

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

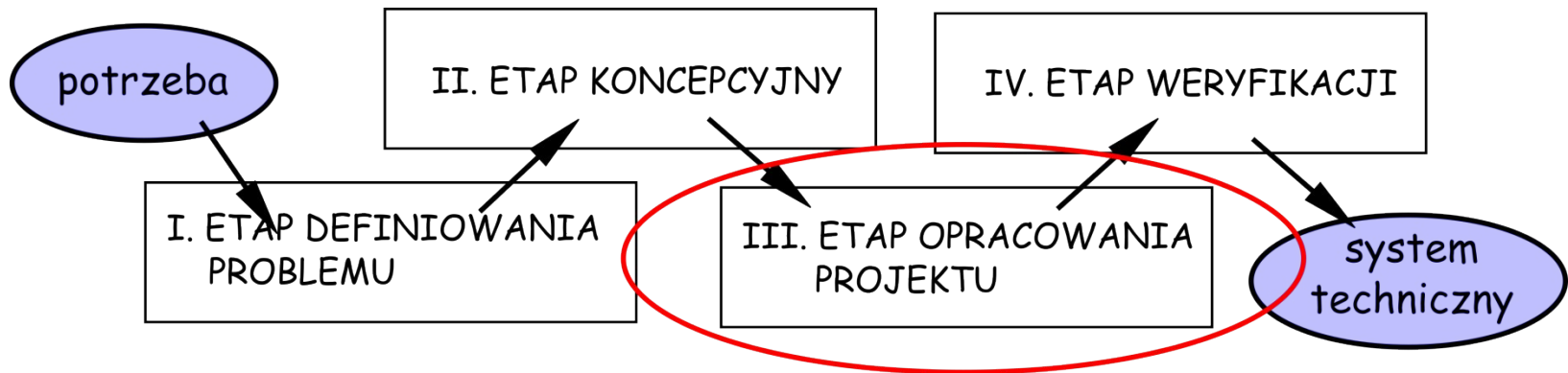
wprowadzenie

Wytrzymałość materiałów pozwala analizować i projektować konstrukcje.

Analizować, czyli sprawdzać, czy istniejąca konstrukcja spełnia założone wymagania.

Projektować, czyli dobierać parametry konstrukcji (geometria, materiał) tak, aby przyjęte założenia były spełnione

Wytrzymałość materiałów jest niezbędna przy realizacji procesu projektowego: projektowanie wstępne i szczegółowe.



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Rozwiązywanie zagadnień wytrzymałości materiałów wymaga znajomości pojęć i narzędzi z zakresu:

- mechaniki,
(wyznaczenie sił w elementach konstrukcyjnych, wyznaczenie wartości i kierunków reakcji w podporach)
- matematyki,
(przemieszczenia punktów konstrukcji jak również intensywność siły wewnętrznych są funkcjami współrzędnych)
- materiałoznawstwa,
(struktura materiału wpływa na jego zachowanie, w tym zniszczenie zniszczenie)
- budowy maszyn.
(analiza oddziaływania współpracujących elementów; dobór właściwego połączenia elementów lub podpory)

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

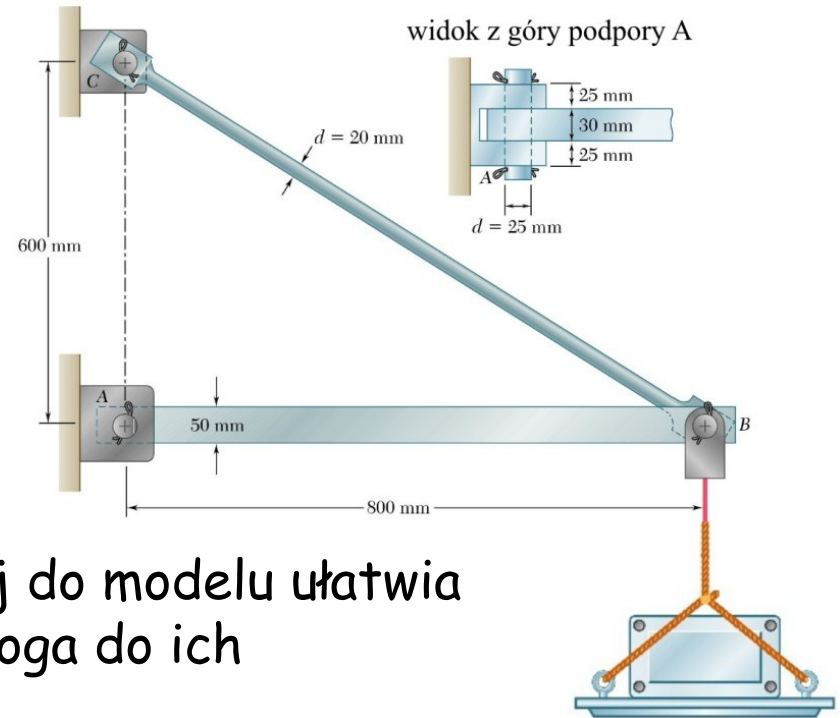
wprowadzenie

Obliczenia wykonuje się na modelu konstrukcji.

Przejście od konstrukcji rzeczywistej do modelu ułatwia obliczenia, a często jest to jedyna droga do ich przeprowadzenia.

Modeluje się:

- elementy konstrukcyjne,
- połączenia między nimi,
- podpory,
- materiał,
- obciążenia.



