

Wytrzymałość Materiałów I
studia zaoczne inżynierskie I stopnia
kierunek studiów Budownictwo, sem. III
materiały pomocnicze do ćwiczeń

opracowanie: dr inż. Marek Golubiewski, mgr inż. Jolanta Bondarczuk-Siwicka

Łódź 2008

TEMATYKA WYKŁADU

Rola, podstawowe pojęcia i założenia oraz zakres wytrzymałości materiałów. Rozciąganie – ściskanie. Podstawowe doświadczenia. Naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia. Wymiarowanie. Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania – ściskania. Naprężenia termiczne i montażowe. Nośność graniczna. Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Główne osie i momenty bezwładności. Koło bezwładności Mohra. Zginanie czyste, proste i ukośne (stan naprężenia i odkształcenia, oś obojętna, wymiarowanie). Mimośrodowe rozciąganie – ściskanie (stan naprężenia i odkształcenia, oś obojętna). Rdzeń przekroju. Zginanie nierównomierne (siła rozwarstwiająca, wzór Żurawskiego). Zagadnienie środka ścinania. Przypadek prętów cienkościennych otwartych. Linia ugięcia belki (analityczne metody wyznaczania ugięć, metoda Mohra). Belka na podłożu sprężystym. Zginanie sprężysto – plastyczne. Nośność graniczna belek zginanych. Ogólny stan naprężenia. Prawa Cauchy’ego. Analiza stanu naprężenia w punkcie. Naprężenia główne. Płaski stan naprężenia. Koło naprężeń Mohra. Ogólny stan odkształcenia. Równania Cauchy’ego. Analiza stanu odkształcenia w punkcie. Równania konstytutywne materiału liniowo – sprężystego, stałe sprężystości, energia sprężystości. Zagadnienia brzegowe liniowej teorii sprężystości. Metody rozwiązywania. Metody wytrzymałości materiałów.

TEMATYKA ĆWICZEŃ AUDYTORYJNYCH

Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania – ściskania. Wyznaczanie naprężeń termicznych i montażowych. Wyznaczanie nośności granicznej. Wyznaczanie głównych osi i momentów bezwładności figur płaskich. Koło bezwładności Mohra. Zginanie proste i ukośne (wyznaczanie naprężeń, wymiarowanie). Mimośrodowe rozciąganie – ściskanie (wyznaczanie naprężeń, wyznaczanie rdzenia przekroju). Wyznaczanie naprężeń stycznych przy zginaniu. Linia ugięcia belki. Nośność graniczna belek zginanych. Wyznaczanie naprężeń głównych. Koło naprężeń Mohra.

TEMATYKA ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH

Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania – ściskania. Wyznaczanie nośności granicznej. Wyznaczanie głównych osi i momentów bezwładności. Zginanie proste i ukośne. Mimośrodowe rozciąganie – ściskanie. Wyznaczanie rdzenia przekroju. Linia ugięcia belki. Wyznaczanie nośności granicznej belek zginanych. Wyznaczanie naprężeń głównych.

LITERATURA PODSTAWOWA

Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłowski Z., Wytrzymałość materiałów

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Jakubowicz A., Orłowski Z., Wytrzymałość materiałów

Piechnik S., Wytrzymałość materiałów dla wydziałów budowlanych

Jastrzębski P., Mutermilch J., Orłowski W., Wytrzymałość materiałów

Banasiak M., Grossman K., Trombski M., Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów

Grabowski J., Iwanczewska A., Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów

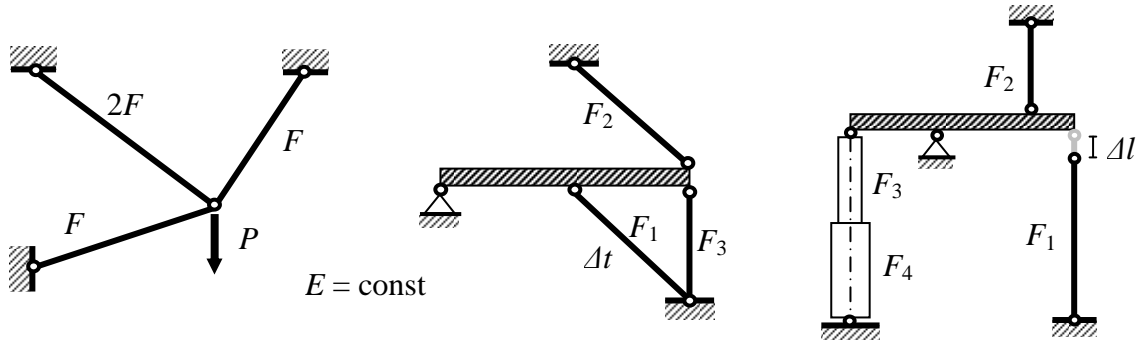
Orłowski W., Słowański L., Wytrzymałość materiałów. Przykłady obliczeń

