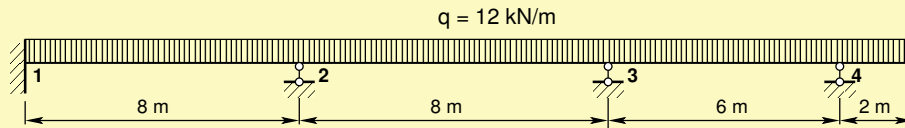


Ehitusmehaanika. EST meetod

Jätkuvtala



Andres Lahe
 Mehaanikainstituut
 Tallinna Tehnikaülikool

Tallinn 2010



See töö on litsentsi all [Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

Täis

◀◀

▶▶

◀

▶

Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Sisukord

1	Ülesanne	3
2	Sissejuhatus	4
3	Tala põhivõrrandid	11
4	Varraste siirete pidevus	16
5	Tala sõlmede tasakaal	19
6	Tala toetingimused	22
7	Tala staatikaline kontroll	27
8	Jätkuvtala epüürid	28
9	Viited	29

Täis



Tagasi

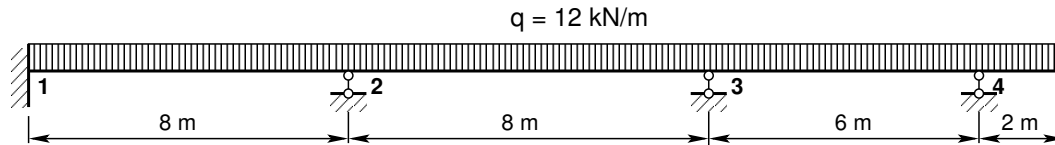
Edasi

Sulge

Lõpeta

Ülesanne

Leida joonisel 1 näidatud jätkuvtala sisejõud ja toereaktsioonid EST meetodiga.



Joonis 1. Jätkuvtala

Tala ristlõike paindejäikus on $EI = 2 * 10^4$ ja ristlõike lõikejäikus $GA = 1.0 * 10^{15}$. Võrrandisüsteemi koostamisel korrutame siirded ja pöörded *baasjäikusega* $i_o = EI/8.0$.

Täis



Tagasi

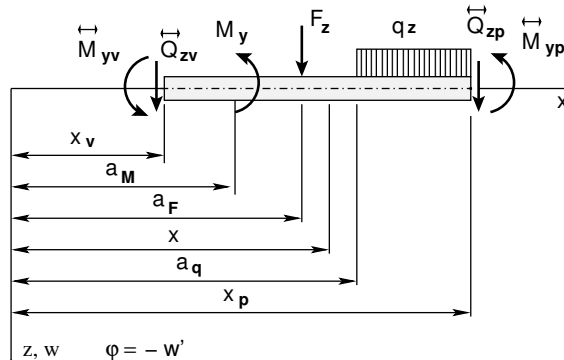
Edasi

Sulge

Lõpeta

Sissejuhatus

Joonisel 2 on näidatud varda jõudude ja siirete positiivsed suunad vastavalt teisele märgikokkuleppele



Joonis 2. Universaalvõrrand

$$\begin{aligned}
 w_p = w_v - (\varphi_y)_v x + \frac{1}{EI_y} \sum \mathcal{M}_y \frac{(x_p - a_M)_+^2}{2!} + \\
 + \frac{1}{EI_y} \sum F_z \frac{(x_p - a_F)_+^3}{3!} + \frac{1}{EI_y} \sum q_z \frac{(x_p - a_q)_+^4}{4!}
 \end{aligned} \quad (1)$$

Elastse joone universaalvõrrandis (1) on järgmised tähistused:

EI_y – varda ristlõike jäikus,

\mathcal{M}_y – momentkoormus,

F_z – koondatud jõud,

q_z – ühtlaselt jaotatud koormus

Võtame avaldisest (1) tuletised ja võtame kasutusele tähistused (2)

$$w_0 = w_0, \quad w'_0 = -\varphi_0, \quad w''_0 = -\frac{M_y}{EI}, \quad w'''_0 = -\frac{Q_z}{EI} \quad (2)$$

