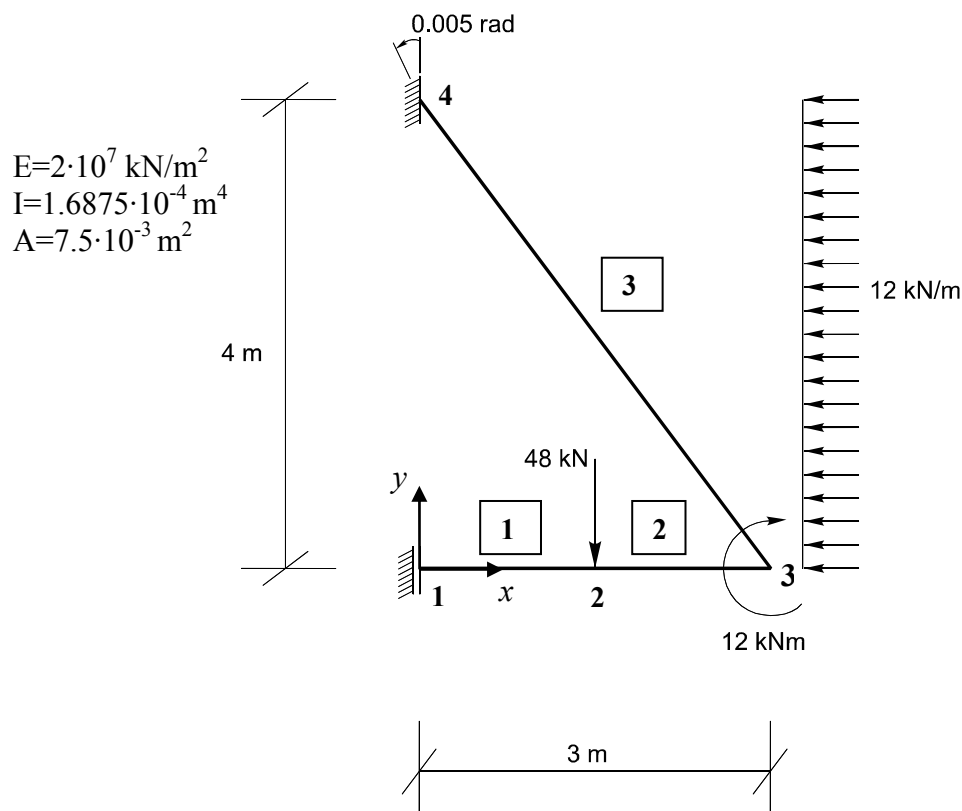


Przykład rozwiązania ramy w systemie CALFEM



Program:

```

function rama3()

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

% uwzględnienie sił węzłowych
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=reshape((1:12),3,length(Coord))';
% macierz topologii
Etop=[1 2; 2 3; 3 4];
% definicja macierzy stopni swobody dla elementów
for i=1:3
    Edof(i,:)= [i,Dof(Etop(i,1),:),Dof(Etop(i,2),:)]';
end

%obliczenie wektora obciążenia od obciążenia równomiernego
Eq=[0,0; 0,0; 0.6*12*4/5, 0.8*12*4/5];
% obliczenie wektorów współrzędnych dla elementów
[Ex,Ey]=coordxtr(Edof,Coord,Dof,2);