PROGRAM ĆWICZEŃ AUDYTORYJNYCH

Zjazd I

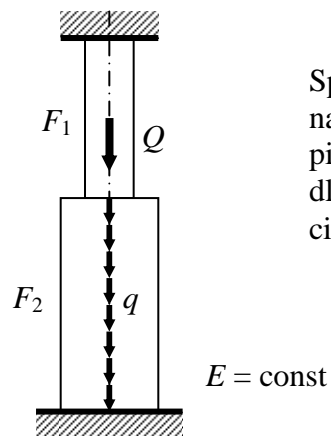
Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania – ściskania.

Wyznaczyć siły w prętach poniższych układów wywołane działaniem siły (P), obciążenia termicznego (Δt) oraz błędem montażowym (Δl).



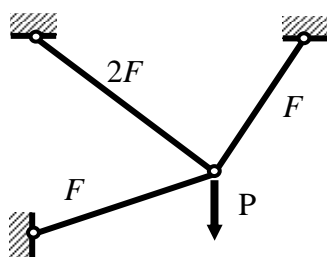
Zjazd II

Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania – ściskania.



Sporządzić wykresy siły osiowej N , naprężeń normalnych σ i przemieszczeń pionowych przekrojów poprzecznych u dla słupa obciążonego obciążeniem ciągłym q i siłą skupioną Q .

Wyznaczanie nośności granicznej.



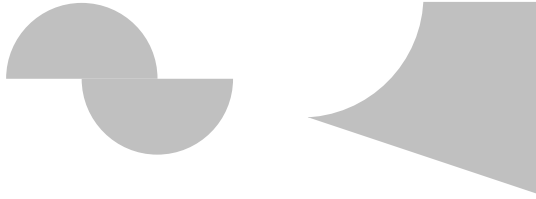
Wyznaczyć obciążenie graniczne P_{gr} dla układu prętowego. Przyjąć, że $\sigma_{pl}^f = \sigma_{pl}^c$.

Zjazd III

Wyznaczanie głównych osi i momentów bezwładności. Koło bezwładności Mohra.



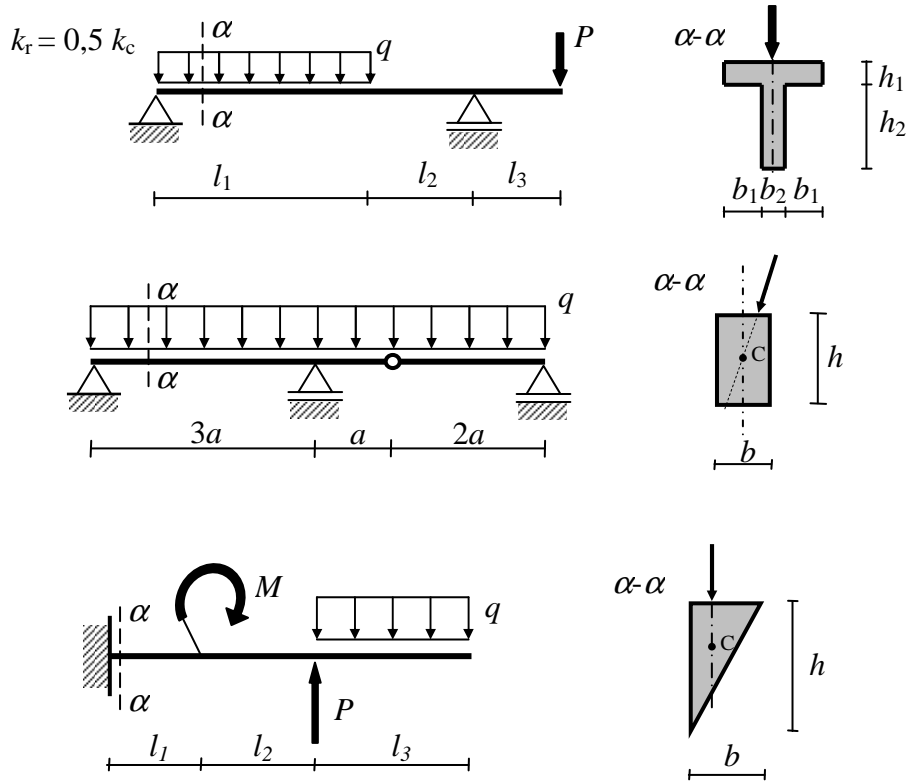
Wyznaczyć główne centralne momenty bezwładności i kierunki główne, wykorzystując symetrię figury względem jednej lub dwóch osi.



