

Stateczność – wyznaczanie obciążenia krytycznego i postaci wybočenja konstrukcji ramowych

Dla prostego przypadku pręta podpartego i obciążonego siłą P, analityczną zależność na siłę krytyczną podaje wzór Eulera

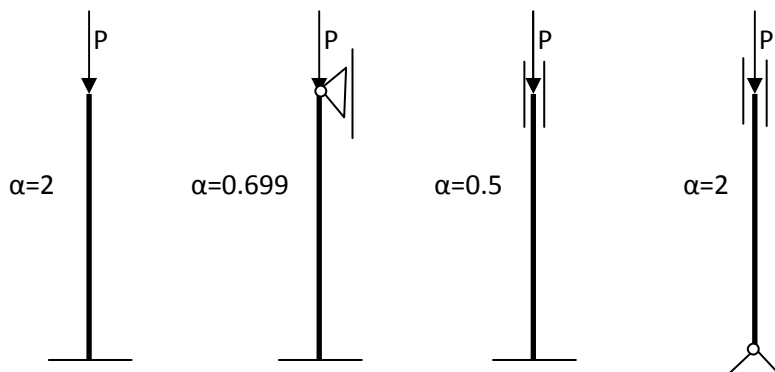
$$P_{kr} = \frac{\pi^2 EI}{(\alpha L)^2}$$

I moment bezwładności przekroju (minimalny)

E moduł Young'a

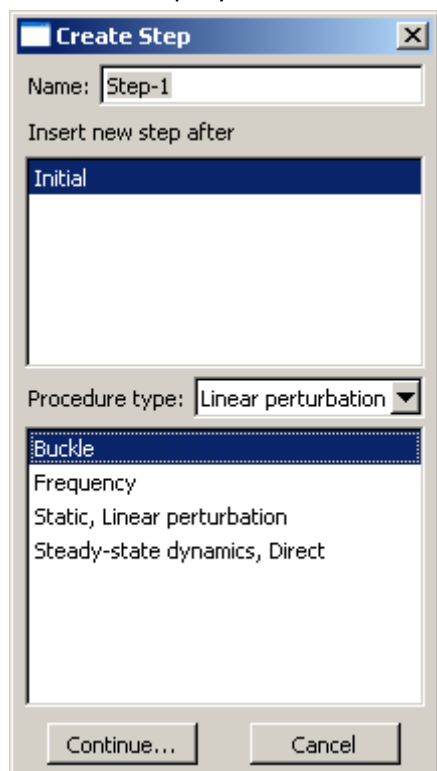
L długość pręta

Wartości parametru α w tym wzorze dla różnych warunków podparcia ma wartość



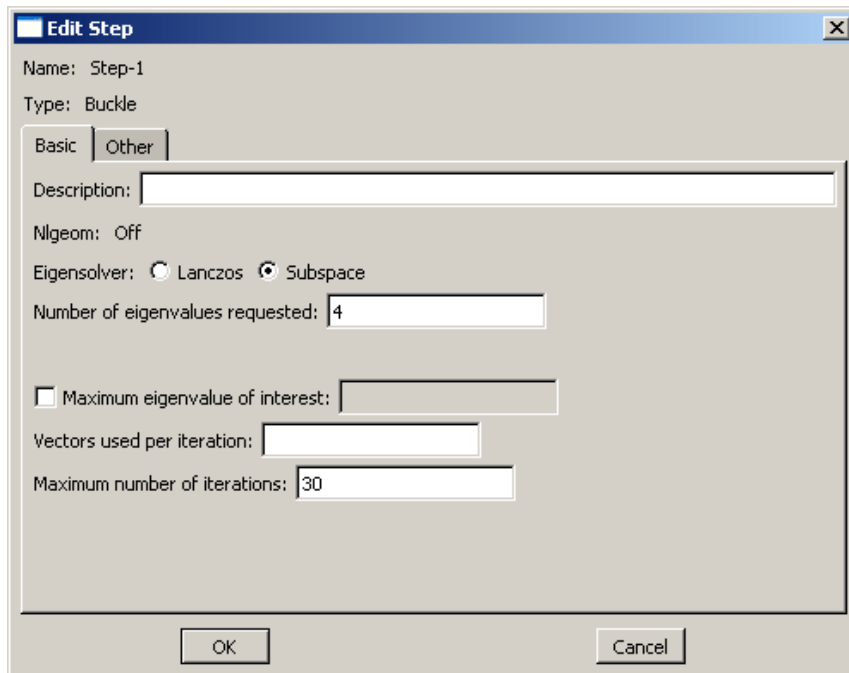
1. Wyznacz obciążenie krytyczne dla pierwszego i drugiego przypadku obciążenia zakładając $E=210$ GPa, $\nu=0.3$
Przekrój pręta jest kwadratem o boku 2 cm
Długość pręta wynosi 2 m
2. To samo zadanie rozwiąż w ABAQUS'e używając elementów belkowych B21, z dyskretyzacją 4 elementy a następnie 20 elementów.
Zbuduj model, zadaj warunki brzegowe, obciążenie, dyskretyzację... (scenariusz nr !!). Niech siła P ma wartość 1 (obciążenie jednostkowe).