```

```
% obliczenie macierzy sztywności dla elementów oraz agregacja macierzy
% sztywności i wektora obciążenia
for i=1:3
    [Ke,Fe]=beam2e(Ex(i,:),Ey(i,:),ep,Eq(i,:));
    [K,F]=assem(Edof(i,:),K,Ke,F,Fe);
end

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

% Wyliczenie 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
for i=1:3
    fe(:, :, i)=beam2s(Ex(i,:),Ey(i,:),ep,Qe(i,:),Eq(i,:),20)
end

% 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)
[fmax,nmax]=max(max(fe(:,1,:)));
scal=scalfact2(Ex(nmax,:),Ey(nmax,:),fe(:,1,nmax),0.2);
for i=1:3
    eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),fe(:,1,i),plotpar,scal);
end
axis([-1 4 -1 5]);
title('sily podluzne')

% Siły poprzeczne
figure(3)
[fmax,nmax]=max(max(fe(:,2,:)));
scal=scalfact2(Ex(nmax,:),Ey(nmax,:),fe(:,2,nmax),0.2);
for i=1:3
    eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),fe(:,2,i),plotpar,scal);
end
axis([-1 4 -1 5]);
title('sily poprzeczne')

% Momenty
figure(4)
[fmax,nmax]=max(max(fe(:,3,:)));
scal=scalfact2(Ex(nmax,:),Ey(nmax,:),fe(:,3,nmax),0.2);
for i=1:3
    eldia2(Ex(i,:),Ey(i,:),fe(:,3,i),plotpar,scal);
end
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

Sily przywęzłowe (wartości na końcach elementów)

fe(:,1) =

-40.9448 -0.0000 32.5404
(...)
-40.9448 -0.0000 32.5404

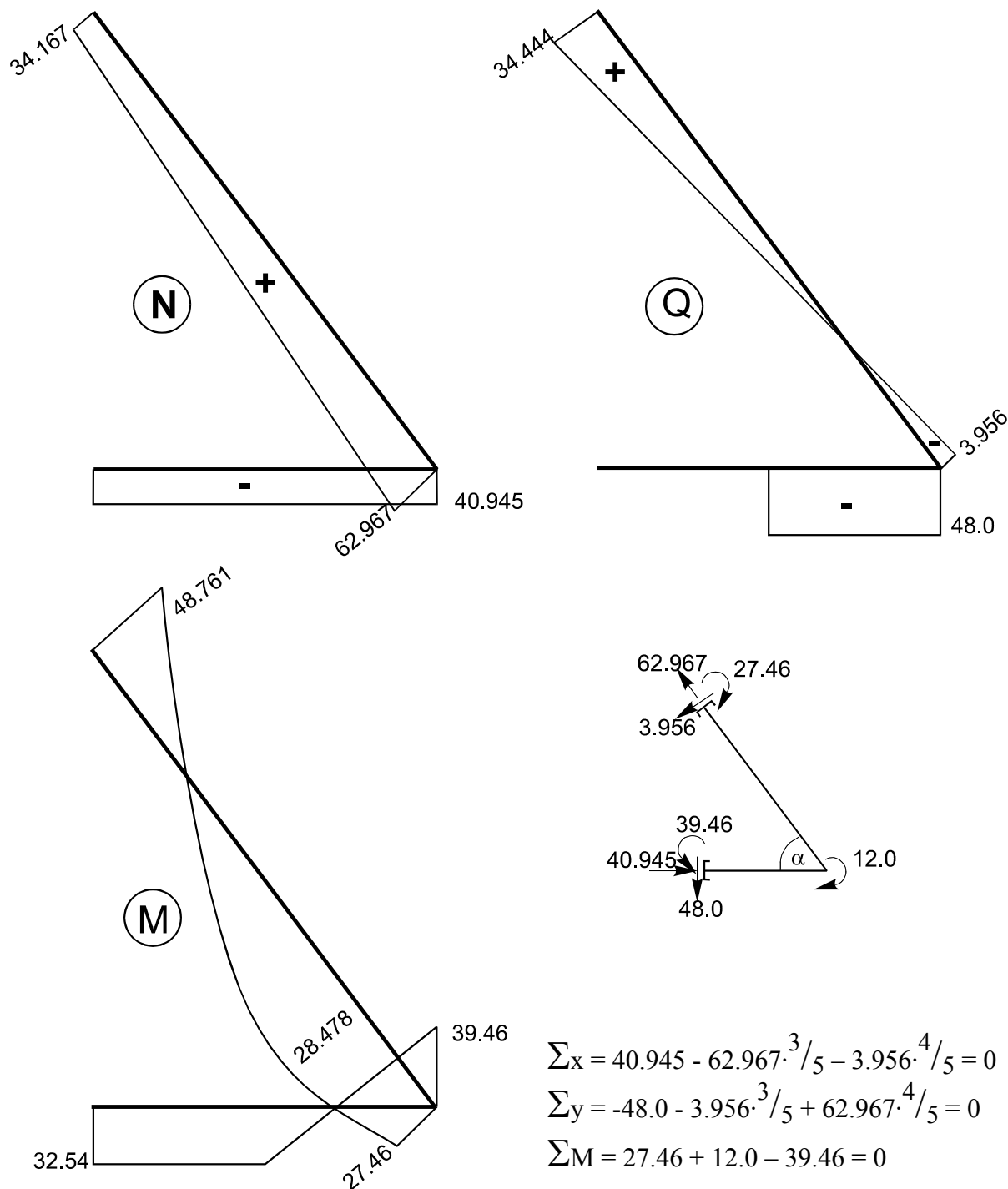
fe(:,2) =

-40.9448 48.0000 32.5404
(...)
-40.9448 48.0000 -39.4596

fe(:,3) =

62.9669 3.9559 -27.4596
(...)
34.1669 -34.4441 48.7611

Wykresy sił przekrojowych i równowaga węzła:



$$\sum x = 40.945 - 62.967 \cdot \frac{3}{5} - 3.956 \cdot \frac{4}{5} = 0$$

$$\sum y = -48.0 - 3.956 \cdot \frac{3}{5} + 62.967 \cdot \frac{4}{5} = 0$$

$$\sum M = 27.46 + 12.0 - 39.46 = 0$$

Równowaga globalna

$$\sum x = 40.945 - 12 \cdot 4 + 7.055 = 0$$

$$\sum y = 48.0 - 48.0 = 0$$

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