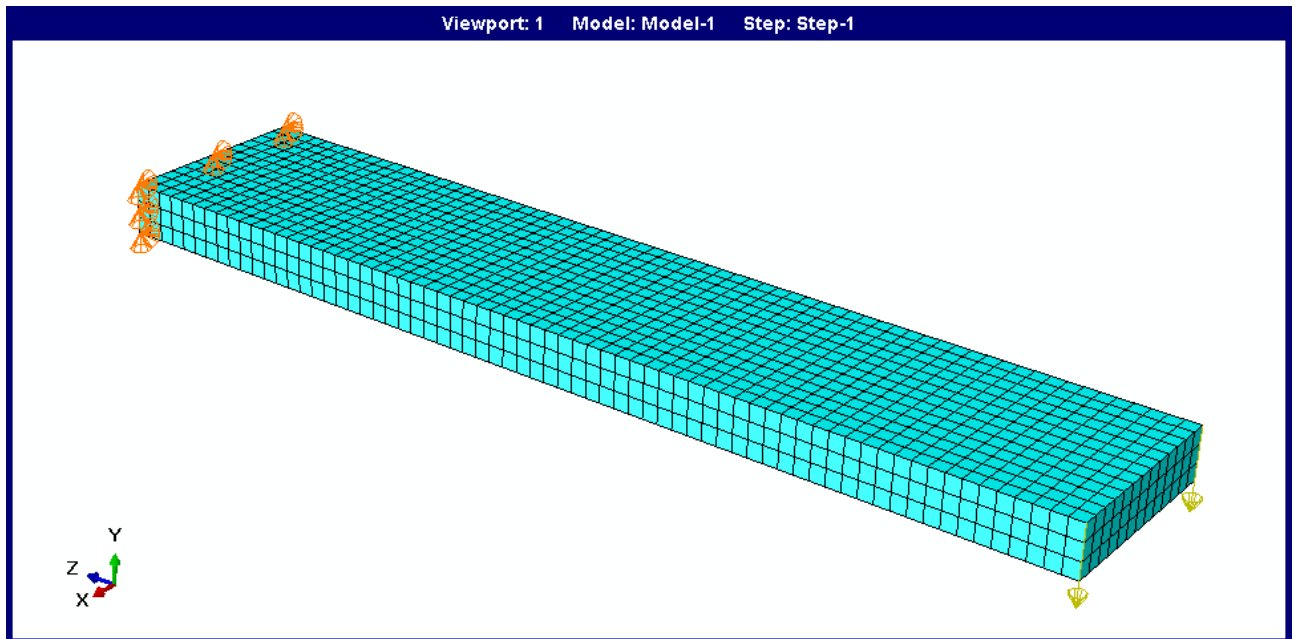
	POLITECHNIKA LUBELSKA WYDZIAŁ MECHANICZNY KATEDRA PODSTAW KON- STRUKCJI MASZYN	Laboratorium CAD/MES ĆWICZENIE Nr 9
Przedmiot: Modelowanie właściwości materiałów		Opracował: dr inż. Hubert Dębski

- I. Temat ćwiczenia: **Obliczenia z zastosowaniem modelu materiału sprężysto-plastycznego – dwuetapowa analiza porównawcza**
- II. Cel ćwiczenia: Zdefiniowanie bilinearnej charakterystyki materiału sprężysto-plastycznego – wykonanie analizy dwuetapowej.
- III. Literatura:
1. Bąk R., Burczyński T. – *“Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowe go”*. WNT, Warszawa 2001.
 2. Dobrzański L. A.: *Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego*. WNT, Warszawa 2002.
 3. Dokumentacja HTML programu ABAQUS.
 4. Dyląg Zd., Jakubowicz A., Orłoś Z.; *Wytrzymałość materiałów*. WNT, Warszawa 2003.
 5. Niezgoda T. – *„Analizy numeryczne wybranych zagadnień mechaniki”*. WAT, Warszawa 2007.
 6. Osiński J.: *Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych*, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 1997.
 7. Rakowski G., Kacprzyk Z.: *Metoda Elementów Skończonych w mechanice konstrukcji*, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 2005.
 8. Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T.: *Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
- IV. Przebieg ćwiczenia:
1. Przygotowanie modelu numerycznego

Przedmiot obliczeń stanowi model belki wspornikowej o wymiarach gabarytowych 5 x 20 x 100 mm. Należy przeprowadzić analizę porównawczą modelu belki z liniowo-sprężystą charakterystyką materiału oraz z modelem materiału sprężysto-plastycznym opar-

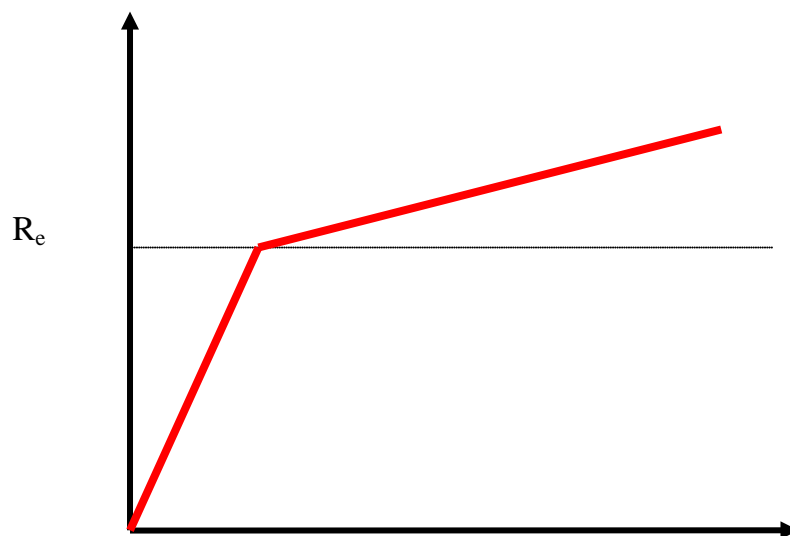
tym na charakterystyce bilinearnej. Obliczenia będą prowadzone w dwóch krokach obliczeniowych: step1 – obciążenie modelu belki, step2 – odciążenie modelu belki.



Rys.1 Model obliczeniowy belki

Charakterystyka modelu dyskretnego:

- **właściwości materiałowe:** należy przyjąć charakterystykę materiału o następujących właściwościach: materiał liniowo-sprężysty: moduł Younga $E = 210\,000$ MPa, liczba Poissona $\nu = 0.3$ (stal), materiał sprężysto-plastyczny: moduł Younga $E = 210\,000$ MPa, liczba Poissona $\nu = 0.3$, granica plastyczności $R_e = 400$ MPa, granica wytrzymałości $R_m = 850$ MPa, wydłużenie przy zerwaniu $A = 15\%$ (przyjąć charakterystykę bilinearną – rys.2).



Rys.2 Charakterystyka materiału sprężysto-plastycznego

- **warunki brzegowe:** utwierdzenie lewego końca belki poprzez zablokowanie 3 translacyjnych stopni swobody węzłom na tylnej ścianie,
- **obciążenie modelu:** step1: siły skupione przyłożone do naroży swobodnego końca belki o wartości $P = 350 \text{ N}$, step2: stopniowe odciążanie belki do całkowitego „zdjęcia” obciążenia,
- **siatka MES:** do dyskretyzacji modelu należy zastosować strukturalną siatkę elementów skończonych opartą na elementach bryłowych typu heksagonalnego z liniową funkcją kształtu o oznaczeniu C3D8R; gęstość siatki przyjąć 1.5 mm,
- **typ analizy:** należy zdefiniować dwuetapową analizę statyczną z wykorzystaniem zagadnienia nieliniowego geometrycznie, przyjmując inicjującą wartość incrementu w obliczeniowego 0.1 w obydwu krokach analizy, wykonać obliczenia dla modelu z liniową i nieliniową charakterystyką materiału,
- **edycja i interpretacja wyników:** w module Visualisation należy wyedytować mapę naprężenia zredukowanego wyznaczonego wg hipotezy wytrzymałościowej Hubera- Misesa oraz mapę przemieszczeń węzłowych na tle odkształconego modelu. Przeprowadzić analizę porównawczą dla modelu z liniową i nieliniową charakterystyką materiału – sprawdzić Stan wyężenia i odkształcenia obydwu modeli po ich całkowitym odciążeniu – step2. Przeprowadzić dyskusję otrzymanych wyników.