

Metoda Elementów Skończonych

Semestr zimowy r. a. 2024/2025

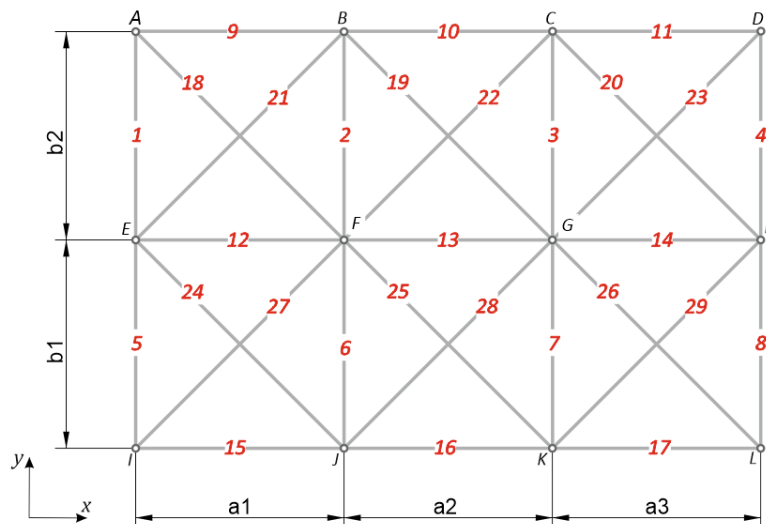
Grupa C2

Zadanie domowe nr 2

Termin oddania pracy: 11.12.2024

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 a_1 , a_2 , a_3 , b_1 , b_2 - 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 bękart, wdowy lub sierotki.

Sposób oddania pracy:

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

Imię Nazwisko	Data
Symbol roku	
Nr albumu	
Zadanie domowe nr	
Metoda Elementów Skończonych	

Tablica 1. Dane liczbowe do skonstruowania tematu zadania

L.p.	Nr albumu	Numery prętów	Obciążenie	Podparcie	E [GPa], A [mm2]	a1, a2, a3, b1, b2 [mm]
			[kN]			
	I	II	III	IV	V	VI
1	170151	14,3,7, 22,20,29,25,13	Hy=9, Kx=18	Fx, Fy, Cx	70,15	450,800,450,450,450
2	172780	3,20,14,8,7,17,26,16,28	Hx=-20, Ly=-20	Cy, Jx, Jy	70,10	450,800, 450,450,450
3	172791	1,5,12,15,16,6,18,25,27	Fy=-40, Ex=20	Ax, Kx, Ky	210,15	450,800, 450,450,450
4	172820	14,29,25,24,12, 16,6,7,13	Jx=20, Ky=-30	Ex, Ey, Hy	70,15	450,800, 450,450,450
5	172824	7,15,16,27,28,12,13,5,6	Fy=20, Gx=-30	Kx, Ky, Ey	210,25	550,1000,850,300,250
6	172825	25,29,7,13,14,3,23,4,11	Kx=30, Hy=-20	Cx, Cy, Fy	210,10	550,1000,850,300,250
7	172827	20,3,7,29,14,13,6,25,16	Jx=-20, Fy=40	Cx, Cy, Hy	70,30	550,1000,850,250,300
8	173446	18,13,20,14,10,9,2,3,22	Ay=10, Cx=-15	Fx, Hx, Hy	210,10	550,1000,850,250,300
9	170215	1,2,5,6,9,12,15,21,27	By=-10, Fx=15	Ax, Ay, Jy	70,10	550,250,350,150,650
10	172838	6,13,14,8,17,16,25,7,29	Fy=30, Jy=10	Hx, Hy, Lx	210,15	550,250,350,150,650
11	172866	16,7,28,29,14,3,20,4,11	Cx=30, Ky=-20	Jx, Hx, Hy	70,15	550,250,350,150,650
12	170245	16,7,13,19,29,14, 2,6 ,28	Hy=-50, Gy=-30	By, Jx, Jy	70,10	550,250,350,150,650

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 zablockowany.

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 [mm ²]	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).

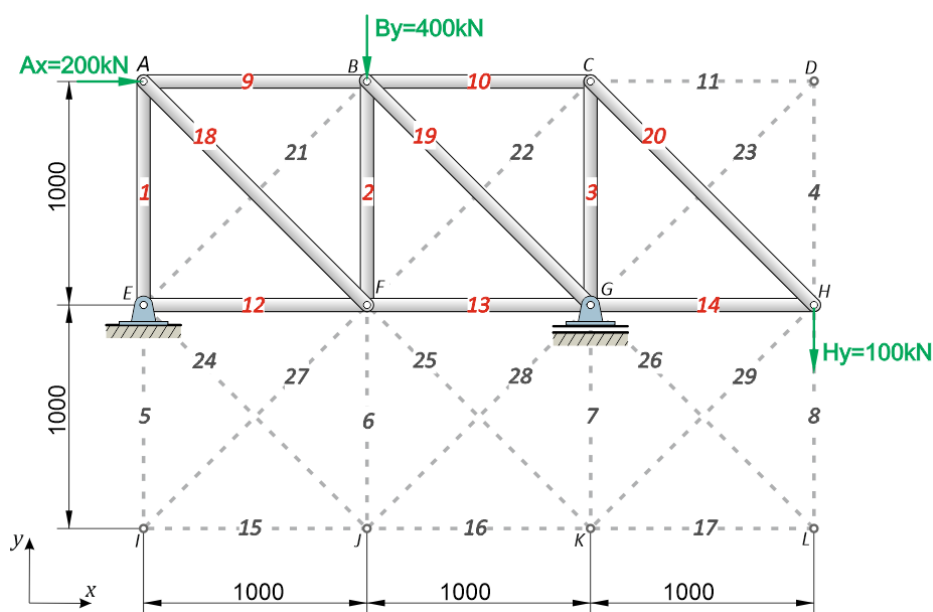
- Ex i Ey – w węźle E zablockowano możliwość przemieszczania się wzdłuż osi x i y, tzn. umieszczono podporę stałą w węźle E
- Fy – w węźle F przemieszczenia na kierunku y są niemożliwe, tzn. w węźle F zastosowano podporę przesuwną blokującą przemieszczenia pionowe

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

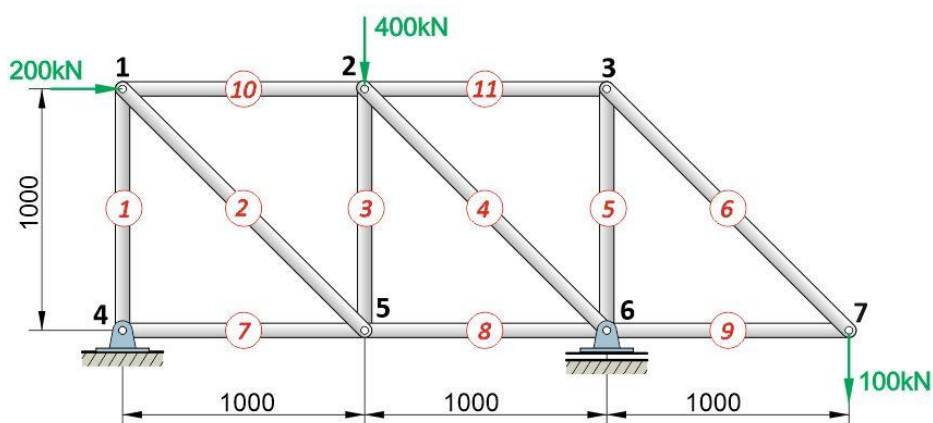
- 70 - wartość modułu Younga (E) w GPa.
- 10 - wielkość pola przekroju poprzecznego (A) w mm².

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