Politechnika Rzeszowska

Metoda Elementów Skończonych

Semestr zimowy r. a. 2024/2025

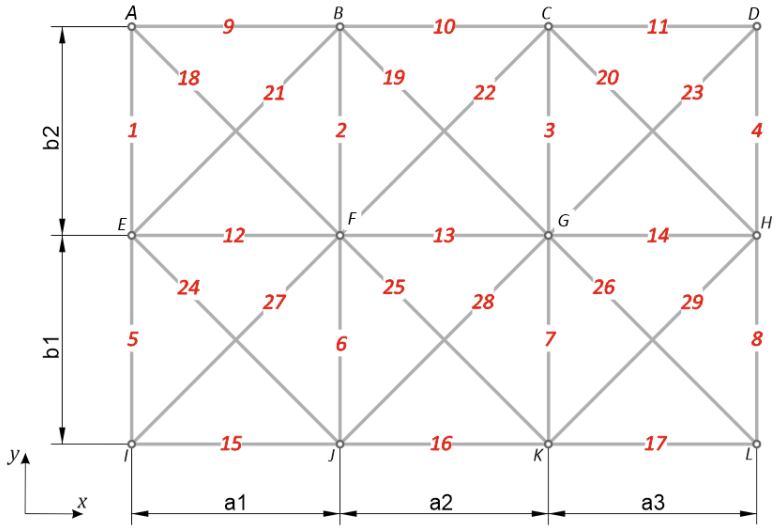
Grupa C1

Zadanie domowe nr 2

Termin oddania pracy: 18.12.2024

Polecenie:

1. Na podstawie Rysunku 1 i Tablicy 1 skonstruować schemat zadania.
2. Rozwiązać zadanie metodą analityczną (znaleźć wartości sił w prętach).
3. Rozwiązać zadanie z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (znaleźć wartości sił w prętach i przemieszczenia węzłów).
4. Naszkicować układ przed i po deformacji.
5. Porównać otrzymane rezultaty i sformułować wnioski.



Rys.1. Schemat do budowy tematu zadania

Legenda do rysunku 1:

- Liczby 1 do 29 zaznaczone kolorem czerwonym oznaczają numery prętów
- Oznaczenie literowe A do L – węzły kratownicy
- Oznaczenia a1, a2, a3, b1, b2 - wymiary zewnętrzne
- x, y - osie układu odniesienia

UWAGA: W obliczeniach przyjąć własną numerację węzłów i prętów zaczynając od numeru 1

Wytyczne do wykonania pracy:

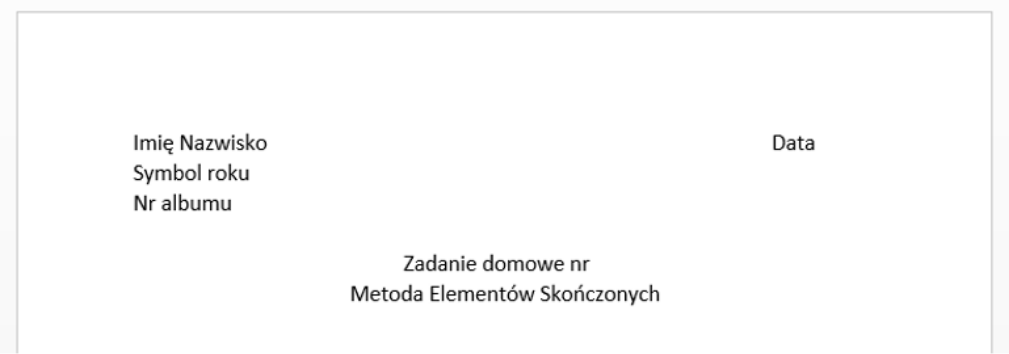
- W pracy zawrzeć należy pełen tok obliczeń wraz z komentarzami opisującymi wykonywane operacje matematyczne.
- Pracę należy ilustrować odpowiednimi rysunkami.
- Pracę zakończyć słownym podsumowaniem.