Kirjutame saadud võrrandid välja maatriks kujul (3)

$$\mathbf{Z}_p = \mathbf{U}\mathbf{Z}_v + \mathring{\mathbf{Z}} \quad (3)$$

kus \mathbf{Z}_p , \mathbf{Z}_v on tala lõpus ja alguses olevad siirded ning sisejõud (4)

$$\mathbf{Z}_p = \begin{bmatrix} w \\ \varphi_y \\ \dots \\ Q_z \\ M_y \end{bmatrix}_p, \quad \mathbf{Z}_v = \begin{bmatrix} w \\ \varphi_y \\ \dots \\ Q_z \\ M_y \end{bmatrix}_v, \quad (4)$$

\mathbf{U} – ülekan demaatriks (5)

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} 1 & -(x_p - x_v) & \vdots & \frac{(x_p - x_v)}{GA_Q} - \frac{(x_p - x_v)^3}{6EI_y} & -\frac{(x_p - x_v)^2}{2EI_y} \\ 0 & 1 & \vdots & \frac{(x_p - x_v)^2}{2EI_y} & \frac{(x_p - x_v)}{EI_y} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \vdots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \vdots & (x_p - x_v) & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

\mathbf{Z}° – koormusvektor.

Esitame võrrandid kujul (6).

Täis

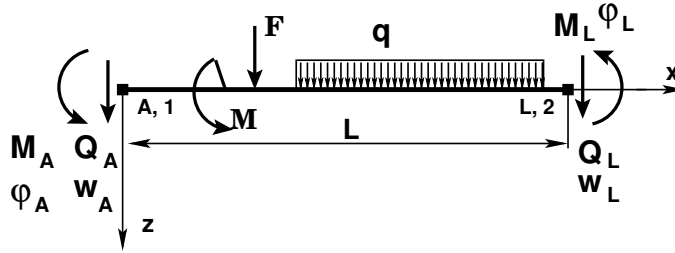


Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta



Joonis 3. Tala jõudude ja siirete positiivsed suunad

Nimetame võrrandeid (6) tala põhivõrranditeks.

$$\mathbf{I} * \mathbf{Z}_L - \mathbf{U} \mathbf{Z}_A = \mathring{\mathbf{Z}}, \quad (6)$$

ehk

$$\widehat{\mathbf{I}} \mathbf{U} * \widehat{\mathbf{Z}} = \mathring{\mathbf{Z}} \quad (7)$$

kus \mathbf{I} on (4x4) ühikmaatriks, $\widehat{\mathbf{I}} \mathbf{U}$ (4x8) maatriks, mida saab arvutada GNU Octave funktsiooniga `yspTlvfmhvI(baasi0,x,l,GAr,EJ)`

$\widehat{\mathbf{Z}}$ (8) koosneb varda lõpus ja alguses olevatest siiretest ning kontaktjõududest.

$$\widehat{\mathbf{Z}} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_L \\ \mathbf{Z}_A \end{bmatrix}, \quad (8)$$

siin \mathbf{Z}_L , \mathbf{Z}_A – varda lõpus ja alguses olevad siirded ning kontaktjõud. (9)

$$\mathbf{Z}_L = \begin{bmatrix} w_L \\ \varphi_L \\ \dots \\ Q_L \\ M_L \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Z}_A = \begin{bmatrix} w_A \\ \varphi_A \\ \dots \\ Q_A \\ M_A \end{bmatrix}, \quad (9)$$

kus U on ülekan demaatriks (10)

kus U on ülekanndemaatriks (10)

