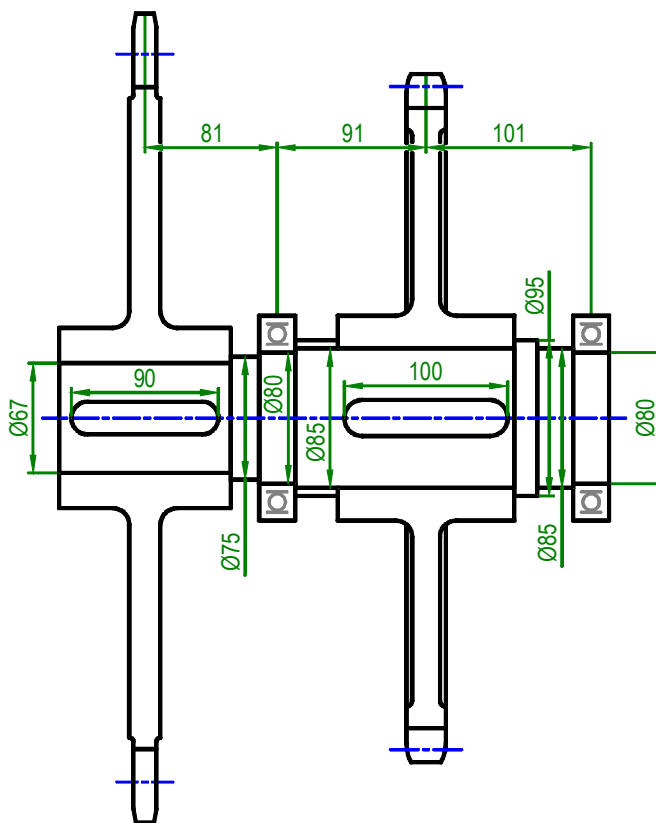


Pleištinių jungčių atsparumo patikrinimas

XX-ojo veleno mazgo, perduodančio 1340 Nm sukimo momentą, eskizas pateiktas 11.1 pav.



11.1 pav. Lėtaeigio veleno skaičiavimo schema

Darbo sąlygų koeficientas (jungtis nejudama, apkrova nereversinė, varančiosios mašinos apkrova yra pastovi, varomojo įrenginio apkrova kintama su smūgiais). Darbo sąlygų ir nuovargio koeficientai: $K_{AP} = 1,5$ ir $K_f = 0,9$. Darbo sąlygų koeficientas

$$K_S = \frac{K_{AP}}{K_f} = \frac{1,5}{0,9} = 1,67.$$

Leistinieji įtempimai. Pleiščių medžiaga – termiškai gerintas plienas C45 EN 10083, kurio $\sigma_{ut} = 640$ MPa. Plienas C45 yra silpnesnis už plieną 37Cr4 (žvaigždučių medžiaga), kurio $\sigma_{ut} = 880$ MPa. Todėl leistinieji glemžimo įtempimai:

$$\sigma_{gl adm} = \frac{\sigma_{ut}}{3 \dots 4} = \frac{640}{3 \dots 4} = 160 \dots 213 \text{ MPa, imame } \sigma_{gl adm} = 185 \text{ MPa.}$$

Pleiščių patikrinimas. Parenkame prizminius pleištus: $20 \times 12 \times 90$ – sujungti veleną su transporterio žvaigždute (kairiąja) ir $22 \times 14 \times 100$ – sujungti veleną su pavaros žvaigždute (dešiniąja).

Glemžimo įtempimai $20 \times 12 \times 80$ pleište:

$$l_d = l - b = 90 - 20 = 70 \text{ mm;}$$

$$\sigma_{gl} = \frac{2000 K_S T_3}{d_v (h - t_v - c) l_d z_n K_{ap}} = \frac{2000 \cdot 1,67 \cdot 1340}{67 \cdot (12 - 7,5 - 0,8) \cdot 70 \cdot 1 \cdot 1} = 257,9 \text{ MPa.}$$

Kadangi $\sigma_{gl} > \sigma_{gl adm}$ ($257,9 \text{ MPa} > 185 \text{ MPa}$), naudosime du $20 \times 12 \times 80$ pleištus:

$$\sigma_{gl} = \frac{2000 K_S T_3}{d_v (h - t_v - c) l_d z_n K_{ap}} = \frac{2000 \cdot 1,67 \cdot 1340}{67 \cdot (12 - 7,5 - 0,8) \cdot 70 \cdot 2 \cdot 0,75} = 171,9 \text{ MPa;}$$

$$\sigma_{gl} \leq \sigma_{gl adm} \rightarrow 171,9 \text{ MPa} \leq 185 \text{ MPa.}$$

Glemžimo įtempimai $22 \times 14 \times 100$ pleište:

$$l_d = l - b = 100 - 22 = 78 \text{ mm;}$$

$$\sigma_{gl} = \frac{2000 K_S T_3}{d_v (h - t_v - c) l_d z_n K_{ap}} = \frac{2000 \cdot 1,67 \cdot 1340}{85 \cdot (14 - 8,5 - 0,8) \cdot 78 \cdot 1 \cdot 1} = 160,0 \text{ MPa; } \sigma_{gl} \leq \sigma_{gl adm} \rightarrow 160,0 \text{ MPa} \leq 185 \text{ MPa.}$$

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
					1
Keit.	Dokum. Nr.	Data			

Atraminųjų reakcijų skaičiavimas

Jei skaičiuojant velenus naudojama programinė įranga, pavyzdžiui, „Mechanical Desktop“, tai būtina bent vieną veleną suskaičiuoti pagal medžiagų mechanikos disciplinoje aiškinamą metodiką (velenai paprastai laikomi dvitramėmis sijomis, apkrautomis erdvinių jėgų sistema).