Uwagi edycyjne:

- Na ocenę pracy wpływać będzie kompletność, estetyka wykonania, jak również dojrzałość stylu w jakim jest napisana.
- Pracę można wykonać odręcznie lub przy wykorzystaniu dowolnego komputerowego edytora tekstowego.
- Rysunki wykonać odręcznie lub przy wykorzystaniu dowolnego komputerowego programu graficznego. Rysunki wykonać można w dowolnej skali, ale proszę zachować poprawne proporcje pomiędzy wymiarami.
- W przypadku wykorzystania komputerowych pakietów biurowych, tekst proszę justować. Proszę również zwracać uwagę na podstawowe błędy składu tekstu takie jak bękarty, wdowy lub sierotki.

Sposób oddania pracy:

- Pracę należy oddać w formie papierowej
- Pracę podpisać wg schematu:


Imię Nazwisko
Symbol roku
Nr albumu

Data

Zadanie domowe nr
Metoda Elementów Skończonych

Tablica 1. Dane liczbowe do skonstruowania tematu zadania

L.p.	Nr albumu	Numery prętów	Obciążenie [kN]	Podparcie	E [GPa], A [mm2]	a1, a2, a3, b1, b2 [mm]
	I	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*
1	172701	2,6,16,7,3,10,19,13,25	Bx=10, Fx=15	Jx, Jy, Ky	210,20	1000,2000,1000,2500,1500
2	172703	24,21,2,6,12,13,19,28	Ey=80, Gy=-20	Bx, Jx, Jy	210,10	1000,2000,1000,2500,1500
3	172704	16,7,28,29,14,3,20,4,11	Hx=20, Gy=13	Jy, Cx, Dy	70,30	500,1000,500,200,100
4	172710	2,5,6,12,15,16,21,25,27	Bx=80, Ex=-140	Ix, Iy, Ky	210,25	500,500,500,2500,1500
5	172720	13,23,11,10,2,3,19,21,12	Cy=-100, Gx=-50	Ey, Dx, Dy	210,10	700,500,1000,2500,1500
6	172721	1,2,5,6,9,12,15,18,27	By=-30, Ax=-20	Ex, Ey,Ix	70,30	1000,250,750,250,400
7	172732	22,20,29,25,13,14,3,7	Cx=75, Gx=50	Fx, Fy, Hy	210,25	1000,250,750,250,400
8	172734	24,2,6,12,13,19,28,16,7	Bx=50, Ey=750	Gx, Gx, Ky	210,10	1000,250,750,250,400
9	172739	6,16,17,26,7,3,22,25,13	Fx=20, Ky=10	Cx, Cy, Ly	70,30	1000,250,750,250,400
10	172740	24,12,13,14,29,16,6,7,25	Ey=10, Hy=10	Jy, Kx, Ky	210,25	1000,250,750,250,400
11	172741	1,2,5,6,9,12,15,21,24	Iy=10, Ex=20	Bx, By, Jx	70,15	1000,500,250,500,1000
12	172745	13,28,6,24,21,2,12,19	Jy=20, Gy=-10	Bx, Ex, Ey	70,10	1000,500,250,500,1000
13	172748	24,2,6,12,13,19,28,16,7	Kx=70, Ky=40	Bx, Ex, Ey	210,15	1000,500,250,500,1000
14	172750	27,15,6,7,16,13,2,19,28	Fx=30, Jy=50	Bx, Iy, Ky	70,15	1000,500,250,500,1000
15	172754	3,19,21,12,13,10,2,23,11	Dy=80, Ex=80	Bx, By, Cy	70,10	1000,500,250,500,1000
16	172755	12,13,5,6,7,15,16,27,28	Jy=-50, Ky=-30	Ex, Fy, Gy	70,10	250,250,250,500,500
17	171123	28,10,3,24,2,13,19,6,12	Jx=10, Cy=-25	Ex, Cx, Cy	210,15	250,250,250,500,500
18	172769	12,13,19,5,15,24,2,6,28	Bx=30, Gy=10	Ix, Iy, Jy	70,15	250,250,250,500,500
19	170147	16, 26,28,7, 23, 17,8,4,14	Ly=50, Gx=20	Jx, Jy, Dx	70,10	250,250,250,500,500
20	167453	24,16,6,7,25, 13,17,26,12	Ey=10, Gx=-10	Fx, Fy, Ly	210,15	250,250,250,500,500
21	172777	1,2,3,9,10,12,13,18,19	Ay=20, Cx=-30	Fx, Fy, Gy	70,15	250,500,500,500,500

