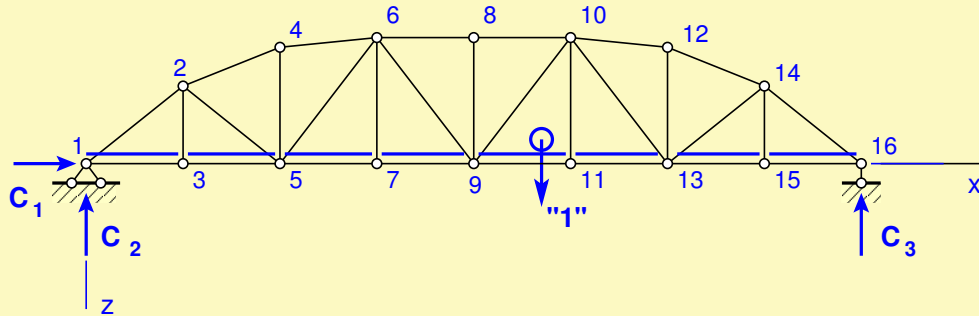


Ehitusmehaanika harjutus

Sõrestik 2. Mõjujooned



Andres Lahe
 Mehaanikainstituut
 Tallinna Tehnikaülikool

Tallinn 2007

Täis

◀◀

▶▶

◀

▶

Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Sisukord

1	Ülesanne	4
2	Lõikemeetod	5
3	Lõikega II-II eraldatud vasakpoolne osa	6
4	Varda 10 mõjujoon	7
5	Varda 8 mõjujoon	8
6	Varda 9 mõjujoon	9
7	Varda 4 mõjujoon	10
8	Sõlme 4 tasakaal	11
9	Sõlme 4 tasakaal (järg)	12

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

10 Sõlme 7 tasakaal	13
11 Varda 13 mõjujoon	14
12 Varda 13 mõjujoon (järg)	15
13 Lõikega II-II eraldatud parempoolne osa	16
14 Sõrestiku mõjujooned	17
15 Lihtala mõjujooned	19
16 Varraste siinused ja koosinused	20
17 Varraste siinused ja koosinused (järg)	21
18 Arvutiprogrammiga saadud tulemused	22
19 Viited	25



3/25

Täis



Tagasi

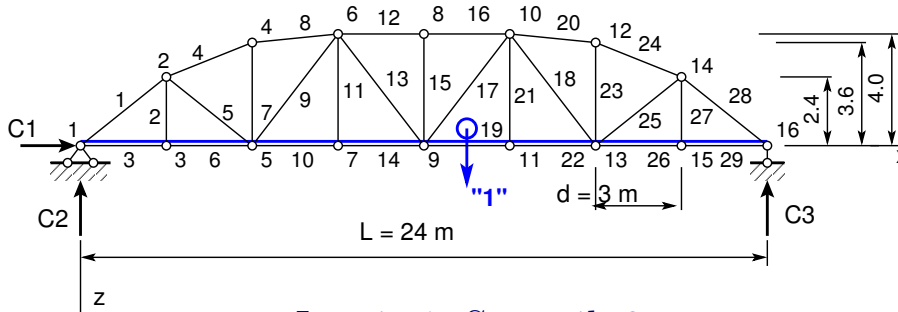
Edasi

Sulge

Lõpeta

Ülesanne

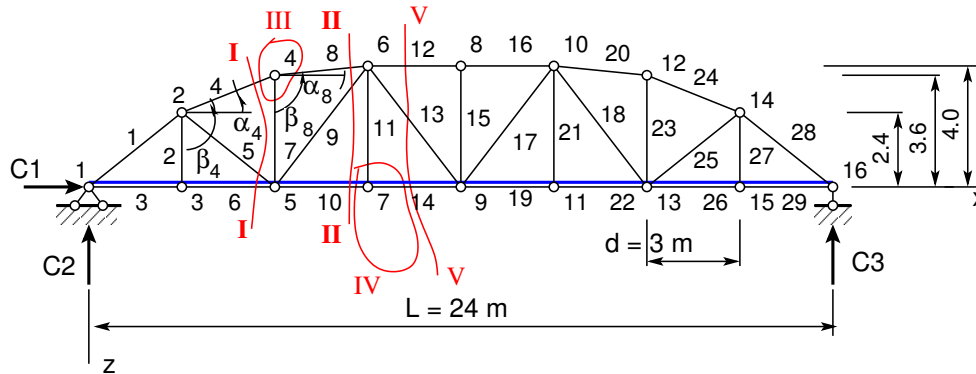
Konstrueerida joonisel esitatud sõrestiku kolmanda paneeli varraste ja varda 13 mõjujooned. Sõrestiku mõõtmed on joonisel 1.