W module Step wybierz



Co oznacza analizę stateczności

W polu number of eigenvalues requested podaj liczbe wartości własnych które mają być wyznaczone



Rozwiąż zadanie

Przejdź do modułu Visualisation

Między postaciami wyboczenia możemy przechodzić używając przycisków Previous Next



Wyświetl wszystkie cztery postacie wyboczenia i odczytaj 1, 2, 3 i 4 wartość siły krytycznej. Porównaj 1 wartość (dla 4 elementów B21 i dla 20 elementów B21) z wartością otrzymaną z wzoru Eulera.


ODB: Job-3.odb Abaqus/Standard Student Edition 6.7-2 Sat Nov 29 15:15:13 Srodkowoeuropejski czas stand. 2008

Step: Step-1
Mode 1: EigenValue = 1728.2

Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +2.000e-01

1 postać

wyboczenia dla dyskretyzacji 20 elementowej i pierwszego warunku podparcia




ODB: Job-3.odb Abaqus/Standard Student Edition 6.7-2 Sat Nov 29 15:15:13 Srodkowoeuropejski czas stand. 2008

Step: Step-1
Mode 2: EigenValue = 15625.

Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +2.000e-01

2 postać

wyboczenia dla dyskretyzacji 20 elementowej i pierwszego warunku podparcia



ODB: Job-3.odb Abaqus/Standard Student Edition 6.7-2 Sat Nov 29 15:15:13 Srodkowoeuropejski czas stand. 2008

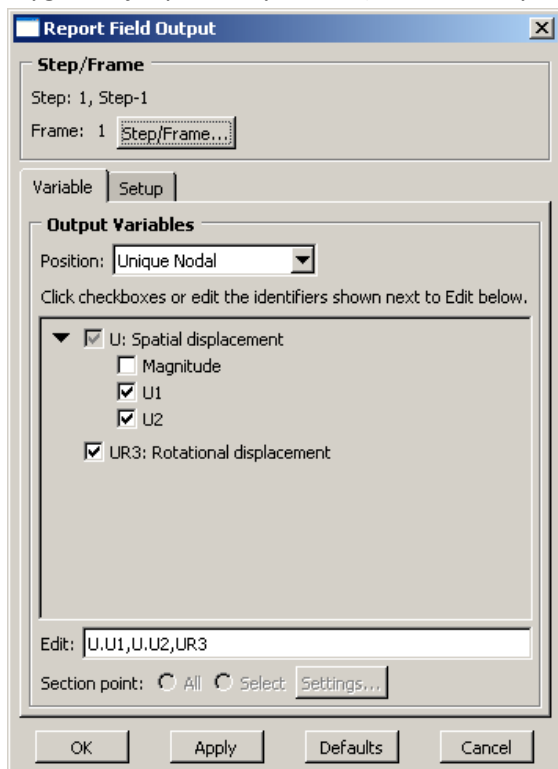
Step: Step-1
Mode 3: EigenValue = 43802.

Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +2.000e-01

3 postać

wyboczenia dla dyskretyzacji 20 elementowej i pierwszego warunku podparcia

Wygeneruj raport z wynikami (zauważ że wynikami są tylko przemieszczenia i wartości własne)



Przycisk Step/Frame pozwala na wybór numeru postaci

wyboczenia

Plik raportu z 1 wartością własną, dla dyskretyzacji 20 elementowej i pierwszego warunku podparcia

```

*****
Field output Report, written Fri Nov 28 12:59:36 2008

Source 1
-----
   ODB: C:/Temp/job-1.odb
   Step: Step-1
   Frame: Mode           1: Eigenvalue = 1728.2

Loc 1 : Nodal values from source 1
output sorted by column "Node Label".

Field output reported at nodes for part: PART-1-1

   Node      U,U1      U,U2
   Label     @Loc 1     @Loc 1
-----
    1          0.          0.
    2  3.08267E-03  32.6241E-21
    3  12.3117E-03  65.0471E-21
    4  27.6301E-03  97.069E-21
    5  48.9435E-03  128.492E-21
    6  76.1205E-03  159.124E-21
    7  108.993E-03  188.774E-21
    8  147.36E-03  217.26E-21
    9  190.983E-03  244.407E-21
   10  239.594E-03  270.047E-21
   11  292.893E-03  294.022E-21
   12  350.552E-03  316.185E-21
   13  412.215E-03  336.398E-21
   14  477.501E-03  354.537E-21
   15  546.009E-03  370.49E-21
   16  617.317E-03  384.159E-21
   17  690.983E-03  395.459E-21
   18  766.555E-03  404.322E-21
   19  843.566E-03  410.691E-21
   20  921.541E-03  414.529E-21
   21          1.          415.81E-21

Minimum          0.          0.
  At Node         1          1

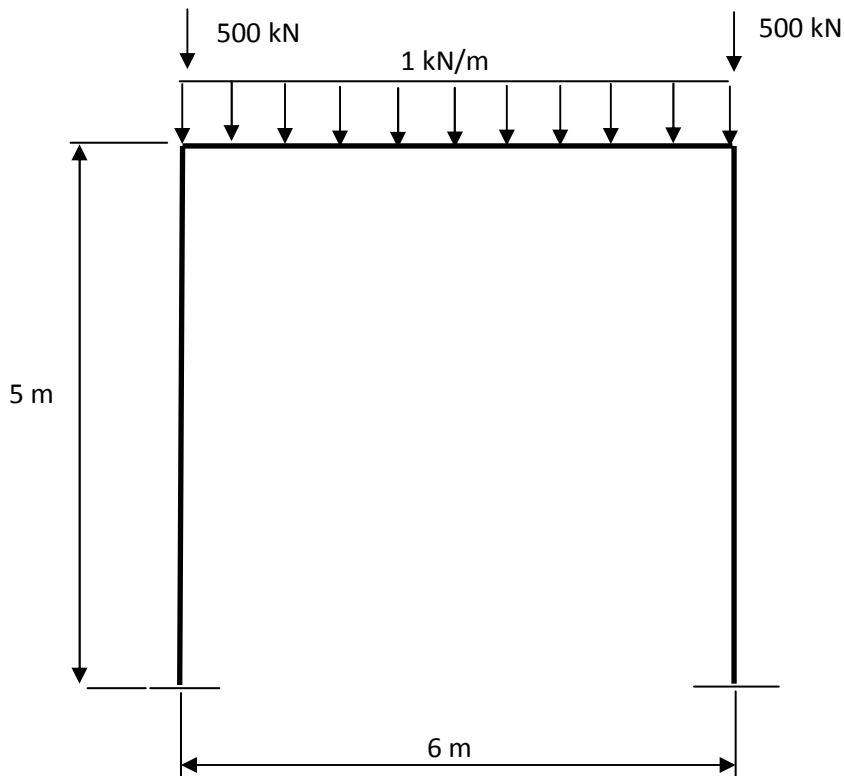
Maximum          1.          415.81E-21
  At Node        21          21

Total          7.77415      5.49945E-18
    
```