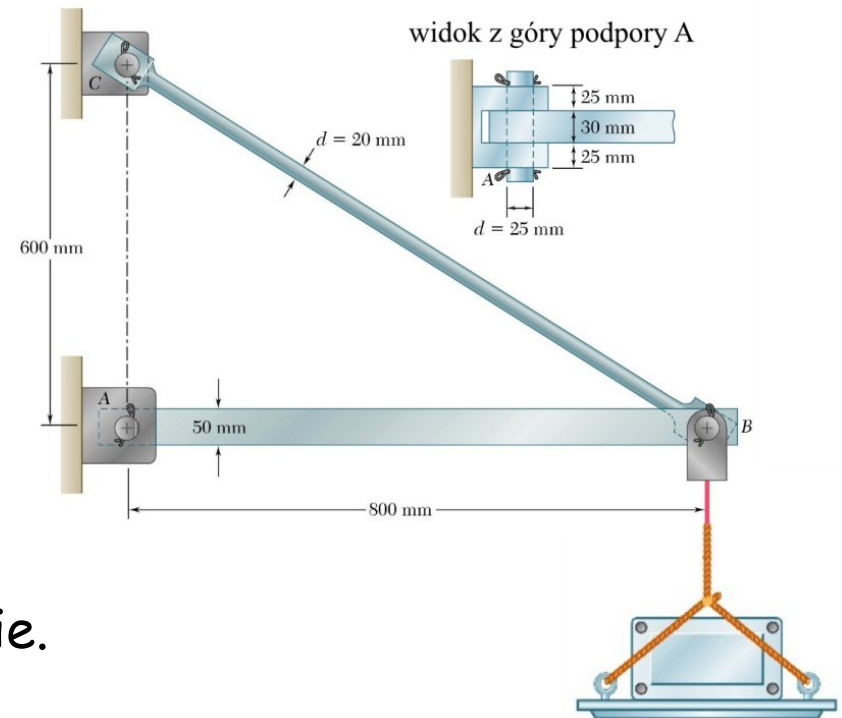
Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Rzadko modeluje się szczegółowo całą konstrukcję, ponieważ każdy element oddziałuje na elementy z nim sąsiadujące - wpływa na ich zachowanie.

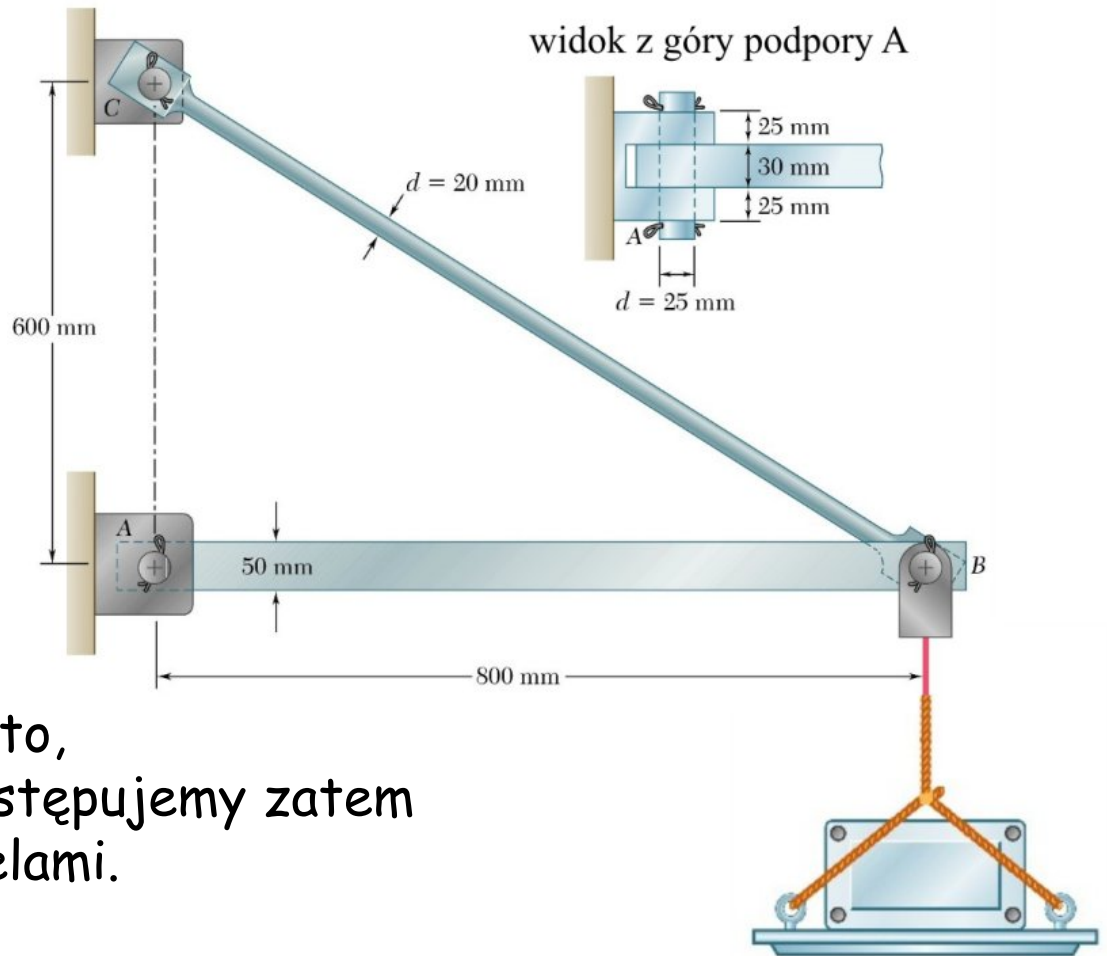
Model obliczeniowy konstrukcji zależy od celu analizy. Celem może być:

- wyznaczenie przekroju poprzecznego pręta,
- zamodelowanie łącznika lub podpory
- wyznaczenie sił w prętach,
- itp.



