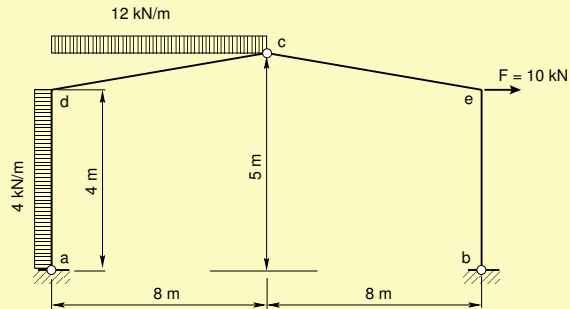


# Ehitusmehaanika harjutus

## Staatikaga määratud raam 11



Andres Lahe  
 Mehaanikainstituut  
 Tallinna Tehnikaülikool

Tallinn 2006

# Sisukord

1	Ülesanne	4
2	Raami 11 vertikaalsed toereaktsioonid	5
3	Raami 11 hosisontaalsed toereaktsioonid	7
4	Raami 11 paindemomendi arvutus	9
5	Raami 11 paindemomendi epüür	13
6	Raami 11 põikjõu arvutus	14
7	Raami 11 põikjõu epüür	19
8	Raami 11 normaaljõu arvutus	20
9	Raami 11 normaaljõu epüür	23

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

## 10 Hüperrefereerimine välistele allikatele 24

### A Lisa 25

A.1 Raami 11 sisejõudude arvutamise päevik . . . . .	25
A.2 Raami 11 epüürid . . . . .	28
A.3 Epüürid ja diferentsiaalseosed . . . . .	29
A.4 Põikjõud kaldvardas . . . . .	30



Täis

◀◀

▶▶

◀

▶

Tagasi

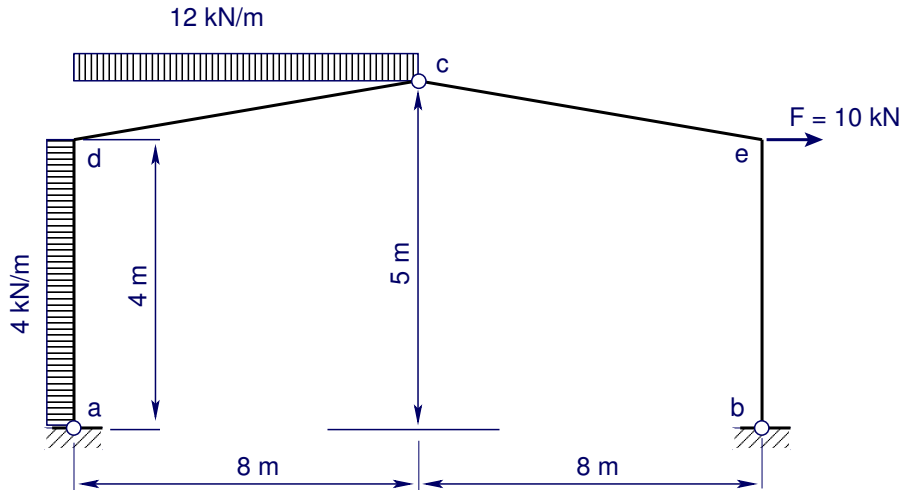
Edasi

Sulge

Lõpeta

# Ülesanne

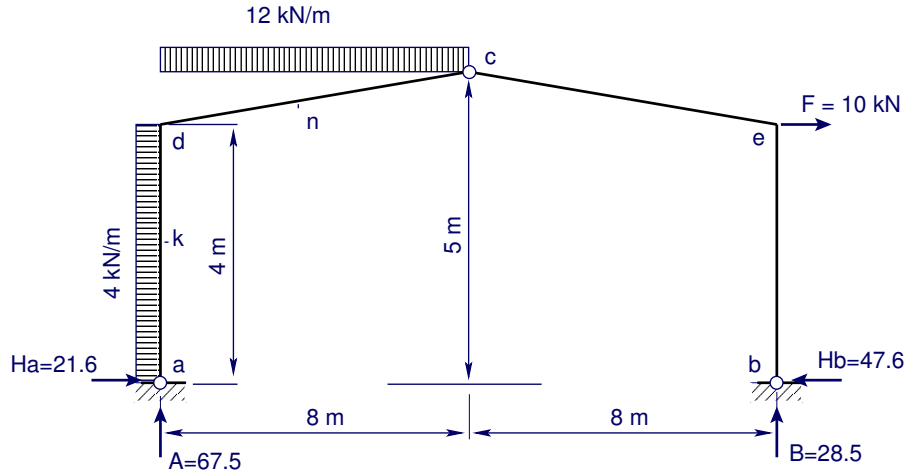
Koostada joonisel 1 näidatud staatikaga määratud raami paindemomendi, põikjõu ja pikijõu epüürid.



