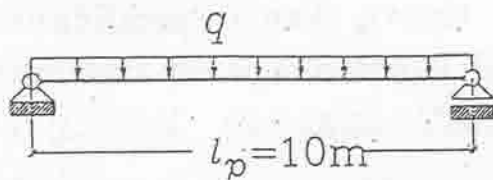




Ispitivanje konstrukcija - MAJ - 2003. - 24.05.2003... pismeni deo ispita

1. Čelična greda prema skici ispituje se preko modela od aluminijuma. Odrediti b_m , h_m i I_m za model tako da za 50 puta manje opterećenje na modelu ugib bude 10 puta manji.

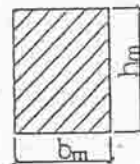


$$E_p = 2.1 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$$

$$E_m = 0.7 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$$

$$I_{xp} = 2 \times 925 \text{ cm}^4 = 1850 \text{ cm}^4$$

$$W_{xp} = 2 \times 116 \text{ cm}^3 = 232 \text{ cm}^3$$

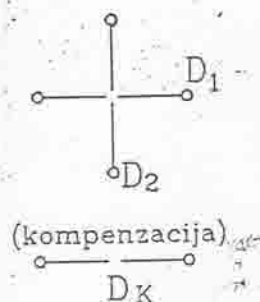


2. Izvršeno je merenje na betonskom elementu dilatacija u 2 ortogonalna pravca D1 i D2, koji su ujedno i trajektorije glavnih napona, instrumentom Labiskon (l=250mm). Odrediti naponsko stanje u ispitivanoj tački.

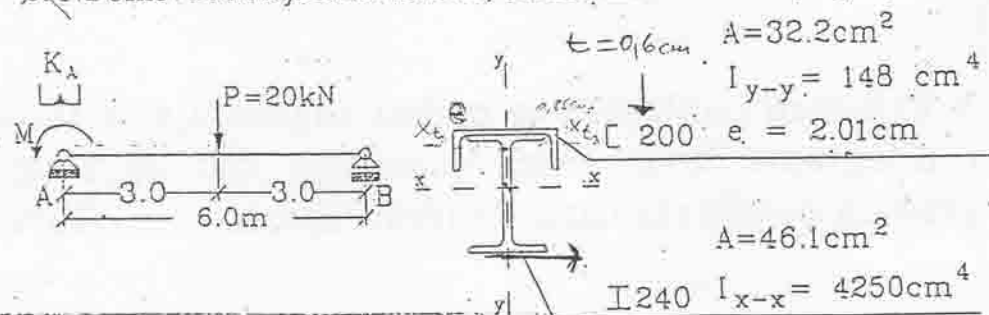
stanje	D1	D2	D _K
januar 2003.	1950	1740	1910
maj 2003.	2060	1700	1885

$$E_b = 0.3 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\nu_b = 0.20$$



3. Na osnovu merenja na klinometru, odrediti momenat M kojim je opterećen dati nosač.



stanje	K _A
0	0 + 060
P	0 + 249
0	0 + 066

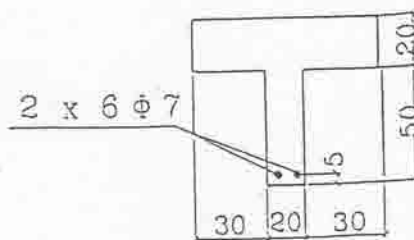
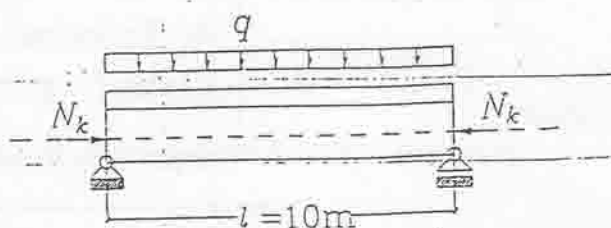
4. Potrebno je odrediti na kom rastojanju λ se mogu postaviti nosači krovnog pokrivača koji su dati na slici. Prethodno naprežanje je obavljeno na stazi za p.n. i izmerena je prosečna frekvencija oscilovanja žica kablova za prednaprežanje $f=205\text{Hz}$ na dužini $l=80\text{cm}$. Nagib krovne ravni je mali ($\cos \alpha \approx 1$, $\sin \alpha \approx 0$), a projektno opterećenje uz sopstvenu težinu je $\Delta q' = 1.20 \text{ kN/m}^2$. Rastojanje λ između ovih nosača odrediti iz merodavnog od tri data uslova:

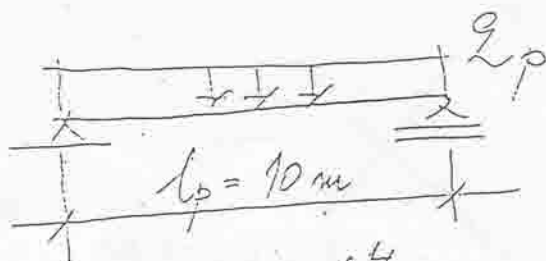
a/ $\sigma_{bp} \leq 1.6 \text{ kN/cm}^2$ (napon na pritisnutoj ivici)

b/ $\sigma_{bd} = 0$ (nema napona zatezanja na donjoj ivici)

c/ $v \leq l / 300$ (uslov po ugibu za totalno opterećenje

$$q = g + \Delta q' \lambda$$





$$N_p = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_p \cdot l_p^4}{E_p J_p}$$

$$N_m = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_m \cdot l_m^4}{E_m J_m}$$

- пројекције једнакости:

$$\frac{N_p}{l_p} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_p}{E_p \cdot l_p} \cdot \frac{l_p^4}{J_p} \quad \frac{N_m}{l_m} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_m}{E_m \cdot l_m} \cdot \frac{l_m^4}{J_m}$$

- једнакости предвиђања за гинџ:

$$\frac{N_p}{l_p} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_p}{E_p \cdot l_p} \cdot \frac{l_p^4}{J_p}$$

$$\frac{N_m}{l_m} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_m}{E_m \cdot l_m} \cdot \frac{l_m^4}{J_m}$$



5

$$\Rightarrow \frac{\left(\frac{N_p}{q_p}\right)}{\left(\frac{l_p}{l_m}\right)} = \frac{\left(\frac{q_p}{q_m}\right)}{\left(\frac{E_p}{E_m}\right)} \cdot \frac{\left(\frac{l_p^4}{l_m^4}\right)}{\left(\frac{J_p}{J_m}\right)} \Rightarrow \frac{r_v}{r_l} = \frac{r_q}{r_E \cdot r_l} \cdot \frac{r_l^4}{r_I} =$$

$$r_I = \frac{r_q \cdot r_l^4}{r_E \cdot r_v}$$

5

- услови задатка:

$$l_m = \frac{q_p}{50} \Rightarrow 50 = \frac{q_p}{l_m} = r_q \quad \dots 2$$

$$v_m = \frac{N_p}{10} \Rightarrow 10 = \frac{v_p}{v_m} = r_v \quad \dots 2$$

$$r_E = \frac{E_p}{E_m} = \frac{21 \cdot 10^4}{0,7 \cdot 10^4} = 3 \quad \dots 2$$

УСВАЈА СЕ $r_l = 4$

$$r_I = \frac{50 \cdot 4^4}{3 \cdot 10} = 426,6 = \frac{J_p}{J_m} \Rightarrow J_m = \frac{1850}{426,6} = 4,336 \frac{\text{cm}^4}{12} \quad \dots 2$$

$$|l_m = 1,5 \text{ cm}| \Rightarrow |l_m = \frac{3 \sqrt[3]{12 \cdot 4,336}}{1,5} = 3,26 \text{ cm} = 326 \text{ mm}| \quad 5$$

$$|l_m = \frac{10}{11} = 2,5 \text{ cm}|$$

25

ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ
ΠΡΟΣΕΚΤΑ:

$$y_T = \frac{\sum A_i \cdot y_{Ti}}{\sum A_i}$$

$$2A_i = 46,1 + 32,2 = 78,3 \text{ cm}^2$$

$$y_{T1} = y_{T2} = 0$$

$$y_T = \frac{10,84 \cdot 32,2}{78,3} = 4,46 \text{ cm}$$

(οπ. ΙΣΟΚΗΝΗΤΗ Ι 240)