Opis tablicy 1:

W kolumnie *I* znajduje się numer albumu wskazujący osobę, której dotyczy temat.

W kolumnie *II* zamieszczono numery prętów kratownicy (rys.1), które należy wykorzystać do budowy układu.

W kolumnie *III* zawarto obciążenie zewnętrzne kratownicy wyrażone w kN. Litera duża wskazuje węzeł, do którego przyłożono siłę. Litera mała wskazuje kierunek działania siły (zgodnie z układem osi współrzędnych). Znak przed wartością liczbową określa zwrot siły. Znak minus oznacza kierunek przeciwny do zwrotu osi układu współrzędnych.

W kolumnie *IV* wskazano miejsca, w których podparta ma być kratownica. Litera duża wskazuje węzeł, natomiast litera małą kierunek przemieszczenia, który jest zablokowany.

W kolumnie *V* podano dwie liczby. Pierwsza z nich oznacza wartość modułu Younga (E) w GPa. Liczba druga wskazuje na wielkość pola przekroju poprzecznego prętów (A) w mm2.

W kolumnie *VI* zawarto informację o wymiarach zewnętrznych kratownicy. Liczby oddzielone przecinkami oznaczają kolejno wymiary a1, a2, a3, b1, b2 wyrażone w mm. Oznaczenia odpowiadają tym zamieszczonym na rysunku 1.

Przykładowy sposób odczytania danych do zadania:

Tablica P1. Przykładowe dane do zadania

Nr albumu	Numery prętów	Obciążenie [kN]	Podparcie	E [GPa], A [mm2]	a1, a2, a3, b1, b2 [mm]
I	II	III	IV	V	VI
------	1,2,3,9,10,12,13,14,18,19,20	Ax=200, By=-400, Hy=-100	Ex, Ey, Fy	70, 10	1000, 1000, 1000, 1000, 1000

W kolumnie I znajduje się numer albumu wskazujący osobę, której dotyczy temat.

W kolumnie II zamieszczono numery prętów kratownicy (1,2,3,9,10,12,13,14,18,19,20), które należy wykorzystać do budowy układu. Omawiany przykład na tle pełnego schematu i bez niego zaprezentowano odpowiednio na rysunkach 2 i 3.

W kolumnie III (Ax=200, By=-400, Hy=-100) zawarto informacje o obciążeniu zewnętrznym kratownicy wyrażonym w kN:

- Ax=200 – siła 200 kN przyłożona w węźle A, na kierunku osi x, o zwrocie zgodnym z tą osią *(zwrot w prawo)*
- By=-400 - siła 400 kN przyłożona w węźle B, na kierunku osi y, o zwrocie przeciwnym do tej osi *(zwrot w dół)*
- Hy=-100 - siła 100 kN przyłożona w węźle H, na kierunku osi y, o zwrocie przeciwnym do tej osi *(zwrot w dół)*

W kolumnie IV wskazano miejsca, w których podparta ma być kratownica (Ex, Ey, Fy).

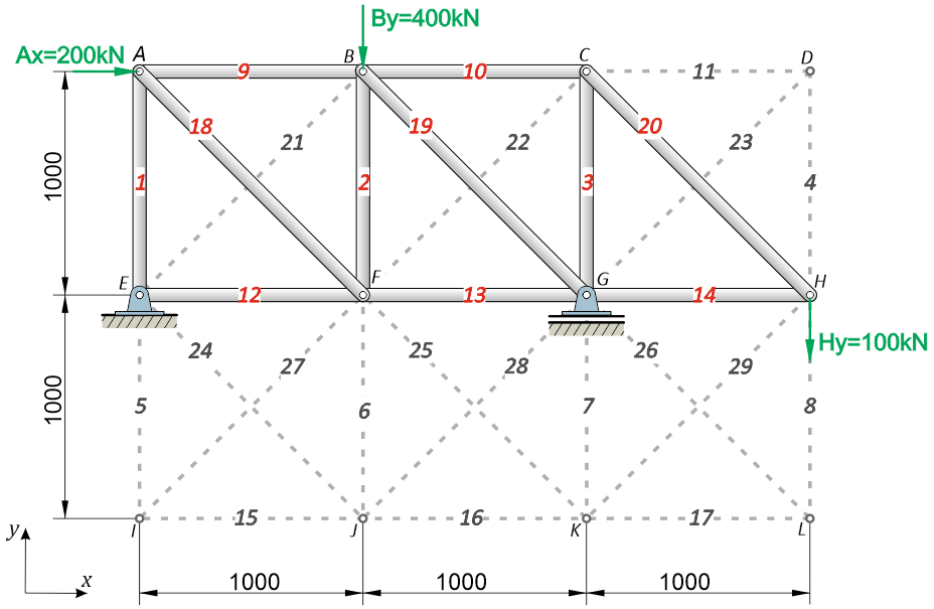
- Ex i Ey – w węźle E zablokowano możliwość przemieszczania się wzdłuż osi x i y, tzn. umieszczono podporę stałą w węźle E
- Fy – w węźle F przemieszczenia na kierunku y są niemożliwe, tzn. w węźle F zastosowano podporę przesuwną blokującą przemieszczenia pionowe

W kolumnie V podano dwie liczby (70,10), które odczytać należy jako.

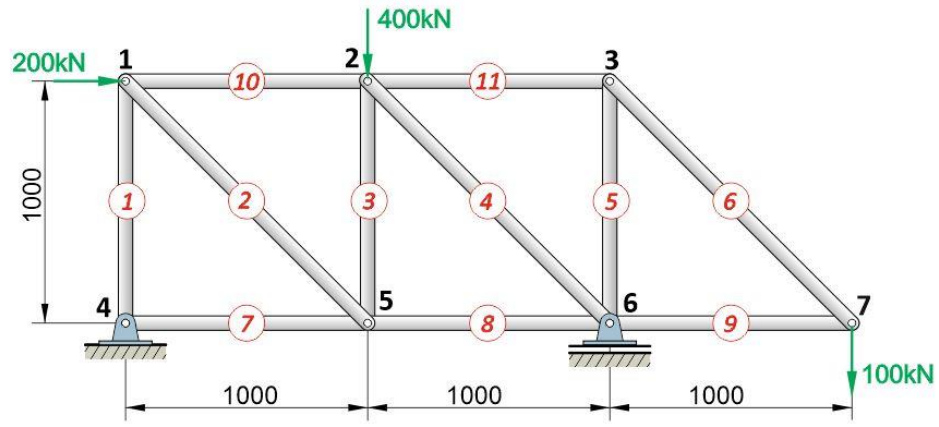
- 70 - wartość modułu Younga (E) w GPa.
- 10 - wielkość pola przekroju poprzecznego (A) w mm2.

W kolumnie VI zawarto informację o wymiarach zewnętrznych kratownicy (1000, 1000, 1000, 1000, 1000) oznaczające:

- a1=1000 mm,
- a2=1000 mm,
- a3=1000 mm,
- b1=1000 mm - w podanym przykładzie wymiar b1 nie jest wykorzystywany,
- b2=1000 mm



Rys.2. Kratownica z przykładu na tle pełnego schematu zadania z rys.1



Rys. 3. Kratownica zbudowana na podstawie danych z tablicy P1
Kratownica po zmianie numeracji