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

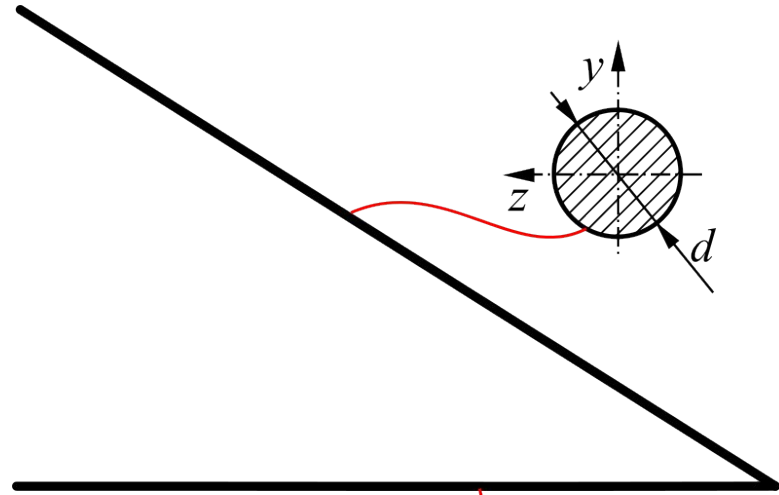


Założmy, że interesuje nas to,
co dzieje się w prętach. Zastępujemy zatem
rzeczywiste pręty ich modelami.

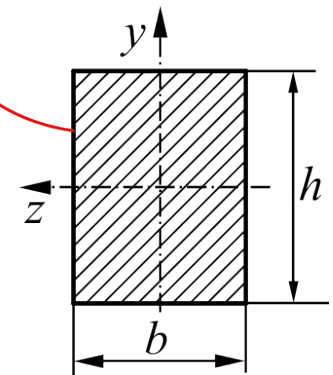
Jak modelujemy pręty?

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie



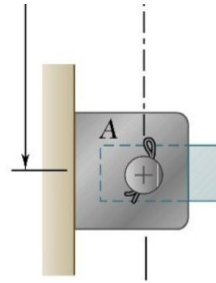
Elementy pręta są ze sobą połączone
podobnie, jak poszczególne pręty z podłożem.



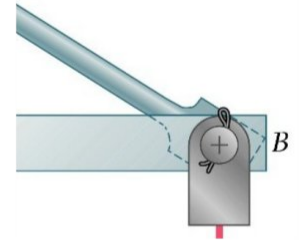
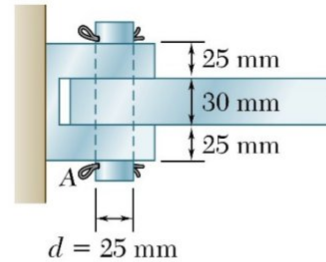
Jak modelujemy połączenia i podparcia?

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

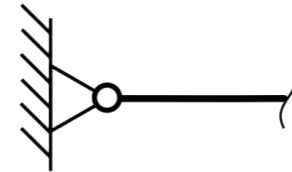


podparcie



połączenie

Z rysunku widać, że łączone elementy obracają się względem siebie, ale nie mogą się przemieszczać



model podpiory
przegubowej nieprzesuwnej



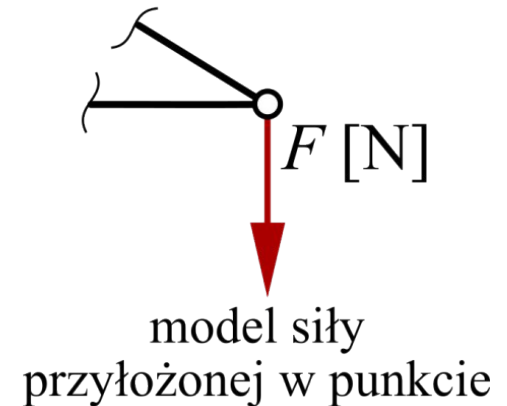
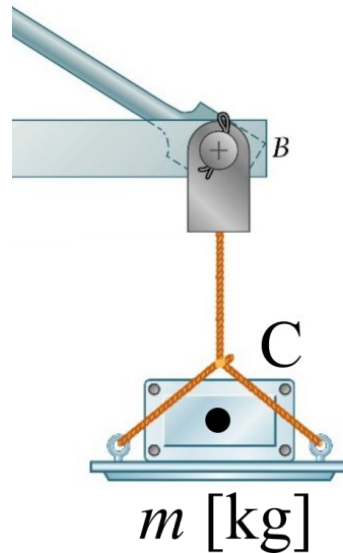
model połączenia
przegubowego

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Ostatnim etapem jest zamodelowanie siły. W tym przypadku skupiamy całą masę obciążenia w środku ciężkości „C” i korzystamy z drugiej zasady dynamiki Newtona.

$$F = mg = \rho Vg$$



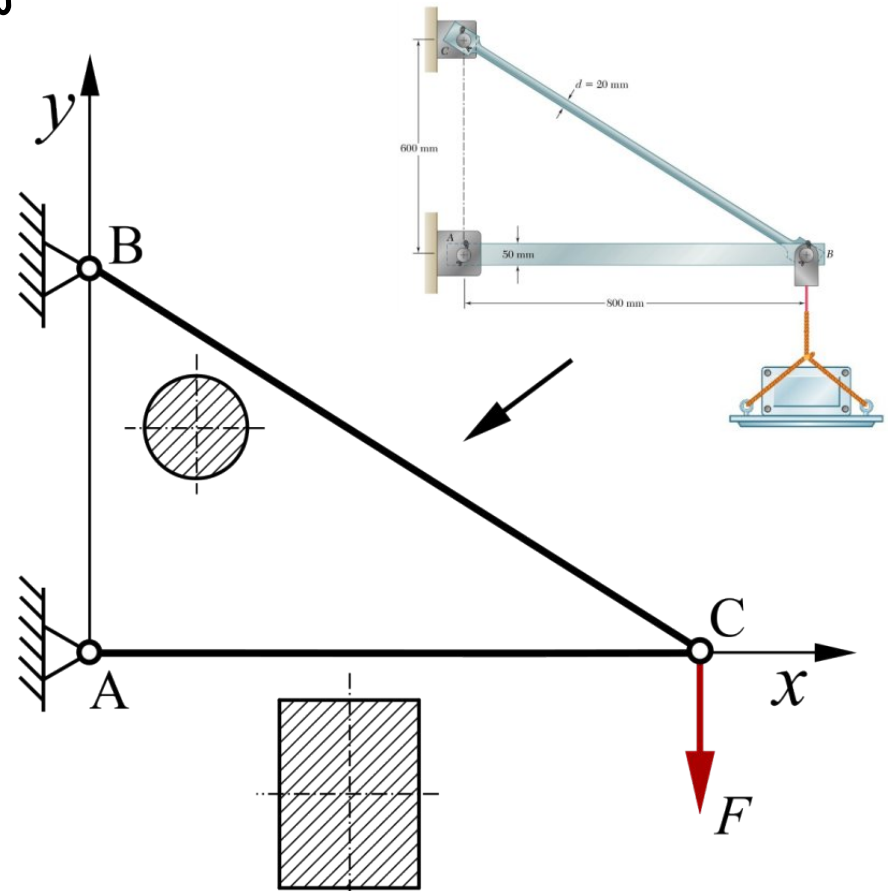
Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Ostatecznie, model całej konstrukcji przedstawiono na rysunku.

Należy pamiętać, aby zawsze wprowadzić układ współrzędnych (dogodny dla rozwiązania).

Należy również oznaczyć punkty charakterystyczne konstrukcji.



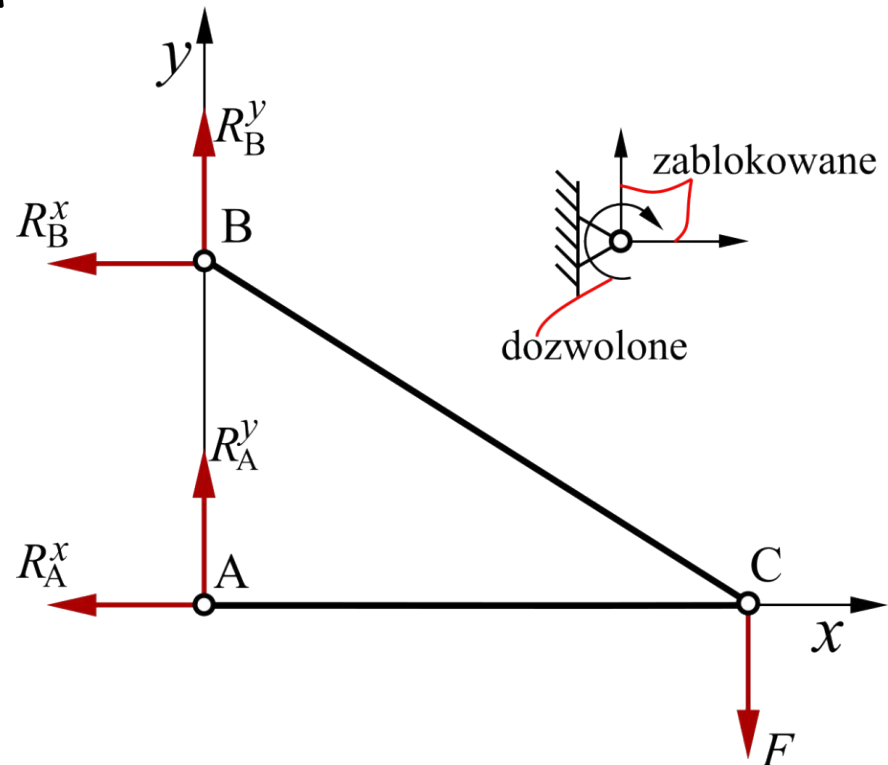
Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Przed przystąpieniem do obliczeń należy konstrukcję uwolnić od więzów. Polega to na zastąpieniu podpór reakcjami podłoża.

Reakcja może mieć postać siły lub momentu.
Reakcja jest pojedynczym wektorem zorientowanym w przestrzeni (na płaszczyźnie), ale wygodnie jest rozłożyć ją na składowe, zgodne z przyjętym układem współrzędnych.

Reakcja pojawia się wzdłuż tego kierunku, który jest zablokowany podporą.



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Narzędzia statyki niezbędne w wytrzymałości materiałów:

- równania równowagi

$$\Sigma F_{ix}=0; \Sigma F_{iy}=0; \Sigma M_i=0 \text{ lub } \Sigma F_i=0; \Sigma M_{iA}=0; \Sigma M_{iB}=0$$

- metoda węzłów

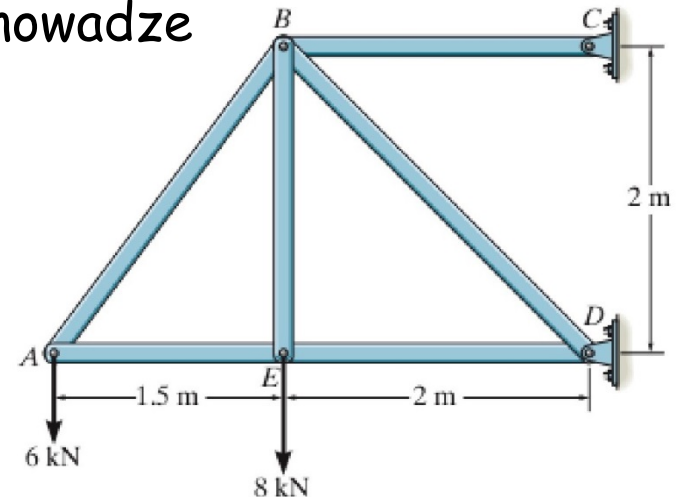
jeśli cała konstrukcja jest w równowadze, każdy jej węzeł też musi być w równowadze

- metoda przekroji

jeśli element konstrukcji (pręt) jest w równowadze, każdy jego fragment też musi być w równowadze

lub

jeśli cała konstrukcja jest w równowadze każdy jej fragment też musi być w równowadze



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

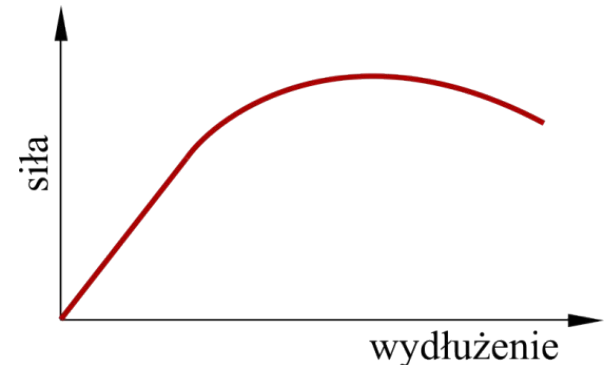
wprowadzenie

Do wyznaczenia sił w elementach konstrukcji wystarczą narzędzia statyki - siły te nie zależą od materiału, z którego wykonane są elementy.

Wytrzymałość materiałów idzie o krok dalej: bada wpływ sił wewnętrznych na zachowanie się konstrukcji. Ta zachowa się inaczej, jeśli będzie wykonana ze stopu aluminium, a inaczej jeśli materiałem będzie drewno.

Ważnym zadaniem jest zatem określenie właściwości materiału, od których zależy zachowanie się konstrukcji.

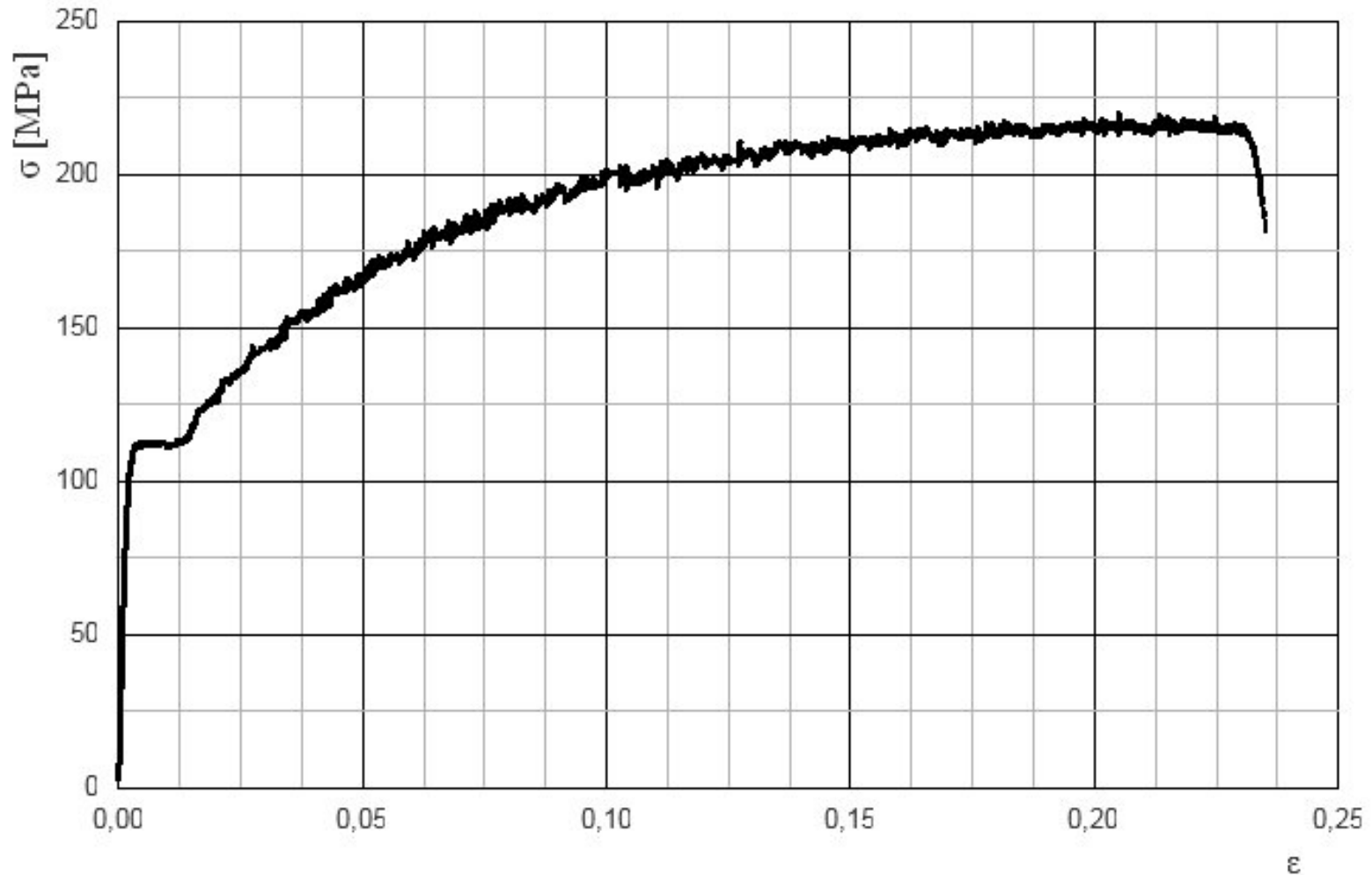
Własności te określa się w laboratorium, badając wpływ obciążenia na zachowanie się znormalizowanej próbki.