XX-ojo veleno, perduodančio 1340 Nm sukimo momentą, skaičiavimo schema pateikta 11.2 pav. Pusiausvyros lygtys ir reakcijos horizontalioje plokštumoje:

$$\Sigma M_{\parallel H} = 0; \quad 101F_G - (101+91)R_{rIH} = 0;$$

$$\Sigma F_{yH} = 0; \quad R_{rIH} + R_{rIIH} - F_G = 0;$$

$$R_{rIH} = \frac{101F_G}{101+91} = \frac{101 \cdot 6140}{192} = 3230 \text{ N};$$

$$R_{rIIH} = F_G - R_{rIH} = 6140 - 3230 = 2910 \text{ N}.$$

Pusiausvyros lygtys ir reakcijos vertikalioje plokštumoje:

$$\Sigma M_{\parallel V} = 0; \quad (101+91+81)F - (101+91)R_{rIV} = 0;$$

$$\Sigma F_{yV} = 0 \quad R_{rIV} - F - R_{rIIV} = 0;$$

$$R_{rIV} = \frac{(101+91+81)F}{101+91} = \frac{273 \cdot 5000}{192} = 7110 \text{ N};$$

$$R_{rIIV} = R_{rIV} - F = 7110 - 5000 = 2110 \text{ N}.$$

Atstojamosios reakcijos:

$$R_{rI} = \sqrt{(R_{rIH})^2 + (R_{rIV})^2} = \sqrt{3230^2 + 7110^2} = 7810 \text{ N};$$

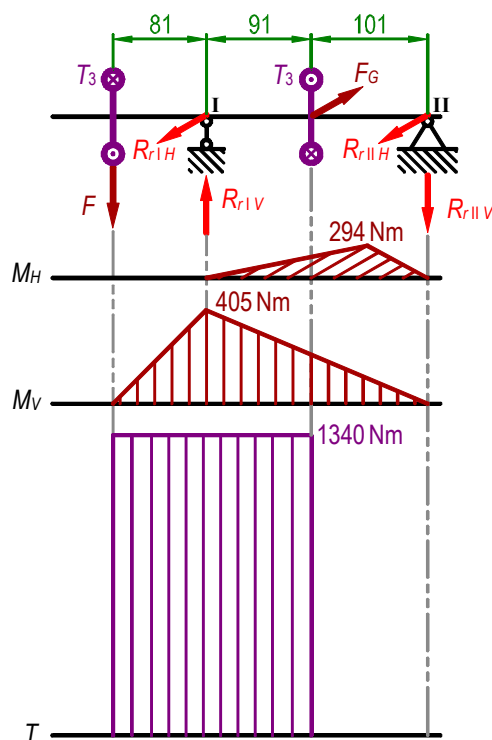
$$R_{rII} = \sqrt{(R_{rIIV})^2 + (R_{rIIV})^2} = \sqrt{2910^2 + 2110^2} = 3590 \text{ N}.$$

Didžiausias lenkimo momentas horizontalioje plokštumoje:

$$M_{H \max} = R_{rIIV} \cdot 101 = 2910 \cdot 101 = 294\,000 \text{ Nmm} = 294 \text{ Nm}.$$

Didžiausias lenkimo momentas vertikalioje plokštumoje:

$$M_{V \max} = F \cdot 81 = 5000 \cdot 81 = 405\,000 \text{ Nmm} = 405 \text{ Nm}.$$



11.2 pav. Lėtaeigio veleno skaičiavimo schema

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			2

Riedėjimo guolių darbingumo patikrinimas

Pavaros tarnavimo laikas $t_h = 23,7 \cdot 10^3$ h.

XX-ojo veleno (žr. 11.1 pav.) sukimosi dažnis $n = 14,1 \text{ min}^{-1}$, todėl jo guolius tikrinsime tik ilgaamžiškumui. Guolio 6016* charakteristikos (laikoma, kad guolio darbo aplinka yra normalaus švarumo):

Guolio žymėjimas	d , mm	D , mm	B , mm	r , mm	C , kN	C_0 , kN	P_u , kN	f_0
6016*	80	125	22	1,1	49,4	40	1,66	16

$$e = 0,28 \left(\frac{f_0 R_a}{C_0} \right)^{0,24} = 0,28 \left(\frac{16 \cdot 0}{40} \right)^{0,24} = 0.$$

Ekvivalentinės apkrovos guoliuose. Tikrinsime tik I atramos guolį, nes $R_{rI} > R_{rII}$.

$$\frac{R_a}{R_r} \leq e, \text{ nes } \frac{0}{R_r} = 0 \leq 0;$$

$$F_{ekv} = R_{rI} = 7810 \text{ N.}$$

Skaičiuotina ekvivalentinė apkrova (lengvas darbo režimas, elektromechaninės perdavos apkrovos pobūdis – kintama su smūgiais):

$$X_g = 0,50; \quad K_{A1} = 1,45; \quad K_{A2} = 1,3;$$

$$F_{ekv sk} = F_{ekv} X_g K_{A1} K_{A2} = 7810 \cdot 0,50 \cdot 1,45 \cdot 1,3 = 7361 \text{ N.}$$

Koeficiento a_{23} nustatymas. Rekomenduojamas guolių tepalo kinematinis klampumas:

$$d_m = 0,5 (d + D) = 0,5 (80 + 125) = 102,5 \text{ mm};$$

$$u'_{40} = 49000 n_3^{-0,863} d_m^{-0,513} = 49000 \cdot 14,1^{-0,863} \cdot 102,5^{-0,513} = 464,4 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

Numatoma naudoti uždarus guolius, todėl parenkame tepalą, kurio klampumo indeksas ≈ 95 , t.y. ISO VG 220:

$$v_{40} = 220 \text{ mm}^2/\text{s}; \quad v_{100} = 19,1 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

Imame, kad maksimali darbinė guolių tepalo temperatūra $T = 70^\circ\text{C}$. Darbinis tepalo klampumas:

$$q_v = \lg[\lg(v_{40} + 0,6)] + \frac{\lg[\lg(v_{100} + 0,6)] - \lg[\lg(v_{40} + 0,6)]}{0,076} \cdot [\lg(T + 273,16) - 2,496] =$$

$$= \lg[\lg(220 + 0,6)] + \frac{\lg[\lg(19,1 + 0,6)] - \lg[\lg(220 + 0,6)]}{0,076} \cdot [\lg(70 + 273,16) - 2,496] = 0,236;$$

$$v = 10^{10q_v} - 0,6 = 10^{10 \cdot 0,236} - 0,6 = 52,1 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

Santykinis klampumas

$$\kappa = \min\left(4; \frac{v}{u'_{40}}\right) = \min\left(4; \frac{52,1}{464,4}\right) = \min(4; 0,112) = 0,112.$$

Koeficientas a_{23} (guolio tepalas yra normalaus švarumo):

$$K_G = 1,2; \quad \eta_c = 0,7;$$

$$q_{23} = \frac{24,9 \kappa^{2,48}}{1 + 6,64 \kappa^{2,27}} \left(K_G \frac{\eta_c P_u}{F_{ekv sk}} \right)^{0,46 - 0,94 \exp(-15,5\kappa)} - 0,42 \exp(-6,9\kappa) - 0,85 =$$

$$= \frac{24,9 \cdot 0,112^{2,48}}{1 + 6,64 \cdot 0,112^{2,27}} \left(1,2 \frac{0,7 \cdot 1660}{7361} \right)^{0,46 - 0,94 \exp(-15,5 \cdot 0,112)} - 0,42 \exp(-6,9 \cdot 0,112) - 0,85 = -0,980;$$

$$a_{23} = \max(0,1; 10^{q_{23}}) = \max(0,1; 10^{-0,980}) = \max(0,1; 0,105) = 0,11.$$

Guolių resursas įvertinant eksploatacijos sąlygas, esant 10% guolio suirimo tikimybei:

$$a_1 = 1,0;$$

$$L_{hm} = a_1 a_{23} \frac{10^6}{60 n_3} \left(\frac{C}{P_A} \right)^3 = 1,0 \cdot 0,11 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 14,1} \cdot \left(\frac{49400}{7361} \right)^3 = 39,3 \cdot 10^3 \text{ h},$$

$39,3 \cdot 10^3 \text{ h} > 23,7 \cdot 10^3 \text{ h}$ – sąlyga tenkinama.

