Võrgumeetodi järg.

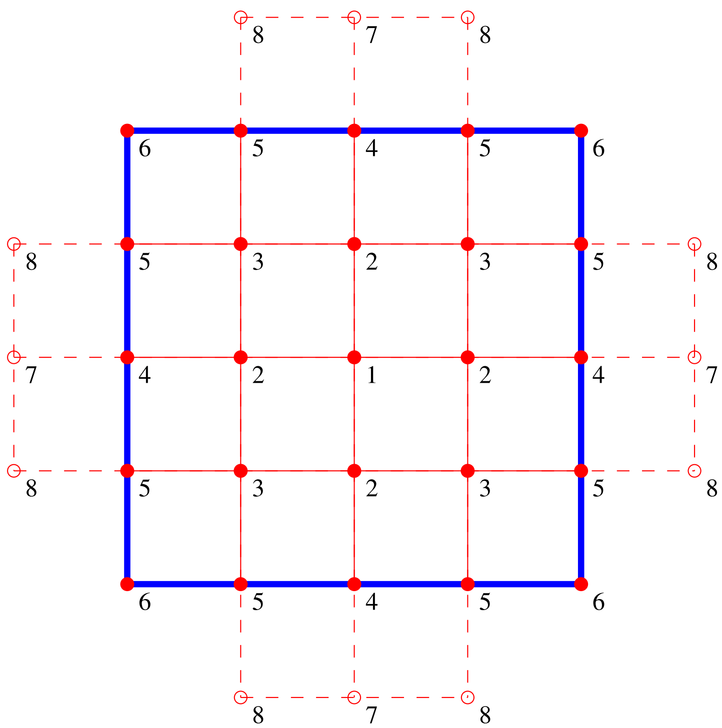
Näide. Ruutplaadile servapikkusega a mõjub ühtlaselt jaotunud koormus inensiivsusega p_o.

Leida plaadi plaadi keskpinna siirded avapunktides ja paindemomentide väärtused plaadi keskel ning servade keskpunktis kahel juhul: 1) kui kõik plaadi servad on jäigalt kinnitatud; 2) kui kõik plaadi servad on vabalt toetatud.

Katame plaadi pinna võrguga, mille samm $\Delta_x = \Delta_y = \Delta = a/4$ (joonis 6.1). Sümmeetria tõttu peame vaatlema vaid kolme sisepunkti ja kirjutama nende jaoks lahti biharmoonilise võrrandi, kasutades eeltoodud graafilist operaatorit B.

Kui rajatingimusi ei arvesta, on tulemuseks kolmest võrrandist koosnev kaheksa tundmatuga võrrandisüsteem

$$\begin{cases} 20W_1 - 32W_2 + 8W_3 + 4W_4 + 0W_5 + 0W_6 + 0W_7 + 0W_8 = p_o\Delta^4, \\ -8W_1 + 25W_2 - 16W_3 - 8W_4 + 6W_5 + 0W_6 + 1W_7 + 0W_8 = p_o\Delta^4, \\ 2W_1 - 16W_2 + 22W_3 + 4W_4 - 16W_5 + 2W_6 + 0W_7 + 2W_8 = p_o\Delta^4. \end{cases} \tag{6.77}$$



Joonis 6.1:

Mõlema rajatingimuse korral on siirded servapunktides nullid, st. $W_4 = W_5 = w_6 = 0$ ja tundmatute arv väheneb kolme võrra.

Jäiga kinnituse korral saame lisaks tingimused $W_7 = W_2$ ja $W_8 = W_3$ ning võrrandisüsteem (6.77) saab kuju

$$\begin{cases} 20W_1 - 32W_2 + 8W_3 = p_o\Delta^4, \\ -8W_1 + 26W_2 - 16W_3 = p_o\Delta^4, \\ 2W_1 - 16W_2 + 24W_3 = p_o\Delta^4. \end{cases} \tag{6.78}$$