Joonis 1. Staatiliselt määratud raam 11

# Raami 11 vertikaalsed toereaktsioonid

Joonisel 2 on näidatud toereaktsioonid  $A$ ,  $B$ ,  $H_a$  ja  $H_b$ .



Joonis 2. Raami 11 toereaktsioonid

Toereaktsioonid arvutame GNU octavega

```
diary raami11toeR.out
```

```
octave:2> diary on
```

```
octave:3> % Momentide summa toe a suhtes: -B*16+(4*4*2+12*8*4+10*4)=0
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

```

octave:3> B=(4*4*2+12*8*4+10*4)/16
B = 28.500
octave:4> % Momentide summa toe b suhtes: -A*16+(-4*4*2+12*8*12-10*4)=0
octave:4> A=(-4*4*2+12*8*12-10*4)/16
A = 67.500
octave:5> % kontroll sumY=0
octave:5> sumY=12*8-A-B
sumY = 0

```

Täis



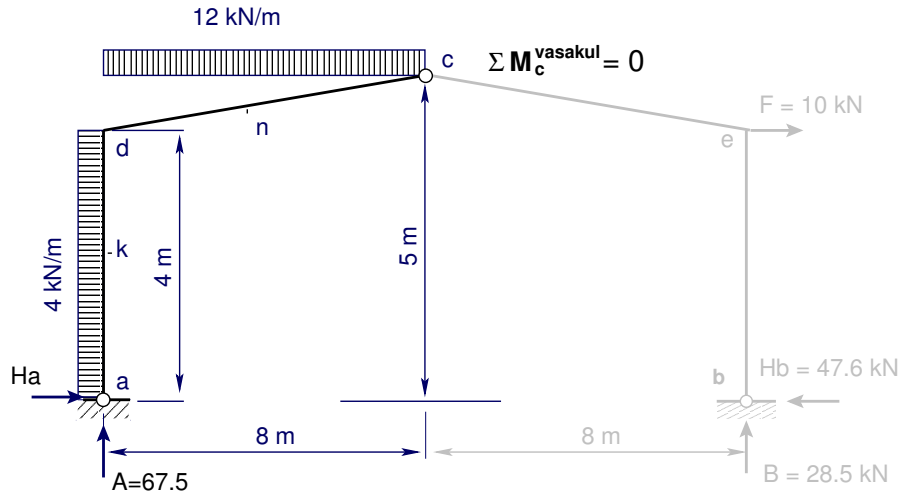
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

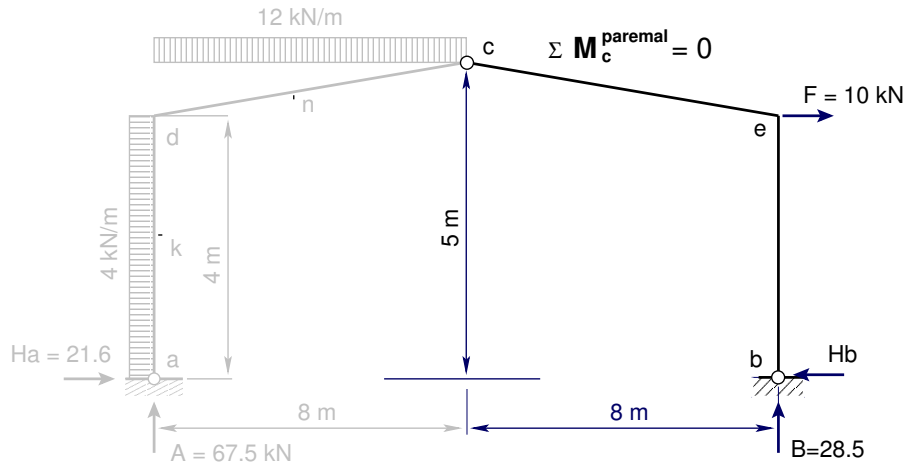
# Raami 11 hosisontaalsed toereaktsioonid



Joonis 3. Raami 11 toereaktsioon  $H_a$

```

octave:6> % Momentide summa lukuliigend c suhtes (vasakul):
octave:6> %  $-H_a \cdot 5 + (A \cdot 8 - 4 \cdot 4 \cdot 3 - 12 \cdot 8 \cdot 4) = 0$ 
octave:6>  $H_a = (A \cdot 8 - 4 \cdot 4 \cdot 3 - 12 \cdot 8 \cdot 4) / 5$ 
 $H_a = 21.600$ 
    
