



Imię i nazwisko studenta..... data oddania.....

ZADANIE 1

Po zapoznaniu się z rozdziałem 3 wykładu (https://www.l5.pk.edu.pl/~witek/mk/Lecture_notes.pdf) napisać program w Matlabie, który oblicza przemieszczenia osiowe i siły w pręcie. Pręt jest zamocowany z lewej strony, poddany obciążeniu ciągłemu q i sile skupionej P na prawym końcu. Wykorzystać liniowe funkcje kształtu i instrukcje CALFEM „assem” i „solveq”. Wyznaczyć elementy macierzy sztywności i wektora obciążenia wykorzystując operacje symboliczne „diff” i „int”. Wyznaczyć częstości i postacie drgań własnych wykorzystując procedurę „eigen”.

W sprawozdaniu przesłać do prowadzącego kod programu oraz krótkie sprawozdanie z umieszczonymi wykresami przemieszczeń, siły osiowej, czterech pierwszych postaci drgań własnych i odpowiadającymi im częstościami oraz wykres zbieżności przemieszczeń na końcu pręta w zależności od liczby stopni swobody.

Dla wybranego elementu skończonego z wektora rozwiązania wyliczonego w programie odczytać odpowiadające stopnie swobody i na kartce zapisać wzór na aproksymację rozwiązania w tym elemencie.

Proszę zwrócić uwagę, aby przyjęte dane oraz wyniki były realne.

Algorytm:

1. po deklaracji *syms x* przyjmij dane: q (jako funkcję x), E , A , L , P
2. przyjmij liczbę elementów Nel i oblicz liczbę stopni swobody $Ndof$ oraz wektor współrzędnych węzłów *coord*
3. utwórz zerową globalne macierze KG , MG i zerowy wektor fG
4. wpisz wartość siły skupionej P do odpowiedniego elementu wektora fG
5. w pętli po elementach ($iel=1:Nel$)
 - a. wybierz współrzędne węzłów x_1 i x_2
 - b. zapisz wzory na liniowe funkcje kształtu φ_1 i φ_2 oraz oblicz ich pochodne (symbolicznie)
 - c. utwórz macierze B i N
 - d. oblicz macierz sztywności Kel i wektor obciążenia Pel elementu (całkując symbolicznie)
 - e. zastosuj funkcję *assem* do agregacji
 $[KG,fG]=assem([iel,iel,iel+1],KG,Kel,fG,Pel);$
 - f. oblicz macierz mas Mel (całkując symbolicznie)
 - g. zastosuj funkcję *assem* do agregacji
 $MG=assem([iel,iei,iel+1],MG,Mel);$
6. utwórz wektor warunków brzegowych bc o wymiarze 1×2 - numer znanego stopnia swobody (przemieszczenia) i jego wartość
7. rozwiąż układ równań uwzględniając warunki kinematyczne (procedura *solveq*)
 $u=solveq(KG,fG,bc);$
8. poleceniem *plot* narysuj aproksymację przemieszczeń
9. w pętli po elementach ($i=1:Nel$)
 - a. wybierz współrzędne węzłów x_1 i x_2

- b. wybierz z wektora u wartości stopni swobody
 - c. oblicz pochodne funkcji kształtu
 - d. zapisz wzór na siłę w pręcie S
 - e. poleceniem `fplot` narysuj aproksymację przemieszczeń `fplot(S,[x1,x2]), hold on`
10. Korzystając z procedury *eigen* oblicz częstości i postacie drgań
`[La,Egv]=eigen(KG,MG,bc(:,1));`
11. Narysuj cztery pierwsze postacie drgań własnych.

Do skopiowania i uzupełnienia w Matlabie:

```
% ROZCIĄGANIE PRĘTA
```

```
clear;
```

```
syms x
```

```
%% DANE
```

```
E =
```

```
A =
```

```
rho =
```

```
L=
```

```
q=
```

```
p=
```

```
%% DYSKRETYZACJA
```

```
Nel = ;
```

```
Ndof = Nel+1;
```

```
coord=linspace(0,L,Ndof);
```

```
%% AGREGACJA
```

```
KG=zeros(Ndof,Ndof);
```

```
MG=
```

```
fG=
```

```
fG(Ndof)=
```

```
for iel=1:Nel
```

```
    x1=coord(iel);
```

```
    x2=
```

```
    phi1=(x-x2)/(x1-x2);
```

```
    phi2=
```

```
    N=[phi1 phi2];
```

```
    B=diff(N);
```

```
    Kel=int(B'*A*E*B,x1,x2);
```

```
    Pel=
```

```
    [KG,fG]=assem([iel, iel, iel+1],KG,Kel,fG,Pel);
```

```
Mel=
```

```
MG=
```

```

end

%% ROZWIĄZANIE

bc=

u=solveq(KG,fG,bc);

figure(1) % przemieszczenia
plot.....

figure(2), hold on % siła osiowa
for iel=1:Nel

    x1=coord(iel);
    x2=
    u1=u(iel);
    u2=
    dphi1=1/(x1-x2);    % pochodna funkcji kształtu
    dphi2=
    S=
    fplot(S,[x1,x2]), hold on

end

%% DRGANIA WŁASNE
[La,Egv]=eigen(KG,MG,bc(:,1));
Freq=sqrt(La)/(2*pi)

figure(3) % pierwsza postać drgań
plot(coord,Egv(:,1)), grid on

```