$$y_{T2} = y_{T1} = 12,01 = 10,84 \text{ cm}$$

$$I = 4250 + 46,1 \cdot 4,46^2 + 148 + 32,2 \cdot (10,84 - 4,46)^2$$

$$J = 6625,68 \text{ cm}^4$$

$$y_g = 12 + 0,85 - 4,46 = 8,39 \text{ cm}$$

$$y_d = 16,46 \text{ cm}$$

$$W_g = \frac{J}{y_g} = 789,71 \text{ cm}^3$$

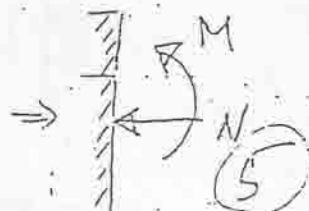
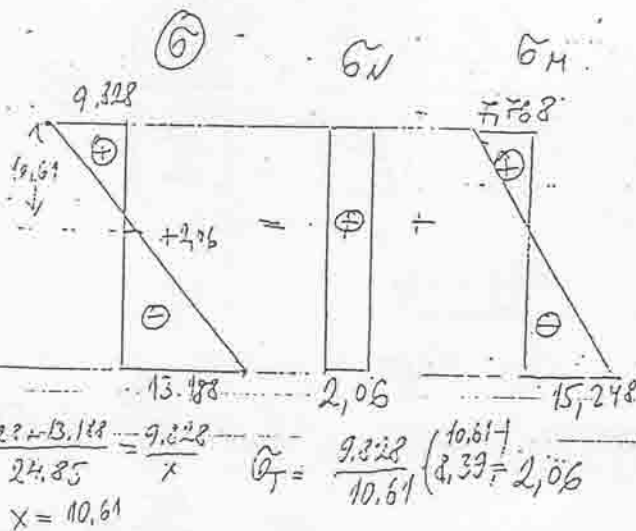
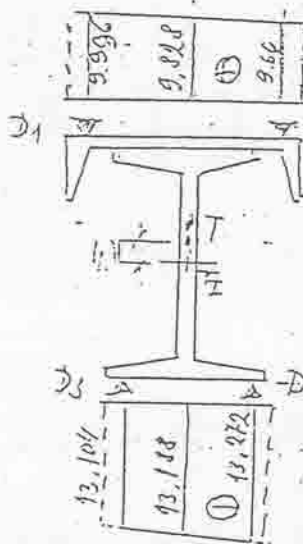
$$W_d = \frac{J}{y_d} = 402,53 \text{ cm}^3$$

στ.	D1	D2	D3	D4	Dx
(T-0)1	127	123	-148	-150	8
(3-0)2	129	125	-145	-148	10
Δs2	128	124	-147	-149	9
Δs2-Δx	119	115	-156	-158	—
E	476	460	-624	-632	—
σ	9,996	9,66	-13,104	-13,272	—

$\times 10^{-6}$

[kN/cm²]

(5)

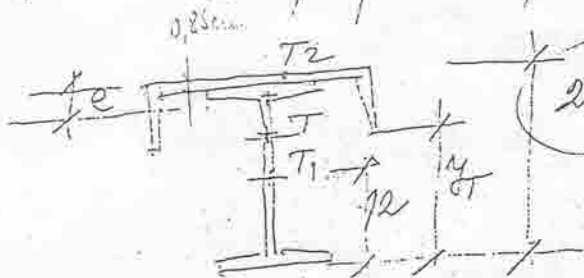


$$N = A \cdot \sigma_N = 78,3 \cdot 2,06 = 161,3 \text{ kN} \quad (\text{ερυστηρική})$$

$$M = \left\{ \begin{array}{l} \sigma_g \cdot W_g = 7,768 \cdot 789,71 = 6137,5 \text{ kNm} \\ \sigma_d \cdot W_d = 15,248 \cdot 402,53 = 6137,2 \text{ kNm} \end{array} \right\} = \frac{61,345 + 61,378}{2} = 61,36 \text{ kNm}$$

(20)

3. - теоретријске карактеристике пресека:



$$y_{T1} = 12 \text{ cm} \quad A_1(I 240) = 46.1 \text{ cm}^2$$

$$y_{T2} = 22.59 \text{ cm} \quad A_2 = 32.2 \text{ cm}^2$$

$$A = 78.3 \text{ cm}^2$$

$$y_T = \frac{12 \cdot 46.1 + 22.59 \cdot 32.2}{78.3} = 16.36 \text{ cm} \quad 5$$