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			3

Patikrinamasis XX-ojo veleno patvarumo skaičiavimas

Veleno medžiagos (plieno C45) mechaninės ir ciklinės charakteristikos:

$$\sigma_{yt} = 325 \text{ MPa}; \quad \sigma_{ut} = 540 \text{ MPa}; \quad \sigma_{-1b} = 370 \text{ MPa}.$$

Iš 11.2 pav. matyti, kad pavojingieji veleno pjūviai yra ties:

- I guoliu;
- transporterio žvaigždute, nes čia ploniausia veleno vieta (nors veikia tik sukimo momentas, bet jis daugiau nei tris kartus didesnis už didžiausią lenkimo momentą).

Veleno patikrinamasis skaičiavimas ties I guoliu. Laikysime, kad pavojingas pjūvis yra ties kakliukų $\varnothing 75$ ir $\varnothing 80$ perėjimu (iš kairės kairiojo guolio pusės). Šiame pjūvyje numatomas kakliuko šurkštumas $Ra = 1.25 \mu\text{m}$. Pjūvyje veikia:

$$M_H = 0 \text{ Nm}; \quad M_V = 405 \text{ Nm}; \quad T = 1340 \text{ Nm}.$$

Mastelio faktoriaus koeficientas lenkiant

$$b_G = \min(1.00; 0.4 + 1.52 d_v^{-0.4}) = \min(1.00; 0.4 + 1.52 \cdot 75^{-0.4}) = \min(1.00; 0.67) = 0.67.$$

Paviršiaus kokybės įtakos koeficientas mechaniškai apdirbtam paviršiui:

$$b_0 = \min \left[1.00; 4.77 - 4 Ra^{0.02} + (1 - 0.78 Ra^{-0.08}) \exp \left(-\frac{1.3 \sigma_{ut}}{1000} \right) \right] = \\ = \min \left[1.00; 4.77 - 4 \cdot 1.25^{0.02} + (1 - 0.78 \cdot 1.25^{-0.08}) \exp \left(-\frac{1.3 \cdot 540}{1000} \right) \right] = 0.87.$$

Efektvinis įtempimų koncentracijos koeficientas (kakliukų $\varnothing 75$ ir $\varnothing 80$ perėjime, kai užapvalinimo spindulys 1 mm):

$$q = 0.45;$$

$$\beta_b = 1 + \frac{q}{\sqrt{\frac{1.24r}{D-d} + \frac{11.6r}{d} \left(1 + \frac{2r}{d}\right)^2 + \frac{1.6d}{D} \left(\frac{r}{D-d}\right)^3}} = 1 + \frac{0.45}{\sqrt{\frac{1.24 \cdot 1}{80-75} + \frac{11.6 \cdot 1}{75} \left(1 + \frac{2 \cdot 1}{75}\right)^2 + \frac{1.6 \cdot 75}{80} \left(\frac{1}{80-75}\right)^3}} = 1.69.$$

Ekvivalentiniai įtempimai (pavara nereversinė, sukimo įtempimai kinta pagal pulsuojančią ciklą):

$$W = \frac{\pi d_v^3}{32} = \frac{\pi \cdot 75^3}{32} = 41420 \text{ mm}^3;$$

$$\sigma_b = 1000 \frac{\sqrt{M_H^2 + M_V^2}}{W} = 1000 \frac{\sqrt{0^2 + 405^2}}{41420} = 9.78 \text{ MPa};$$

$$W_p = \frac{\pi d_v^3}{16} = \frac{\pi \cdot 75^3}{16} = 82830 \text{ mm}^3;$$

$$\tau_t = \frac{1000 T}{W_p} = \frac{1000 \cdot 1340}{82830} = 16.2 \text{ MPa};$$

$$\alpha_0 = 0.817;$$

$$\sigma_{ekv} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \tau_t)^2} = \sqrt{9.78^2 + 3(0.817 \cdot 16.2)^2} = 24.9 \text{ MPa}.$$

Veleno patvarumo atsarga:

$$s = \frac{\sigma_{-1b}}{\sigma_{ekv}} \cdot \frac{b_0 b_G}{\beta_b} = \frac{370}{24.9} \cdot \frac{0.87 \cdot 0.67}{1.69} = 5.13 \geq 2.5 - \text{sąlyga tenkinama.}$$

Statinio stiprumo patikrinimas. Leistinieji įtempimai

$$\sigma_{adm} = (0.75 \dots 0.8) \sigma_{yt} = (0.75 \dots 0.8) \cdot 325 = 244 \dots 260 \text{ MPa, imame } \sigma_{adm} = 250.$$

Didžiausi statiniai ekvivalentiniai įtempimai:

$$\sigma_{max} = \sigma_b = 9.78 \text{ MPa};$$

$$\tau_{max} = \tau_t = 16.2 \text{ MPa};$$

$$\sigma_{S_{ekv}} = K_{per} \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \tau_{max}^2} = 1.5 \sqrt{9.78^2 + 3 \cdot 16.2^2} = 44.6 \text{ MPa};$$

$$44.6 \text{ MPa} \leq 250 \text{ MPa} - \text{sąlyga tenkinama.}$$

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			4

Veleno patikrinamasis skaičiavimas ties transporterio žvaigždute. Laikysime, kad pavojingas pjūvis yra ties transporterio žvaigždutės viduriu. Šiame pjūvyje numatomas kakliuko šiurkštumas $Ra\ 2.5\ \mu\text{m}$. Pjūvyje veikia:

$$M_H = 0\ \text{Nm}; \quad M_V = 0\ \text{Nm}; \quad T = 1340\ \text{Nm}.$$

Mastelio faktoriaus koeficientas lenkiant

$$b_G = \min(1.00; 0.4 + 1.52 d_v^{-0.4}) = \min(1.00; 0.4 + 1.52 \cdot 67^{-0.4}) = \min(1.00; 0.67) = 0.68.$$

Paviršiaus kokybės įtakos koeficientas mechaniškai apdirbtam paviršiui:

$$b_0 = \min\left[1.00; 4.77 - 4 Ra^{0.02} + (1 - 0.78 Ra^{-0.08}) \exp\left(-\frac{1.3 \sigma_{ut}}{1000}\right)\right] =$$

$$= \min\left[1.00; 4.77 - 4 \cdot 2.5^{0.02} + (1 - 0.78 \cdot 2.5^{-0.08}) \exp\left(-\frac{1.3 \cdot 540}{1000}\right)\right] = 0.83.$$

Efektyvinis įtempimų koncentracijos koeficientas (prizminio pleišto griovelis):

$$\beta_b = 1 + 0.00125 \sigma_{ut} = 1 + 0.00125 \cdot 540 = 1.68.$$

Ekvivalentiniai įtempimai (pavara nereversinė, sukimo įtempimai kinta pagal pulsuojančią ciklą):

$$\sigma_b = 0\ \text{MPa}, \text{ nes šiame pjūvyje neveikia lenkimo momentai};$$

$$W_\rho = \frac{\pi d_v^3}{16} - \frac{b t_v (d_v - t_v)^2}{2 d_v} = \frac{\pi \cdot 67^3}{16} - \frac{12 \cdot 7.5 (67 - 7.5)^2}{2 \cdot 67} = 56680\ \text{mm}^3;$$

$$\tau_t = \frac{1000 T}{W_\rho} = \frac{1000 \cdot 1340}{56680} = 23.6\ \text{MPa};$$

$$\sigma_{ekv} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\alpha_0 \tau_t)^2} = \sqrt{0^2 + 3(0.817 \cdot 23.6)^2} = 33.4\ \text{MPa}.$$

Veleno patvarumo atsarga:

$$s = \frac{\sigma_{-1b}}{\sigma_{ekv}} \cdot \frac{b_0 b_G}{\beta_b} = \frac{370}{33.4} \cdot \frac{0.83 \cdot 0.68}{1.68} = 3.72 \geq 2.5 - \text{sąlyga tenkinama}.$$

Statinio stiprumo patikrinimas. Leistinieji įtempimai $\sigma_{adm} = 240$.

Didžiausi statiniai ekvivalentiniai įtempimai:

$$\sigma_{max} = \sigma_b = 0\ \text{MPa};$$

$$\tau_{max} = \tau_t = 33.4\ \text{MPa};$$

$$\sigma_{S_{ekv}} = K_{per} \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \tau_{max}^2} = 1.5 \sqrt{0^2 + 3 \cdot 33.4^2} = 86.8\ \text{MPa};$$

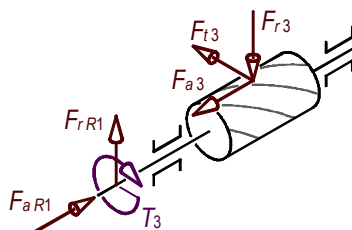
$$86.8\ \text{MPa} \leq 250\ \text{MPa} - \text{sąlyga tenkinama}.$$

Slieko veleno standumo patikrinimas

Slieko veleną veikiančios apkrovos pateiktos 13.1 pav. Skaičiuojant įlinkius laikoma, kad skersinė jėga F_{rR1} gali veikti tiek horizontalioje, tiek vertikalioje plokštumose (dėl veleno sukimosi).

Leistinis veleno įlinkis ties slieko viduriu:

$$y_{adm} = 0,005 m_x = 0,005 \cdot 3 = 0,015\ \text{mm}.$$

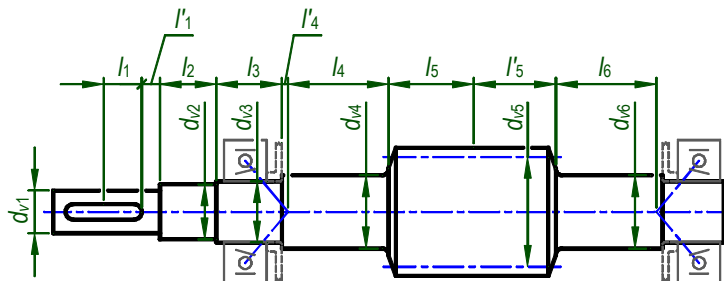


13.1 pav.

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			5

Slieko veleno geometrija pateikta 13.2 pav. Atlikus velenų projektinį skaičiavimą, apmatinį komponavimą ir patikrinamąjį skaičiavimą gauta:

$d_{v1} = 14 \text{ mm};$ $l_1 = 12,5 \text{ mm};$ $l'_1 = 6 \text{ mm};$ kakliuko $\varnothing 14$ pleištinio griovelio matmenys: $b = 5 \text{ mm}$ ir $t_v = 3 \text{ mm};$
 $d_{v2} = 18 \text{ mm};$ $l_2 = 18,5 \text{ mm};$
 $d_{v3} = 20 \text{ mm};$ $l_3 = 21,5 \text{ mm};$
 $d_{v4} = 24 \text{ mm};$ $l_4 = 33 \text{ mm};$ $l'_4 = 2 \text{ mm};$
 $d_{v5} = d_{w3} = 36 \text{ mm};$ $l_5 = 27,5 \text{ mm};$ $l'_5 = 27,5 \text{ mm};$
 $d_{v6} = 24 \text{ mm};$ $l_6 = 33 \text{ mm}.$



13.2 pav.

Slieko veleno įlinkiai nuo F_{r3} ir M_{a3} apkrovų. Skaičiavimo schema pateikta 13.3 pav. Lenkimo momentas nuo ašinės jėgos F_{a3} :

$$M_{a3} = \frac{F_{a3} d_{w3}}{2} = \frac{2847 \cdot 36,0}{2} = 51250 \text{ Nmm}.$$

