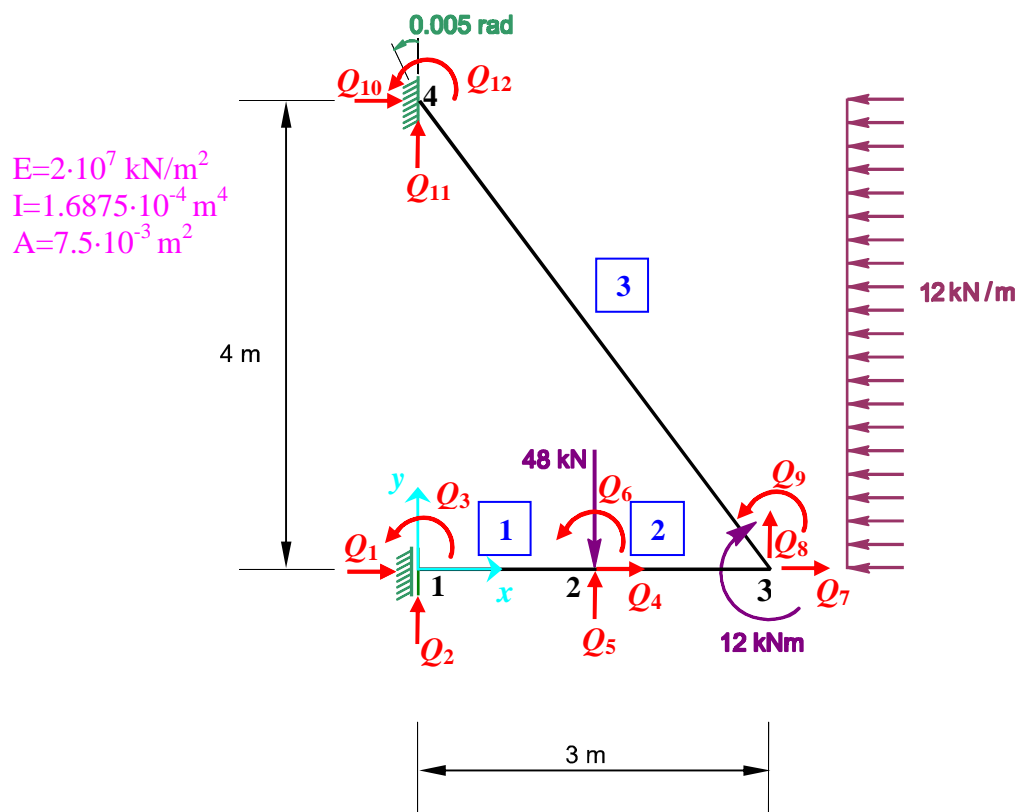


## Przykład rozwiązania ramy w systemie CALFEM

**Program:**

```
function rama()
```

```
% definicja macierzy stopni swobody dla elementow
```

```
Edof=[1 1 2 3 4 5 6;  
      2 4 5 6 7 8 9;  
      3 7 8 9 10 11 12];
```

```
K=zeros(12);
```

```
F=zeros(12,1);
```

```
% uwzględnienie sil węzlowych
```

```
F(5)=-48;
```

```
F(9)=-12;
```

```
% Stałe materiałowe
```

```
E=2e7;
```

```
I=1.6875e-4;
```

```
A=7.5e-3;
```

```
ep=[E,A,I];
```

```
% macierz współrzędnych węzłów
```

```
Coord=[0 0;  
       1.5 0;  
       3 0;  
       0 4];
```

```
% macierz stopni swobody
Dof=[1 2 3;
     4 5 6;
     7 8 9;
     10 11 12];

%obliczenie wektora obciążenia od obciążenia równomiernego
eq=[0.6*12, 0.8*12]*4/5;

% obliczenie wektorów współrzędnych dla elementów
[Ex,Ey]=coordxtr(Edof,Coord,Dof,2);

% wykonanie rysunku
eldraw2(Ex,Ey, [1,2,2]);

% obliczenie macierzy sztywności dla elementów
Ke1=beam2e(Ex(1,:),Ey(1,:),ep);
Ke2=beam2e(Ex(2,:),Ey(2,:),ep);
[Ke3,Fe3]=beam2e(Ex(3,:),Ey(3,:),ep,eq);

% agregacja macierzy sztywności i wektora obciążenia
K=assem(Edof(1,:),K,Ke1);
K=assem(Edof(2,:),K,Ke2);
[K,F]=assem(Edof(3,:),K,Ke3,F,Fe3);

% uwzględnienie warunków brzegowych
bc=[ 1 0; 3 0; 10 0; 11 0; 12 0.005];

% Wylczenie wektora przemieszczeń i reakcji
[Q,R]=solveq(K,F,bc)

%Przemieszczenia węzłów dla poszczególnych elementów
Qe=extract(Edof,Q);

% Powrót do elemetu - obliczenie sił przywęzłowych
f1=beam2s(Ex(1,:),Ey(1,:),ep,Qe(1,:),[0,0],21)
f2=beam2s(Ex(2,:),Ey(2,:),ep,Qe(2,:),[0,0],21)
f3=beam2s(Ex(3,:),Ey(3,:),ep,Qe(3,:),eq,21)

% wykonanie rysunku odkształconej ramy
figure(1)
eldraw2(Ex,Ey,[1,1,2]);
eldisp2(Ex,Ey,Qe,[1,2,1]);
axis([-1 4 -1 5]);
title('przemieszczenia')

plotpar=[2 1];
```

```
% Wykresy sił przekrojowych
% Siły podłużne
figure(2)
scal=scalfact2(Ex(3,:),Ey(3,:),f3(:,1),0.2);
eldia2(Ex(1,:),Ey(1,:),f1(:,1),plotpar,scal);
eldia2(Ex(2,:),Ey(2,:),f2(:,1),plotpar,scal);
eldia2(Ex(3,:),Ey(3,:),f3(:,1),plotpar,scal);
axis([-1 4 -1 5]);
title('sily podluzne')

% Siły poprzeczne
figure(3)
scal=scalfact2(Ex(2,:),Ey(2,:),f2(:,2),0.2);
eldia2(Ex(1,:),Ey(1,:),f1(:,2),plotpar,scal);
eldia2(Ex(2,:),Ey(2,:),f2(:,2),plotpar,scal);
eldia2(Ex(3,:),Ey(3,:),f3(:,2),plotpar,scal);
axis([-1 4 -1 5]);
title('sily poprzeczne')

% Momenty
figure(4)
scal=scalfact2(Ex(3,:),Ey(3,:),f3(:,3),0.2);
eldia2(Ex(1,:),Ey(1,:),f1(:,3),plotpar,scal);
eldia2(Ex(2,:),Ey(2,:),f2(:,3),plotpar,scal);
eldia2(Ex(3,:),Ey(3,:),f3(:,3),plotpar,scal);
axis([-1 4 -1 5]);
title('momenty');
```

**Wyniki:****Wektor przemieszczeń:**

Q =

```
0
-0.0380
0
-0.0004
-0.0272
0.0145
-0.0008
-0.0026
0.0129
0
0
0.0050
```

**Wektor reakcji:**

R =

40.9448  
0.0000  
-32.5404  
-0.0000  
-0.0000  
0.0000  
0.0000  
0.0000  
-0.0000  
7.0552  
48.0000  
48.7611

**Siły przywęzłowe (wartości na końcach elementów)**

f1 =

-40.9448 -0.0000 32.5404  
-40.9448 -0.0000 32.5404

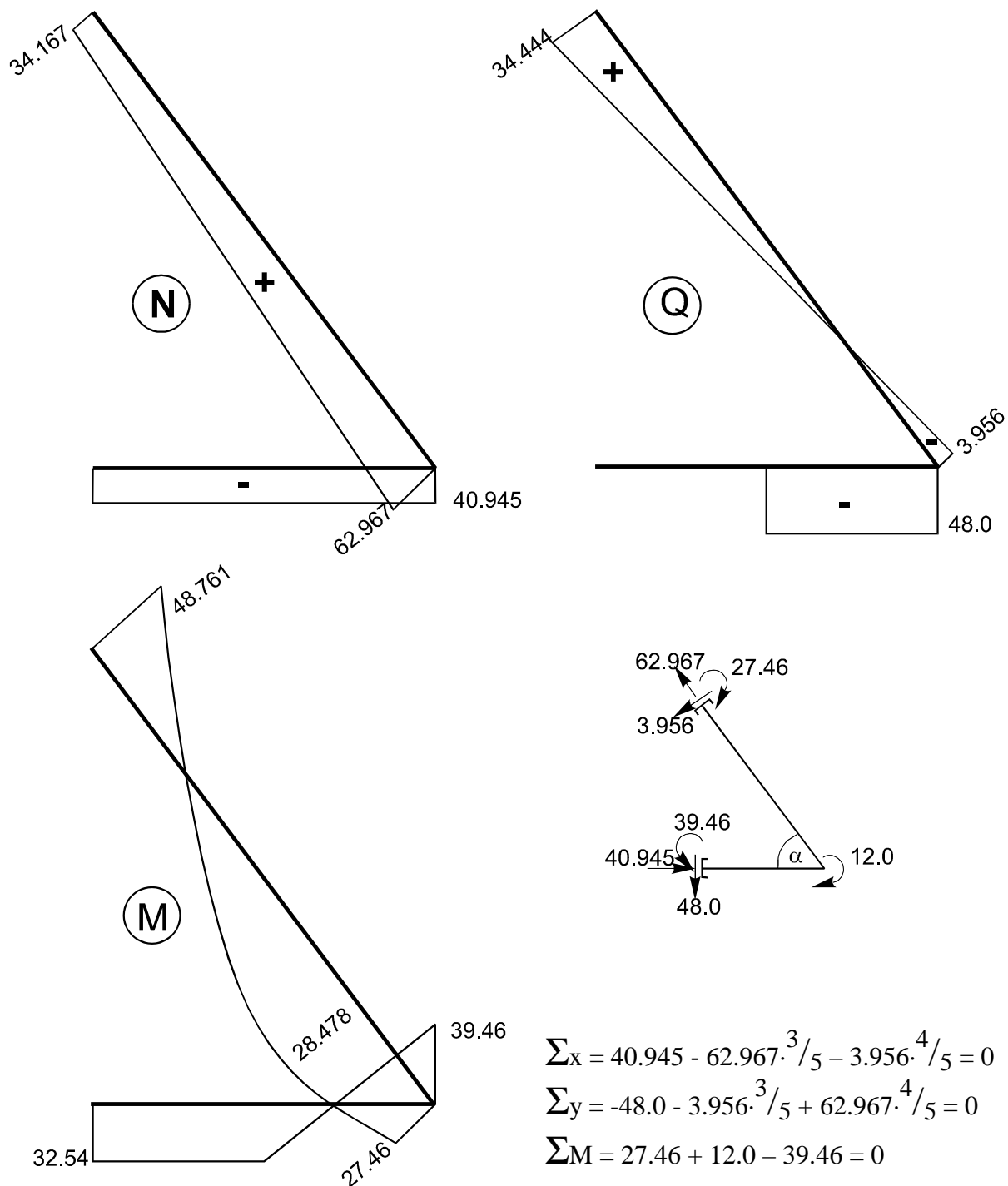
f2 =

-40.9448 48.0000 32.5404  
-40.9448 48.0000 -39.4596

f3 =

62.9669 3.9559 -27.4596  
34.1669 -34.4441 48.7611

## Wykresy sił przekrojowych i równowaga węzła:



## Równowaga globalna

$$\sum_x = 40.945 - 12 \cdot 4 + 7.055 = 0$$

$$\sum_y = 48.0 - 48.0 = 0$$

$$\sum M_2 = 32.54 - 48 \cdot 1.5 + 48 \cdot 3 + 7.055 \cdot 4 - 48.761 - 12 \cdot 4 \cdot 2 + 12 = -0.001 \cong 0$$