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

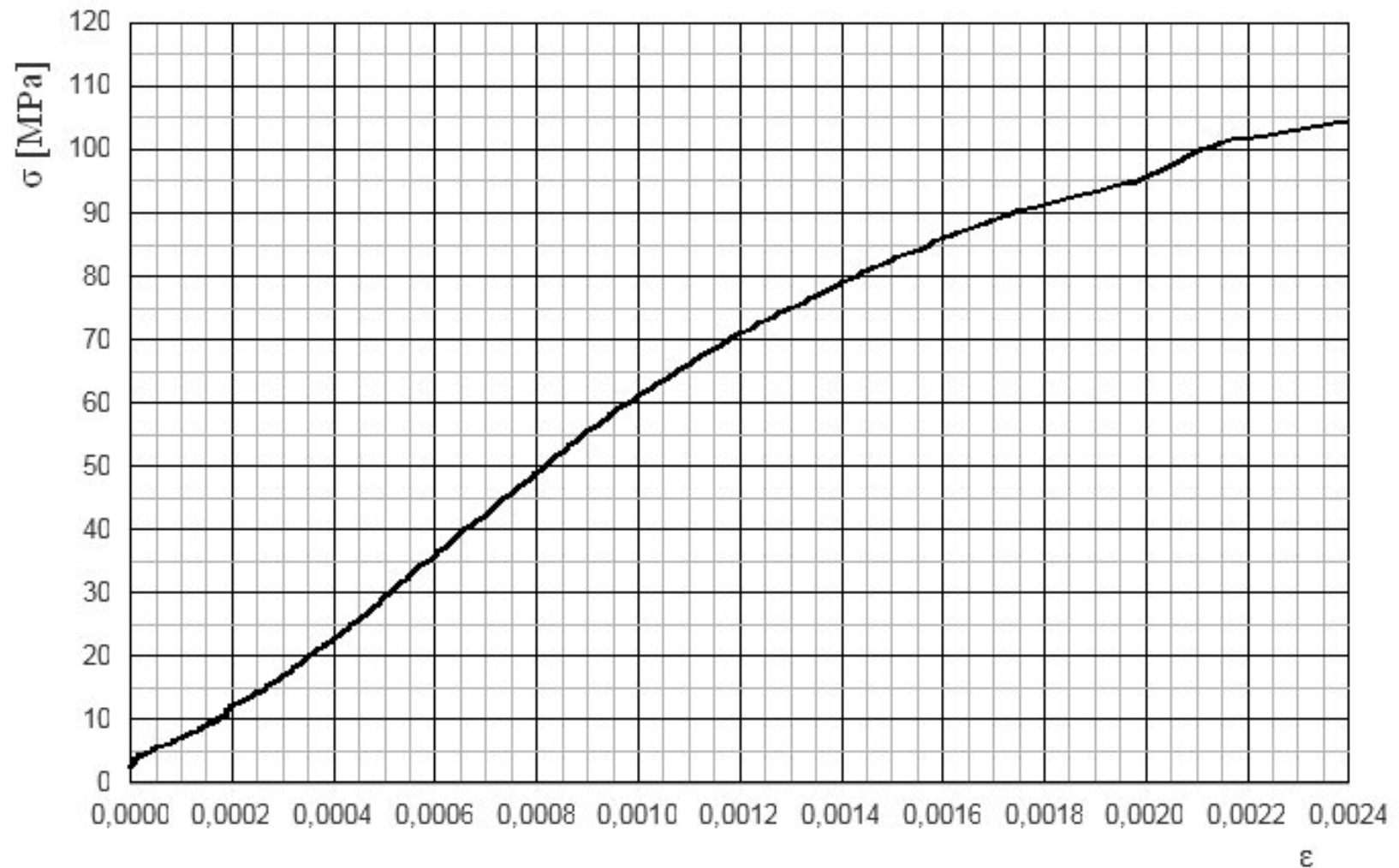
Wykres rozciągania czystego aluminium



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

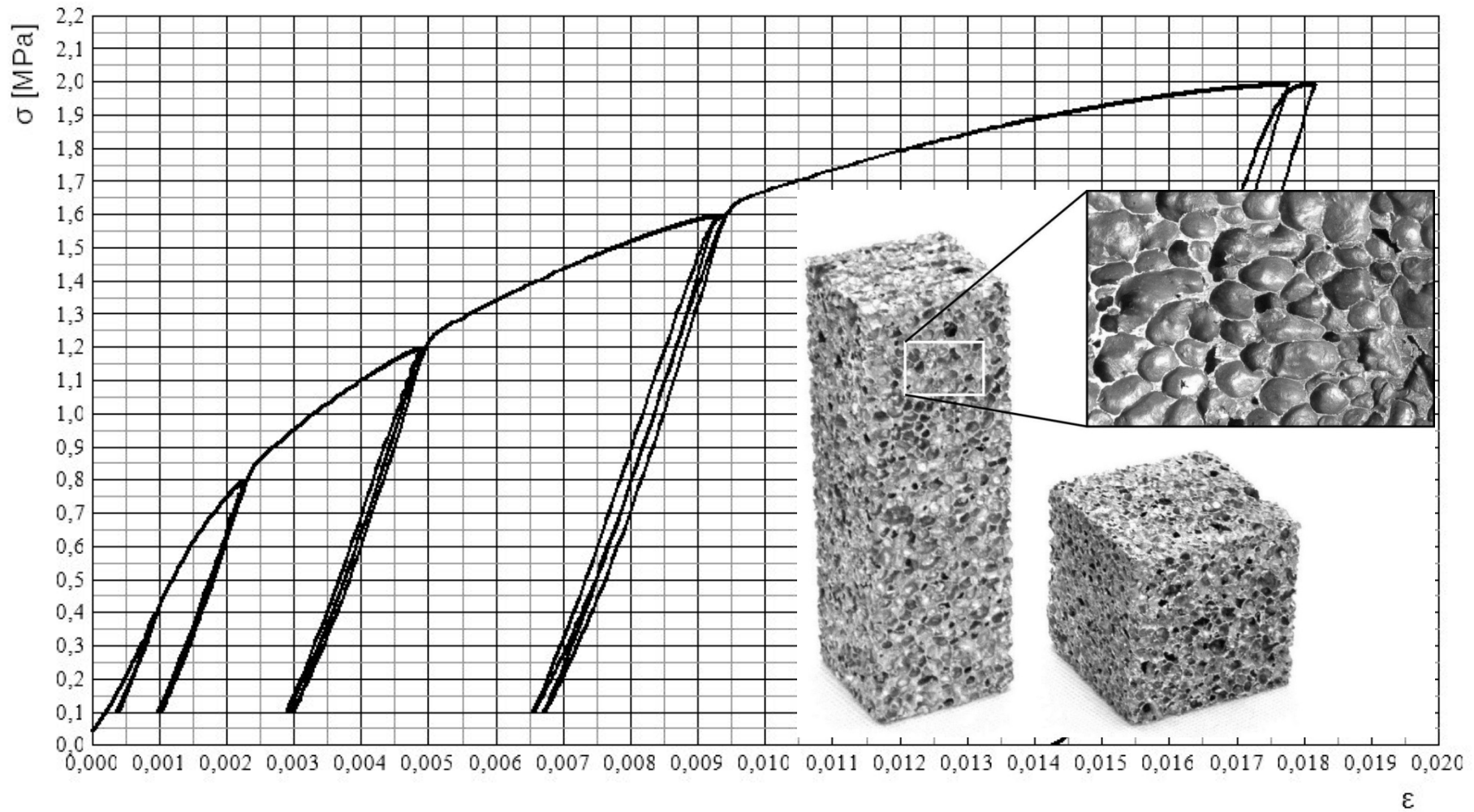
Wykres rozciągania czystego aluminium



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Wykres ściskania piany aluminiowej

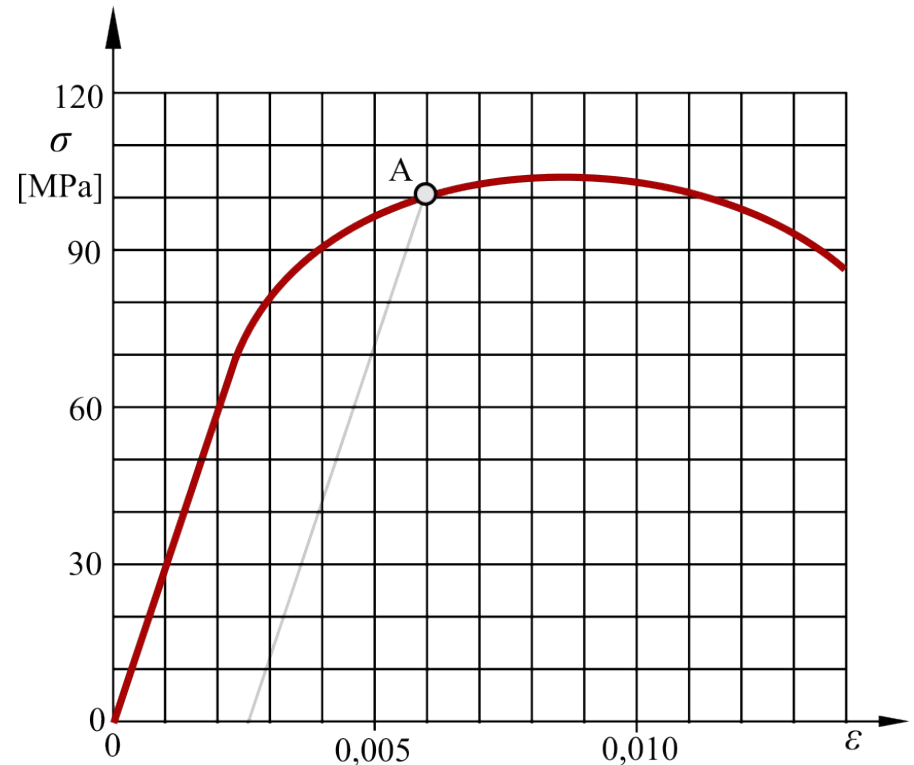


Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Próbkę o długości 100 mm wykonano z materiału, którego wykres rozciągania przedstawiono na rysunku.