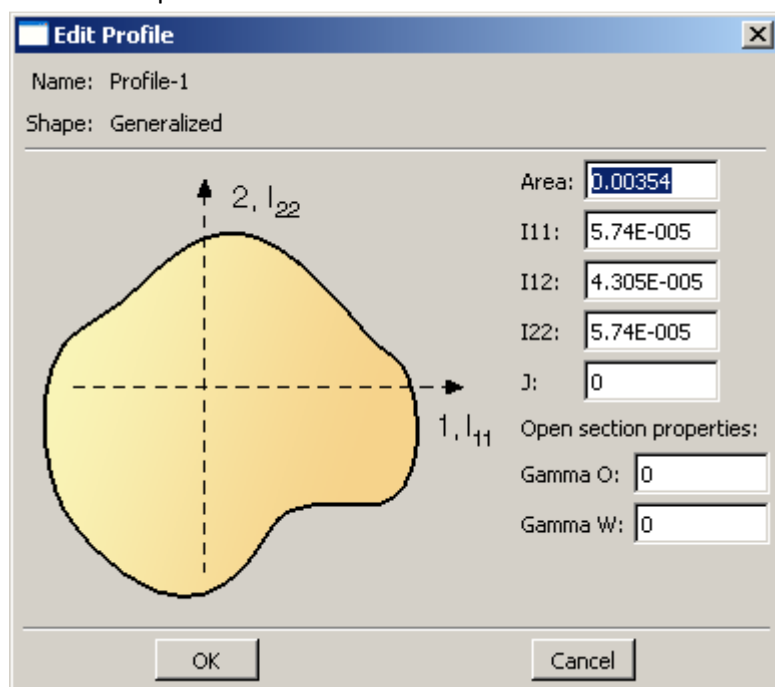
Zadanie 2.

Dokonaj analizy stateczności płaskiej ramy portalowej, $E=210 \text{ GPa}$, $G=52.5 \text{ GPa}$, $I=5740 \text{ E-8 m}^4$, $A=35.4 \text{ E-4 m}^2$. Przekrojem ramy jest profil parametrami: Moment bezwładności $I=5.74 \text{ E-5 m}^4$, pole powierzchni $A=35.4 \text{ E-4 m}^2$.

Wyznacz trzy pierwsze wartości własne. Podziel słupy na dwa równej długości elementy skończone B21, a dźwigar zdyskretyzuj jednym elementem tego samego typu. Czym jest podawana przez ABAQUS wartość własna w przypadku obciążenia nie jednostkowego?



Właściwości profilu Profile - 1



Właściwości materiału dla przekroju Section - 1

Edit Beam Section

Name: Section-1
Type: Beam

Section integration: During analysis Before analysis

Profile name: Profile-1

Profile shape: Generalized

Generalized Profile Offset

Centroid: X1: 0 X2: 0
Shear Center: X1: 0 X2: 0

Basic | Damping | Stiffness | Fluid Inertia | Output Points

Use thermal expansion data
 Use temperature-dependent data

Number of field variables: 0

Young's Modulus	Shear modulus
210e9	5.25e10

Section Poisson's ratio: 0

Specify section material density:
 Specify reference temperature:

Podaj wartość obciążenia krytycznego dla 1, 2, 3 wartości własnej

Zdyskretyzuj ramę większą liczbą elementów skończonych (np. po 10 elementów) i porównaj otrzymane wyniki.

Pierwsza i druga postać wyboczenia dla dyskretyzacji 10 elementowej