Joonis 1. Sõrestik 2

Lõikemeetod

Nummerdame sõlmed ja vardad ning teostame lõiked I, II, III, IV (vt joonis 2). Joonisel 2 olevad toereaktsioonid C_2 , C_3 vastavada lihttala



Joonis 2. Varraste lõikamine

toereaktsioonidele.

Lõikame kolmandas paneelis (lõige II-II) läbi kolm varrast ja vaatame lõikest vasakule poole jäävat osa või paremale poole jäävat osa.

Täis



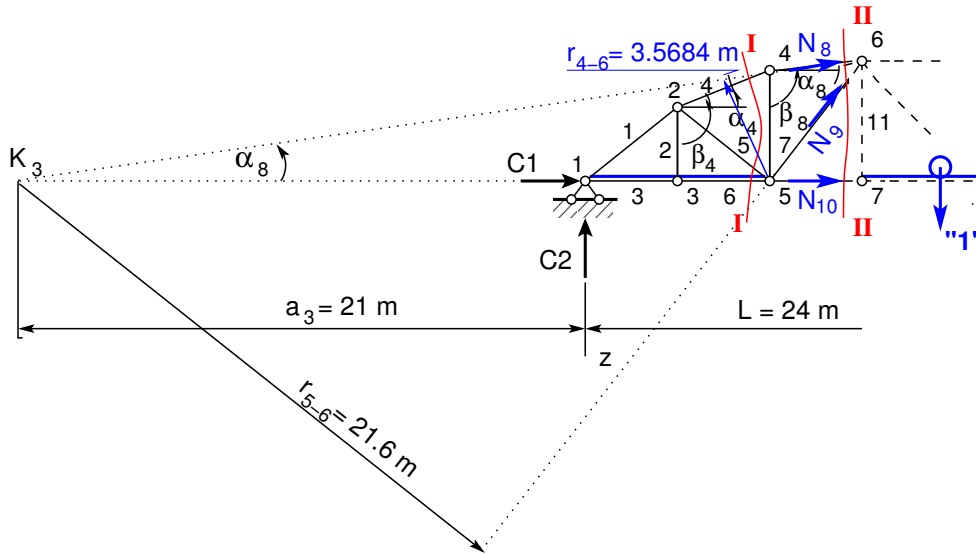
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Lõikega II-II eraldatud vasakpoolne osa



Joonis 3. Lõikega II-II eraldatud vasakpoolne osa

Lõikega II-II eraldatud parempoolne osa

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 10 mõjujoon

Varda 10 momendipunktiks on sõlm 6 (joonis 3). Varda momendipunkti otsimiseks teeme lõike $II - II$ läbi kolme varda. Fikseerime varda, mille sisejõudu otsime. Selle varda momendipunkt on seal, kus kaks ülejäänud varrast lõikuvad. Sisejõu N_{10} sihi kaugus sõlmest 6 on $r_{5-7} = 4.0 \text{ m}$. Momendipunkti kohta koostatud tasakaalutingimusest

$$\sum M_6 = 0 : \quad -N_{10} * r_{5-7} + C_2 * 3d = 0 \quad (1)$$

saame

$$N_{10} = \frac{M_6^o}{r_{5-7}} = C_2 * \frac{9}{4} \quad (2)$$

siin tähistab M_6^o vastava lihttala paindemomenti punkti 6 suhtes ühikkoormusest. Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 8 mõjujoon

Varda 8 momendipunktiks on sõlm 5. Varda momendipunkti otsimiseks teeme lõike $II - II$ läbi kolme varda. Fikseerime varda, mille sisejõudu otsime. Selle varda momendipunkt on seal, kus kaks ülejäänud varrast lõikuvad. Sisejõu N_8 sihi kaugus sõlmest 5 on $r_{4-6} = h_2 * \cos \alpha_8 = 3.5684 m$. Siin $h_2 = 3.6 m$. Momendipunkti 5 kohta koostatud tasakaalutingimusest

$$\sum M_5 = 0 : \quad -N_8 * r_{4-6} - C_2 * 2d = 0 \quad (3)$$

tuleneb

$$N_8 = -\frac{M_5^o}{r_{4-6}} = -C_2 * \frac{6}{3.5684} \quad (4)$$

kus M_5^o tähistab vastava lihttala paindemomenti punkti 5 suhtes ühikkoormusest. Märk - näitab, et ülemised kiud on surutud. Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 9 mõjujoon

Varda 9 momendipunkti otsimiseks teeme lõike $II - II$ läbi kolme varda. Fikseerime varda 9, milles otsime sisejõudu. Selle varda momendipunkt on seal, kus kaks ülejäänud varrast (vardad 10 ja 8) lõikuvad. Joonisel 3 on see punkt tähistatud K_3 -ga. Koostame selle punkti kohta tasakaaluvõrrandi

$$\sum M_{K3} = 0 : -N_9 * r_{5-6} - C_2 * a_3 = 0 \quad (5)$$

kus $r_{5-6} = 21.6 \text{ m}$ ja $a_3 = 21 \text{ m}$. Tasakaaluvõrrandist (5) saame

$$N_9 = -C_2 * \frac{21}{21.6} \quad (6)$$

Kui koormus asub vaskul, siis vaatame lõikest paremale jäävat osa.

$$\sum M_{K3} = 0 : -N_9 * r_{5-6} + C_3 * (a_3 + L) = 0 \quad (7)$$

Tasakaaluvõrrandist (7) saame

$$N_9 = C_3 * \frac{21 + 24}{21.6} = C_3 * \frac{45}{21.6} \quad (8)$$

Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



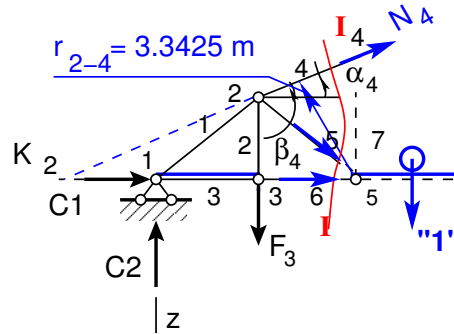
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 4 mõjujoon



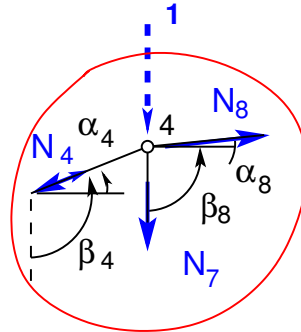
Joonis 4. Varda 4 mõjujoon

Sõrestikuvarda 4 momendipunktiks on sõlm 5. Analoogiliselt varda 8 sisejõuga saame

$$N_4 = -\frac{M_5^o}{r_{2-4}} = -C_2 * \frac{6}{3.3425} \quad (9)$$

siin on sisejõu N_4 sihi kaugus sõlmest 5 $r_{2-4} = h_2 * \cos \alpha_4 = 3.3425 \text{ m}$, kus $h_2 = 3.6 \text{ m}$.

Sõlme 4 tasakaal



Joonis 5. Sõlme 4 tasakaal

Sõlme 4 tasakaalutingimusest Z-teljele

$$\sum Z = 0 : \quad N_7 - N_8 * \cos \beta_8 + N_4 * \cos \beta_4 = 0 \quad (10)$$

saame avaldisi (4) ja (9) kasutades

$$N_7 = \frac{M_5^o}{r_{4-6}} * \cos \beta_8 - \frac{M_5^o}{r_{2-4}} * \cos \beta_4 \quad (11)$$

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Sõlme 4 tasakaal (järg)

Võttes arvesse seosed $r_{4-6} = h_2 * \cos \alpha_8$ ja $r_{2-4} = h_2 * \cos \alpha_4$, saame

$$N_7 = \frac{M_5^o}{h_2} \left(\frac{\cos \beta_8}{\cos \alpha_8} - \frac{\cos \beta_4}{\cos \alpha_4} \right) \quad (12)$$

ehk

$$\begin{aligned} N_7 &= \frac{M_5^o}{h_2} (\tan \alpha_4 - \tan \alpha_8) = \\ &= C_2 * \frac{6}{3.6} \left(\frac{1.2}{3} - \frac{0.4}{3} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

siin $M_5^o = C_2 * 6$

Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



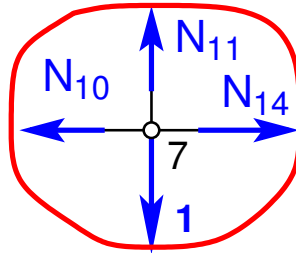
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Sõlme 7 tasakaal



Joonis 6. Sõlme 7 tasakaal

Varda 11 sisejõu leidmiseks lõikame sõlme 7 välja. Sõlme 7 tasakaalutingimusest Z-teljele

$$\sum Z = 0 : \quad -N_{11} + 1 = 0 \quad \text{ehk} \quad -N_{11} = 0 \quad (14)$$

saame

$$N_{11} = 1 \quad \text{ehk} \quad N_{11} = 0 \quad (15)$$

Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis

⏪

⏩

◀

▶

Tagasi

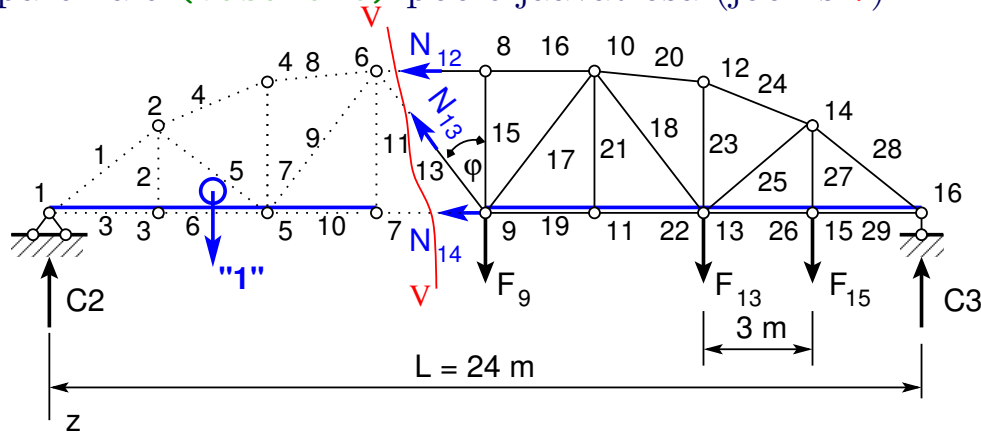
Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 13 mõjujoon

Lõikame neljandas paneelis (lõige V-V). läbi kolm varrast ja vaatame lõikest paremale (vasakule) poole jäävat osa (joonis 7)



Joonis 7. Varda 13 mõjujoon

$$\sum Z = 0 : \quad -N_{13} \cos(\varphi) - C_3 = 0 \quad (16)$$

$$N_{13} = -C_3 / \cos(\varphi) = -C_3 \frac{1}{0.8} \quad (17)$$

Arvutusjärgneb. Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



Tagasi

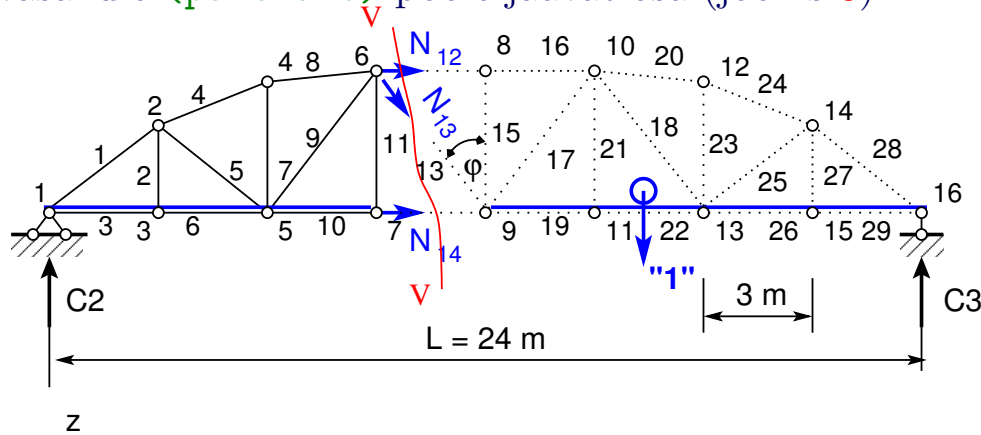
Edasi

Sulge

Lõpeta

Varda 13 mõjujoon (järg)

Lõikame neljandas paneelis (lõige V-V). läbi kolm varrast ja vaatame lõikest vasakule (paremale) poole jäävat osa (joonis 8)



Joonis 8. Varda 13 mõjujoon (järg)

$$\sum Z = 0 : \quad -N_{13} \cos(\varphi) + C_2 = 0 \quad (18)$$

$$N_{13} = C_2 / \cos(\varphi) = C_2 \frac{1}{0.8} \quad (19)$$

Mõjujoon on toodud joonisel 10.

Täis



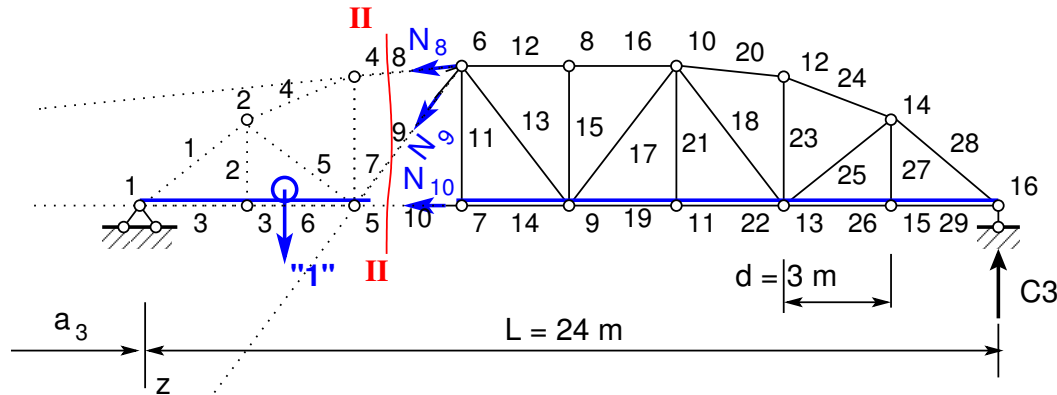
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Lõikega II-II eraldatud parempoolne osa



Joonis 9. Lõikega II-II eraldatud parempoolne osa

Lõikega II-II eraldatud vasakpoolne osa

Sõrestiku mõjujooned

Joonis on järgmisel **leheküljel**.

Täis

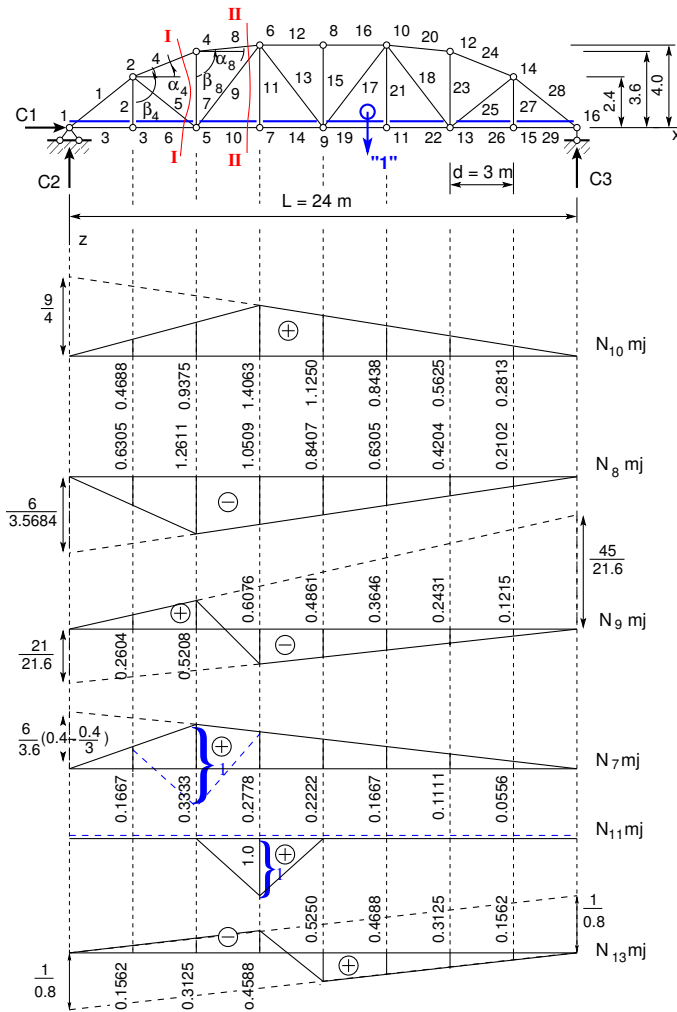


Tagasi

Edasi

Sulge

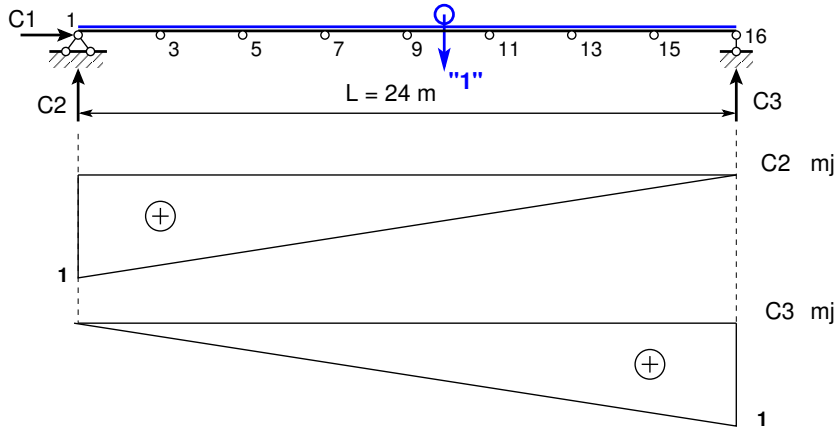
Lõpeta



Joonis 10. Sõrestiku mõjujooned

Lihtala mõjujooned

Joonisel 11 on sõrestikule vastava lihttala mõjujooned.



Joonis 11. Tala mõjujooned

Täis



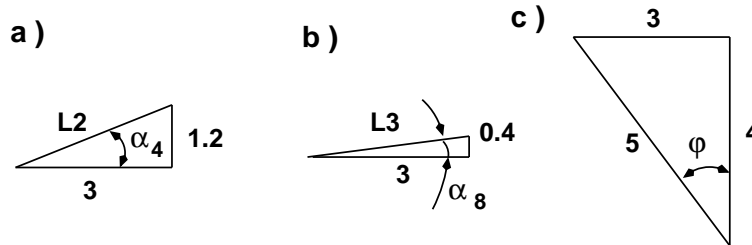
Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varraste siinused ja koosinused



Joonis 12. Varda siinus ja koosinus

```

octave-2.1.73:2> diary VarrasteSinCos.out
octave-2.1.73:2> diary on
octave-2.1.73:3> L3=sqrt(3^2+0.4^2)
L3 = 3.0265
octave-2.1.73:4> L2=sqrt(3^2+1.2^2)
L2 = 3.2311
octave-2.1.73:5> cosA8=3.0/L3
coaA8 = 0.99123
octave-2.1.73:6> sinA8=0.4/L3
sinA8 = 0.13216
octave-2.1.73:7> cosA4=3.0/L2
cosA4 = 0.92848
  
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Varraste siinused ja koosinused (järg)

```
octave-2.1.73:8> sinA4=1.2/L2  
sinA4 = 0.37139  
octave-2.1.73:9> sinFi=3.0/5.0  
sinFi = 0.60000  
octave-2.1.73:10> cosFi=4.0/5.0  
cosFi = 0.80000  
octave-2.1.73:11> diary off
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Arvutiprogrammiga saadud tulemused

```
%srstkN2
```

```
=====
```

```
Ühikjõud sõlmedes
```

```
JrNr  X-suunas  Z-suunas
```

```
-----
```

1	0	1
2	0	0
3	0	1
4	0	0
5	0	1
6	0	0
7	0	1
8	0	0
9	0	1
10	0	0
11	0	1
12	0	0
13	0	1
14	0	0
15	0	1
16	0	1

```
-----
```

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

=====

Mõjujooned N(i)-le sõlmedes. Viimased kolm on
toereaktsioonide mõjujooned

1	0.0000	-1.4007	-1.2006	-1.0005	-0.8004	-0.6003	-0.4002	-0.2001	0.0000
2	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	1.0938	0.9375	0.7813	0.6250	0.4688	0.3125	0.1563	0.0000
4	0.0000	-0.6731	-1.3463	-1.1219	-0.8975	-0.6731	-0.4488	-0.2244	0.0000
5	0.0000	-0.6003	0.4002	0.3335	0.2668	0.2001	0.1334	0.0667	0.0000
6	0.0000	1.0938	0.9375	0.7813	0.6250	0.4688	0.3125	0.1563	0.0000
7	0.0000	0.1667	0.3333	0.2778	0.2222	0.1667	0.1111	0.0556	0.0000
8	0.0000	-0.6305	-1.2611	-1.0509	-0.8407	-0.6305	-0.4204	-0.2102	0.0000
9	0.0000	0.2604	0.5208	-0.6076	-0.4861	-0.3646	-0.2431	-0.1215	0.0000
10	0.0000	0.4688	0.9375	1.4062	1.1250	0.8437	0.5625	0.2812	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	-0.3750	-0.7500	-1.1250	-1.5000	-1.1250	-0.7500	-0.3750	0.0000
13	0.0000	-0.1562	-0.3125	-0.4688	0.6250	0.4687	0.3125	0.1562	0.0000
14	0.0000	0.4688	0.9375	1.4062	1.1250	0.8437	0.5625	0.2812	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0000	-0.3750	-0.7500	-1.1250	-1.5000	-1.1250	-0.7500	-0.3750	0.0000
17	0.0000	0.1562	0.3125	0.4688	0.6250	-0.4687	-0.3125	-0.1562	0.0000
18	0.0000	-0.1215	-0.2431	-0.3646	-0.4861	-0.6076	0.5208	0.2604	0.0000
19	0.0000	0.2812	0.5625	0.8437	1.1250	1.4062	0.9375	0.4687	0.0000
20	0.0000	-0.2102	-0.4204	-0.6305	-0.8407	-1.0509	-1.2611	-0.6305	0.0000

Tabel järgneb

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta



21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	0.0000	0.2812	0.5625	0.8437	1.1250	1.4062	0.9375	0.4687	0.0000
23	0.0000	0.0556	0.1111	0.1667	0.2222	0.2778	0.3333	0.1667	0.0000
24	0.0000	-0.2244	-0.4488	-0.6731	-0.8975	-1.1219	-1.3463	-0.6731	0.0000
25	0.0000	0.0667	0.1334	0.2001	0.2668	0.3335	0.4002	-0.6003	0.0000
26	0.0000	0.1562	0.3125	0.4688	0.6250	0.7812	0.9375	1.0938	0.0000
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
28	0.0000	-0.2001	-0.4002	-0.6003	-0.8004	-1.0005	-1.2006	-1.4007	0.0000
29	0.0000	0.1562	0.3125	0.4688	0.6250	0.7812	0.9375	1.0938	0.0000
30	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
31	-1.0000	-0.8750	-0.7500	-0.6250	-0.5000	-0.3750	-0.2500	-0.1250	-0.0000
32	0.0000	-0.1250	-0.2500	-0.3750	-0.5000	-0.6250	-0.7500	-0.8750	-1.0000

=====

Mõjujoone x koordinaadid

0 3 6 9 12 15 18 21 24

%diary off

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta

Viited

1. Sõrestiku 2 arvutus:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/
node51.html#Mjooon](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/ehitmehI00/node51.html#Mjooon)

2. Sõrestiku 1 arvutamise programm:

[http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/
octaveProgrammid/srstkN2.m](http://staff.ttu.ee/~alahe/konspekt/myCD/octaveProgrammid/srstkN2.m)

Täis



Tagasi

Edasi

Sulge

Lõpeta