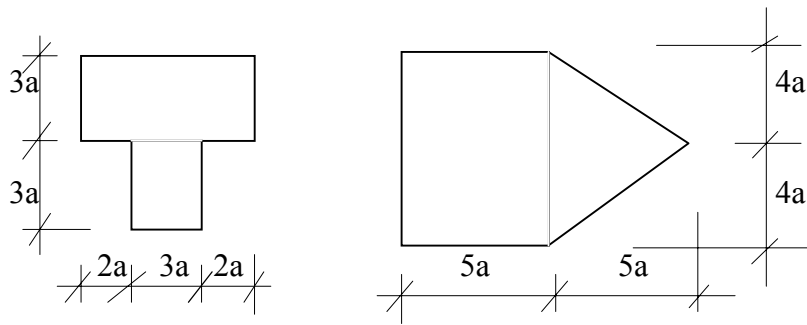


Tydzień 8. Kolokwium Nr 1.

Tydzień 9. Nośność graniczna prętów skręcanych.

Zadanie 1.

Obliczyć graniczny moment skręcający przy pełnym uplastycznieniu przekroju dla przypadków prętów: okrągłego, kwadratowego, prostokątnego, trójkątnego oraz przekrojów pokazanych na rysunku:



Tydzień 10. Hipotezy wyłączenia materiałów.

Zadanie 1.

Dla zadanych sił przekrojowych N , M_s , M_{gy} , M_{gz} określić maksymalne naprężenia zredukowane dla prętów o przekroju: a) prostokątnym, b) kołowym, według hipotez: maksymalnych naprężeń stycznych i energetycznej. Wskazać punkt (punkty), gdzie one występują. Przeprowadzić dyskusję na temat wpływu sił tnących na wyniki obliczeń.

$N = 800 \text{ kN}$, $M_s = 150 \text{ kNm}$, $M_{gy} = 300 \text{ kNm}$, $M_{gz} = 80 \text{ kNm}$

Dane:

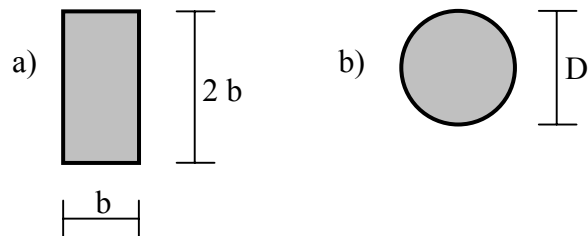
współczynniki skręcania

$$\alpha = 0,493, \beta = 0,457, \gamma = 0,795$$

$$\tau_{\max} = M_s / W_s \quad W_s = \alpha b^3$$

$$J_s = \beta b^4$$

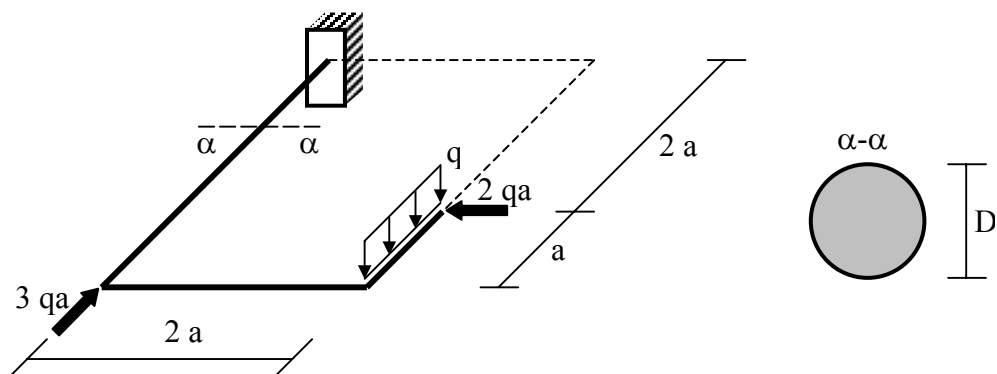
$$\tau^* = \gamma \tau_{\max}$$



Tydzień 11. Zagadnienia wytrzymałości złożonej.