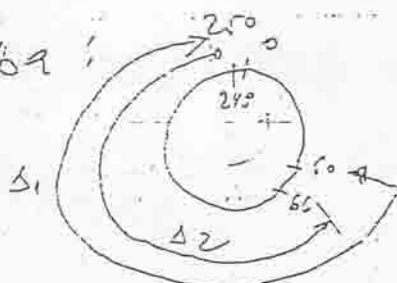
$$J = 4250 + 46.1 \cdot (16.36 - 12)^2 + 148 + 32.2 \cdot (22.59 - 16.36)^2$$

$$J = 6524.12 \text{ cm}^4$$

$$EI = 2.1 \cdot 10^4 \cdot 6524.12 = 13700.65 \cdot 10^4 \text{ kNm}^2 = 13700.65 \text{ kNm}^2 \quad 5$$

- РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА:

Ст.	К.
(P-O) ₁	129
(P-O) ₂	123
Δ_{sr}	126
α_L''	197.16''
α_L	0.000955



$$\Delta_1 = 249 - 60 = 129$$

$$\Delta_2 = 249 - 66 = 123$$

$$\alpha_L = 1.06''$$

- Ако схватимо да је носач као прегз еластично зкре-
штење на једном крају, а депојзати момент М као
момент еластичног зкрештења, онда је:

$$M = \left[3 \frac{EI}{l} \cdot \alpha_L \right] + \frac{3}{16} Pl \quad \text{или} \quad \Delta$$

$$M = -3 \cdot \frac{13700.65}{6} \cdot 0.000955 + \frac{3}{16} \cdot 20 \cdot 6.0$$

$$M = -6.54 + 22.5 = 15.96 \text{ kNm} \quad 10$$

- СЛОБАШНЕ ОШТЕРЕЋЕЊЕ:

$$L = l + L'. \quad l = 0,26 \cdot 250 + 1,20 \cdot l = 6,5 + 1,20l$$

- ефикасн слобашног оштерења:

$$M = \frac{Sl^2}{8} = \frac{100}{8} \cdot L = 12,5 L \quad [kNm]$$

$$\sigma_g^2 = - \frac{12,5 L \cdot 100}{43213,5} = - 0,0299 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_d^2 = \frac{12,5 L \cdot 100}{21839} = 0,057 L \text{ kN/cm}^2$$

$$f_L = \frac{5}{384} \cdot \frac{L \cdot 10^4}{0,3 \cdot 1015516,6} = 0,00043 L \quad [m]$$

- услови зајатка:

$$\textcircled{1} \quad \sigma_{br} = \sigma_{bg} = 0,229 - 0,029 L \geq -1,6$$

$$L \leq \frac{1}{0,029} (1,6 + 0,229) = 63,0 \text{ kN/m'}$$

$$\textcircled{2} \quad \sigma_{bd} = 0 = -0,909 + 0,057 L \Rightarrow L = 15,95 \text{ kN/m'}$$

$$\textcircled{3} \quad f_{dov} = \frac{1}{300} = \frac{10}{300} = 0,033 \text{ m}$$

$$f = -0,007 + 0,00043 L \leq 0,033$$

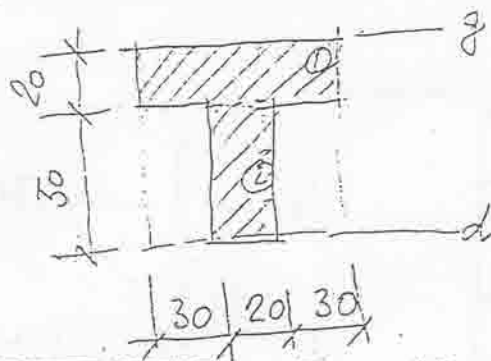
$$L \leq 93,8 \text{ kN/m'}$$

- Мерограда услов 2. (L_{min})

$$L = 15,95 = 6,5 + 1,20 \cdot l \Rightarrow \boxed{\lambda \leq 7,875 \text{ m}} \quad \text{--- 5}$$

4.

- ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΡΕΣΕΚΤΑ:



$$A_1 = 20 \cdot 80 = 1600 \text{ cm}^2 \quad y_1 = 60 \text{ cm}$$

$$A_2 = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ cm}^2 \quad y_2 = 25 \text{ cm}$$

$$A = 2600 \text{ cm}^2$$

$$y_T = \frac{1600 \cdot 60 + 1000 \cdot 25}{2600} = 46,5 \text{ cm}$$

$$J = \frac{1}{12} (20 \cdot 80^3 + 20 \cdot 50^3) + 1600 \cdot (60 - 46,5)^2 + 1000 \cdot (46,5 - 25)^2$$

$$J = 261666,6 \text{ cm}^4 + 291600 + 462250 = 1015516,6 \text{ cm}^4$$

$$y_g = 70 - 46,5 = 23,5 \text{ cm} \Rightarrow W_g = 43213,5 \text{ cm}^3$$

$$y_{gd} = 46,5 \text{ cm} \Rightarrow W_{gd} = 21839 \text{ cm}^3 \quad \text{--- 5}$$

- ΕΦΕΚΤΗ ΠΡΕΤΧΟΛΗΤΗ ΗΑΠΡΕΖΑΙΒΑ:



$$f = 205 \frac{1}{\text{Hz}} \quad l_1 = 80 \text{ cm}$$

$$\tilde{\sigma}_z = c \cdot l^2 \cdot f^2 = 3,2 \cdot 10^{-7} \cdot 80^2 \cdot 205^2 = 86,067 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_k = 12 \cdot \frac{0,7^2 \pi}{4} = 12 \cdot 0,385 = 4,62 \text{ cm}^2$$

$$N_k = A_k \cdot \tilde{\sigma}_z = 4,62 \cdot 86,067 = 397,63 \text{ kN} \quad \text{--- 5}$$

$$e_k = 46,5 - 5 = 41,5 \text{ cm}$$

$$M_k = N_k \cdot e_k = 397,63 \cdot 0,415 = 165,02 \text{ kNm} \quad \text{--- 5}$$

$$\tilde{\sigma}_{bg} = - \frac{397,63}{2600} + \frac{165,02 \cdot 100}{43213,5} = -0,153 + 0,382 = 0,229 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\tilde{\sigma}_{bd} = - \frac{397,63}{2600} - \frac{165,02 \cdot 100}{21839} = -0,153 - 0,756 = -0,909 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \text{--- 5}$$

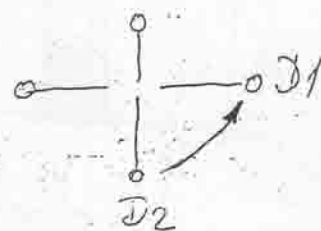
(+ ΣΑΤΕΖΑΙΒΕ)

$$\Sigma_{\text{min}} = 0,3 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f}{\tau} = - \frac{1}{8} \cdot \frac{M_k \cdot l^2}{EJ} = - \frac{1}{8} \cdot \frac{165,02 \cdot 10^2}{0,3 \cdot 1015516,6} = -0,007 \text{ mm} = - \frac{7}{1000} \text{ mm}$$

2. - резултати мерења:

	D1	D2	Dx
D1, 2003.	1950	1740	1910
D5, 2003.	2060	1700	1885
Δ	110	-40	-25
$\Delta - \Delta_K$	135	-15	/
ϵ	$540 \cdot 10^{-6}$	$-60 \cdot 10^{-6}$	/



$\epsilon_{Dx} (K. \mu.)$
 $\frac{10}{12} = 4 \cdot 10^{-6} \frac{\mu m}{\mu m}$

- правци D1 и D2 су главни правци да је:

$$\epsilon_{D1} = 540 \cdot 10^{-6} \frac{\mu m}{\mu m} = \epsilon_2$$

$$\epsilon_{D2} = -60 \cdot 10^{-6} \frac{\mu m}{\mu m} = \epsilon_1$$

$$\sigma_1 = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_1 + \nu \epsilon_2) = \frac{93 \cdot 10^4}{1-0,2^2} (-60 + 0,2 \cdot 540) \cdot 10^{-6} = 0,15 \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_2 + \nu \epsilon_1) = \frac{93 \cdot 10^4}{1-0,2^2} (540 - 0,2 \cdot 60) \cdot 10^{-6} = 1,65 \frac{kN}{cm^2}$$

(+ крижосак)