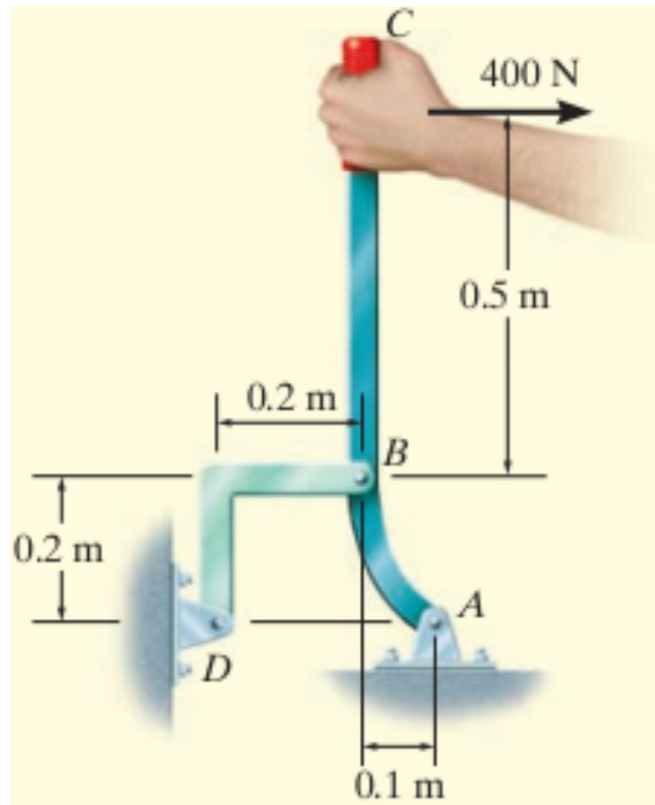
- jaką długość będzie miała próbka po zatrzymaniu próby w punkcie A?
- jakie będzie trwałe wydłużenie po odciążeniu próbki?
- jaki jest moduł Younga materiału?



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Dźwignia ABC jest podparta przegubowo w punkcie A i połączona z łącznikiem BD. Pomijając masę elementów wyznaczyć siłę w sworzniu w punkcie A.
(Hibbeler, 2014)



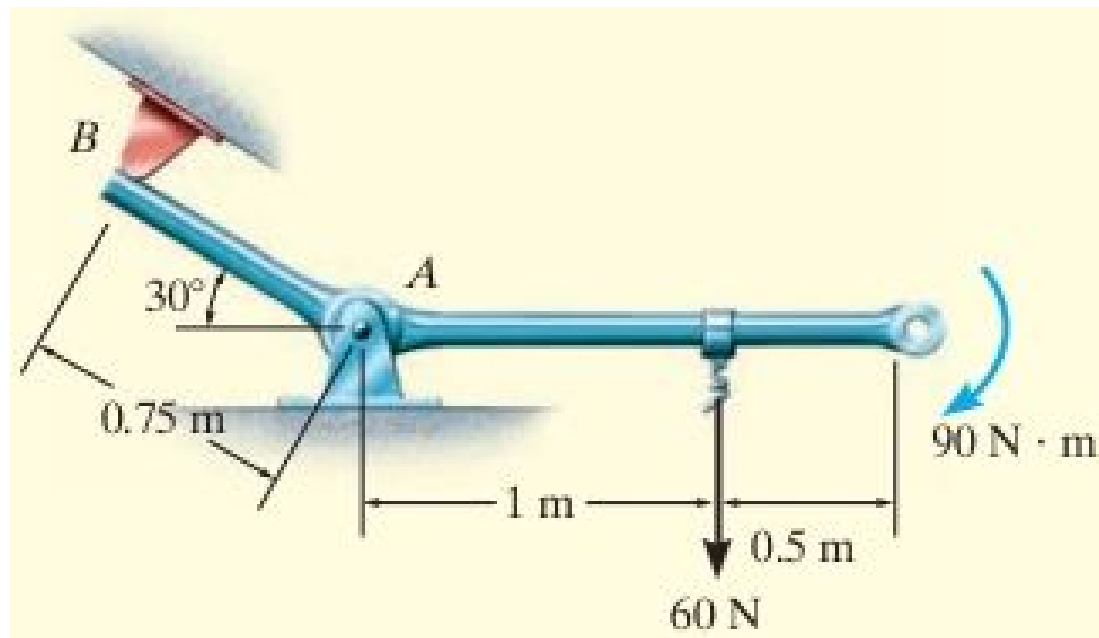
Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Dźwignia przedstawiona na rysunku jest podparta przegubowo w punkcie A i opiera się na gładkiej podporze B .

Wyznaczyć składowe reakcji w podporze A oraz jej wartość.

(Hibbeler, 2014)



Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

wprowadzenie

Rampa statku waży 100 kg, a jej środek ciężkości znajduje się w punkcie G .

Wyznaczyć siłę w linie CD , która umożliwi podniesienie kładki.

Wyznaczyć składowe reakcji w punkcie A

(Hibbeler, 2014)