Zadanie 1.

Narysować wykresy sił przekrojowych. Zaprojektować wymiar przekroju poprzecznego pręta.

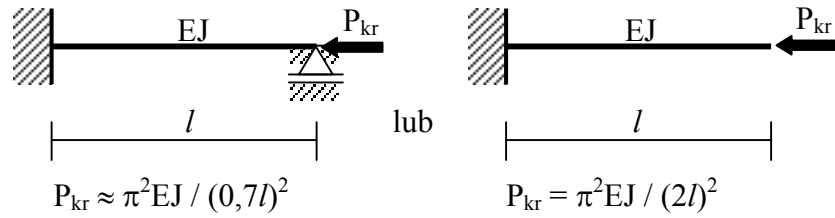


Tydzień 12. Kolokwium Nr 2.

Tydzień 13. Stateczność prętów ściskanych cz.1.

Zadanie 1.

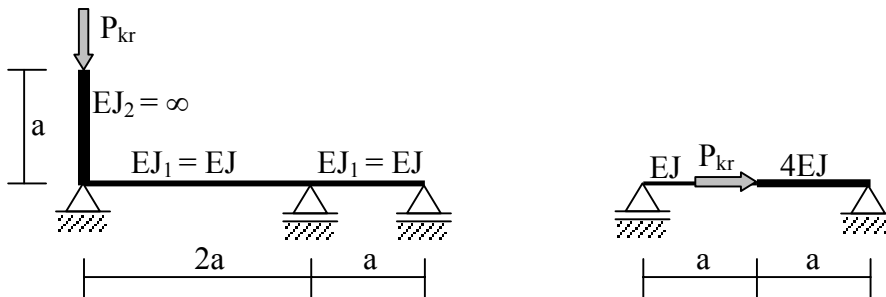
Udowodnić, że wartość siły krytycznej wynosi:



Tydzień 14. Stateczność prętów ściskanych cz.2.

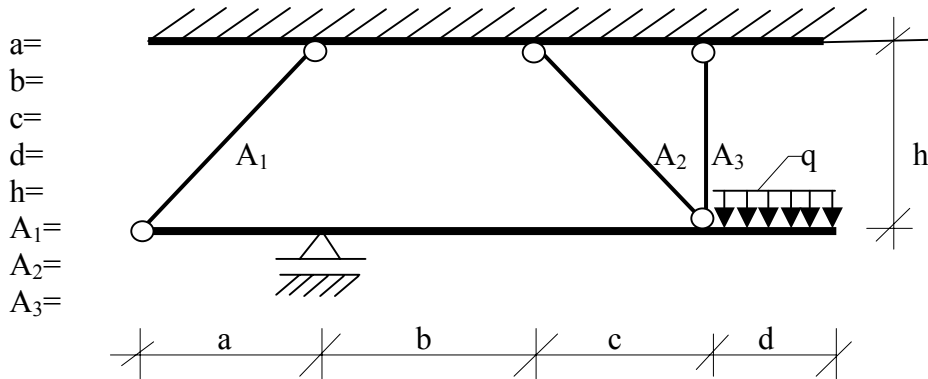
Zadanie 1.

Dla belek pokazanych na rysunkach obliczyć wartości sił krytycznych.



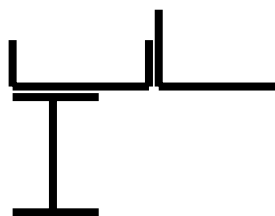
Projekt Nr 1. (tematyka III semestru)

Zadanie 1. Pręty rozciągane i ściskane (metody – sprężysta i nośności granicznej)
 Obliczyć metodą sprężystą siły w prętach wieszaka. Ustalić pręty: w których wystąpią maksymalne naprężenia rozciągające i ściskające. Określić ich wartość. Obliczyć wartość obciążenia dopuszczalnego dla prętów wykonywanych ze stali. W tym samym zadaniu obliczyć wartość obciążenia granicznego.



Zadanie 2. Charakterystyki przekroju

Wyznaczyć główne centralne osie i momenty bezwładności układu kształtowników: (metody: analityczna i graficzna)

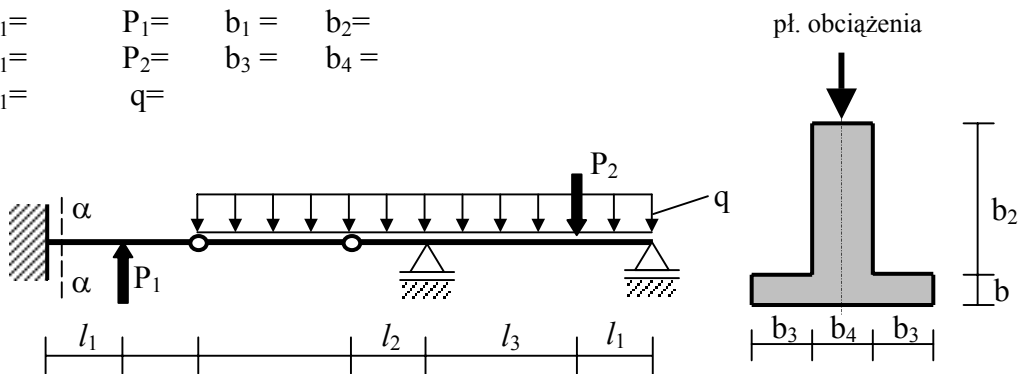


dwuteownik $h=$
 ceownik $h=$
 kątownik

Zadanie 3. Zginanie proste belek. Obliczanie naprężeń normalnych i stycznych w niebezpiecznym przekroju belki.

Znaleźć przekrój β - β gdzie występują maksymalne naprężenia normalne σ , oraz przekrój γ - γ . Gdzie występują maksymalne naprężenia styczne. Obliczyć ich wartość.

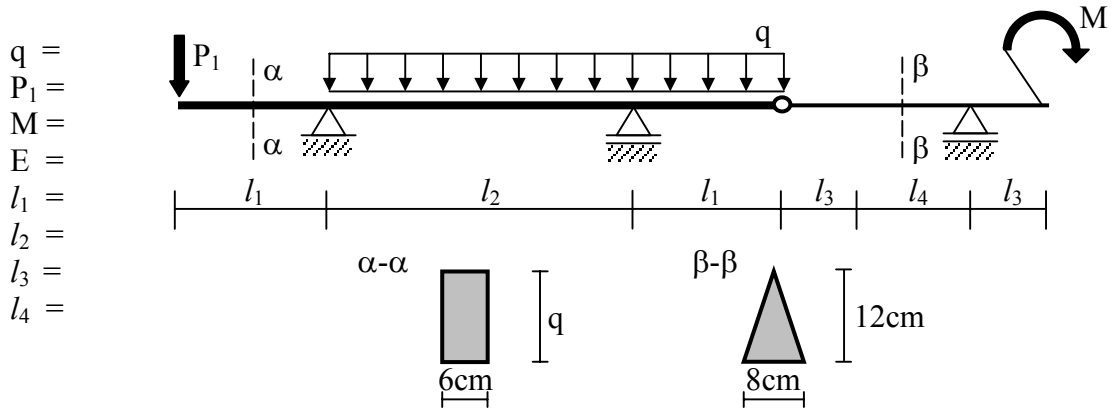
$l_1=$ $P_1=$ $b_1=$ $b_2=$
 $l_1=$ $P_2=$ $b_3=$ $b_4=$
 $l_1=$ $q=$



Zadanie 4. Rdzeń przekroju. Obliczyć i narysować rdzeń przekroju belki analizowanej w zadaniu 2