Wyznaczyć główne centralne momenty bezwładności i kierunki główne.

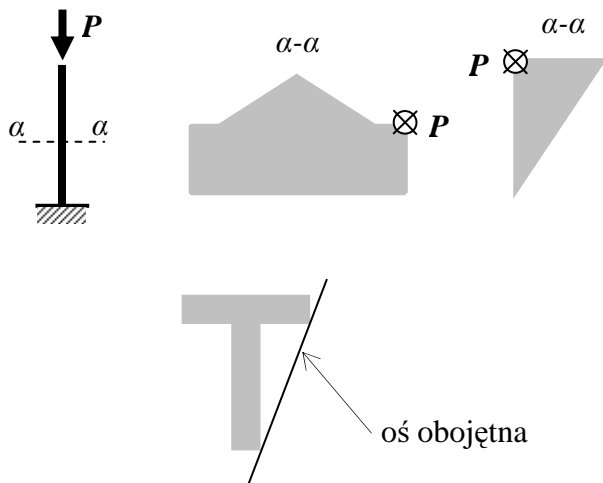
Zjazd IV

Zginanie proste i ukośne. Wyznaczanie osi obojętnej i naprężeń. Wymiarowanie.



Zjazd V

Mimośrodowe rozciąganie – ściskanie. Wyznaczanie naprężeń. Wymiarowanie. Wyznaczanie rdzenia przekroju.



Wyznaczyć położenie osi obojętnej oraz największe naprężenie rozciągające i ścisające. Słup o zadanym przekroju poprzecznym jest ścisany mimośrodowo siłą P przyłożoną we wskazanym punkcie.

Słup o zadanym przekroju poprzecznym jest ścisany mimośrodowo siłą P . Wyznaczyć punkt przyłożenia siły ścisającej dla podanej osi obojętnej.

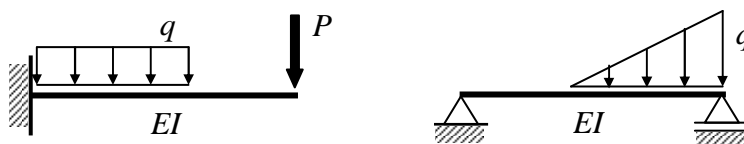


Wyznaczyć rdzeń dla
zadanego przekroju.

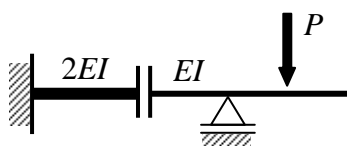
Zjazd VI
Kolokwium nr I

Zjazd VII
Linia ugięcia belki.

Wyznaczyć ugięcia i kąty obrotu przekroju w wybranych punktach układu korzystając z metody Mohra.



Wyznaczyć linię ugięcia belki korzystając z metody Mohra.



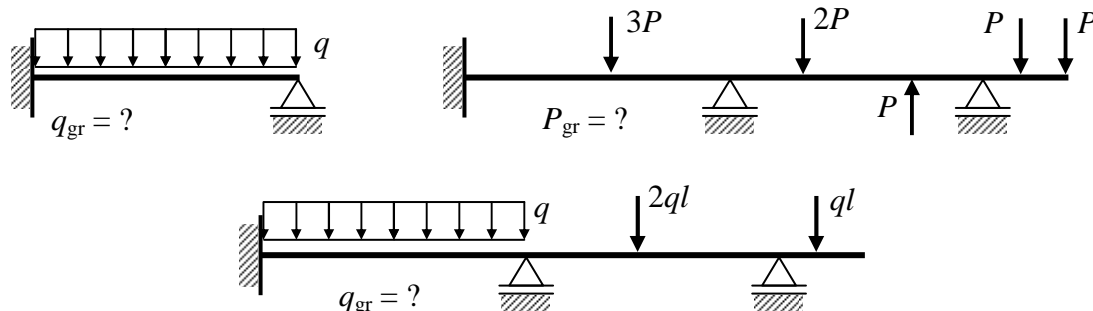
Zjazd VIII

Nośność graniczna belek zginanych.

Wyznaczyć wskaźniki W_{pl} dla poniższych przekrojów przyjmując, że $\sigma_{pl}^r = \sigma_{pl}^c$.



Dla poniższych belek wyznaczyć obciążenie graniczne, przyjmując, że znane są wartości W_{pl} oraz σ_{pl} .



Zjazd IX

Naprężenia główne i koło Mohra.

Wyznaczyć analitycznie naprężenia główne i kierunki główne dla zadanego płaskiego stanu naprężenia. Wyznaczyć maksymalne naprężenie styczne. Wyniki sprawdzić korzystając z koła Mohra.

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 50 & 20 \\ 20 & 80 \end{bmatrix} \text{MPa}$$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 70 & -40 \\ -40 & 90 \end{bmatrix} \text{MPa}$$

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} 100 & 30 \\ 30 & -40 \end{bmatrix} \text{MPa}$$

Zjazd X

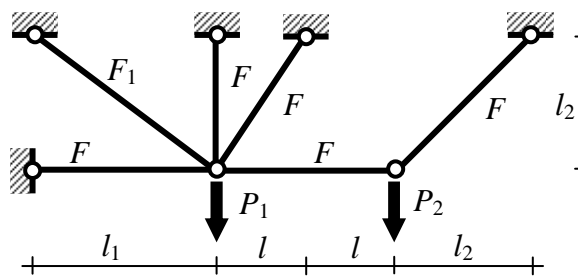
Kolokwium nr II

PROGRAM ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH

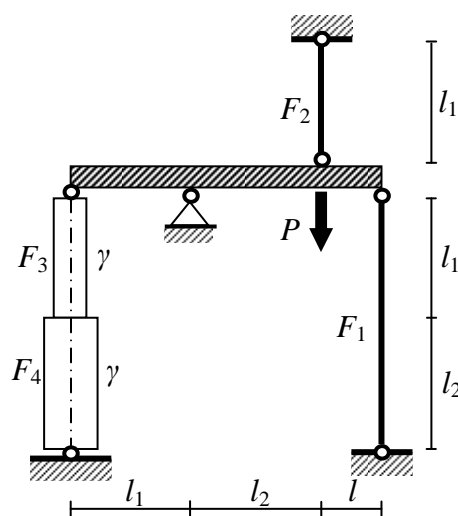
Zjazd I i II

Projekt I

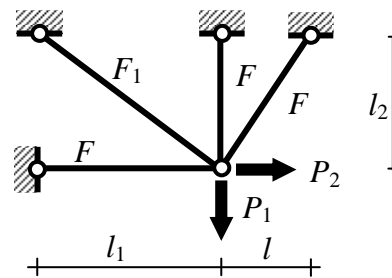
Wyznaczyć siły w prętach kratownicy wywołane działaniem obciążenia (P_1, P_2).



Sporządzić wykresy siły podłużnej N , naprężeń normalnych σ i przemieszczeń pionowych przekrojów poprzecznych u dla słupa obciążonego ciężarem własnym.



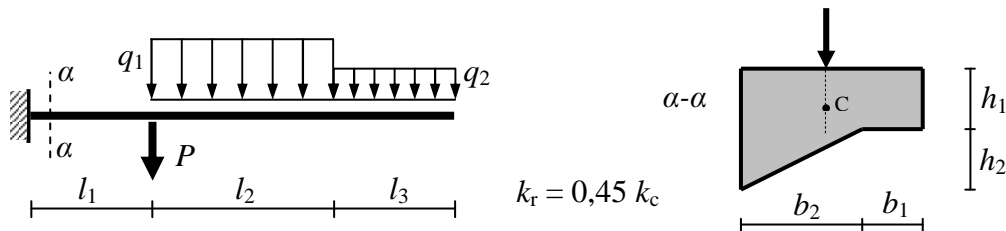
Wyznaczyć obciążenie graniczne P_{gr} dla układu prętowego przy zadanych składowych (P_1 , P_2).



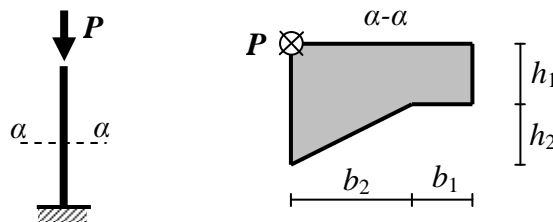
Zjazd III, IV i V

Projekt II

Zginanie ukośne prętów: zaprojektować wymiar „ a ” przekroju poprzecznego belki zginanej (b_1 , b_2 , h_1 , h_2 są wielokrotnościami „ a ”, np. $b_1 = 2a$, $b_2 = 5a$, $h_1 = 6a$, $h_2 = 4a$). Obciążenie działa w płaszczyźnie pionowej.



Ściskanie mimośrodkowe prętów: wyznaczyć położenie osi obojętnej oraz największe naprężenie rozciągające i ściskające. Słup o zadanym przekroju poprzecznym jest ściskany mimośrodkowo siłą P przyłożoną we wskazanym punkcie.



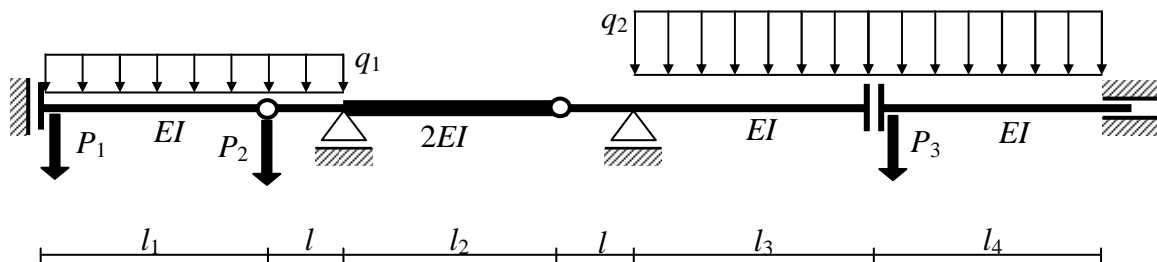
Zjazd VI

Obrona zadań projektowych.

Zjazd VII

Projekt III

Linia ugięcia belki: Stosując metodę Mohra wyznaczyć ugięcia i kąty ugięcia belki w wybranych przekrojach. Korzystając z obliczonych wielkości ugięć i kątów ugięcia wykonać szkic linii ugięcia belki.



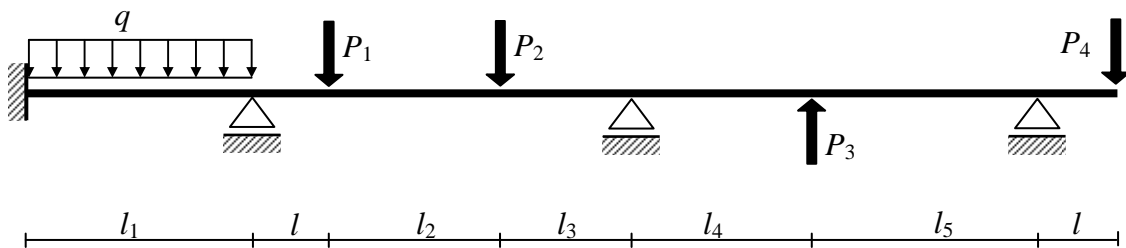
Zjazd VIII i IX

Projekt IV

Nośność graniczna belek zginanych: wyznaczyć wskaźnik W_{pl} dla poniższego przekroju przyjmując, że $\sigma_{pl}^r = \sigma_{pl}^c$.



Wyznaczyć obciążenie graniczne q_{gr} dla poniższej belki. Siły P_1 , P_2 , P_3 i P_4 są wielokrotnościami „ ql ”.



Zjazd X

Obrona zadań projektowych.