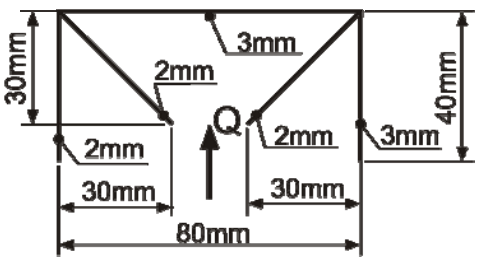
1. **Feladat** *(25 pont)*:

   a) Határozza meg a vázolt szelvény M nyírási középpontjának helyét!

   b) Határozza meg a keresztmetszetben a τ nyírófeszültség eloszlását és irányát a Q nyíróerőhöz!

   Adatok: $Q = 4000\,\mathrm{N}$

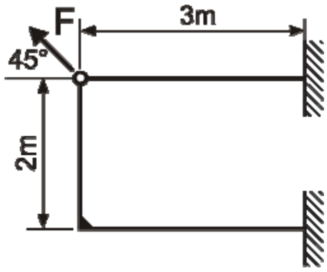


2. **Feladat** *(25 pont)*:

   a) Erőmódszerrel határozza meg a vázolt szerkezet hajlító nyomatéki igénybevételi ábráját a jellemző értékek feltüntetésével!

   b) Határozza meg az F erő támadáspontjának erő irányú elmozdulását (nagyság és értelem)!

   Adatok: $F = 3000\,\mathrm{N}$; $IE = \text{áll.} = 2 \cdot 10^4\ \mathrm{Nm}^2$

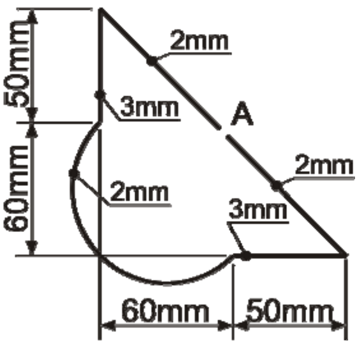


3. **Feladat** *(25 pont)*:

   a) Határozza meg, hogy hányszor nagyobb fajlagos elcsavarodást szenved szabad csavarásban a vázolt vékonyfalú, nyitott keresztmetszet, ahhoz képest, mint ha az A pontban összehegesztenénk és az így kialakuló zárt, vékonyfalú keresztmetszetet szabadon csavarnánk!

   b) Határozza meg, hogy az A pontnál összehegesztéssel kialakuló zárt vékonyfalú keresztmetszetben az Mcs csavaró nyomaték hatására hol és mekkora maximális τ feszültség keletkezik!

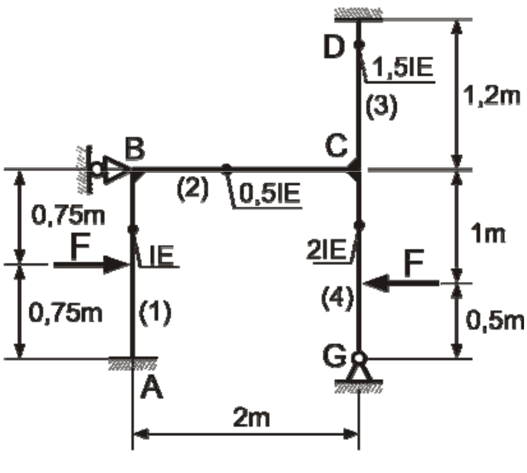
   Adatok: $G = 80\,\mathrm{GPa}$; $M_{CS} = 100\,\mathrm{Nm}$



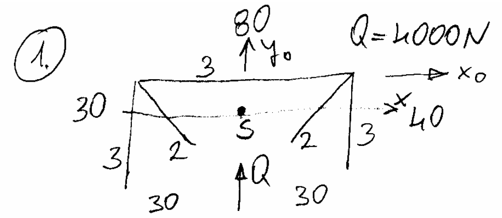
4. **Feladat** *(25 pont)*: A vázolt tartó rúdjainak hajlító merevségei adottak, és a két db F koncentrált erő terheli. A rudak húzó-nyomó merevsége végtelen.

   a) <u>Mozgásmódszerrel</u> határozza meg a tartó hajlító nyomaték igénybevételi ábráját a jellemző értékek feltüntetésével!

   Adatok: $F = 23328\,\mathrm{N}$; $AE = \infty$

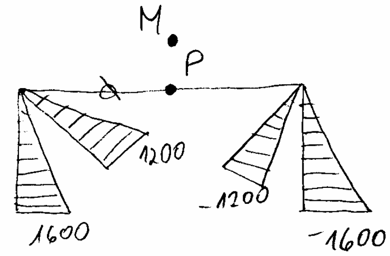


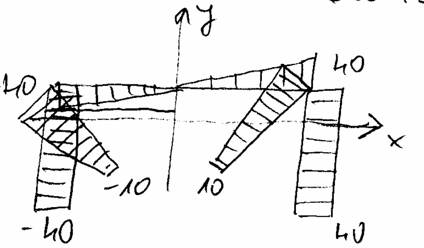
(1.)



$$y_S = \frac{(-3\cdot 40\cdot 20 - 30\sqrt{2}\cdot 2\cdot 15)\cdot 2 + 0}{(3\cdot 40 + 30\sqrt{2}\cdot 2)\cdot 2 + 80\cdot 3} = \frac{-7345,58}{649,706} = -11,306 \text{ mm}$$

$$\eta_M = -\frac{1}{I_y}\int \omega_P \cdot x \cdot v \, du = \frac{-1}{630793,9}\cdot\left[3\cdot\frac{-1600\cdot 40}{2}\cdot 40 + 2\cdot\frac{-1200\cdot 30\cdot\sqrt{2}}{2}\cdot 20\right]\cdot 2 = \frac{9716467,53}{630793,9} = 15,404 \text{ mm}$$



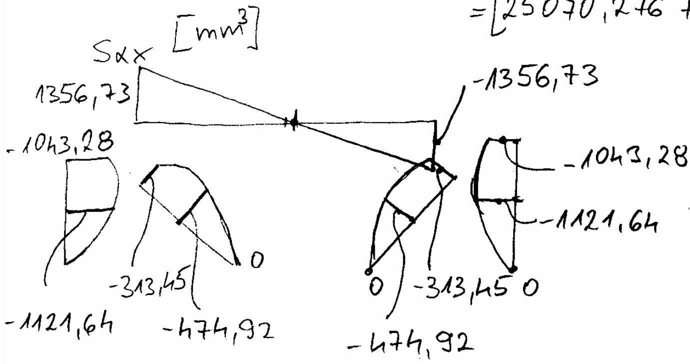


$$I_y = 3\cdot 80\cdot\left(0^2+\frac{80^2}{12}\right) + 2\cdot\left[3\cdot 40\left(40^2+\frac{0}{12}\right) + 2\cdot 30\sqrt{2}\left(25^2+\frac{30^2}{12}\right)\right] =$$
$$= 128000 + 2\cdot[192000 + 59396,96] = 630793,939 \text{ mm}^4$$

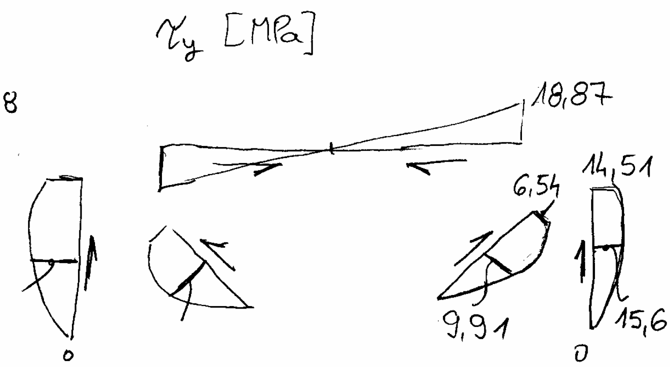
$$\tau_y = -\frac{Q_y\cdot S_{\alpha x}}{I_x\cdot v}$$

$$I_x = \left[3\cdot 40\cdot\left((20-11,306)^2+\frac{40^2}{12}\right) + 2\cdot 30\sqrt{2}\left((15-11,306)^2+\frac{30^2}{12}\right) + 3\cdot 40\left(11,306^2+\frac{0}{12}\right)\right]\cdot 2 =$$
$$=[25070,276 + 7521,832 + 15339,076]\cdot 2 = 95862,37 \text{ mm}^4$$

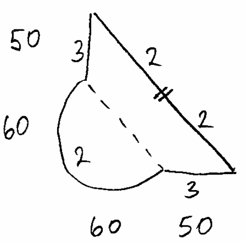
$S_{\alpha x}$ [mm^3]



τ_y [MPa]



(3.)



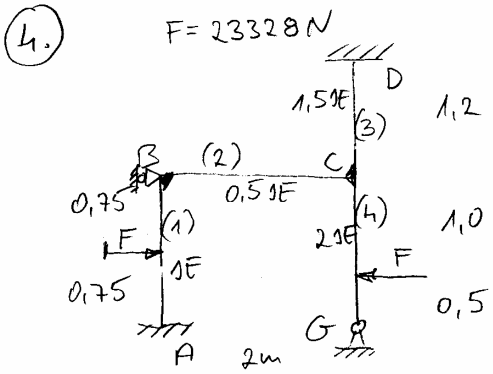
$$I_{tny} = \eta'\cdot\left[110\cdot\sqrt{2}\cdot\frac{2^3}{3} + 2\cdot 50\cdot\frac{3^3}{3} + \frac{60\sqrt{2}}{2}\cdot\pi\cdot\frac{2^3}{3}\right] =$$
$$= \eta'[414,836 + 900 + 355,431] = \eta'\cdot 1670,267 \text{ mm}^4$$

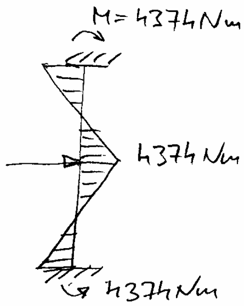
$$I_{tz} = \frac{\omega_f^2}{\oint\frac{ds}{v}} = \frac{14154,867^2}{\frac{110\sqrt{2}}{2}+\frac{100}{3}+\frac{60}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\pi}{2}} = \frac{14154,867^2}{177,758} = 1\,127\,149,8 \text{ mm}^4$$

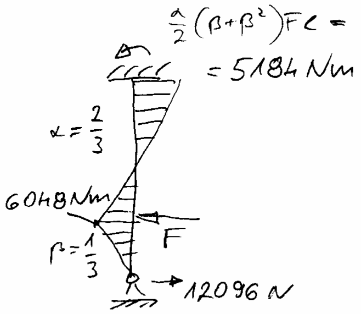
$$\omega_f = 2A_k = 2\cdot\left(\frac{110\sqrt{2}+60\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{50}{\sqrt{2}} + \frac{(60\sqrt{2})^2\pi}{8}\right) = 14154,867 \text{ mm}^2$$

$$\vartheta = \frac{M_{cs}}{I_t\cdot G} \qquad \frac{\vartheta_{ny}}{\vartheta_z} = \frac{M_{cs}}{I_{tny}\cdot G}\cdot\frac{I_{tz}\cdot G}{M_{cs}} = \frac{I_{tz}}{I_{tny}} = \underline{\underline{674,83}} \text{ (ha } \eta'=1)$$

4.



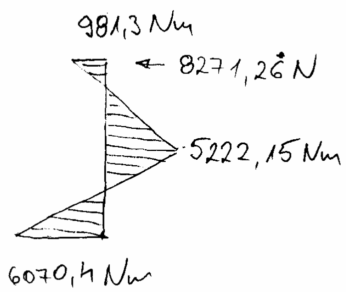


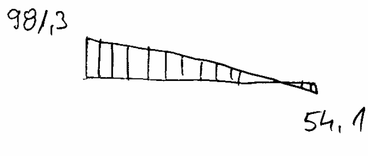


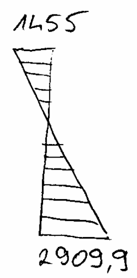
$B: \quad \frac{4(1E)}{1,5} = \frac{8}{3}\,1E \qquad \frac{4(0,5\,1E)}{2} = 1E \qquad \frac{8}{11} = 0,7\overline{2} \qquad \frac{3}{11} = 0,\overline{27}$

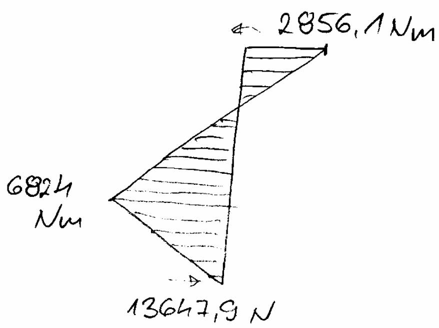
$C: \quad \frac{4(0,5\,1E)}{2} = 1E \qquad \frac{4(1,5\,1E)}{1,2} = 5\,1E \qquad \frac{3(2\,1E)}{1,5} = 4\,1E \qquad \frac{1}{10} \quad \frac{5}{10} \quad \frac{4}{10}$

A	B		C			D
1	1	2	2	3	4	3
1	8/11	3/11	0,1	0,5	0,4	1
-4374	4374	0	0	0	-5184	0
-1590,55	-3181,09	-1192,91	-596,45			
		289,03	578,05	2890,23	2312,18	1445,12
-105,1	-210,2	-78,83	-39,41			
		1,97	3,94	19,71	15,76	9,86
-0,72	-1,43	-0,54	-0,27			
-6070,4	981,3	-981,3	-54,1	2909,9	-2856,1	1455,0







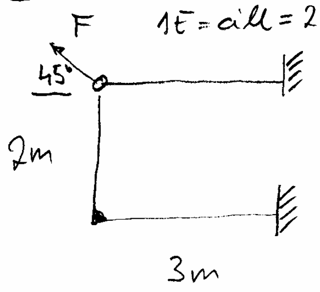


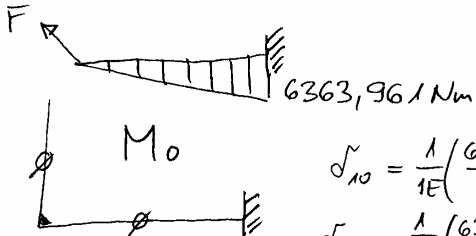
$\cdot\ \tau_{max} = \frac{M_{cs}}{W_f \cdot v_{min}} = \frac{100\cdot 10^3}{14154{,}867 \cdot 2} = 3{,}53\ MPa$ a $v = 2$ mm résznél!

---

2. $F = 3000\ N$ 2x - határozatlan!

$1E = áll = 2\cdot 10^4\ Nm^2$





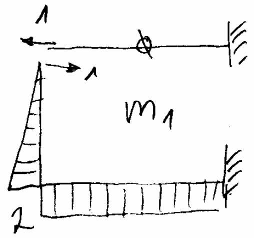
$$\delta_{10} = \frac{1}{1E}\left(\frac{6363{,}961\cdot 3}{2}\cdot 0\right) = 0\ m$$

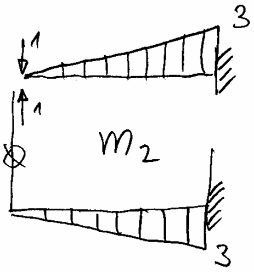
$$\delta_{20} = \frac{1}{1E}\left(\frac{6363{,}96\cdot 3}{2}\cdot -\frac{2}{3}\cdot 3\right) = \frac{-19091{,}88}{1E}$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{1E}\left(\frac{2\cdot 2}{2}\cdot\frac{2}{3}\cdot 2 + 2\cdot 3\cdot 2\right) = \frac{14{,}\overline{66}}{1E}$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = \frac{1}{1E}\left(\frac{3\cdot 3}{2}\cdot +2\right) = \frac{9}{1E}$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{1E}\left(\frac{3\cdot 3}{2}\cdot\frac{2}{3}\cdot 3\right)\cdot 2 = \frac{18}{1E}$$





$$\delta_{10} + X_1 \cdot \delta_{11} + X_2 \cdot \delta_{12} = 0$$

$$\delta_{20} + X_1 \cdot \delta_{21} + X_2 \cdot \delta_{22} = 0$$

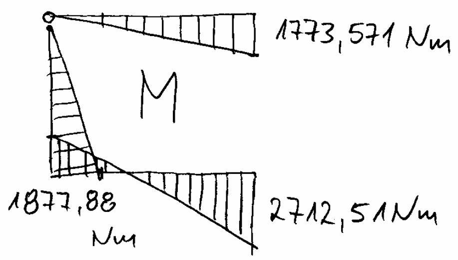
$$M = M_0 + X_1 \cdot m_1 + X_2 \cdot m_2$$

$$0 + X_1 \cdot \frac{14{,}\overline{66}}{1E} + X_2 \cdot \frac{9}{1E} = 0 \Rightarrow X_2 = -\frac{44\cdot X_1}{27} = -1{,}6296\cdot X_1$$

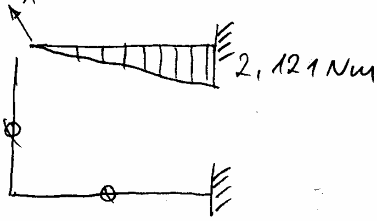
$$\frac{-19091{,}88}{1E} + X_1 \cdot \frac{9}{1E} + X_2 \cdot \frac{18}{1E} = 0$$

$$X_1 = -938{,}94$$

$$X_2 = 1530{,}13$$



M_0' :



$$e_F = \int \frac{M\cdot M_0'}{1E} ds = \frac{1}{1E}\left(\frac{1773{,}571\cdot 3}{2}\cdot\frac{2}{3}\cdot 2{,}121\right) = \frac{3762{,}31}{1E} = 0{,}1881\ m =$$

$$= 188{,}1\ mm$$