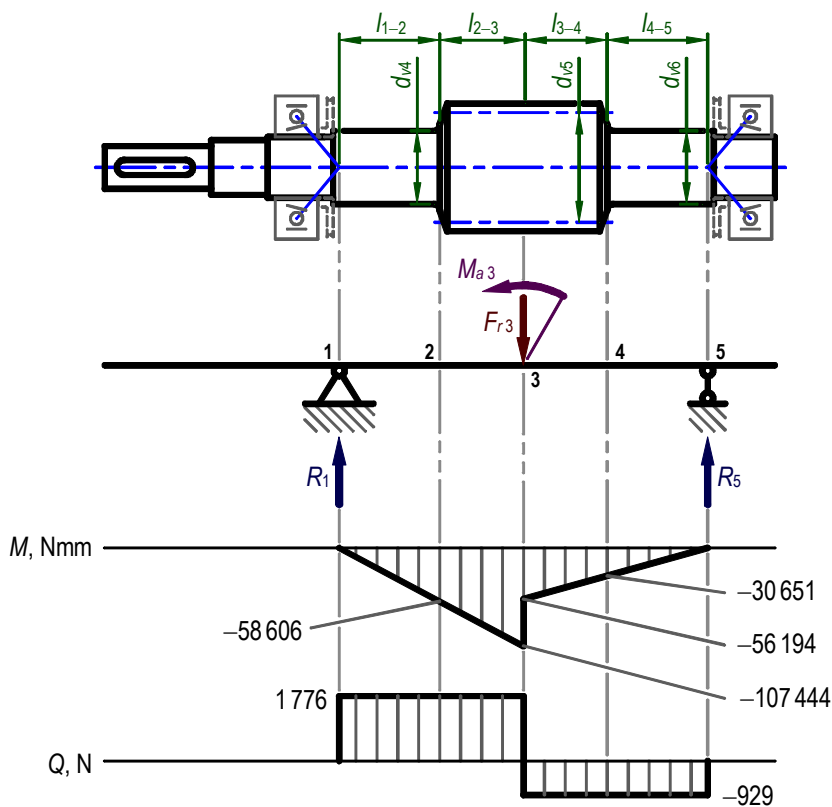
Ilgų, nurodytų skaičiavimo schemoje (13.3 pav.), ir ašinių inercijos momentų vertės:

$$l_{1-2} = l_4 = 33 \text{ mm}; \quad I_{1-2} = \frac{\pi d_{v4}^4}{64} = \frac{\pi 24^4}{64} = 16286 \text{ mm}^4;$$

$$l_{2-3} = l_5 = 27,5 \text{ mm}; \quad I_{2-3} = \frac{\pi d_{v5}^4}{64} = \frac{\pi 36^4}{64} = 82448 \text{ mm}^4;$$

$$l_{3-4} = l'_5 = 27,5 \text{ mm}; \quad I_{3-4} = I_{2-3} = 82448 \text{ mm}^4;$$

$$l_{4-5} = l_6 = 33 \text{ mm}; \quad I_{4-5} = I_{1-2} = 16286 \text{ mm}^4.$$



13.3 pav.

Reakcijos:

$$R_1 = \frac{F_{r3}(l_{3-4} + l_{4-5}) + M_{a3}}{l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5}} = \frac{2705 \cdot (27,5 + 33) + 51250}{33 + 27,5 + 27,5 + 33} = 1776 \text{ N};$$

$$R_5 = F_{r3} - R_1 = 2705 - 1776 = 929 \text{ N}.$$

Koeficientai C_{ij} ir D_{ij} :

$$C_{1-2} = \frac{M_1 l_{1-2}^2}{2EI_{1-2}} - \frac{Q_1 l_{1-2}^3}{6EI_{1-2}} = \frac{0 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{1776 \cdot 33^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,003266;$$

$$D_{1-2} = \frac{M_1 l_{1-2}}{EI_{1-2}} - \frac{Q_1 l_{1-2}^2}{2EI_{1-2}} = \frac{0 \cdot 33}{2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{1776 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,000297;$$

$$C_{2-3} = \frac{M_2 l_{2-3}^2}{2EI_{2-3}} - \frac{Q_2 l_{2-3}^3}{6EI_{2-3}} = \frac{-58606 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{1776 \cdot 27,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,001717;$$

$$D_{2-3} = \frac{M_2 l_{2-3}}{EI_{2-3}} - \frac{Q_2 l_{2-3}^2}{2EI_{2-3}} = \frac{-58606 \cdot 27,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{1776 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,000138;$$

$$C_{3-4} = \frac{M_3 l_{3-4}^2}{2EI_{3-4}} - \frac{Q_3 l_{3-4}^3}{6EI_{3-4}} = \frac{-56194 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-929 \cdot 27,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,001093;$$

$$D_{3-4} = \frac{M_3 l_{3-4}}{EI_{3-4}} - \frac{Q_3 l_{3-4}^2}{2EI_{3-4}} = \frac{-56194 \cdot 27,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-929 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,0000724;$$

$$C_{4-5} = \frac{M_4 l_{4-5}^2}{2EI_{4-5}} - \frac{Q_4 l_{4-5}^3}{6EI_{4-5}} = \frac{-30651 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-929 \cdot 33^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,003416;$$

$$D_{4-5} = \frac{M_4 l_{4-5}}{EI_{4-5}} - \frac{Q_4 l_{4-5}^2}{2EI_{4-5}} = \frac{-30651 \cdot 33}{2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-929 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,000155.$$

Gavome lygčių sistemą

$$\begin{bmatrix} 1 & l_{1-2} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_{2-3} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & l_{3-4} & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & l_{4-5} & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ \theta_1 \\ y_2 \\ \theta_2 \\ y_3 \\ \theta_3 \\ y_4 \\ \theta_4 \\ y_5 \\ \theta_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} C_{1-2} \\ D_{1-2} \\ C_{2-3} \\ D_{2-3} \\ C_{3-4} \\ D_{3-4} \\ C_{4-5} \\ D_{4-5} \end{Bmatrix}$$

Kadangi $y_1 = y_5 = 0$ (atramų vietos), tai iš $[L]$ matricos išbrauksime 1-ą ir 9-ą stulpelius, o iš $\{y\}$ vektoriaus – 1-ą ir 9-ą eilutes. Įstatę skaitines vertes turėsime tokią lygčių sistemą:

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
					7
Keit.	Dokum. Nr.	Data			

$$\begin{bmatrix} 33 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 33 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ y_2 \\ \theta_2 \\ y_3 \\ \theta_3 \\ y_4 \\ \theta_4 \\ \theta_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,003266 \\ -0,000297 \\ -0,001717 \\ -0,000138 \\ -0,001093 \\ -0,000072 \\ -0,003416 \\ -0,000155 \end{Bmatrix}$$

Išsprendę šią lygčių sistemą gauname:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0 \text{ mm}; & \theta_1 &= -0,000383 \text{ rad}; \\ y_2 &= -0,009385 \text{ mm}; & \theta_2 &= -0,000086 \text{ rad}; \\ y_3 &= -0,010045 \text{ mm}; & \theta_3 &= 0,000052 \text{ rad}; \\ y_4 &= -0,007522 \text{ mm}; & \theta_4 &= 0,000124 \text{ rad}; \\ y_5 &= 0 \text{ mm}; & \theta_5 &= 0,000280 \text{ rad}. \end{aligned}$$

Veleno įlinkis ties slieko viduriu nuo F_{r3} ir M_{a3} apkrovų:

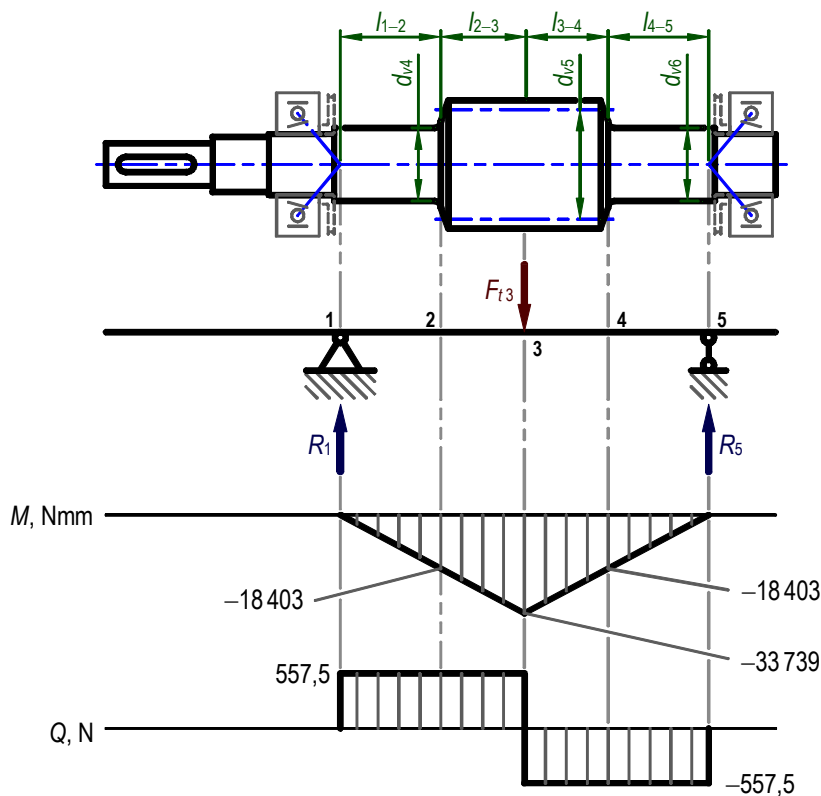
$$y_{F_{r3}+M_{a3}} = y_3 = -0,010045 \text{ mm}.$$

Slieko veleno įlinkiai nuo F_{r3} . Skaičiavimo schema pateikta 13.4 pav. Ilgių, nurodytų skaičiavimo schemoje (13.4 pav.), ir ašinių inercijos momentų vertės yra tokios pat kaip ir skaičiuojant įlinkį nuo F_{r3} ir M_{a3} apkrovų.

Reakcijos:

$$R_1 = \frac{F_{t3} (l_{3-4} + l_{4-5})}{l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5}} = \frac{1115 \cdot (27,5 + 33)}{33 + 27,5 + 27,5 + 33} = 557,5 \text{ N};$$

$$R_5 = F_{t3} - R_1 = 1115 - 557,5 = 557,5 \text{ N}.$$



13.4 pav.

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
					8
Keit.	Dokum. Nr.	Data			

Koeficientai C_{ij} ir D_{ij} :

$$C_{1-2} = \frac{M_1 l_{1-2}^2}{2 E I_{1-2}} - \frac{Q_1 l_{1-2}^3}{6 E I_{1-2}} = \frac{0 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{557,5 \cdot 33^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,001025;$$

$$D_{1-2} = \frac{M_1 l_{1-2}}{E I_{1-2}} - \frac{Q_1 l_{1-2}^2}{2 E I_{1-2}} = \frac{0 \cdot 33}{2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{55,7 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,0000932;$$

$$C_{2-3} = \frac{M_2 l_{2-3}^2}{2 E I_{2-3}} - \frac{Q_2 l_{2-3}^3}{6 E I_{2-3}} = \frac{-18403 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{557,5 \cdot 27,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,000539;$$

$$D_{2-3} = \frac{M_2 l_{2-3}}{E I_{2-3}} - \frac{Q_2 l_{2-3}^2}{2 E I_{2-3}} = \frac{-18403 \cdot 27,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{557,5 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,0000434;$$

$$C_{3-4} = \frac{M_3 l_{3-4}^2}{2 E I_{3-4}} - \frac{Q_3 l_{3-4}^3}{6 E I_{3-4}} = \frac{-33739 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-557,5 \cdot 27,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,000656;$$

$$D_{3-4} = \frac{M_3 l_{3-4}}{E I_{3-4}} - \frac{Q_3 l_{3-4}^2}{2 E I_{3-4}} = \frac{-33739 \cdot 27,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-557,5 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,0000434;$$

$$C_{4-5} = \frac{M_4 l_{4-5}^2}{2 E I_{4-5}} - \frac{Q_4 l_{4-5}^3}{6 E I_{4-5}} = \frac{-18403 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-557,5 \cdot 33^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,002051;$$

$$D_{4-5} = \frac{M_4 l_{4-5}}{E I_{4-5}} - \frac{Q_4 l_{4-5}^2}{2 E I_{4-5}} = \frac{-18403 \cdot 33}{2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-557,5 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,0000932.$$

Iš $[L]$ matricos išbraukę 1-ą ir 9-ą stulpelius, o iš $\{y\}$ vektoriaus – 1-ą ir 9-ą eilutes, bei įstatę skaitines vertes turėsime tokią lygčių sistemą:

$$\begin{bmatrix} 33 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 33 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \theta_1 \\ y_2 \\ \theta_2 \\ y_3 \\ \theta_3 \\ y_4 \\ \theta_4 \\ \theta_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,001025 \\ -0,000093 \\ -0,000539 \\ -0,000043 \\ -0,000656 \\ -0,000043 \\ -0,002051 \\ -0,000093 \end{Bmatrix}.$$

Išsprendę šią lygčių sistemą gauname:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0 \text{ mm}; & \theta_1 &= -0,000137 \text{ rad}; \\ y_2 &= -0,003486 \text{ mm}; & \theta_2 &= -0,000043 \text{ rad}; \\ y_3 &= -0,004142 \text{ mm}; & \theta_3 &= 0,000000 \text{ rad}; \\ y_4 &= -0,003486 \text{ mm}; & \theta_4 &= 0,000043 \text{ rad}; \\ y_5 &= 0 \text{ mm}; & \theta_5 &= 0,000137 \text{ rad}. \end{aligned}$$

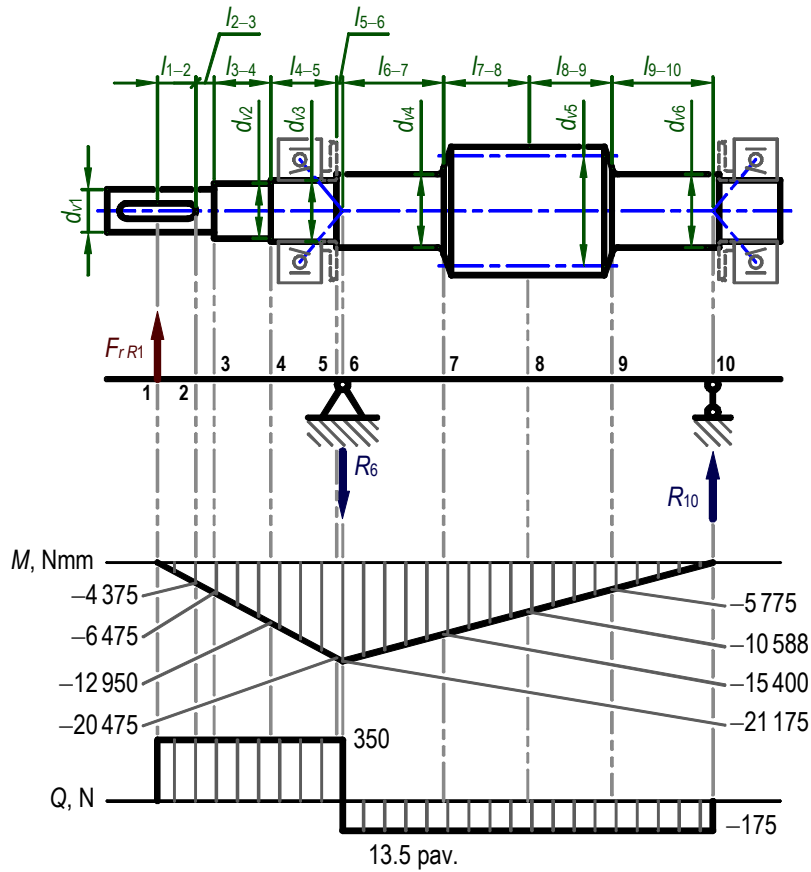
Veleno įlinkis ties slieko viduriu nuo F_{13} :

$$y_{F_{13}} = y_3 = -0,004142 \text{ mm}.$$

Slieko veleno įlinkiai nuo F_{R1} . Skaičiavimo schema pateikta 13.5 pav.

Ilgųjų, nurodytų skaičiavimo schemoje (13.5 pav.), ir ašinių inercijos momentų vertės:

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
					9
Keit.	Dokum. Nr.	Data			



$$l_{1-2} = l_1 = 12,5 \text{ mm}; \quad I_{1-2} = \frac{\pi d_{v1}^4}{64} - \frac{bt_v^3}{12} - \frac{bt_v(d_{v1} - t_v)^2}{4} =$$

$$= \frac{\pi 14^4}{64} - \frac{5 \cdot 3^3}{12} - \frac{5 \cdot 3 \cdot (14 - 3)^2}{4} = 1421 \text{ mm}^4;$$

$$l_{2-3} = l'_1 = 6 \text{ mm}; \quad I_{2-3} = \frac{\pi d_{v1}^4}{64} = \frac{\pi 14^4}{64} = 1886 \text{ mm}^4;$$

$$l_{3-4} = l_2 = 18,5 \text{ mm}; \quad I_{3-4} = \frac{\pi d_{v2}^4}{64} = \frac{\pi 18^4}{64} = 5153 \text{ mm}^4;$$

$$l_{4-5} = l_3 = 21,5 \text{ mm}; \quad I_{4-5} = \frac{\pi d_{v3}^4}{64} = \frac{\pi 20^4}{64} = 7854 \text{ mm}^4;$$

$$l_{5-6} = l'_4 = 2 \text{ mm}; \quad I_{5-6} = \frac{\pi d_{v4}^4}{64} = \frac{\pi 24^4}{64} = 16286 \text{ mm}^4;$$

$$l_{6-7} = l_4 = 33 \text{ mm}; \quad I_{6-7} = I_{5-6} = 16286 \text{ mm}^4;$$

$$l_{7-8} = l_5 = 27,5 \text{ mm}; \quad I_{7-8} = \frac{\pi d_{v5}^4}{64} = \frac{\pi 36^4}{64} = 82448 \text{ mm}^4;$$

$$l_{8-9} = l'_5 = 27,5 \text{ mm}; \quad I_{8-9} = I_{7-8} = 82448 \text{ mm}^4;$$

$$l_{9-10} = l_6 = 33 \text{ mm}; \quad I_{9-10} = I_{5-6} = 16286 \text{ mm}^4.$$

Reakcijos:

$$R_6 = \frac{F_{rR1}(l_{1-2} + l_{2-3} + l_{3-4} + l_{4-5} + l_{5-6} + l_{6-7} + l_{7-8} + l_{8-9} + l_{9-10})}{l_{6-7} + l_{7-8} + l_{8-9} + l_{9-10}} = \frac{350 \cdot (12,5 + 6 + 18,5 + 21,5 + 2 + 33 + 27,5 + 27,5 + 33)}{33 + 27,5 + 27,5 + 33} = 525,0 \text{ N};$$

$$R_{10} = R_6 - F_{rR1} = 525 - 350 = 175,0 \text{ N}.$$

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			

Koeficientai C_{ij} ir D_{ij} :

$$C_{1-2} = \frac{M_1 I_{1-2}^2}{2 E I_{1-2}} - \frac{Q_1 I_{1-2}^3}{6 E I_{1-2}} = \frac{0 \cdot 12,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1421} - \frac{350 \cdot 12,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1421} = -0,000401;$$

$$D_{1-2} = \frac{M_1 I_{1-2}}{E I_{1-2}} - \frac{Q_1 I_{1-2}^2}{2 E I_{1-2}} = \frac{0 \cdot 12,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 1421} - \frac{350 \cdot 12,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1421} = -0,0000962;$$

$$C_{2-3} = \frac{M_2 I_{2-3}^2}{2 E I_{2-3}} - \frac{Q_2 I_{2-3}^3}{6 E I_{2-3}} = \frac{-4 \cdot 375 \cdot 6^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1886} - \frac{350 \cdot 6^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1886} = -0,000242;$$

$$D_{2-3} = \frac{M_2 I_{2-3}}{E I_{2-3}} - \frac{Q_2 I_{2-3}^2}{2 E I_{2-3}} = \frac{-4 \cdot 375 \cdot 6}{2 \cdot 10^5 \cdot 1886} - \frac{350 \cdot 6^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1886} = -0,0000863;$$

$$C_{3-4} = \frac{M_3 I_{3-4}^2}{2 E I_{3-4}} - \frac{Q_3 I_{3-4}^3}{6 E I_{3-4}} = \frac{-6475 \cdot 18,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 5153} - \frac{350 \cdot 18,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 5153} = -0,000504;$$

$$D_{3-4} = \frac{M_3 I_{3-4}}{E I_{3-4}} - \frac{Q_3 I_{3-4}^2}{2 E I_{3-4}} = \frac{-6475 \cdot 18,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 5153} - \frac{350 \cdot 18,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 5153} = -0,0000236;$$

$$C_{8-9} = \frac{M_8 I_{8-9}^2}{2 E I_{8-9}} - \frac{Q_8 I_{8-9}^3}{6 E I_{8-9}} = \frac{-10588 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-175 \cdot 27,5^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,000206;$$

$$D_{8-9} = \frac{M_8 I_{8-9}}{E I_{8-9}} - \frac{Q_8 I_{8-9}^2}{2 E I_{8-9}} = \frac{-10588 \cdot 27,5}{2 \cdot 10^5 \cdot 82448} - \frac{-175 \cdot 27,5^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 82448} = -0,0000136;$$

$$C_{9-10} = \frac{M_9 I_{9-10}^2}{2 E I_{9-10}} - \frac{Q_9 I_{9-10}^3}{6 E I_{9-10}} = \frac{-5775 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-175 \cdot 33^3}{6 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,000644;$$

$$D_{9-10} = \frac{M_9 I_{9-10}}{E I_{9-10}} - \frac{Q_9 I_{9-10}^2}{2 E I_{9-10}} = \frac{-5775 \cdot 33}{2 \cdot 10^5 \cdot 16286} - \frac{-175 \cdot 33^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 16286} = -0,0000293.$$

Gavome lygčių sistemą:

$$\begin{bmatrix}
 1 & I_{1-2} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & I_{2-3} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{3-4} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{4-5} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{5-6} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{6-7} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{7-8} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{8-9} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & I_{9-10} & -1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1
 \end{bmatrix}
 \begin{pmatrix}
 y_1 \\
 \theta_1 \\
 y_2 \\
 \theta_2 \\
 y_3 \\
 \theta_3 \\
 y_4 \\
 \theta_4 \\
 y_5 \\
 \theta_5 \\
 y_6 \\
 \theta_6 \\
 y_7 \\
 \theta_7 \\
 y_8 \\
 \theta_8 \\
 y_9 \\
 \theta_9 \\
 y_{10} \\
 \theta_{10}
 \end{pmatrix}
 =
 \begin{pmatrix}
 C_{1-2} \\
 D_{1-2} \\
 C_{2-3} \\
 D_{2-3} \\
 C_{3-4} \\
 D_{3-4} \\
 C_{4-5} \\
 D_{4-5} \\
 C_{5-6} \\
 D_{5-6} \\
 C_{6-7} \\
 D_{6-7} \\
 C_{7-8} \\
 D_{7-8} \\
 C_{8-9} \\
 D_{8-9} \\
 C_{9-10} \\
 D_{9-10}
 \end{pmatrix}$$

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			11

Kadangi $y_6 = y_{10} = 0$ (atramų vietos), tai iš $[L]$ matricos išbrauksime 11-ą ir 19-ą stulpelius, o iš $\{y\}$ vektoriaus – 11-ą ir 19-ą eilutes. Įstatę skaitines vertes turėsime tokią lygčių sistemą:

$$\begin{bmatrix} 1 & 12,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 6 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 18,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 21,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 33 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 27,5 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 33 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ \theta_1 \\ y_2 \\ \theta_2 \\ y_3 \\ \theta_3 \\ y_4 \\ \theta_4 \\ y_5 \\ \theta_5 \\ y_6 \\ \theta_6 \\ y_7 \\ \theta_7 \\ y_8 \\ \theta_8 \\ y_9 \\ \theta_9 \\ y_{10} \\ \theta_{10} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -0,000401 \\ -0,000096 \\ -0,000242 \\ -0,000086 \\ -0,000504 \\ -0,000024 \\ -0,002275 \\ -0,000229 \\ -0,000013 \\ -0,000013 \\ -0,003218 \\ -0,000185 \\ -0,000316 \\ -0,000022 \\ -0,000206 \\ -0,000014 \\ -0,000644 \\ -0,000029 \end{Bmatrix}$$

Išsprendę šią lygčių sistemą gauname:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0,025620 \text{ mm}; & \theta_1 &= -0,000633 \text{ rad}; \\ y_2 &= 0,018105 \text{ mm}; & \theta_2 &= -0,000537 \text{ rad}; \\ y_3 &= 0,015125 \text{ mm}; & \theta_3 &= -0,000451 \text{ rad}; \\ y_4 &= 0,007291 \text{ mm}; & \theta_4 &= -0,000427 \text{ rad}; \\ y_5 &= 0,000384 \text{ mm}; & \theta_5 &= -0,000198 \text{ rad}; \\ y_6 &= 0 \text{ mm}; & \theta_6 &= -0,000186 \text{ rad}; \\ y_7 &= -0,002905 \text{ mm}; & \theta_7 &= -0,000000 \text{ rad}; \\ y_8 &= -0,002595 \text{ mm}; & \theta_8 &= 0,000021 \text{ rad}; \\ y_9 &= -0,00180 \text{ mm}; & \theta_9 &= 0,000035 \text{ rad}; \\ y_{10} &= 0 \text{ mm}; & \theta_{10} &= 0,000064 \text{ rad}. \end{aligned}$$

Veleno įlinkis ties slieko viduriu nuo F_{rR1} :

$$y_{F_{rR1}} = y_8 = -0,002595 \text{ mm}.$$

Galimi suminiai slieko veleno įlinkiai:

$$y = \sqrt{y_{F_{r3}}^2 + (y_{F_{r3}+M_3} + y_{F_{rR1}})^2} = \sqrt{(-0,004142)^2 + (-0,010045 - 0,002595)^2} = 0,0133 \text{ mm};$$

$0,0133 \text{ mm} \leq 0,015 \text{ mm}$ – slieko veleno standumas yra pakankamas.

$$y = \sqrt{(y_{F_{r3}} + y_{F_{rR1}})^2 + y_{F_{r3}+M_3}^2} = \sqrt{(-0,004142 - 0,002595)^2 + (-0,010045)^2} = 0,0121 \text{ mm};$$

$0,0121 \text{ mm} \leq 0,015 \text{ mm}$ – slieko veleno standumas yra pakankamas.

			KTU PI	ME2.PVG-01.00.AR	Lapas
Keit.	Dokum. Nr.	Data			12