Selle lahend on

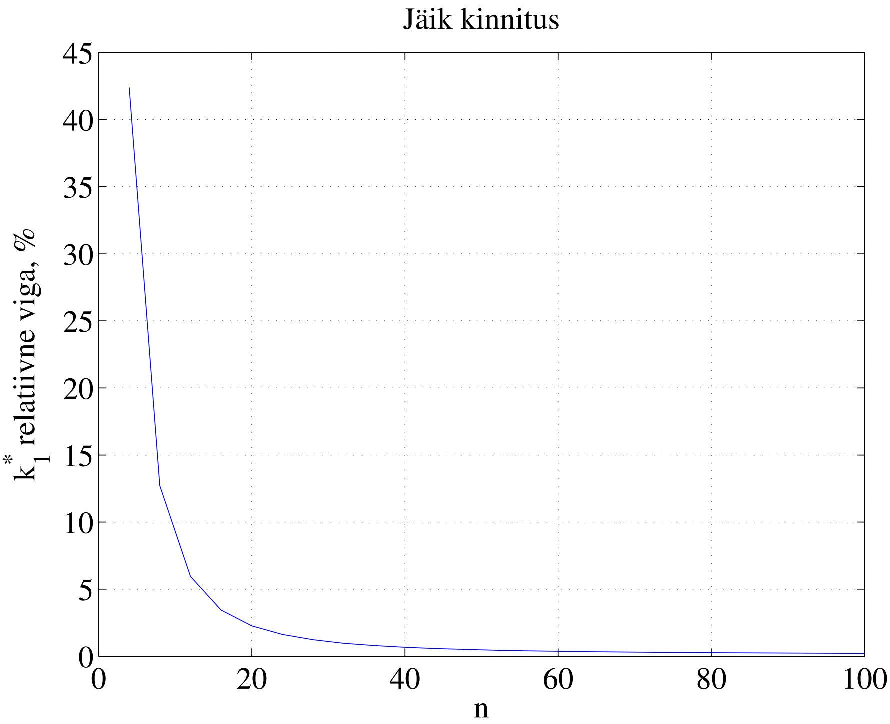
$$W_1 = 0,4607 p_o\Delta^4, \qquad W_2 = 0,3090 p_o\Delta^4, \qquad W_3 = 0,2093 p_o\Delta^4. \tag{6.79}$$

Paindemomendid ($\nu = 0.3$) ‡

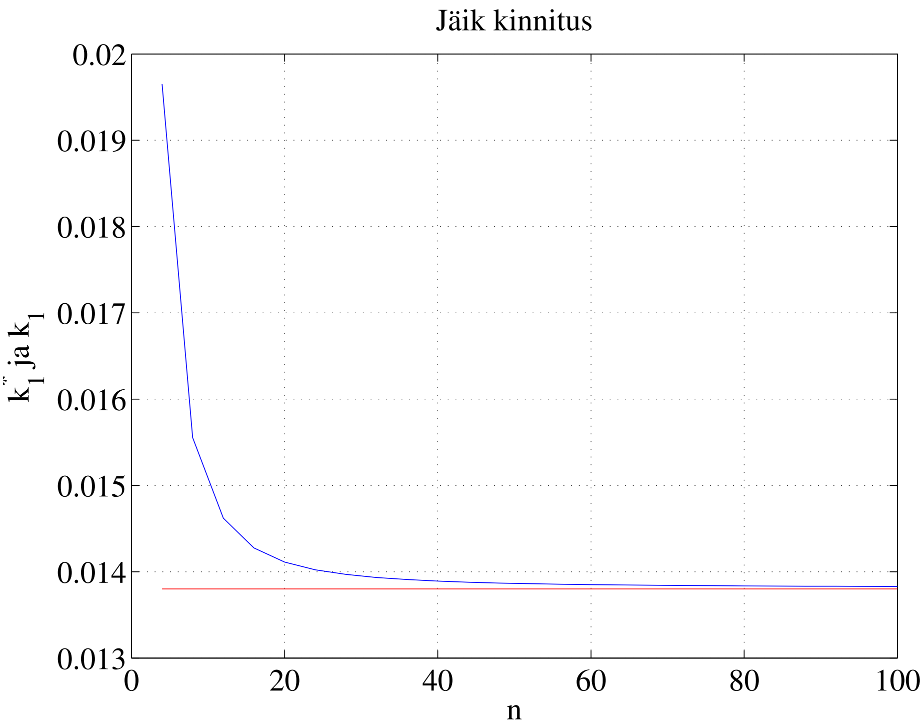
$$\begin{cases} M_1 = (2,6W_1 - 2W_2 - 0,6W_2)/\Delta^2 = 0,3944 p_o\Delta^2 = 0,0246 p_o a^2 \\ M_4 = -2W_2/\Delta^2 = -0,6180 p_o\Delta^2 = -0,0386 p_o a^2 \end{cases} \tag{6.80}$$

Et võrrelda saadud siirde W_1 väärtust tabelites antud konstandiga k_1 tuleb W_1 jagada suurusega $n^4/[12(1-\nu^2)]$. Tulemuseks on $k_1^* = 0.0197$, mis erineb

tabelist saadud väärtusest $k_1 = 0,0138$. Et saavutada suuremat kooskõla, tuleb suurendada võrgupunktide arvu. Näiteks $n = 12$ korral saame $k_1^* = 0.0146$ ja $n = 24$ korral saame $k_1^* = 0.0140$ (vt. joonist 6.2 kus on esitatud vastav relatiivne viga sõltuvana võrgupunktide arvust ja joonist 6.3 kus on esitatud k_1^* sõltuvana võrgupunktide arvust). Paindemomentide korral pole sellist ümberarvutamist vaja teha. Võrgupunktide arvule $n = 4$ vastavad $k_2^* = 0,0246$ ja $k_4^* = 0,0386$, tabelis $k_2 = 0,0231$ ja $k_4^* = 0,0,0513$. Väärtusele $n = 12$ vastavad $k_2^* = 0,0232$ ja $k_4^* = 0,0495$ ning $n = 24$ vastavad $k_2^* = 0,0230$ ja $k_4^* = 0,0509$.



Joonis 6.2:



Joonis 6.3:

Vaba toetuse korral saame lisaks rajatingimused $W_7 = -W_2$ ja $W_8 = -W_3$ ning võrrandisüsteem (6.77) saab kuju

$$\begin{cases} 20W_1 - 32W_2 + 8W_3 = p_o\Delta^4, \\ -8W_1 + 24W_2 - 16W_3 = p_o\Delta^4, \\ 2W_1 - 16W_2 + 20W_3 = p_o\Delta^4. \end{cases} \tag{6.81}$$

Selle lahend on

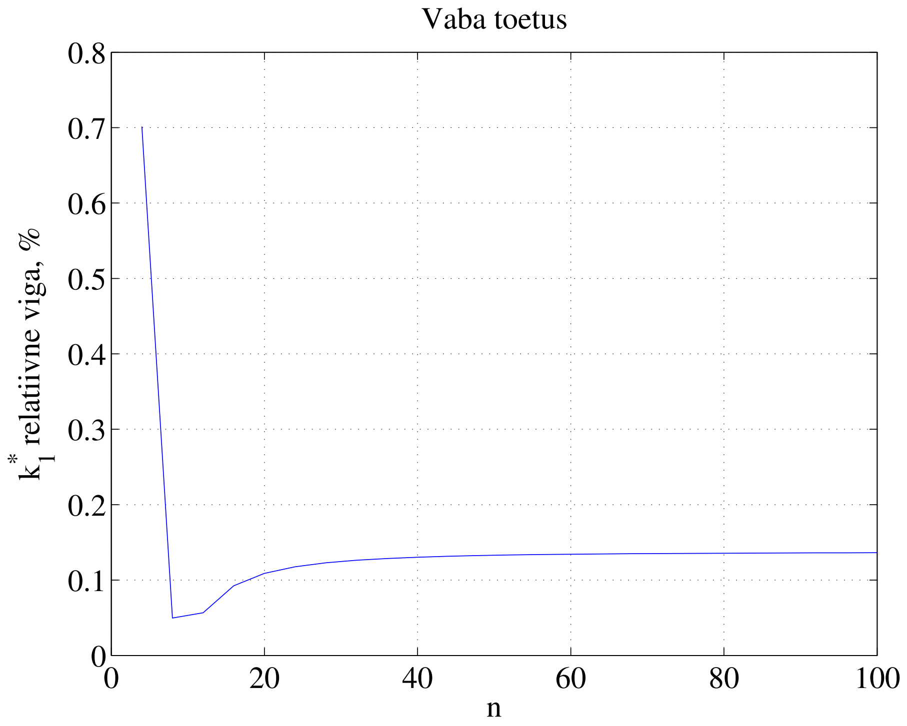
$$W_1 = 1,0313p_o\Delta^4, \qquad W_2 = 0,7500p_o\Delta^4, \qquad W_3 = 0,5469p_o\Delta^4. \tag{6.82}$$

Paindemomendid ($\nu = 0.3$)

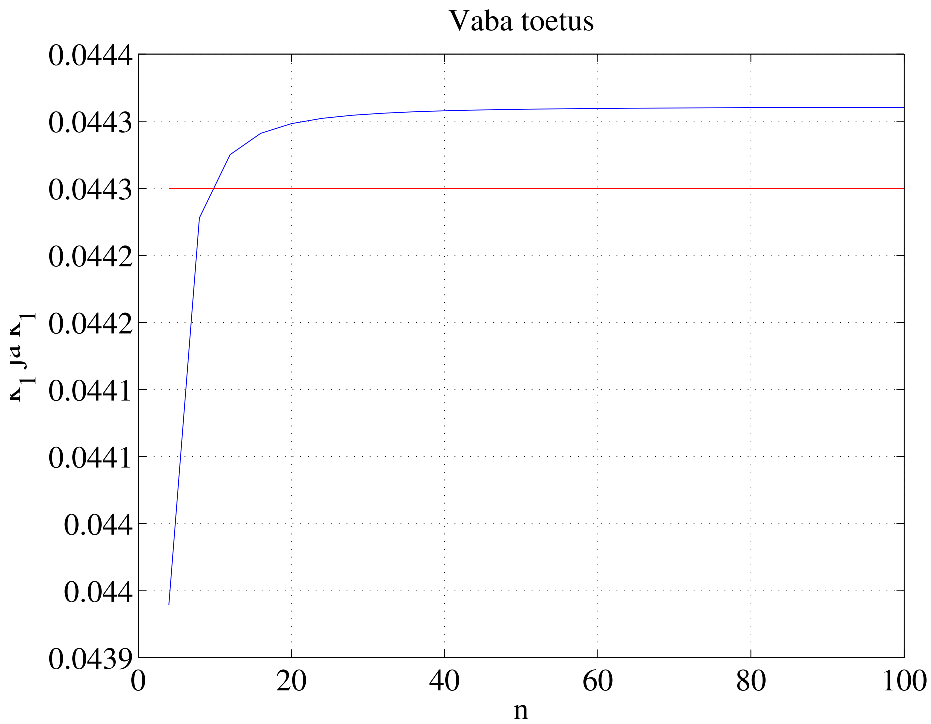
$$\begin{cases} M_1 = (2,6W_1 - 2W_2 - 0,6W_2)/\Delta^2 = 0,7312p_o\Delta^2 = 0,0457p_oa^2, \\ M_4 = -2W_2/\Delta^2 = 0. \end{cases} \tag{6.83}$$

Et võrrelda saadud siirde W_1 väärtust tabelites antud konstandiga k_1 tuleb W_1 jällegi jagada suurusega $n^4/[12(1-\nu^2)]$. Tulemuseks on $k_1^* = 0.0440$, mis erineb tabelist saadud väärtusest $k_1 = 0,0443$ tunduvalt vähem kui jäiga

kinnituse lahend (vt. joonist 6.4 kus on esitatud vastav relatiivne viga sõltuvana võrgupunktide arvust ja joonist 6.5 kus on esitatud k_1^* sõltuvana võrgupunktide arvust). Ka paindemomentide väärtused on antud juhul paremas kooskõlas tabelis antutega. Tabelis $k_2 = 0,0479$, ja $n = 4, 12, 24$ vastavad $k_2^* = 0,0457; 0,0476; 0,0478$.



Joonis 6.4:



Joonis 6.5: