

TAIKOMOSIOS MECHANIKOS NAMŲ DARBAS Nr.1
„Dviatramės sijos skaičiavimas“

ATLIKO: **VARDAS PAVARDĖ** grupė
TIKRINO

Registracijos numeris XXXXXXXX

TAIKOMOSIOS MECHANIKOS NAMŲ DARBAS Nr. 1

Dviatramės sijos skaičiavimas

Darbą atlieka Af- XX/X grupės stud. Vardas Pavardė

Užduotis

Dviatramei sijai, veikiamai išorinės apkrovos: paskirstytojo krūvio g ir sutelktosios jėgos F , reikia:

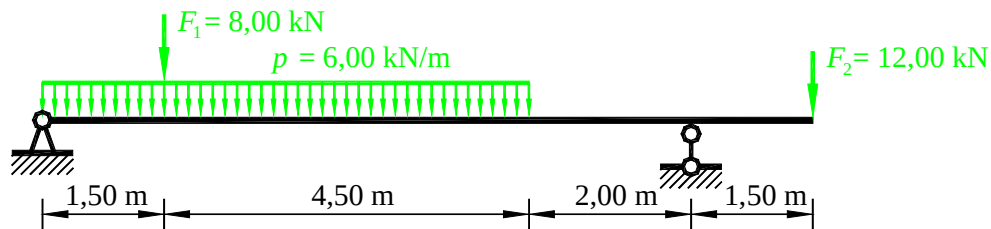
1. Apskaičiuoti atramines reakcijas.
2. Sudaryti sijoje veikiančių įrašų: lenkimo momentų (M) ir skersinių jėgų (V) diagramas.
3. Parinkti skerspjūvį:
 - 3.1 medinį apskritąjį (rašta) ir kvadratinį (taša);
 - 3.2 plieninį stačiakampį (kraštinių santykis 1:3) ir valcuotąjį – dvitėjį (iš skandinaviškojo sortimento).
4. Apskaičiuoti, kuris iš jų bus lengviausias (mažiausiai svers).

Darbą atlikti iki **Metai mėnuo diena**.

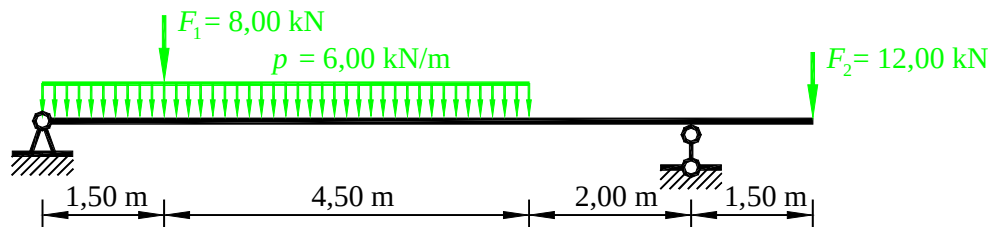
Duomenys:

Sijos matmenys	$a = 1,50 \text{ m};$ $l_1 = 4,50 \text{ m};$ $l_2 = 2,00 \text{ m}.$
Paskirstytojo krūvio g dydis	$g = 6,00 \text{ kN/m};$
sutelktosios jėgos F dydis	$F = 8,00 \text{ kN}.$
Medžio stipris	$R_{\text{med}} = 12 \text{ MPa};$
plieno stipris	$R_{\text{pl}} = 240 \text{ MPa}.$

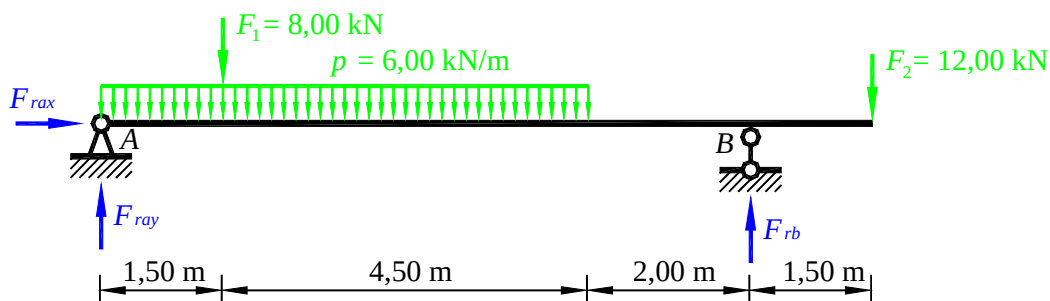
Schema:



Užduoties schema

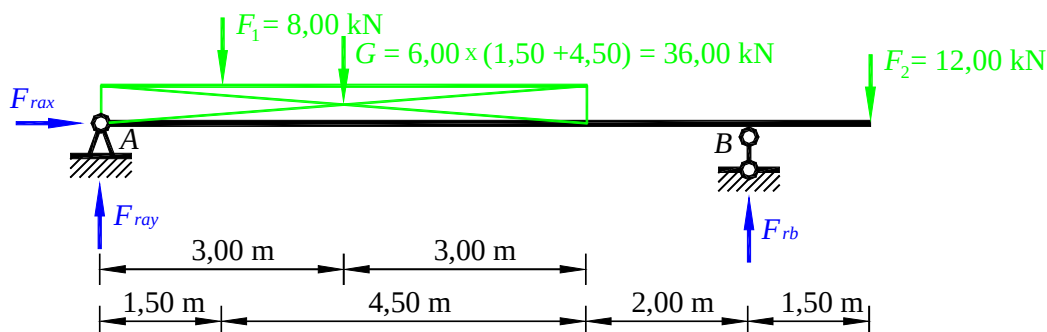


1. Apskaičiuojame atramines reakcijas



$$\begin{cases} \sum F_x = 0; \\ \sum F_y = 0; \\ \sum M_i = 0. \end{cases}$$

Paskirstytąjį krūvį keičiame sutelktąja jėga



Iš pirmosios pusiausvyros lygties $\sum F_x = 0$; randame $F_{rax} = 0$.

Parašome trečiąją pusiausvyros lygtį $\sum M_a = 0$; $\curvearrowright \oplus$

$$8,00 \cdot 1,50 + 36,00 \cdot 3,00 - F_{rb} \cdot 8,00 + 12,00 \cdot 9,50 = 0; \quad 234,00 - F_{rb} \cdot 8,00 = 0;$$

$$F_{rb} = \frac{234,00}{8,00} = 29,25; \quad \boxed{F_{rb} = 29,25 \text{ kN.}}$$

Parašome antrąją pusiausvyros lygtį $\sum F_y = 0$; $\uparrow \oplus$

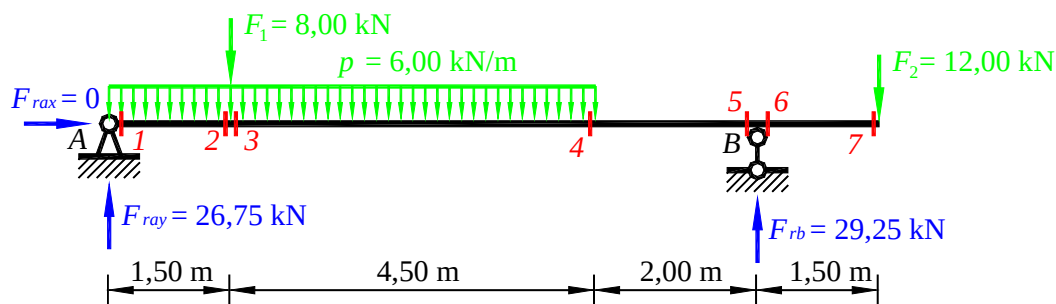
$$F_{ray} - 8,00 - 36,00 + 29,25 - 12,00 = 0; \quad F_{ray} - 26,75 = 0; \quad \boxed{F_{ray} = 26,75 \text{ kN.}}$$

Patikrinimui dar kartą parašome trečiąją pusiausvyros lygtį, bet atžvilgiu B taško $\sum M_b = 0$; $\curvearrowright \oplus$

$$26,75 \cdot 8,00 - 8,00 \cdot 6,50 - 36,00 \cdot 5,00 + 12,00 \cdot 1,50 = 0; \quad 232,00 - 232,00 = 0; \quad \text{Gerai!}$$

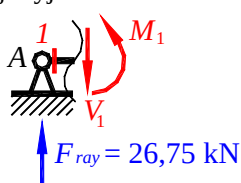
2. Sudarome lenkimo momentų (M) ir skersinių jėgų (V) diagramas

2.1. Pasižymime pjūvius



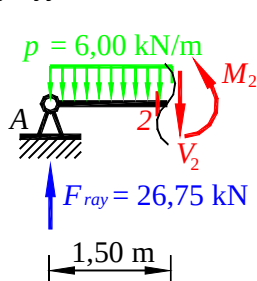
2.2. Skaičiuojame momentus ir skersines jėgas

Pjūvyje 1



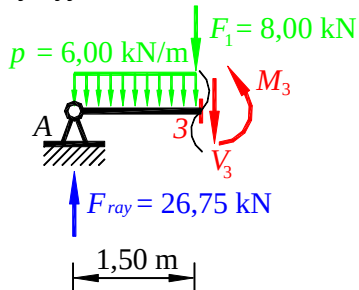
$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0; & \uparrow \oplus \quad \sum M_1 &= 0; \\ 26,75 - V_1 &= 0; & -M_1 &= 0; \\ \boxed{V_1 = 26,75 \text{ kN.}} & & \boxed{M_1 = 0.} & \end{aligned}$$

Pjūvyje 2



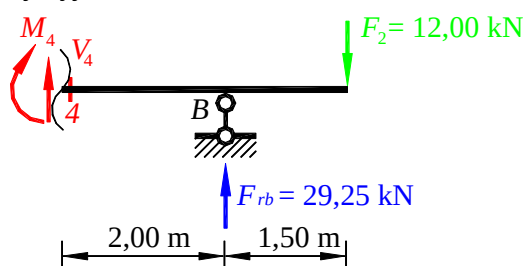
$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0; & \uparrow \oplus \quad \sum M_2 &= 0; \\ 26,75 - 6,00 \cdot 1,50 - V_2 &= 0; & 26,75 \cdot 1,50 - 6,00 \cdot 1,50 \cdot \frac{1,50}{2} - M_2 &= 0; \\ \boxed{V_2 = 17,75 \text{ kN.}} & & \boxed{M_2 = 33,38 \text{ kN} \cdot \text{m.}} & \end{aligned}$$

Pjūvyje 3



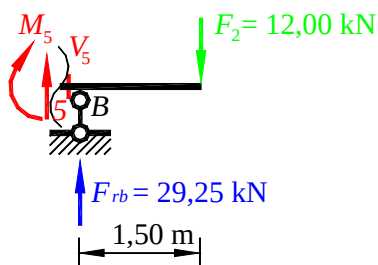
$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0; & \uparrow \oplus \quad \sum M_3 &= 0; \\ 26,75 - 6,00 \cdot 1,50 - 8,00 - V_3 &= 0; & 26,75 \cdot 1,50 - 6,00 \cdot 1,50 \cdot \frac{1,50}{2} - M_3 &= 0; \\ \boxed{V_3 = 9,75 \text{ kN.}} & & \boxed{M_3 = 33,38 \text{ kN} \cdot \text{m.}} & \end{aligned}$$

Pjūvyje 4



$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0; & \uparrow \oplus \quad \sum M_4 &= 0; \\ -12,00 + 29,25 + V_4 &= 0; & 12,00 \cdot 3,50 - 29,25 \cdot 2,00 + M_4 &= 0; \\ \boxed{V_4 = -17,25 \text{ kN.}} & & \boxed{M_4 = 16,50 \text{ kN} \cdot \text{m.}} & \end{aligned}$$

Pjūvyje 5



$$\sum F_y = 0;$$

$$-12,00 + 29,25 + V_5 = 0;$$

$$\boxed{V_5 = -17,25 \text{ kN.}}$$

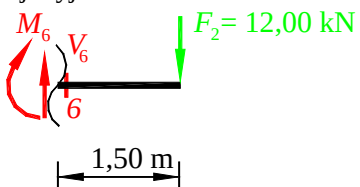
$$\uparrow \oplus \sum M_5 = 0;$$

$$12,00 \cdot 1,50 + M_5 = 0;$$

$$\boxed{M_5 = -18,00 \text{ kN} \cdot \text{m.}}$$



Pjūvyje 6



$$\sum F_y = 0;$$

$$-12,00 + V_6 = 0;$$

$$\boxed{V_6 = 12,00 \text{ kN.}}$$

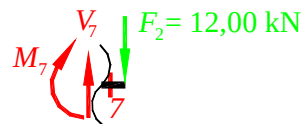
$$\uparrow \oplus \sum M_6 = 0;$$

$$12,00 \cdot 1,50 + M_6 = 0;$$

$$\boxed{M_6 = -18,00 \text{ kN} \cdot \text{m.}}$$



Pjūvyje 7



$$\sum F_y = 0;$$

$$-12,00 + V_7 = 0;$$

$$\boxed{V_7 = 12,00 \text{ kN.}}$$

$$\uparrow \oplus \sum M_7 = 0;$$

$$M_7 = 0;$$

$$\boxed{M_7 = 0.}$$



2.3. Apskaičiuojame fiktyviusius lenkimo momentus

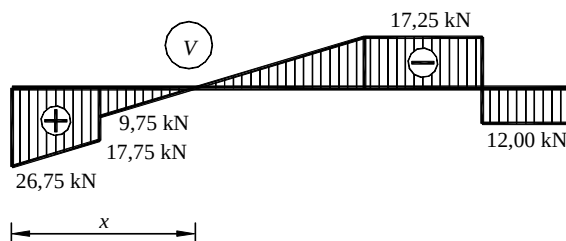
$$M_{fik1-2} = \frac{0 + 33,38}{2} + \frac{6,00 \cdot 1,50^2}{4} = 20,06;$$

$$M_{fik3-4} = \frac{33,38 + 16,50}{2} + \frac{6,00 \cdot 4,50^2}{4} = 55,31.$$

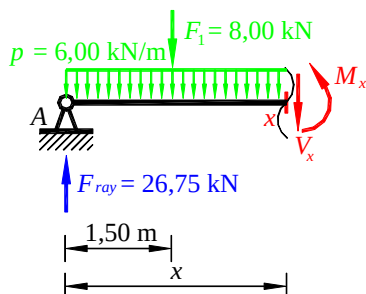
2.4. Braižome lenkimo momentų (M) ir skersinių jėgų (V) diagramas (žr. kitame lape)

2.5. Apskaičiuojame didžiausio lenkimo momento vietą ir dydį

$M_{\max}$ yra toje vietoje, kur V keičia ženklą. Mūsų atveju tai bus tarp 3 ir 4 bei 5 ir 6 pjūvių. Tarp 5 ir 6 pjūvių M reikšmė yra $18,00 \text{ kN} \cdot \text{m}$. Rasime $M_{\max}$ vietą ir reikšmę tarp 5 ir 6 pjūvių.



Pjūvyje x



$$\sum F_y = 0;$$

$$26,75 - 6,00 \cdot x - 8,00 - V_x = 0;$$

kadangi $V_x = 0$, tai

$$18,75 - 6,00 \cdot x = 0;$$

$$x = \frac{18,75}{6,00};$$

$$\boxed{x = 3,125 \text{ m.}}$$

$$\uparrow \oplus \sum M_x = 0;$$

$$26,75 \cdot 3,125 - 8,00 \cdot 1,625 -$$

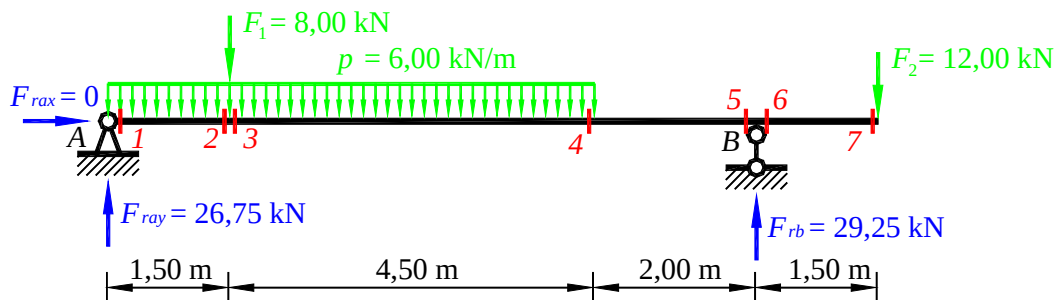
$$- 6,00 \cdot 3,125 \cdot \frac{3,125}{2} - M_x = 0;$$

$$\boxed{M_x = 41,30 \text{ kN} \cdot \text{m.}}$$

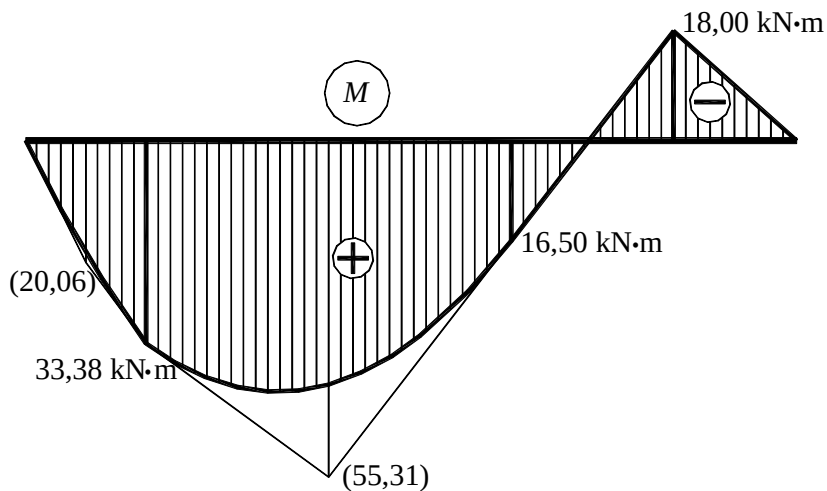


2.4. Braižome lenkimo momentų (M) ir skersinių jėgų (V) diagramas

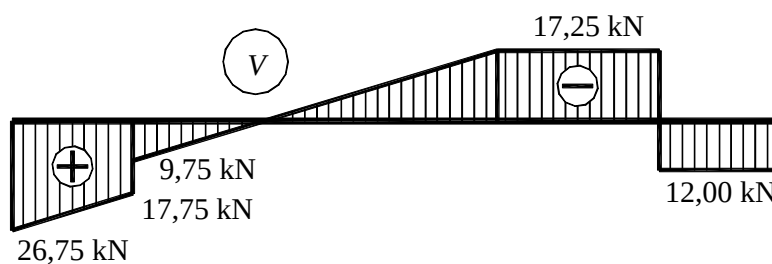
$m = 1:100$



$$m_m = 10 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$$



$$m_v = 20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$



$$M_{\max} = 41,30 \text{ kN} \cdot \text{m}. \quad V_{\max} = 26,75 \text{ kN}.$$

3. Parenkame sijos skerspjūvius

3.1. Medinį ($R_{med} = 12,00 \text{ MPa}$)

$$W = \frac{M_{\max}}{R_{med}} = \frac{41,30 \cdot 10^3}{12,00 \cdot 10^6} = 3441,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

3.1.1 Parenkame kvadratinį sijos skerspjūvį

$$W = \frac{a^3}{6} = 3441,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3. \quad a = \sqrt[3]{6 \cdot 3441,67 \cdot 10^{-6}} = 0,274 \text{ m}.$$

Parenkame kvadratinį skerspjūvį $28 \times 28 \text{ cm}$.

Patikriname normalinius įtempius

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{41,30 \cdot 10^3 \cdot 6}{0,28^3} = 11,29 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_{\text{med}} = 12,00 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Apskaičiuojame tangentinius įtempius

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot S}{I_x \cdot b} = \frac{26,75 \cdot 10^3 \cdot 0,28^3 \cdot 12}{8 \cdot 0,28^4 \cdot 0,28} = 0,51 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Šio medinio tašo svoris bus $0,28 \times 0,28 \times 9,50 \times 850 = 633 \text{ kg}$.

3.1.2 Parenkame apvalų sijos skerspjūvį

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 3441,67 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3. \quad d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3441,67 \cdot 10^{-6}}{\pi}} = 0,327 \text{ m}.$$

Parenkame apvalų skerspjūvį $d = 33 \text{ cm}$.

Patikriname normalinius įtempius

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{41,30 \cdot 10^3 \cdot 32}{\pi \cdot 0,33^3} = 11,71 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_{\text{med}} = 12,00 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Apskaičiuojame tangentinius įtempius

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot S}{I_x \cdot b} = \frac{26,75 \cdot 10^3 \cdot 0,33^3 \cdot 64}{12 \cdot \pi \cdot 0,33^4 \cdot 0,33} = 0,42 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Šio medinio rąsto svoris bus $\frac{\pi \cdot 0,33^2}{4} \times 9,50 \times 850 = 691 \text{ kg}$.

3.2. Plieninį ($R_{pl} = 240,00 \text{ MPa}$)

$$W = \frac{M_{\max}}{R_{\text{med}}} = \frac{41,30 \cdot 10^3}{240,00 \cdot 10^6} = 172,08 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

3.2.1 Parenkame stačiakampį sijos skerspjūvį (1:3)

$$W = \frac{a \cdot (3a)^2}{6} = 1,5 \cdot a^3 = 172,08 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3. \quad a = \sqrt[3]{\frac{172,08 \cdot 10^{-6}}{1,5}} = 0,0486 \text{ m}.$$

Parenkame stačiakampį skerspjūvį $49 \times 146 \text{ mm}$.

Patikriname normalinius įtempius

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{41,30 \cdot 10^3 \cdot 6}{0,049 \cdot 0,146^2} = 237,25 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_{pl} = 240,00 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

Apskaičiuojame tangentinius įtempius

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot S}{I_x \cdot b} = \frac{26,75 \cdot 10^3 \cdot 0,049 \cdot 0,146^2 \cdot 12}{8 \cdot 0,049 \cdot 0,146^3 \cdot 0,049} = 5,61 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Šios plieninės sijos svoris bus $0,049 \times 0,146 \times 9,50 \times 7850 = 534 \text{ kg}$.

3.2.2 Parenkame dvitėją

$$W_{\text{reik}} \geq 172,08 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 172,08 \text{ cm}^3.$$

Parenkame skandinavišką dvitėją $\text{Nr } 200$. Jo $W_x = 214 \text{ cm}^3$.

Patikriname normalinius įtempius

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{41,30 \cdot 10^3}{214 \cdot 10^{-6}} = 192,99 \cdot 10^6 \text{ Pa} < R_{pl} = 240,00 \cdot 10^6 \text{ Pa}.$$

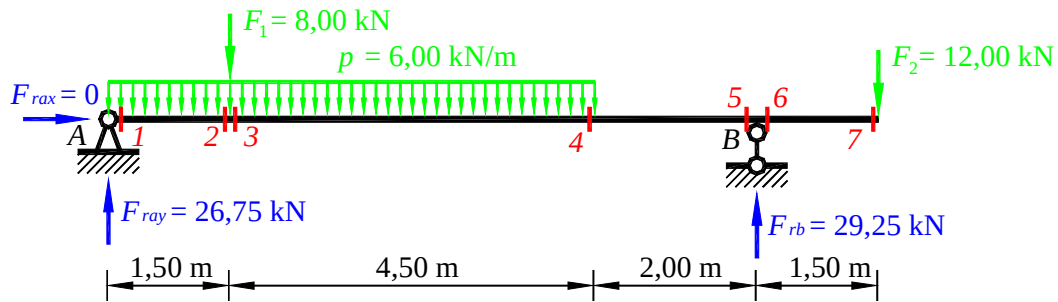
Apskaičiuojame tangentinius įtempius

$$\tau_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot S}{I_x \cdot b} = \frac{26,75 \cdot 10^3 \cdot 125 \cdot 10^{-6}}{2140 \cdot 10^{-8} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}} = 20,83 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

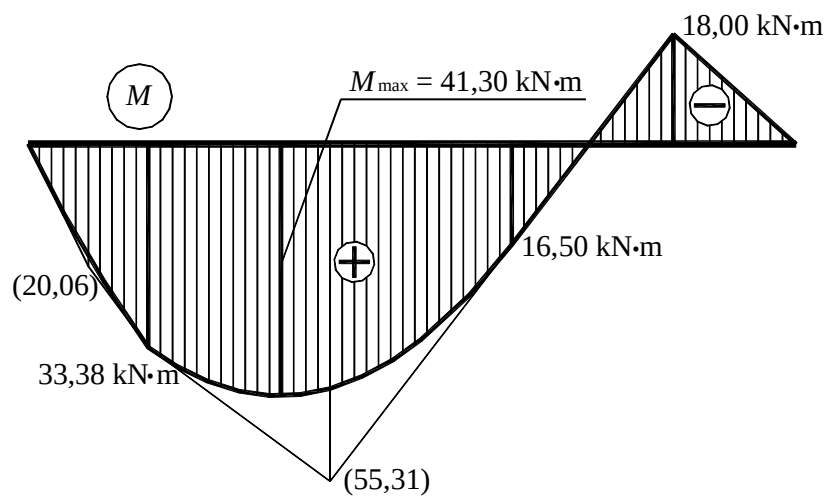
Šio dvitėjo svoris bus $26,2 \times 9,50 = 249 \text{ kg}$.

ATSAKYMAI

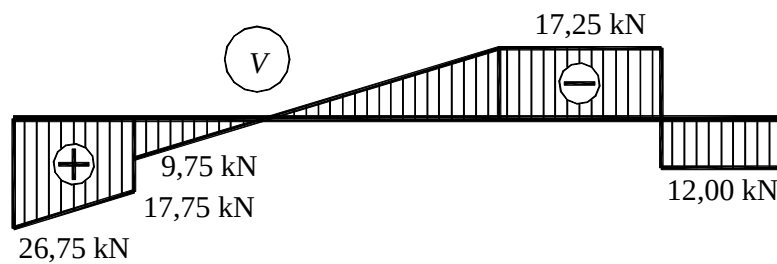
$m = 1:100$



$$m_m = 10 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{cm}}$$



$$m_v = 20 \frac{\text{kN}}{\text{cm}}$$



Sija	Skerspjūvio matmenys	$\sigma_{\max}$ (MPa)	$\tau_{\max}$ (MPa)	Svoris (kg)
Medinis tašas	28 × 28 cm	11,29	0,51	633
Medinis rąstas	d = 33 cm	11,71	0,42	691
Plieninė stačiakampė	49 × 146 mm	237,25	5,61	534
Pleninis dvitėjas	Nr. 200	192,99	20,83	249

Mažiausiai svers plieninė dvitėjo skerspjūvio sija.