Zadanie 5. Linie ugięcia belek zginanych

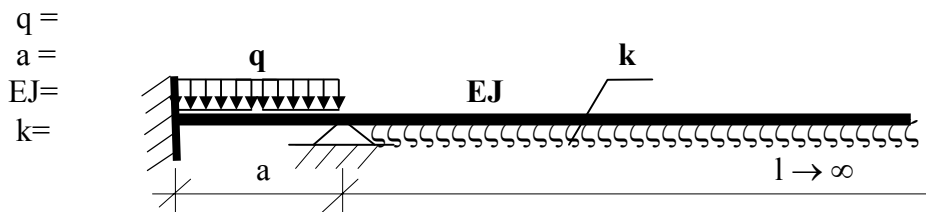
Obliczyć ugięcie i kąty ugięcia belki w wybranych punktach charakterystycznych układu



Projekt Nr 2. (tematyka bieżącego semestru)

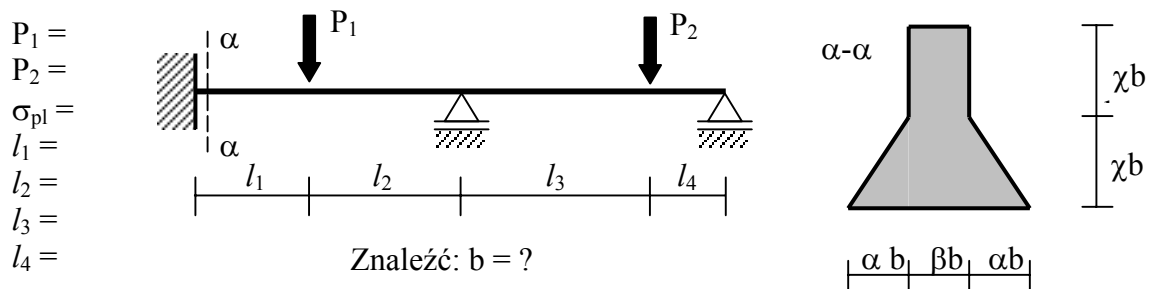
Zadanie 1. Belki na sprężystym podłożu.

Znaleźć funkcję ugięcia belki i narysować jej wykres. Obliczyć i narysować siły przekrojowe występujące w tej belce.



Zadanie 2. Nośność graniczna belek zginanych.

Zaprojektować wymiar przekroju poprzecznego belki zginanej.

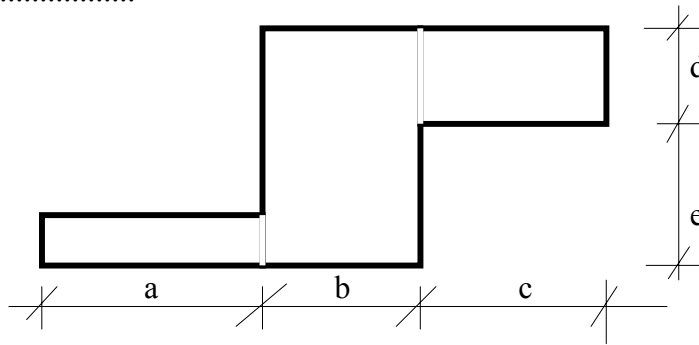


Zadanie 3. Skręcanie plastyczne prętów

Zaprojektować belkę skręcaną o długości l obustronnie utwierdzoną obciążoną skupionym momentem skręcającym usytuowanym w odległości ξl od lewej podpory. Przekrój poprzeczny pręta pokazano na rysunku poniżej

materiał

$\xi =$
 $l =$
 $a =$
 $b =$
 $c =$
 $d =$
 $e =$



Zadanie 4. Wytrzymałość złożona

Narysować wykresy sił przekrojowych. Wskazać niebezpieczne przekroje belki.

Zaprojektować wymiar przekroju poprzecznego pręta, wykorzystując hipotezy:

- maksymalnych naprężeń stycznych
- energetyczną