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} 1 & -x & i_o * \frac{x^3}{6EI_y} - i_o * \frac{x}{GA_{red}} & \frac{x^2}{2EI_y} \\ 0 & 1 & -i_o * \frac{x^2}{2EI_y} & -i_o * \frac{x}{EI_y} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -x & -1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Koormusvektor $\overset{\circ}{\mathbf{Z}}$ ühtlaselt jaotatud koormuse q (projektsioonid q_x ja q_z puhul on (11)),

$$\overset{\circ}{\mathbf{Z}}_q = \begin{bmatrix} i_o * \frac{q_z \cdot x^4}{24EI_y} \\ -i_o * \frac{q_z \cdot x^3}{6EI_y} \\ -q_z * x \\ -q_z * x^2/2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Koormusvektor $\overset{\circ}{\mathbf{Z}}$ koondatud jõu korral (12)

$$\overset{\circ}{\mathbf{Z}}_{\mathbf{F}} = \begin{bmatrix} i_o * \frac{F_z \cdot (x - x_a)_+^3}{6EI_y} \\ -i_o * \frac{F_z \cdot (x - x_a)_+^2}{2EI_y} \\ -F_z (x - x_a)_+^o \\ -F_z * (x - x_a)_+ \end{bmatrix} \quad (12)$$

siin $i_o = \frac{EI}{L}$ on baasjäikus, millega skaleeritakse siirded.

Ülekandemaatriksi (hõreda maatriksina) \mathbf{U} (10) saame arvutada GNU Octave funktsiooniga `yspTlfhlin(baasi0,x,GAr,EJ)`.

Koormusvektoreid $\overset{\circ}{\mathbf{Z}}_{\mathbf{q}}$, $\overset{\circ}{\mathbf{Z}}_{\mathbf{F}}$ saab arvutada GNU Octave funktsioonidega `yzThqz(baasi0,x,qz,EJ)`, `yzThqz(baasi0,x,qz,EJ)`, kus $baasi0 = i_o$

Täis



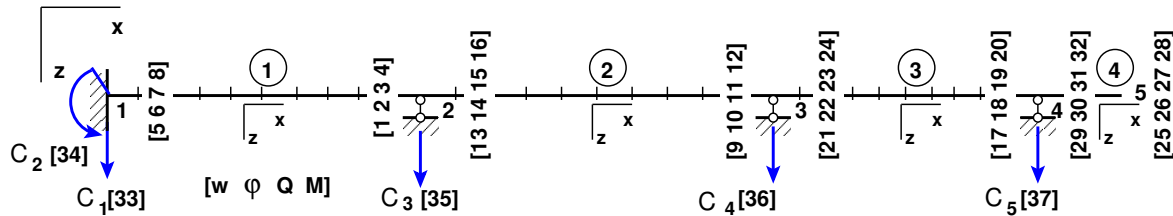
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Tala põhivõrrandid



Joonis 4. Tala tundmatute nummerdus

Tala põhivõrrandite arv $n = 4 * n_{elementi} = 4 * 4 = 16$, milles on $8 * 4 = 32$ tundmatut.

Võrrandisüsteemi struktuur (joonis 5).

Täis

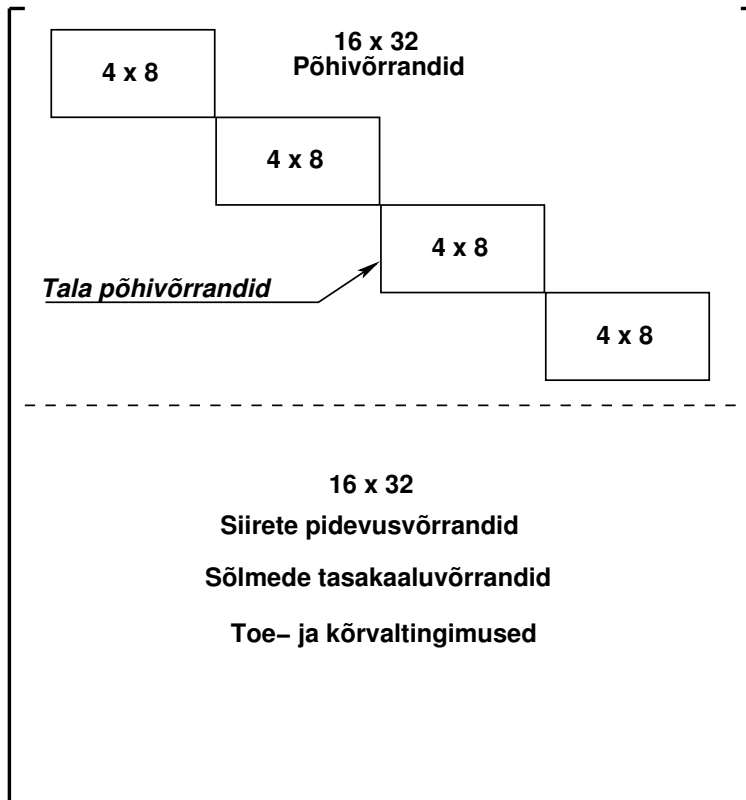


Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta



Joonis 5. Võrrandisüsteemi struktuur

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Programm põhivõrrandite koostamiseks:

```

IIv=0;
IJv=0;
    % siin NEARV on elementide arv
for i=1:NEARV    % siin NEARV=4
    krda=i;
    EI=selem(i,9);
    GAr=selem(i,10);
    Li=lvarras(i,1);
    Fjoud=esFjoud(:,1:2,i);
    qkoormus=esQkoormus(:,1:3,i);

    spvF= yspTlvfmhvI(baasi0,Li,Li,GAr,EI); % Tala põhivõrrandite kordajad
    vB=ESTtalaKrmus(baasi0,Li,Li,Fjoud,qkoormus,EI); % Vabaliikmed

    IIv=krda*4-3;
    IJv=krda*8-7;
    spA=spInsertBtoA(spA,IIv,IJv,spvF); % Kordajate paidutamine süsteemi
    B=InsertBtoA(B,NNK,1,IIv,1,vB,4,1); % Vabaliikmete paigutamine
endfor

```

Põhivõrrandite kordajate väljatrükk:

spA =

Compressed Column Sparse (rows = 16, cols = 32, nnz = 56)

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Element 1

(1, 1) -> 1
 (2, 2) -> 1
 (3, 3) -> 1
 (4, 4) -> 1
 (1, 5) -> -1

(1, 6) -> 8
 (2, 6) -> -1
 (1, 7) -> -10.667
 (2, 7) -> 4
 (3, 7) -> 1

(4, 7) -> 8
 (1, 8) -> -4
 (2, 8) -> 1
 (4, 8) -> 1

Element 2

(5, 9) -> 1
 (6, 10) -> 1
 (7, 11) -> 1
 (8, 12) -> 1
 (5, 13) -> -1

(5, 14) -> 8
 (6, 14) -> -1
 (5, 15) -> -10.667
 (6, 15) -> 4
 (7, 15) -> 1

(8, 15) -> 8
 (5, 16) -> -4
 (6, 16) -> 1
 (8, 16) -> 1

Element 3

(9, 17) -> 1
 (10, 18) -> 1
 (11, 19) -> 1
 (12, 20) -> 1
 (9, 21) -> -1

(9, 22) -> 6
 (10, 22) -> -1
 (9, 23) -> -4.5000
 (10, 23) -> 2.2500
 (11, 23) -> 1

(12, 23) -> 6
 (9, 24) -> -2.2500
 (10, 24) -> 0.75000
 (12, 24) -> 1

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Element 4

(13, 25) \rightarrow 1
(14, 26) \rightarrow 1
(15, 27) \rightarrow 1
(16, 28) \rightarrow 1
(13, 29) \rightarrow -1

(13, 30) \rightarrow 2
(14, 30) \rightarrow -1
(13, 31) \rightarrow -0.16667
(14, 31) \rightarrow 0.25000
(15, 31) \rightarrow 1

(16, 31) \rightarrow 2
(13, 32) \rightarrow -0.25000
(14, 32) \rightarrow 0.25000
(16, 32) \rightarrow 1



15/30

Täis



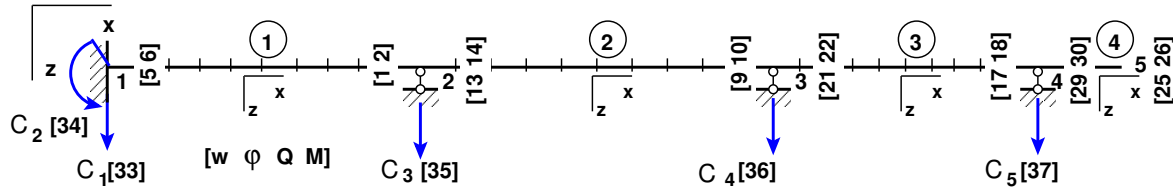
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varraste siirete pidevus



Joonis 6. Tala siirete pidevus

Sõlmedes 2, 3 ja 4 on siirded pidevad.

$$\begin{matrix} 17 \\ 18 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{13} \\ Z_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\begin{matrix} 19 \\ 20 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_9 \\ Z_{10} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{21} \\ Z_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$\begin{matrix} 21 \\ 22 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{17} \\ Z_{18} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{29} \\ Z_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Võrrandid (13), (14), (15) paigutame jätkuvtala tasakaaluvõrranditesse (22) alates reast 17.

Tundmatute Z_i kordajateks on varda j teisendusmaatriks $spTj$ kordajad. Siin teisendusmaatriks $spTj$ on hõreda maatriksina. Teisendusmaatriksi $spTjm$ kordajad on korrutatud läbi -1-ga.

Arvutiprogrammis kasutame selleks GNU Octave funktsiooni `spInsertBtoA.m`.

```

=====
%Siirete pidevuse võrrandid 17-22   % vabaliikmete vektor on nullitud
=====
spA=spInsertBtoA(spA,17,1,spT1);    spA=spInsertBtoA(spA,17,13,spT2m);
spA=spInsertBtoA(spA,19,9,spT2);    spA=spInsertBtoA(spA,19,21,spT3m);
spA=spInsertBtoA(spA,21,17,spT3);    spA=spInsertBtoA(spA,21,29,spT4m);

```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Konstruksiooni tasakaaluvõrrandite väljatrükk on need kordajad järgmised:

spA =

Compressed Column Sparse (rows = 22, cols = 30, nnz = 12)

(17, 1) -> 1	(21, 17) -> 1
(18, 2) -> 1	(22, 18) -> 1
(19, 9) -> 1	(19, 21) -> -1
(20, 10) -> 1	(20, 22) -> -1
(17, 13) -> -1	(21, 29) -> -1
(18, 14) -> -1	(22, 30) -> -1



18/30

Täis



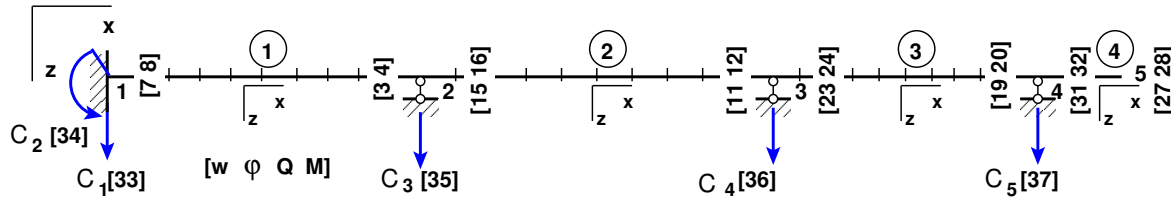
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Tala sõlmede tasakaal



Joonis 7. Tala sõlmede tasakaal

Sõlmed 1, 2, 3, 4 ja 5 on tasakaalus

$$\begin{matrix} 23 \\ 24 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_7 \\ Z_8 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{33} \\ Z_{34} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\begin{matrix} 25 \\ 26 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_3 \\ Z_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{15} \\ Z_{22} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_{35} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\begin{matrix} 27 \\ 28 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{23} \\ Z_{24} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_{36} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$\begin{matrix} 29 \\ 30 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{19} \\ Z_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{31} \\ Z_{32} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_{37} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

$$\begin{matrix} 31 \\ 32 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{27} \\ Z_{28} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Arvutiprogrammis kasutame tasakaaluvõrrandite sisestamiseks GNU Octave funktsiooni `spInsertBtoA.m`

```
=====
% Sõlmede tasakaaluvõrrandid 23-32
=====
spA=spInsertBtoA(spA,23,7,spT1);      spA=spInsertBtoA(spA,23,33,spT1m);
                                        % toereaktsioonid C1, C2
B(23:24,1)=0.0;                        % sõlme 1 koormus
spA=spInsertBtoA(spA,25,3,spT1);      spA=spInsertBtoA(spA,25,15,spT2);
spA=spSisestaArv(spA,25,35,-1);       % toereaktsioon C3
B(25:26,1)=s2F(1:2,1);                % sõlme 2 koormus
spA=spInsertBtoA(spA,27,11,spT2);     spA=spInsertBtoA(spA,27,23,spT3);
spA=spSisestaArv(spA,27,36,-1);       % toereaktsioon C4
B(27:28,1)=s3F(1:2,1);                % sõlme 3 koormus
spA=spInsertBtoA(spA,29,19,spT3);     spA=spInsertBtoA(spA,29,31,spT4);
spA=spSisestaArv(spA,29,37,-1);       % toereaktsioon C5
B(29:30,1)=s4F(1:2,1);                % sõlme 4 koormus
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

```
spA=spInsertBtoA(spA,31,27,spT4);
B(31:32,1)=0.0; % sõlme 5 koormus
```

Konstruksiooni tasakaaluvõrrandite väljatrükkis on need kordajad järgmised:

spA =

Compressed Column Sparse (rows = 32, cols = 37, nnz = 21)

(25, 3) -> 1	(26, 16) -> 1	(29, 31) -> 1
(26, 4) -> 1	(29, 19) -> 1	(30, 32) -> 1
(23, 7) -> 1	(30, 20) -> 1	(23, 33) -> -1
(24, 8) -> 1	(27, 23) -> 1	(24, 34) -> -1
(27, 11) -> 1	(28, 24) -> 1	(25, 35) -> -1
(28, 12) -> 1	(31, 27) -> 1	(27, 36) -> -1
(25, 15) -> 1	(32, 28) -> 1	(29, 37) -> -1

Täis



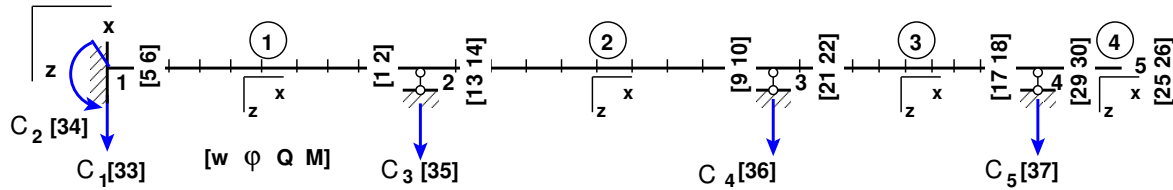
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Tala toetingimused



Joonis 8. Tala toetingimused

Toed 1, 2, 3, ja 4

$$\begin{matrix} 33 \\ 34 \\ 35 \\ 36 \\ 37 \end{matrix} \begin{bmatrix} Z_5 \\ Z_6 \\ Z_1 \\ Z_9 \\ Z_{17} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Arvutiprogrammis kasutame tasakaaluvõrrandite sisestamiseks GNU Octave funktsiooni spSisestaArv.m



23/30

```
=====
% %Toetingimused 33-37      % vabaliikmete vektor on nullitud
=====
spA=spSisestaArv(spA,33,5,1);      % C1-le vastav siire on 0
spA=spSisestaArv(spA,34,6,1);      % C2-le vastav pööre on 0
spA=spSisestaArv(spA,35,1,1);      % C3-le vastav siire on 0
spA=spSisestaArv(spA,36,9,1);      % C4-le vastav siire on 0
spA=spSisestaArv(spA,37,17,1);     % C5-le vastav siire on 0
B(33:37,1)=0.0;
```

Konstruksiooni tasakaaluvõrrandite väljatrükkis on need kordajad järgmised:

spA =

Compressed Column Sparse (rows = 37, cols = 17, nnz = 5)

(35, 1) -> 1	(36, 9) -> 1
(33, 5) -> 1	(37, 17) -> 1
(34, 6) -> 1	

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Hõreda võrrandisüsteemi (22)

$$\text{spA} * \mathbf{Z} = \mathbf{B} \quad (22)$$

lahendame GNU Octavega järgmise käsuga:

```
Z=spA\B; % Võrrandisüsteemi spA*Z=B lahend
```

Varraste alguses olevad siirded jagame baasjäikusega i_o
Varraste algparameetrid on järgmised:

```
=====
Algparameetrid skaleerimata
Varda Nr      w          fi          Q          M
-----
  1      0.000e+00    0.000e+00   -4.745e+01    62.533
  2     -0.000e+00   -2.933e-04   -4.965e+01    66.933
  3     -0.000e+00    1.173e-03   -4.096e+01    53.733
  4     -0.000e+00    3.133e-04   -2.400e+01    24.000
-----
```

Siirded ja sisejõud ristlõikes leiame avaldisega (23)

$$\mathbf{Z}_x = \mathbf{U}\mathbf{Z}_A + \overset{\circ}{\mathbf{Z}} \quad (23)$$

kus \mathbf{Z}_x on siirded ja kontaktjõud ristlõikes x, \mathbf{Z}_A – algparameetrid.



Väljavõtte programmist siirete ja sisejõudude arvutamiseks.

```
mitmeks=4;
for i=1:NEARV
    krda=i;
    EI=selem(i,9);    % topoloogilisest kirjeldusest
    GAr=selem(i,10); %
    Li=lvarras(i,1);
    Fjoud=esFjoud(:,1:2,i);
    qkoormus=esQkoormus(:,1:3,i);
    xsamm=Li/Nmitmeks; % varda viiendikel sisejõud
    xx=0;
    AP=AlgPar(i,:)';
    %
    for ij=1:Nmitmeks+1    % 5 - sisejõud ka varda algul
        vvF=ylTfhlin(1.0,xx,GAr,EI);
        vvB=ESTtalaKrmus(1.0,xx,Li,Fjoud,qkoormus,EI);
        Fvv(:,ij)=vvF*AP+vvB;
        xx=xx+xsamm;
    endfor
    %%%%%%%%%%%
    VardaNr=i;
    %
    for i=1:2
        disp(sprintf('%14s %9.3e %9.3e %9.3e %9.3e %9.3e %9.3e',
            suurused(i,:), Fvv(i,1), Fvv(i,2), Fvv(i,3), Fvv(i,4),
```



```

    Fvv(i,5), Fvv(i,6)))
endfor
%
for i=3:4
    disp(sprintf('%14s %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f %9.3f',
        suurused(i,:), Fvv(i,1), Fvv(i,2), Fvv(i,3), Fvv(i,4),
        Fvv(i,5), Fvv(i,6)))
    endfor
%
endifor

```

Tala toereaktsioonide väljatrükk.

```

33  -4.745e+01
34   6.253e+01
35  -9.820e+01
36  -8.731e+01
37  -5.504e+01

```

Täis



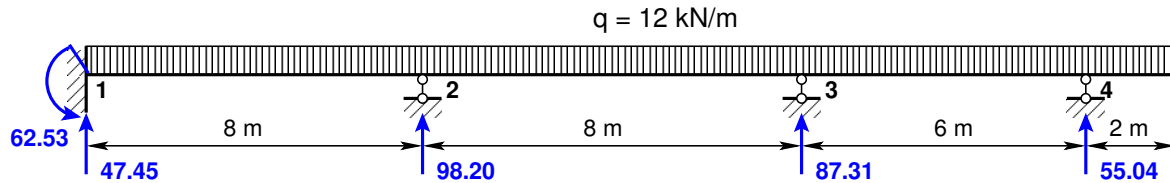
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Tala staatikaline kontroll



Joonis 9. Tala staatikaline kontroll

$$\Sigma Z = 0; \quad 12 * 24 - 47.45 - 98.20 - 87.31 - 55.04 = 0 \quad (24)$$

$$\Sigma M_1 = 0; \quad 62.53 + 98.20 * 8.0 + 87.31 * 16.0 + 55.04 * 22.0 - 12 * 24.0 * 12.0 = 0 \quad (25)$$

Täis



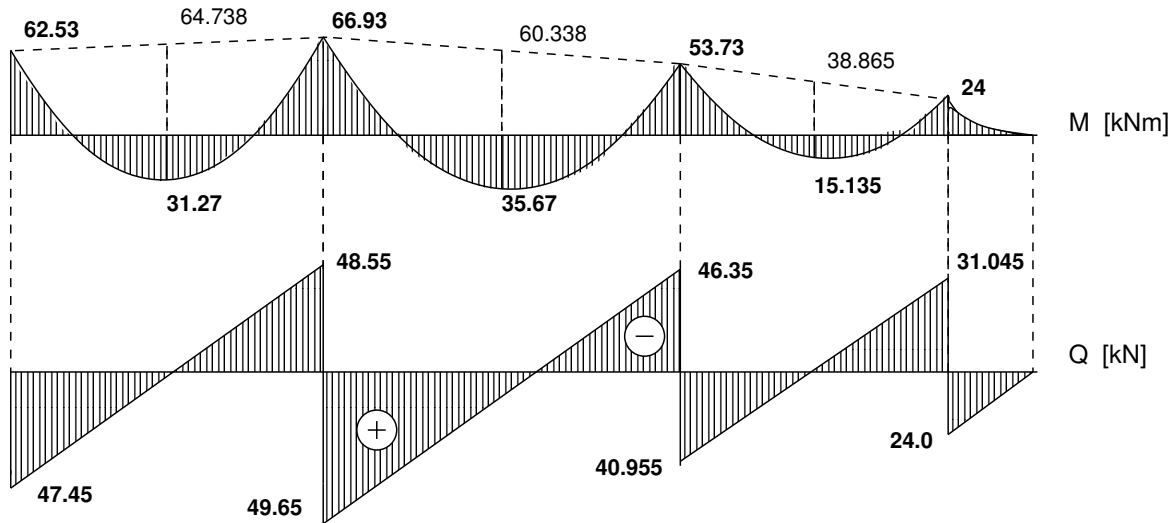
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Jätkuvtala epüürid



Joonis 10. Tala epüürid Q ja M

Viited

1. EST meetod:

A. Lahe. The transfer matrix and the boundary element method, Proc. Estonian Acad. Sci. Engng., 1997, 3, 1. p. 3–12. ¹

2. Tala arvutamise programm EST meetodiga:

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/spTalaESTR.m>

Kasutatav funktsioone:

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/yspTlvfvmhV1.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/yspTlfhlin.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/yzTfzv.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/yzThqz.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammID/ESTtalaKrmus.m>

¹http://books.google.ee/books?id=ghco7svk5T4C&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Andres+Lahe&source=bl&ots=3SFfo4UCES&sig=_XLUez-SfW2FVYGRx8v2LVm16V8&hl=et&ei=YQaFTMeIEoWc00yCyNwP&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=5&ved=OCBOQ6AEwBDgK#v=onepage&q=Andres%20Lahe&f=false

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammim/spInsertBtoA.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammim/spSisestaArv.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammim/ylTfhlin.m>

<http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammim/InsertBtoA.m>

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta