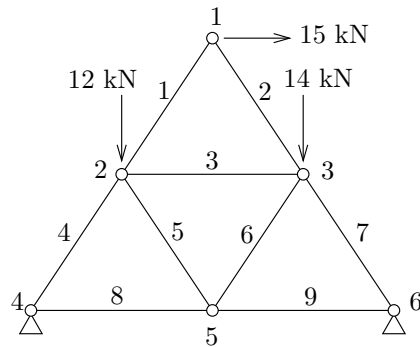
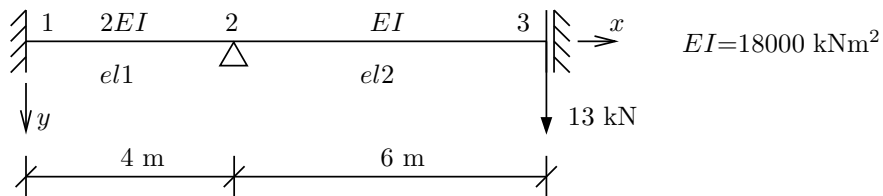


Zadanie 1. Przedstawić graficznie proces agregacji macierzy sztywności dla elementów 2 i 5 w poniższej kratownicy.

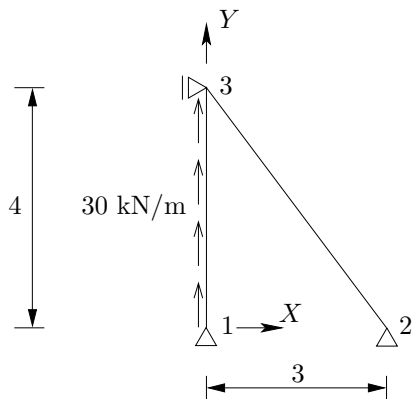


Zapisać globalny wektor \mathbf{F} prawej strony równania MES.

Zadanie 2. Rozwiązać belkę jak na rysunku metodą elementów skończonych (obliczyć wektory przemieszczeń i reakcji oraz wykonać wykresy sił przekrojowych).



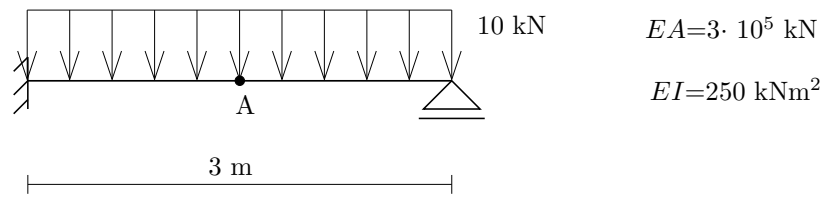
Zadanie 3. Rozwiązać kratownicę metodą elementów skończonych



$$EA=10^4 \text{ kN}$$

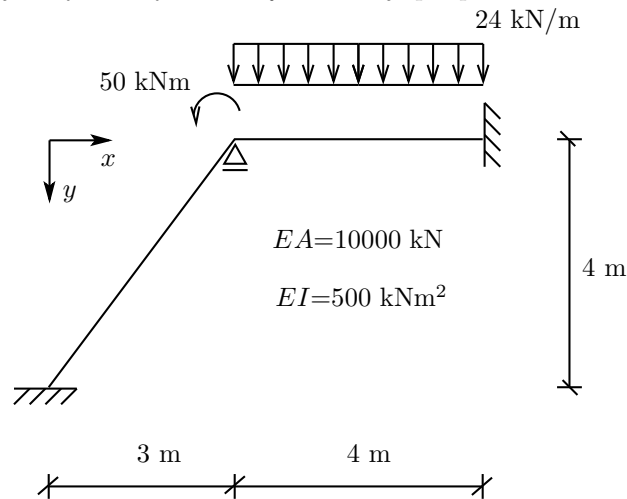
- Obliczyć wektor przemieszczeń węzłów
- Obliczyć siły węzłowe
- Obliczyć reakcje
- Sprawdzić równowagę węzła 3

Zadanie 4. Rozwiązać poniższą konstrukcję metodą elementów skończonych

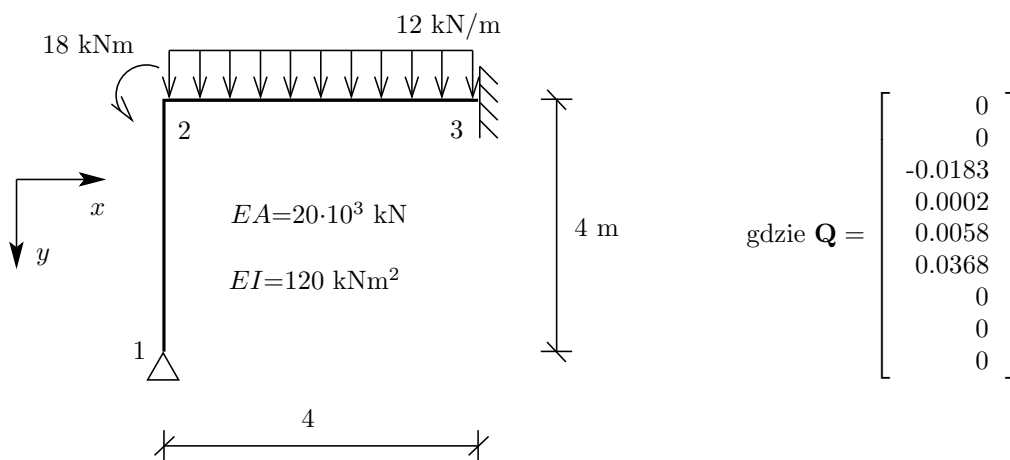


1. Obliczyć wektor przemieszczeń
2. Obliczyć wektor reakcji
3. Wykonać wykresy
4. Obliczyć ugięcie w punkcie A (w połowie elementu)

Zadanie 5. Dla danej ramy obliczyć metodą ES reakcje podpór.

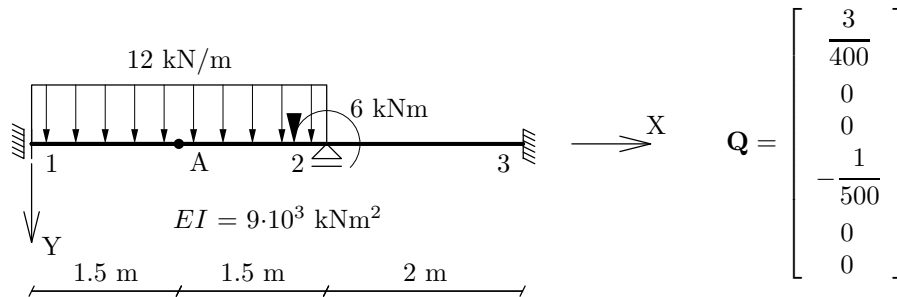


Zadanie 6. Obliczyć siły przywęzłowe (powrót do elementu). Na tej podstawie wykonać wykresy M, Q i N.

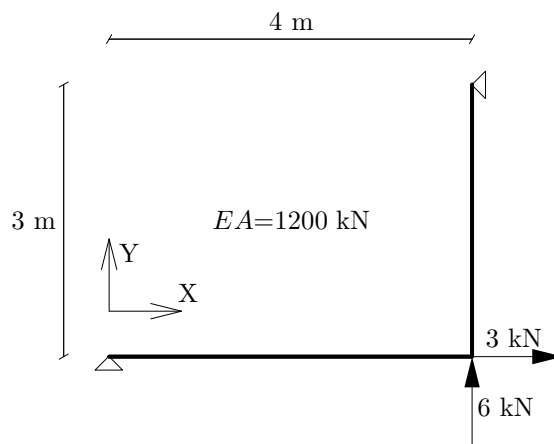


gdzie $\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -0.0183 \\ 0.0002 \\ 0.0058 \\ 0.0368 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$

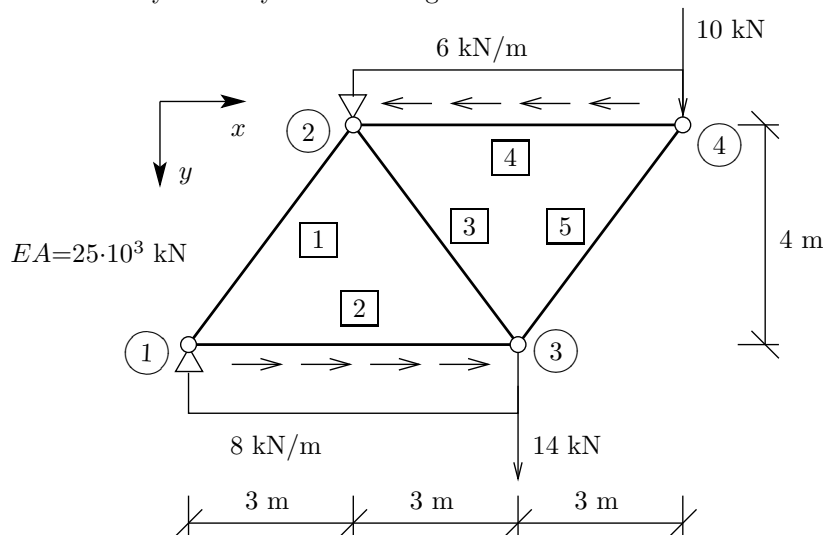
Zadanie 7. Dla danej belki obliczono MES wektor przemieszczeń przyjmując zaznaczoną numerację węzłów oraz podział na 2 ES. Zaznaczyć przemieszczenia węzłowe na rysunku odkształconej belki. Stosując procedurę MES obliczyć ugięcie w punkcie A. Obliczyć MES siły przywęzłowe oraz narysować wykresy sił przekrojowych.



Zadanie 8. Dla podanej kratownicy zbudować i rozwiązać układ równań MES. Obliczyć przemieszczenia, reakcje i siły przywęzłowe. Wykonać wykres sił podłużnych.

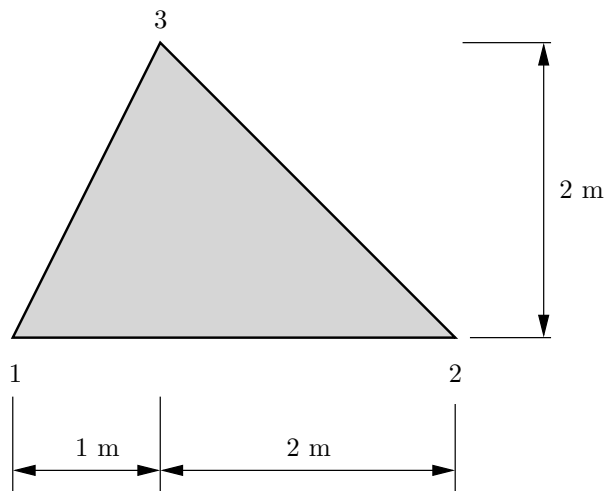


Zadanie 9. Dla elementu 2 kratownicy obliczyć siły przywęzłowe (powrót do elementu). Na tej podstawie wykonać wykres N dla tego elementu.



gdzie $Q = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ -0.360 \ 7.770 \ -2.520 \ 9.275]^T \cdot 10^{-3} \text{ m}$

Zadanie 10. Wyprowadzić funkcje kształtu dla trójkątnego elementu skończonego



Zadanie 11. Rozwiązując tarczę otrzymano dla elementu skończonego wektor przemieszczeń węzłowych

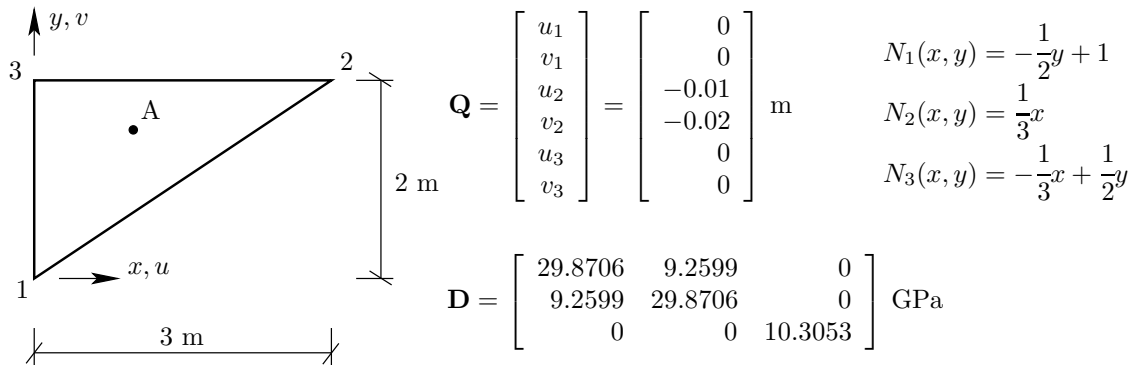
$\mathbf{q} = \{0 \ 0 \ 3 \ -17 \ 2.5 \ -10\} \cdot 10^{-4} \text{ m}$

$N_1 = 1 - \frac{1}{3}y$
 $N_2 = \frac{1}{4}x$
 $N_3 = -\frac{1}{4}x + \frac{1}{3}y$

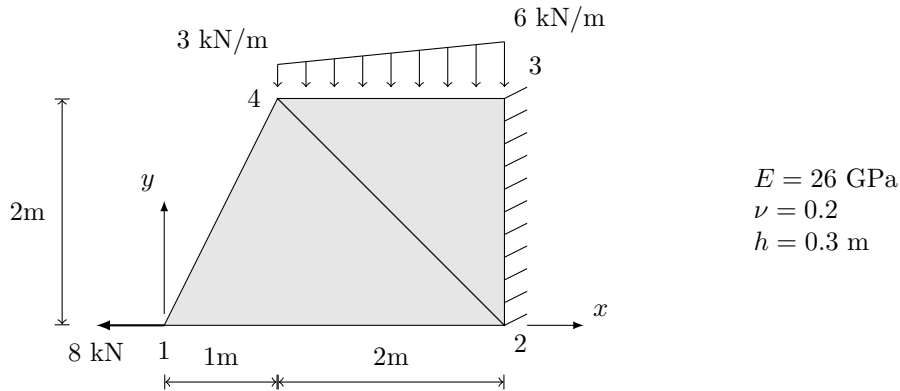
$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 28 & 5 & 0 \\ 5 & 28 & 0 \\ 0 & 0 & 12 \end{bmatrix} \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$

Obliczyć wektory odkształcenia $\boldsymbol{\varepsilon}$ i naprężenia $\boldsymbol{\sigma}$ dla elementu.

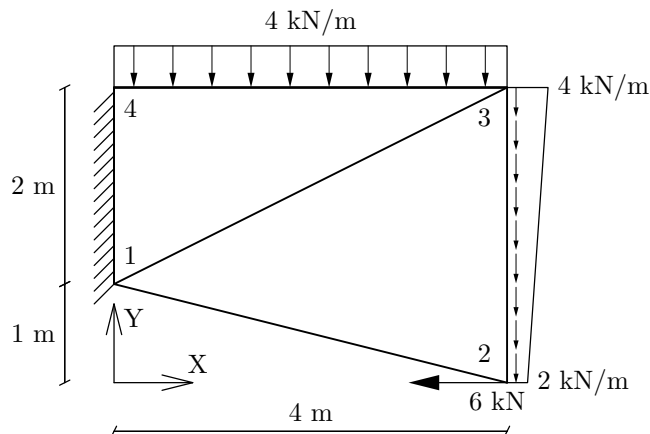
Zadanie 12. Obliczyć metodą elementów skończonych wektory odkształcenia ϵ i naprężenia σ oraz przemieszczenie pionowe w punkcie A – $v_A(1.0, 1.5)$ dla tarczy zdyskretyzowanej jednym elementem skończonym i z danym wektorem stopni swobody. \mathbf{Q}



Zadanie 13. Dla podanej tarczy (PSN) zdyskretyzowanej elementami skończonymi zapisać wektor obciążenia (prawej strony układu równań) MES, przed uwzględnieniem i po uwzględnieniu warunków brzegowych.



Zadanie 14. Zapisać wektor prawej strony równania MES dla podanej tarczy.



Zadanie 15. Rozwiązać problem brzegowy metodą elementów skończonych dyskretyzując obszar dwoma ES o równej długości.

$$y''(x) + 2x^2 = 0, \quad x \in (0, 1)$$

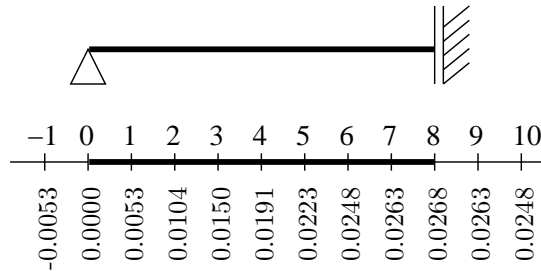
$$y(0) = 1, \quad y(1) = 0.5$$

Zadanie 16. Rozwiązać poniższy problem brzegowy metodą MES przyjmując podział dziedziny zadania na dwa elementy skończone o liniowej interpolacji.

$$-3y''(x) + 4y(x) = 2x^2 + 8x + 9, \quad y(-2) = 1, \quad y'(2) = 4$$

Zadanie 17. Znając ugięcia belki [mm] w punktach węzłowych oraz przyjmując $EI=2 \cdot 10^4$ kNm², $h=1$ m, zapisz informacje o warunkach brzegowych w zapisie tradycyjnym i MRS oraz oblicz wartości

- kąta obrotu przekroju w węźle 4
- momentu zginającego w węźle 4
- siły poprzecznej w węźle 4.



Zadanie 18. Zapisać układ równań MRS dla zadanej belki przyjmując $h = 0.5$ m. Uwzględnić odpowiednie warunki brzegowe.