```



Joonis 4. Raami 11 toereaktsioon  $H_b$

```

octave:7> % Momentide summa lukuliigend c suhtes (paremal):
octave:7> % -Hb*5+(B*8+10*1)=0
octave:7> Hb=(B*8+10*1)/5
Hb = 47.600
octave:8> % kontroll sumX=0
octave:8> sumX=Ha+4*4+10-Hb
sumX = 0
octave:9> diary off
  
```

Täis



Tagasi

Edasi

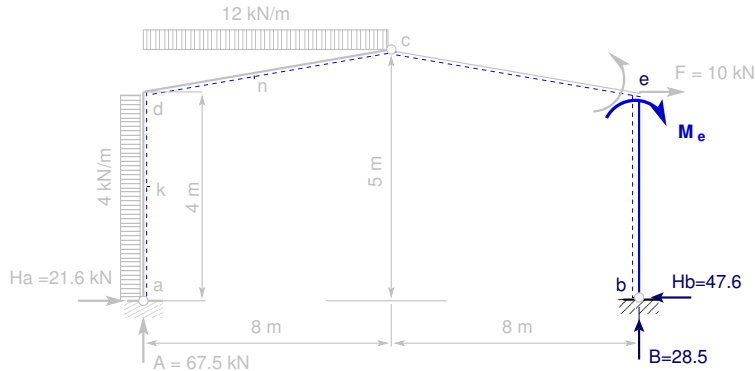
Sulge

Lõpeta



# Raami 11 paindemomendi arvutus

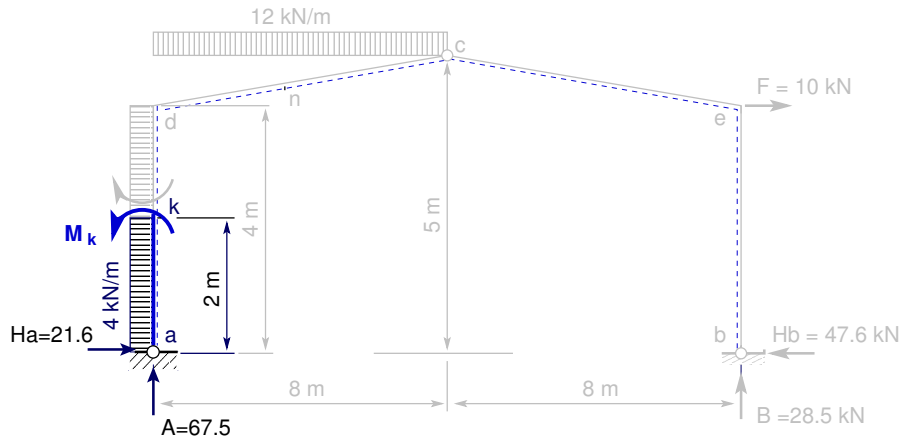
Vaatleme varrast b-e (joonis 17). Paindemomendi arvutame GNU octave'ga.



Joonis 5. Raami 11 moment  $M_e$

```
octave:11> diary on
octave:12> % moment vardas b-e : -Me-Hb*4=0
octave:12> Me=-Hb*4
Me = -190.40
```

Vaatleme varrast a-k (joonis 6). Paidemomendi arvutame GNU octavega.



Joonis 6. Raami 11 moment  $M_k$

```
octave:13> % moment vardas b-e : -Mk-Ha*2-4*2*1=0
```

```
octave:13> Mk=-Ha*2-4*2*1
```

```
Mk = -51.200
```

Täis



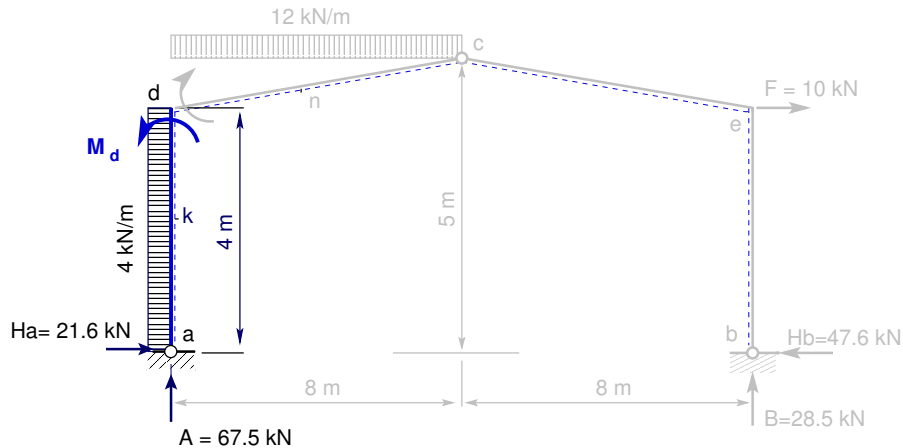
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Vaatleme varrast a-d (joonis 7). Paidemomendi arvutame GNU octave-vega.



Joonis 7. Raami 11 moment  $M_d$

```
octave:14> % moment vardas a-d : -Md-Ha*4-4*4*2=0
```

```
octave:14> Md=-Ha*4-4*4*2
```

```
Md = -118.40
```

Täis



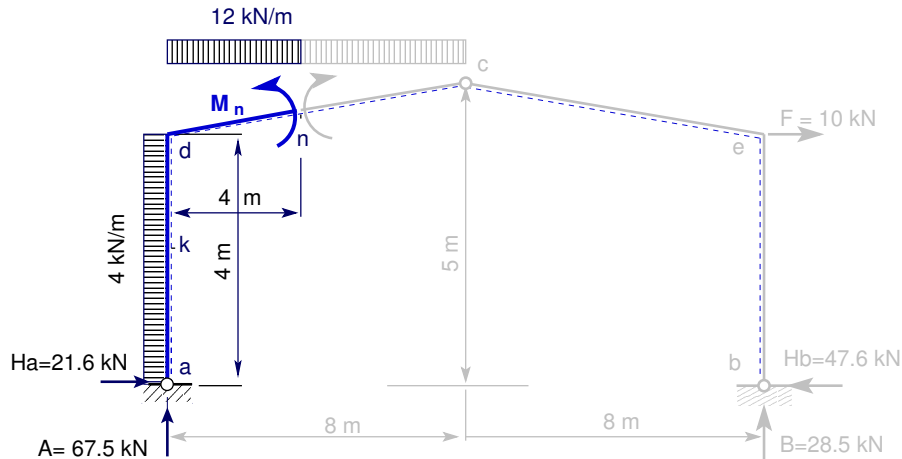
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Vaatleme varrast a-d-n (joonis 8). Paindemomendi arvutame GNU octave'ga.



Joonis 8. Raami 11 moment  $M_n$

```
octave:15> % moment vardas a-d-n : -Mn-Ha*4.5-4*4*2.5+A*4-12*4*2=0
```

```
octave:15> Mn=-Ha*4.5-4*4*2.5+A*4-12*4*2
```

```
Mn = 36.800
```

```
octave:16> diary off
```

Täis



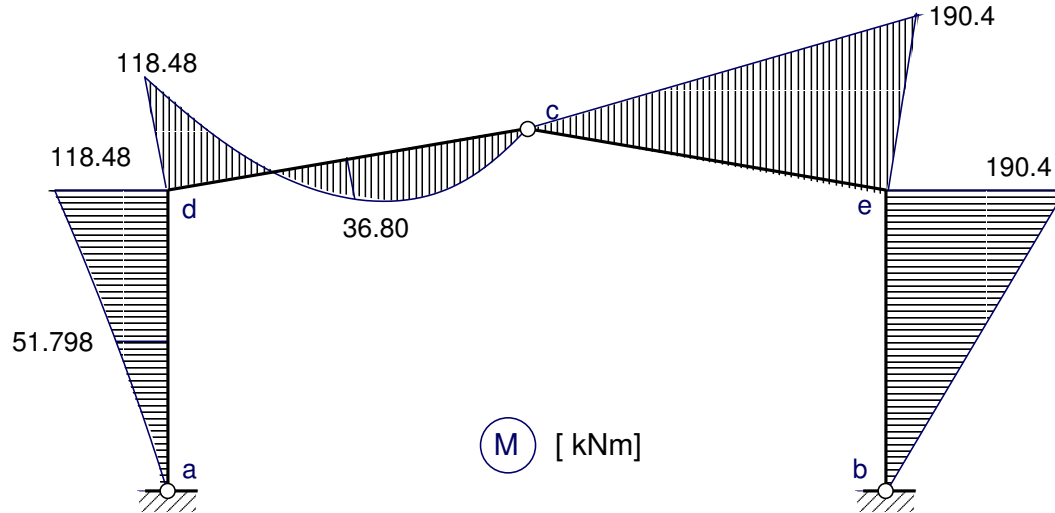
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

# Raami 11 paindemomendi epüür



Joonis 9. Raami 11 paindemoment  $M$

Täis



Tagasi

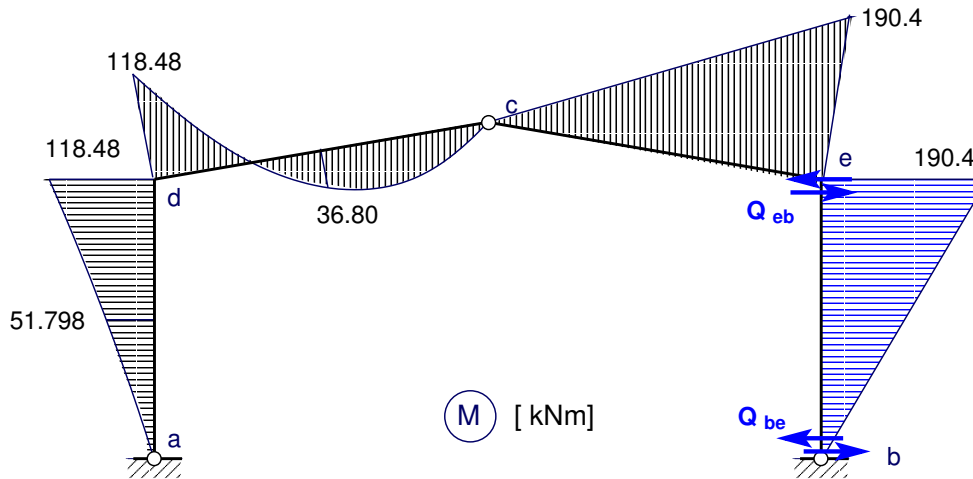
Edasi

Sulge

Lõpeta

# Raami 11 põikjõu arvutus

Vaatleme varrast b-e (joonis 10). Põikjõu arvutame GNU octavega.



Joonis 10. Raami 11 varras b-e

```
octave:17> diary on
octave:18> % Qbe=(Mb-Me)/4
octave:18> Qbe=190.4/4
Qbe = 47.600
```

Täis

⏪

⏩

◀

▶

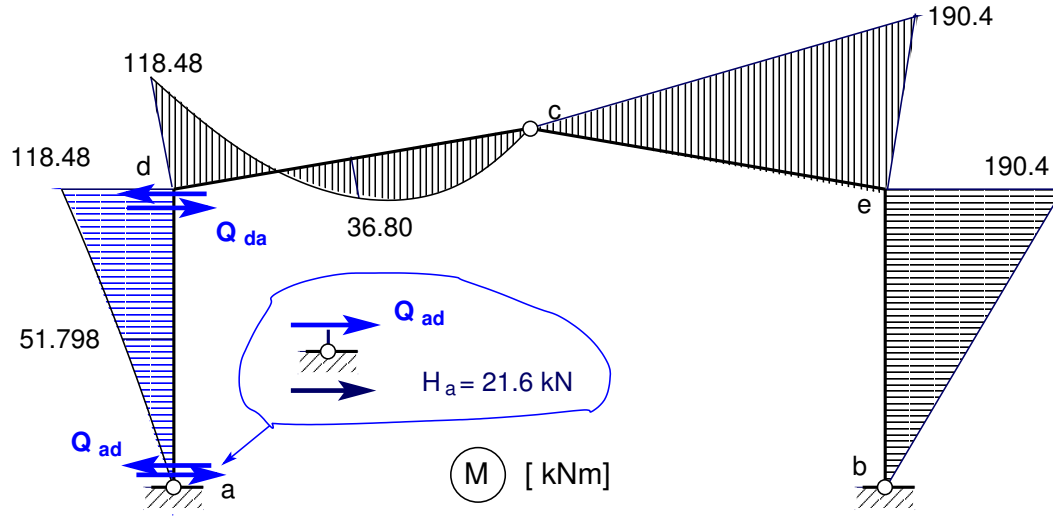
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

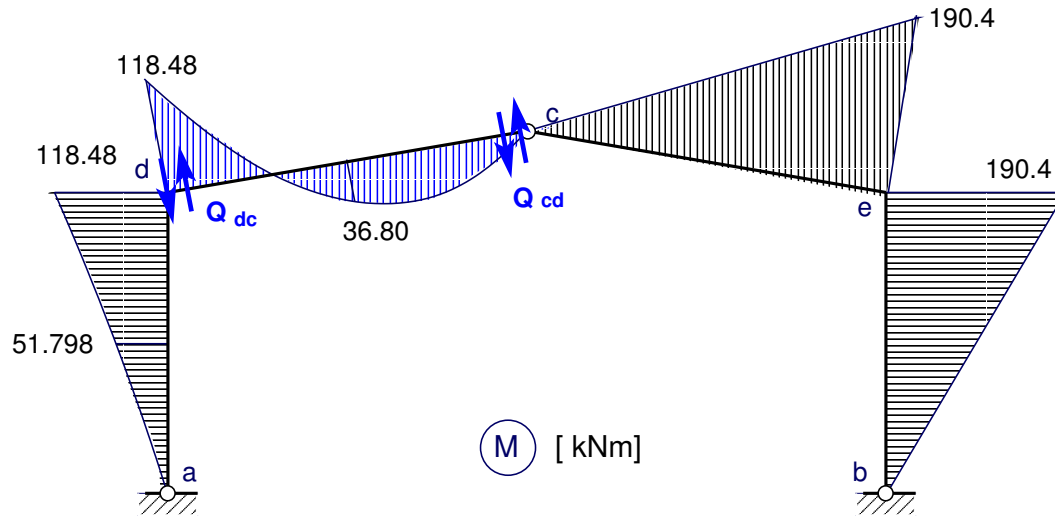
Vaatleme varrast a-d (joonis 11). Põikjõu arvutame GNU octavega.



Joonis 11. Raami 11 varras a-d

```
octave:19> Qad=-Ha
Qad = -21.600
octave:20> Qda=-Ha-4*4
Qda = -37.600
```

Vaatleme varrast d-c (joonis 12). Põikjõu arvutame GNU octavega.



Joonis 12. Raami 11 varras d-c

```
octave:21> L=sqrt(8^2+1^2)
L = 8.0623
octave:22> cosA=8/L
cosA = 0.99228
octave:23> sinA=1/L
sinA = 0.12403
octave:24> Qdc=cosA*12*8/2+118.48/L
```



Qdc = 62.325

octave:25> Qcd=-cosA\*12\*8/2+118.48/L

Qcd = -32.934



17/31

Täis



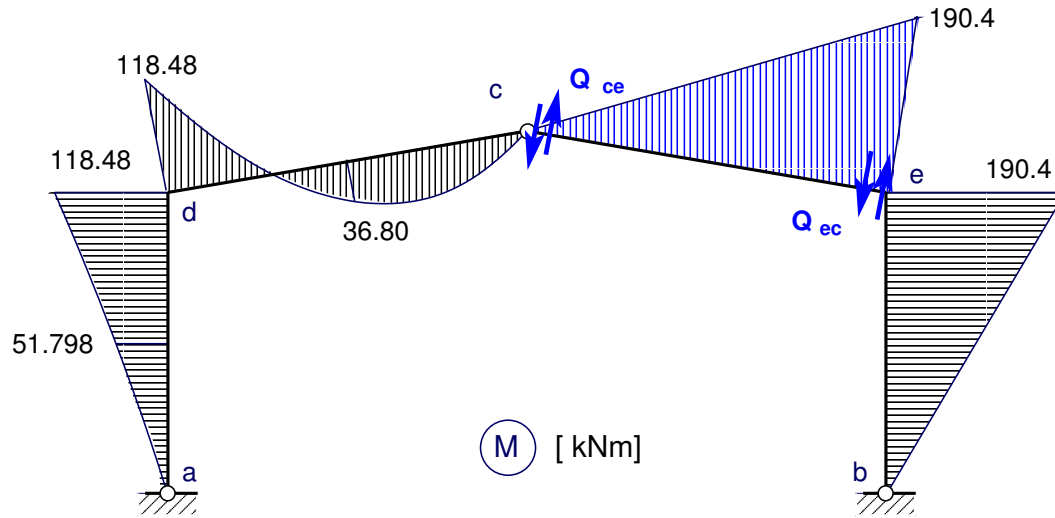
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

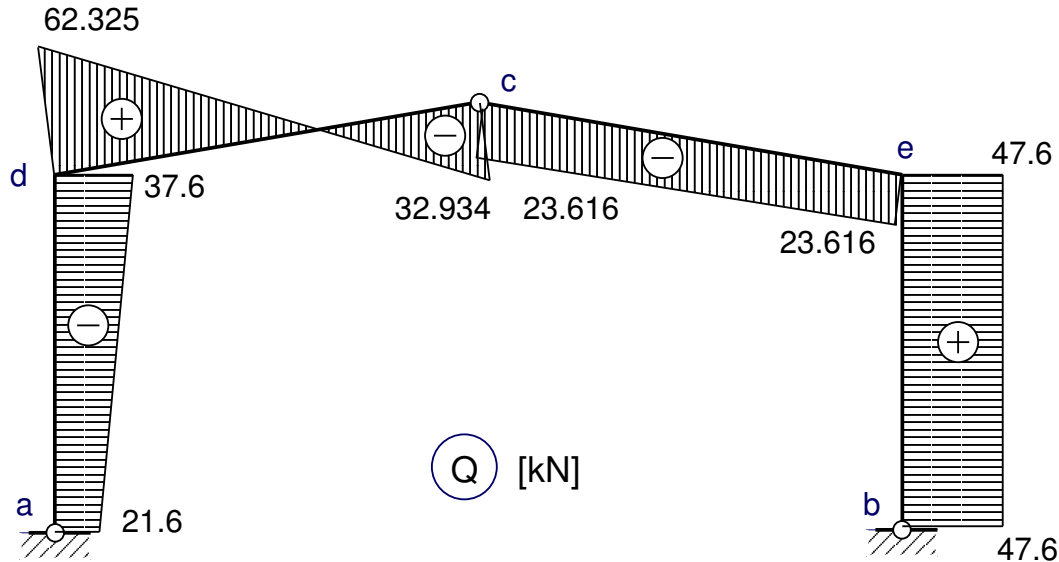
Vaatleme varrast c-e (joonis 13). Põikjõu arvutame GNU octavega.



Joonis 13. Raami 11 varras c-e

```
octave:26> % Qce=(Me-Mc)/L
octave:26> Qce=-190.4/L
Qce = -23.616
octave:27> diary off
```

# Raami 11 põikjõu epüür



Joonis 14. Raami 11 põikjõud  $Q$

Kõike epüüre vaata [siit](#) ...

Täis



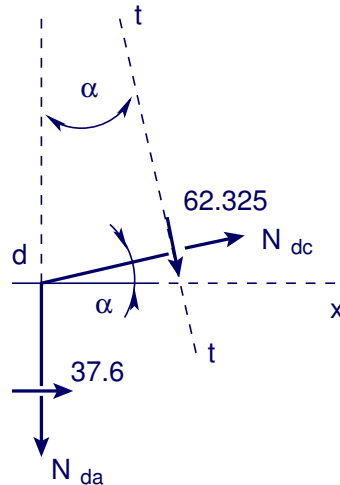
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

# Raami 11 normaaljõu arvutus



Joonis 15. Raami 11 sõlm d

```

octave:28> diary on
octave:29> % Summa X=0: -Ndc*cosA+(-37.6-62.325*sinA)=0
octave:29> Ndc=(-37.6-62.325*sinA)/cosA
Ndc = -45.683
octave:30> % Summa X=0: -Ndc*cosA+(-37.6-62.325*sinA)+12*8*cosA*sinA=0
    
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

```
octave:30> Ncd=(-37.6-62.325*sinA)/cosA+12*8*sinA
Ncd = -33.776
octave:31> Nad=-A
Nad = -67.500
```



Täis

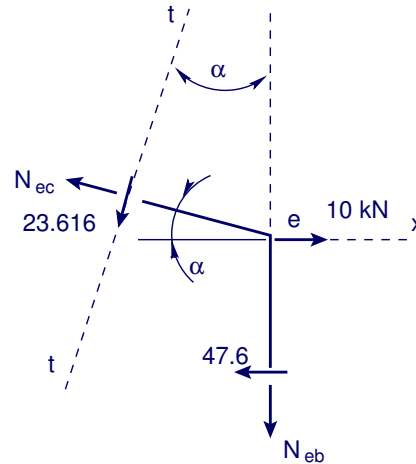


Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta



Joonis 16. Raami 11 sõlm e

```

octave:32> % Summa X=0:  -Nec*cosA+(-47.6+10-23.616*sinA)=0
octave:32> Nec=(-47.6+10-23.616*sinA)/cosA
Nec = -40.845
octave:33> Nce=Nec
Nce = -40.845
octave:34> Nbe=-B
Nbe = -28.500
octave:35> diary off
    
```

Täis



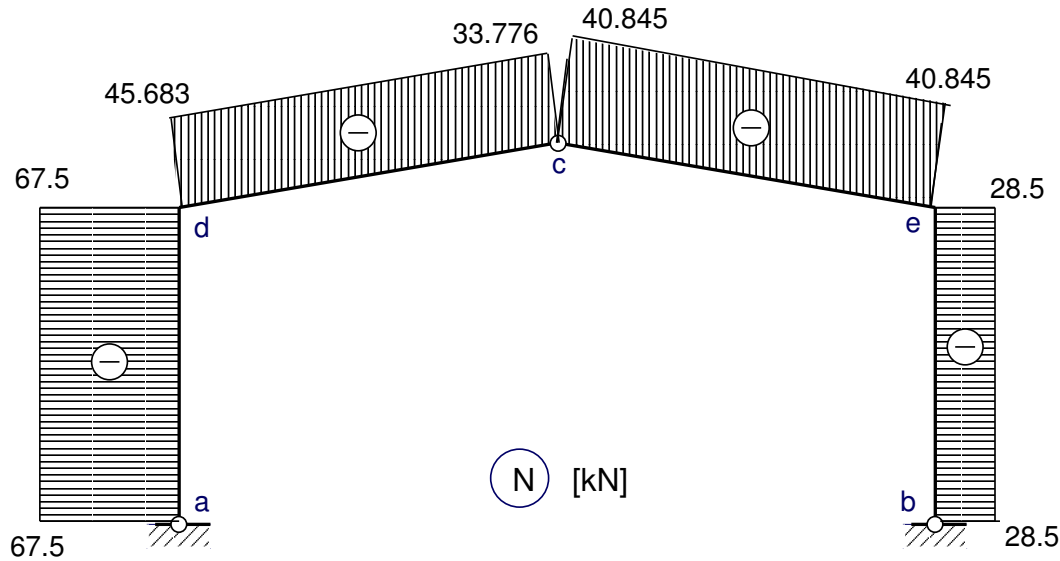
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

# Raami 11 normaaljõu epüür



Joonis 17. Raami 11 normaaljõud  $N$

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

# Hüperrefereerimine välistele allikatele

1. Kolme liigendiga raami arvutus:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/  
varrassysteemid.pdf#section.5.7](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/varrassysteemid.pdf#section.5.7)

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/  
node40.html](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/node40.html)

2. Epüürid ja diferentsiaalseosed:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/  
node12.html](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/node12.html)

3. Põikjõud vardas:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/  
node13.html](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/node13.html)

4. Raami 11 arvutamise käsud:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/programmid/  
raami11toeR.txt](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/programmid/raami11toeR.txt)

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta



# Lisa

## Raami 11 sisejõudude arvutamise päevik

```

diary raami11toeR.out
octave:2> diary on
octave:3> % Momentide summa toe a suhtes:  $-B*16+(4*4*2+12*8*4+10*4)=0$ 
octave:3>  $B=(4*4*2+12*8*4+10*4)/16$ 
B = 28.500
octave:4> % Momentide summa toe b suhtes:  $-A*16+(-4*4*2+12*8*12-10*4)=0$ 
octave:4>  $A=(-4*4*2+12*8*12-10*4)/16$ 
A = 67.500
octave:5> % kontroll sumY=0
octave:5>  $sumY=12*8-A-B$ 
sumY = 0
octave:6> % Momentide summa lukuliigend c suhtes (vasakul):
octave:6> %  $-H_a*5+(A*8-4*4*3-12*8*4)=0$ 
octave:6>  $H_a=(A*8-4*4*3-12*8*4)/5$ 
H_a = 21.600
octave:7> % Momentide summa lukuliigend c suhtes (paremal):
octave:7> %  $-H_b*5+(B*8+10*1)=0$ 
octave:7>  $H_b=(B*8+10*1)/5$ 
H_b = 47.600
octave:8> % kontroll sumX=0
  
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

```

octave:8> sumX=Ha+4*4+10-Hb
sumX = 0
octave:9> diary off
octave:11> diary on
octave:12> % moment vardas b-e : -Me-Hb*4=0
octave:12> Me=-Hb*4
Me = -190.40
octave:13> % moment vardas b-e : -Mk-Ha*2-4*2*1=0
octave:13> Mk=-Ha*2-4*2*1
Mk = -51.200
octave:14> % moment vardas a-d : -Md-Ha*4-4*4*2=0
octave:14> Md=-Ha*4-4*4*2
Md = -118.40
octave:15> % moment vardas a-d-n : -Mn-Ha*4.5-4*4*2.5+A*4-12*4*2=0
octave:15> Mn=-Ha*4.5-4*4*2.5+A*4-12*4*2
Mn = 36.800
octave:16> diary off
octave:17> diary on
octave:18> % Qbe=(Mb-Me)/4
octave:18> Qbe=190.4/4
Qbe = 47.600
octave:19> Qad=-Ha
Qad = -21.600
octave:20> Qda=-Ha-4*4
Qda = -37.600
octave:21> L=sqrt(8^2+1^2)

```

Tāis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

```

L = 8.0623
octave:22> cosA=8/L
cosA = 0.99228
octave:23> sinA=1/L
sinA = 0.12403
octave:24> Qdc=cosA*12*8/2+118.48/L
Qdc = 62.325
octave:25> Qcd=-cosA*12*8/2+118.48/L
Qcd = -32.934
octave:26> %   Qce=(Me-Mc)/L
octave:26> Qce=-190.4/L
Qce = -23.616
octave:27> diary off
  
```

Täis



Tagasi

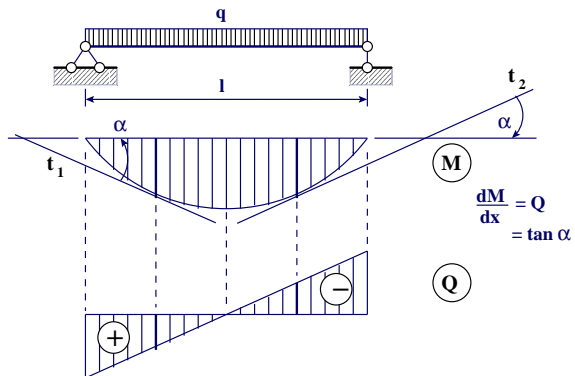
Edasi

Sulge

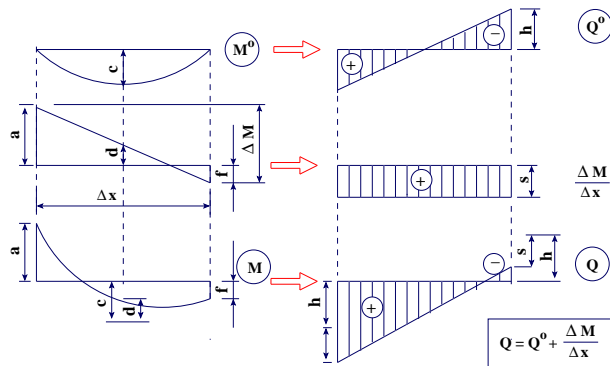
Lõpeta



# Epüürid ja diferentsiaalseosed

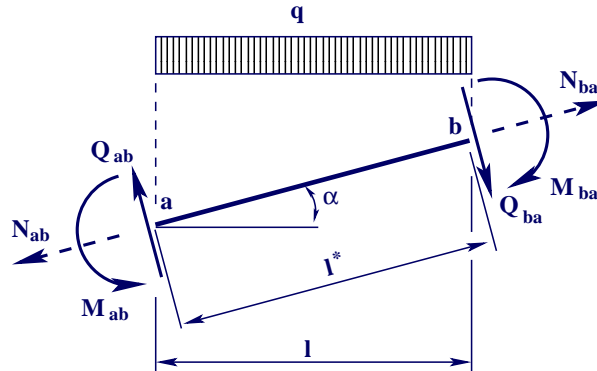


(a) Põikjõu märgi määramine



(b) Põikjõud vardas

Joonis 19. Epüürid ja diferentsiaalseosed



Joonis 20. Põikjõud kaldvardas

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

# Täna tähelepanu eest!

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta