

פתרון מוקלד קונס בטון 90318

מועד א אביב 2025

פתרון שאלה 1:

בדיקת פטור מכפף:

כפף בקורה 1

$$l_{0ziz} = 180 * 2.2 = 396 \text{ cm}$$

$$fser_{ziz} = 2.67 * \frac{9}{1.8} + 3.6 + 9.3 = 26.25 \left[\frac{t}{m} \right]; K_{11} = 0.75;$$

$$K_{12} = 24.4 * \left(1 * \frac{0.6}{26.25} \right)^{\frac{1}{3}} = 6.92; K_{13} = 1$$

$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{396}{0.75 * 6.92 * 1} = 76 > 70[\text{cm}] \text{ N.O.K}$$

$$l_{0AB} = 700 * 0.8 = 560 \text{ cm}$$

$$fser = 3.6 + 4 = 7.6 \left[\frac{t}{m} \right]$$

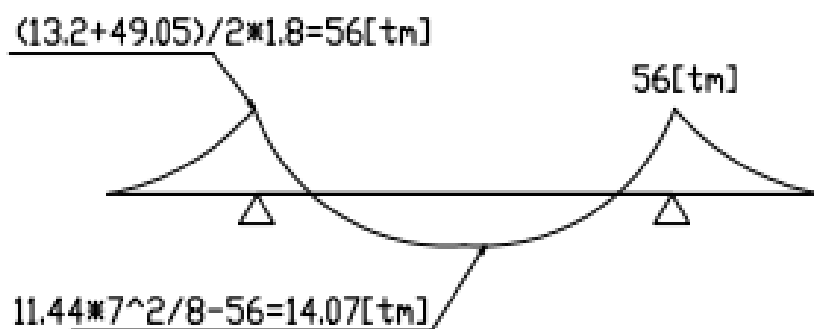
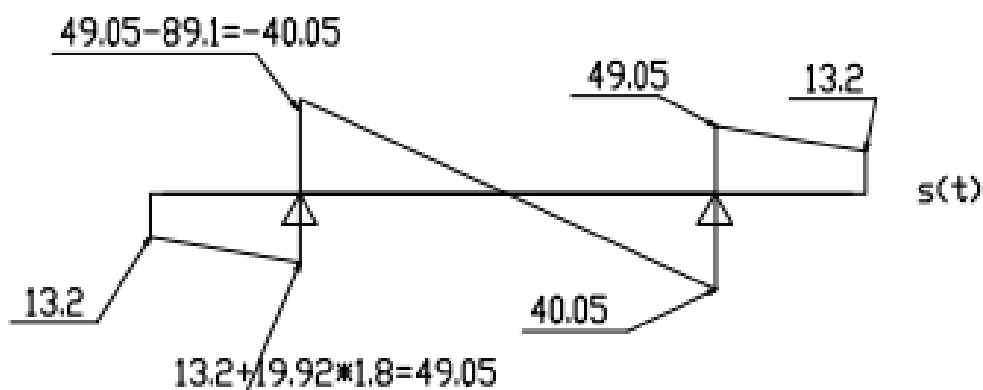
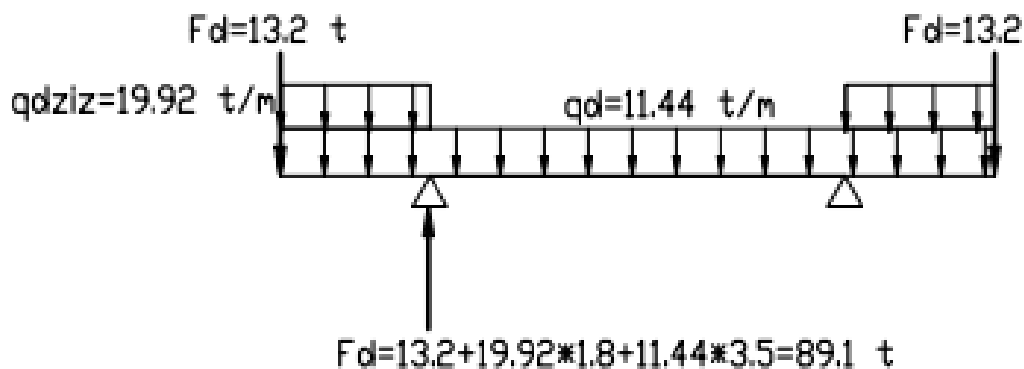
$$K_{12} = 24.4 * \left(1 * \frac{0.25}{7.6} \right)^{\frac{1}{3}} = 7.81; K_{13} = 1$$

$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{560}{1 * 7.81 * 1} = 71.7 > 70[\text{cm}] \text{ N.O.K}$$

$$P_{dziz} = 6 * 1.4 + 1.6 * 3 = 13.2 \text{ ton}$$

$$q_{dziz} = 3.6 * 1.4 + 9.3 * 1.6 = 19.92 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$q_d = 3.6 * 1.4 + 4 * 1.6 = 11.44 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$



סעיף ג

$$M_d = 15[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15}{0.25 * 0.67^2 * 1300}} = 0.108 < 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{15}{\left(1 - \frac{0.108}{2}\right) * 0.67 * 4.35} = 5.44 [cm^2]$$

זיון דרוש $4\Phi 20$

סעיף ד

$$M_d = 609[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 60}{0.6 * 0.67^2 * 1300}} = 0.19 > 0.4$$

$$67 * 0.19 = 12.73 < 20 \text{ cm}$$

$$M_{cdmax} = 0.32 * b * d^2 * f_{cd} = 0.32 * 0.60 * 0.67^2 * 1300 = 112[tm]$$

$$A_s^{req} = \frac{60}{\left(1 - \frac{0.19}{2}\right) * 0.67 * 4.35} = 22.74[cm^2]$$

זיון דרוש $6\Phi 22$

חישוב כמות זיון עבור גזירה

עבור $\theta=45^\circ$

$$V_{Rdmax} = 0.6 * \left[1 - 0.7 * \frac{f_{ck}}{250}\right] * \frac{0.9 * b_w * d * f_{cd}}{2}$$

$$V_{Rdmax} = 0.6 * \left(1 - 0.7 * \frac{30}{250}\right) * \frac{0.9 * 250 * 670 * 13}{2 * 10000} = 53.85[t]$$

$$\{V_{Rdmax} = ? [ton] \theta = 30^\circ\}$$

$$K = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{670}}\right) = 1.5 \quad \text{נוסחא (5.51)}$$

$$\rho = 0.015$$

$$f_{ck} = 30 \text{ mpa}$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.12 * 1.5 * (100 * 0.015 * 0.7 * 30)^{\frac{1}{3}}\right] * \frac{250 * 670}{10000} \quad \text{נוסחא (5.48)}$$

$$V_{Rd,c} = 9.52 [t] \quad \text{נוסחא (5.48)}$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.035 K^{3/2} (0.7 f_{ck})^{\frac{1}{2}}\right] b_w d \quad \text{נוסחא (5.49)}$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.035 * 1.5^{3/2} * (0.7 * 30)^{\frac{1}{2}}\right] * \frac{250 * 670}{10000} \quad \text{נוסחא (5.49)}$$

$$V_{Rd,c} = 4.92 [t] \quad \text{נוסחא (5.49)}$$

$$s_v = ? [cm]; \Phi = 12[mm]$$

דרוש לפחות 2 ענפים:

$$s_v = \frac{0.9 * d * f_{sd} * n * A_s * 100}{R_{DRED}} = \frac{0.9 * 0.67 * 4.35 * 2 * 1.13 * 100}{30} = 19.76[cm]$$

$$\{s_v = ??? [cm] \theta = 30^\circ\}$$

במידה והסטודנט פותר לפי $f_{cd}=14\text{mpa}$ יש לקבל את הפתרון.

פתרון שאלה 2סעיף א:

משקל עצמי:

$$g = \frac{bf * tf * \gamma c + bw * (h - tf) * \gamma c + (bf - bw) * (h - tf) * \gamma b}{bf}$$

$$\frac{0.65 * 0.05 * 2.5 + 0.15 * (0.32 - 0.05) * 2.5 + (0.65 - 0.15) * (0.32 - 0.05) * 0.48}{0.65} = 0.38 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

בדיקת פטור מכפף:

כפף בשדה קריטי:

$$l_{0\text{הדש}} = 640 * 1 = 640[cm]; 495 * 0.9 = 445[cm]; l_{0\text{זיז}} = 170 * 2.2 = 374[cm];$$

$$fser = 0.38 + 0.48 + 0.25 = 1.11 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$l_{\text{הדש זיז}} = 640[cm]; K_{11} = 0.75; K_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{11} \right)^{\frac{1}{3}} = 23.63; K_{13} = 1$$

$$h \geq \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{640}{0.75 * 23.63 * 1} = 36.11 > 32N/O.K$$

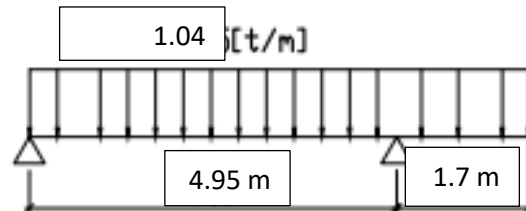
סעיף ב:

עומס לצלע

$$f_{ser} = (0.38 + 0.48) * 1.4 + 0.25 * 1.6 = 1.6 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$F_d = 1.6 * 0.65 = 1.04 \text{ t/m}_{rib}$$

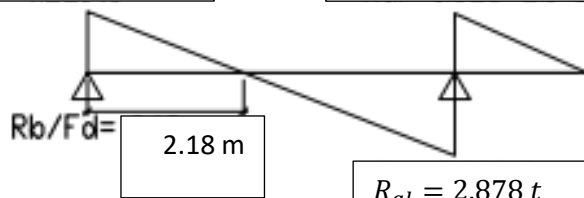
טון/מ' $1.04 = F_d$



$$R_b = f_d * L * \left(\frac{L}{2} - l_{ziz} \right) / l_{sade} =$$

$$1.04 * 6.65 * (6.65/2 - 1.7) / 4.95 = 2.27 \text{ t}$$

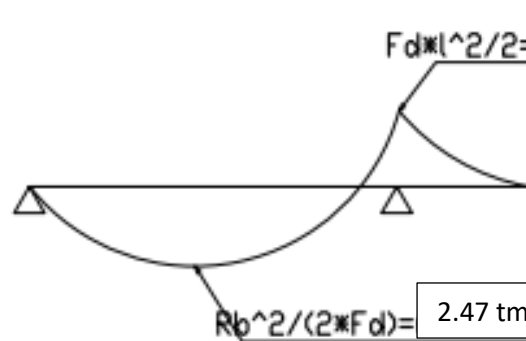
$$R_{ar} = 1.7 * 1.04 = 1.768 \text{ t}$$



גזירה
[ton]

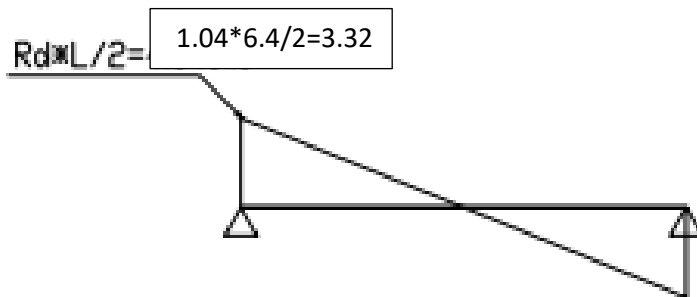
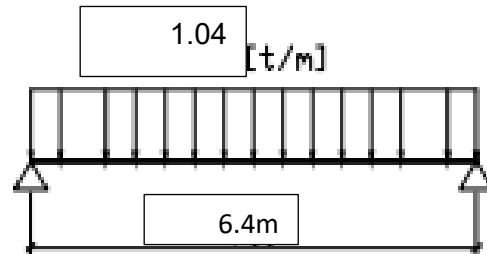
$$R_{al} = 2.878 \text{ t}$$

$$F_d * l^2 / 2 = 1.5 \text{ tm}$$



מומנט
[tm]

$$R_b^2 / (2 * F_d) = 2.47 \text{ tm}$$



גזירה
[ton]



$F_d \times L^2 / 8 = 1.04 \times 6.4^2 / 8 = 5.32$

מומנט
[tm]

סעיף ג

$$M_d = 5.32[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 5.32}{0.65 * 0.29^2 * 1300}} = 0.07 < 0.1$$

דרוש זיון:

$$A_s^{req} = \frac{5.32}{(1 - \frac{0.1}{2}) * 0.29 * 4.35} = 4.43 [cm^2]$$

זיון דרוש 3Φ 14

$$A_s^{req} = \frac{2.47}{(1 - \frac{0.1}{2}) * 0.29 * 4.35} = 2.06 [cm^2]$$

זיון דרוש 2Φ 14

סעיף ד

$$M_d = 1.5[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.5}{0.15 * 0.29^2 * 1300}} = 0.096 < 0.1$$

דרוש זיון:

$$A_s^{req} = \frac{1.5}{(1 - \frac{0.10}{2}) * 0.29 * 4.35} = 1.25 [cm^2]$$

זיון דרוש 2Φ 12



$$fd = 1.768 + 2.878 = 4.64 \left[\frac{t}{m} \right]$$

$$fser = fd * \frac{1.11}{1.6} = \frac{4.64}{0.65} * \frac{1.11}{1.6} = 4.95 t/m$$

$$l = 367 * 0.8 = 293.6 [cm]; fser = 4.95 \left[\frac{t}{m} \right]; K_{11} = 1;$$

$$K_{12} = 24.4 * \left(10 * \frac{0.6}{49.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 12.07; K_{13} = 1$$

$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{293.6}{1 * 12.07 * 1} = 24 [cm] < 32 [cm] \quad O.K$$

פתרון שאלה 3סעיף א)

מפתח קובע:

$$l_0 = 670 * 0.8 = 536[cm]$$

$$h > \frac{l_0}{k_{11} * k_{12} * k_{13}} \text{ --- } k_{12} > \frac{l_0}{k_{11} * h * k_{13}}$$

$$24.4 * \left(\frac{1}{fser}\right)^{\frac{1}{3}} > \frac{l_0}{k_{11} * h * k_{13}}$$

$$24.4^3 * \left(\frac{1}{fser}\right)^1 > \left(\frac{l_0}{k_{11} * h * k_{13}}\right)^3$$

$$\frac{24.4^3}{\left(\frac{l_0}{k_{11} * h * k_{13}}\right)^3} > fser$$

$$fser < 24.4^3 / \left(5 * \frac{36}{(1 * 0.23 * 1)^1}\right)^3$$

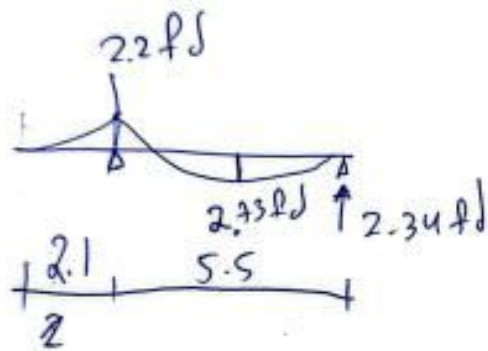
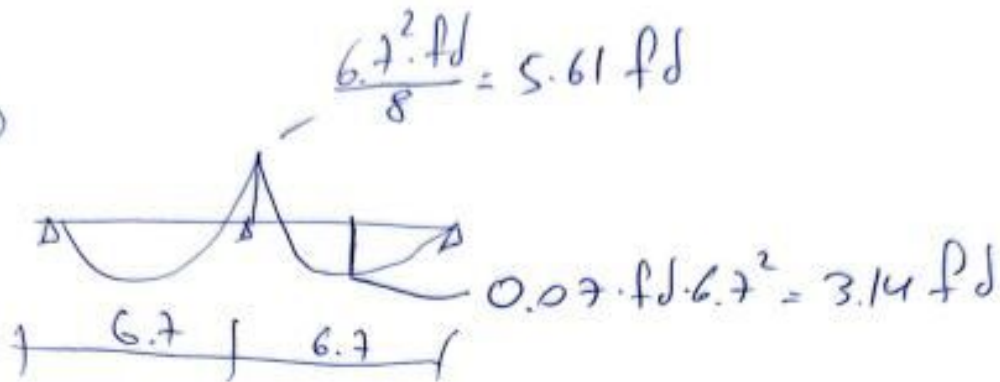
$$fser < 1.14 t/m^2$$

$$q = 1.14 - 0.4 - 0.23 * 2.5 = 0.165 t/m^2$$

202

③

②



④

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{10.26 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.2 \cdot 1300} = \underline{0.17}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) \cdot d \cdot A_s \cdot f_{sd} = \left(1 - \frac{0.17}{2}\right) \cdot 0.2 \cdot 10.26 \cdot 4.35 = 8.16 \text{ t}_m$$

$$f_s = \frac{8.16}{3.14} = 2.59 \text{ t/m}^2$$

$$q = \frac{f_s \cdot (1.4 \cdot 94.5)}{1.6} = \frac{2.59 \cdot (1.4 \cdot (0.575 + 0.4))}{1.6} = \underline{0.76 \text{ t/m}^2}$$

0.2

③

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{7.53 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.2 \cdot 1300} = 0.12$$

$$m_d = \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) \cdot d \cdot A_s \cdot f_{sd} = \begin{array}{l} \Phi 12 @ 15 \quad 6.15 \text{ tm} \\ \Phi 18 @ 15 \quad 12.66 \text{ tm} \end{array}$$

$$\omega = \frac{16.93 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.2 \cdot 1300} = 0.28$$

$$f_d \Phi 12 @ 15 = \frac{6.15}{2.2} = 2.79 \text{ t/m}^2$$

$$f_d \Phi 18 @ 15 = \frac{12.66}{5.61} = 2.25 \text{ t/m}^2$$

!!! Fixa p's

$$q_r = \frac{2.25 - 1.4(0.975)}{1.6} = 0.55 \text{ t/m}^2$$

④

0.165 t/m²

פתרון שאלה 4:

סעיף א)

מקדם השפעת זחילה	A	0.7	
	B	1.20	
	C	0.7	
	Nd	200	ton
מידה X של עמוד	bx	0.6	m
מידה Y של עמוד	by	0.3	m
	fcd	1300	[t/m ²]
	λmin	12.67955	

סעיף ב)

α1		
תנאי השענה	6	
hb1	0.6	m
bb1	0.3	m
lb1	6.3	m
hb2	0.6	m
bb2	0.3	m
lb2	6.3	m
סהכ קורות	0.0036	m ³
hc1	0.6	m
bc1	0.3	m
lc1	3.3	m
hc2	0.6	m
bc2	0.3	m
lc2	3.3	m
סהכ עמודים	0.002291	m ³
α1	0.636364	

α2		
תנאי השענה	6	
hb1	0.6	m
bb1	0.3	m
lb1	6.3	m
hb2	0.6	m
bb2	0.3	m

בס"ד		
lb2	6.3	m
סהכ קורות	0.0036	m ³
hc1	0.6	m
bc1	0.3	m
lc1	3.3	m
hc2	0.6	m
bc2	0.3	m
lc2	3.3	m
סהכ עמודים	0.002291	m ³
α2	0.636364	

28.9	lc	3.30	m
	le	6.7	m

28.10	lc	3.3	m
	le	6.4	m

אורך אפקטיבי לא מוחזק	le(max)	6.7	m
-----------------------	---------	-----	---

סערת ג

אורך אפקטיבי לא מוחזק	le(max)	6.7	m
-----------------------	---------	-----	---

גובה עמוד	hc	0.6	m
רדיוס אנרציה	i	0.173205	m

תמירות עמוד	λ	38.96152
-------------	---	----------

בס"ד

גובה חתך	h	0.6	[m]
אקסצנטריות תכנונית	ed	2	cm

אורך עמוד צירי	l	3.9	m
	αh	1	
אורך עמוד פעיל	le	6.7	
	ei	1.675	cm

N0	296.64	ton
Nd	200	ton
Nbal	93.60	ton
kr	0.48	

λ	38.96
fck	30.00
β	0.20
$\varphi(t^\infty, t_0)$	2
msus,ser/m0d	1
φ_{ef}	2
$k\varphi$	1.20

c	10	
d*	0.55	m
1/r0	0.007070707	1/m
e2	0.018057137	m

ed	0	m
e total	0.054807137	m

סעיף ד

חישוב שטח זיון:

קביעת סוג אקס'

$$e_{total} = 5.5[cm]$$

$$\frac{h}{2} - d'_s = 30 - 5 = 25[cm] > e_{total} = 5.5[cm]$$

מסקנה: אקס' קטנה

$$M_{cd,max} = 0.32 * b * d^2 * f_{cd} = 0.32 * 0.3 * 0.55^2 * 1300 = 37.75[tm]$$

$$M_{sd} = N_d * \left(e_{total} + \frac{h_c}{2} - d_s \right) = 200 * (0.055 + 0.30 - 0.05) = 61[tm]$$

יש צורך בברזל לחזן $M_{sd} > M_{cd,max}$

$$\Delta M = M_{sd} - M_{cd,max} = 61 - 37.5 = 23.5[tm]$$

$$A'_s = \frac{\Delta M}{(d - d'_s) * f_{sd}} = \frac{23.5}{(0.55 - 0.05) * 4.35} = 10.8[cm^2] \rightarrow 4\Phi 20 \rightarrow 12.56[cm^2]$$

$$A_s = \frac{M_{cd,max}}{0.8 * d * f_{sd}} + A'_s - \frac{N_d}{f_{sd}} = \frac{63}{0.8 * 0.55 * 4.35} + 12.56 - \frac{200}{4.35} = -0.5[cm^2] \text{ החתך בלחיצה}$$

$$A_{s,min} = 0.002 * b * h = 0.002 * 30 * 60 = 3.6[cm^2]$$

מסקנה לכל צד $4\Phi 20$ סעיף ה

$$30 - 10 - 2 * 0.8 = 18.4 \text{ cm}$$

$$18.4 - 4 * 2.0 = 10.4$$

מרחק נקי בין מוט למוט

$$10. \frac{4}{3} = 3.46 \text{ cm}$$

הזיון נכנס בשכבה אחת.

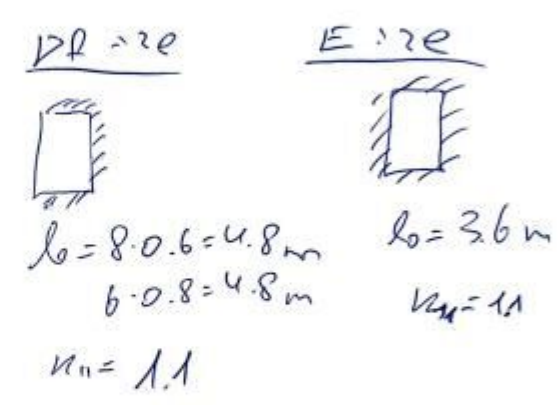
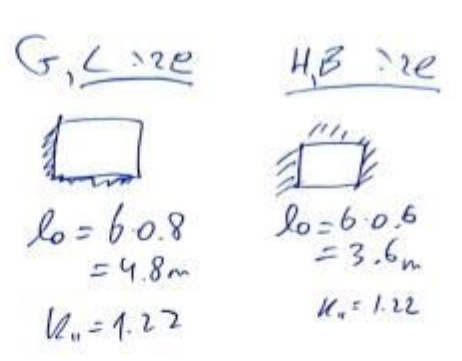
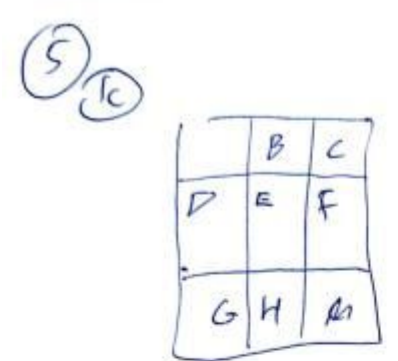
פתרון שאלה 5

סעיף א

(ב) יחס התמירות בתקרה זו מתייחס למפתח השקיל הקצר של השדה, $l_{o,min}$, כל עוד מתקיים התנאי $1.15l_{min} \leq l_{max} \leq 2l_{min}$. כאשר $l_{max} < 1.15l_{min}$, יחס התמירות יתייחס למוצע המפתחים השקילים $(l_{o,x} + l_{o,y})/2$, כאשר $l_{max} > 2l_{min}$, יחושב יחס התמירות לפי תקרה מקשית חד-כיוונית בכיוון המפתח הקצר.

תקרה מקשית מצולבת, תמוכה על קורות (ב) | $1.22/\lambda$ (א)

(א) בטבלה זו, $\lambda = \sqrt[3]{l_{max}/l_{min}}$



$G, C = \frac{4.8}{1.22} = 3.93$

$H, B = \frac{3.6}{1.22} = 2.95$

$D, F = \frac{4.8}{1.1} = 4.36$

$E = \frac{3.6}{1.1} = 3.27$

ממוצע D, F לזרע
 $\frac{4.36}{2}$

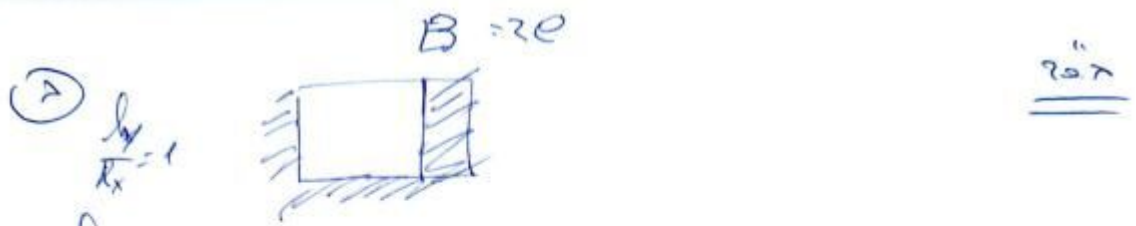
$k_{12} = 24.4 \cdot \left(\frac{1.0}{(0.1625 + 0.38 + 0.42)^{1/3}} \right)$

$h > \frac{l_0}{k_u \cdot k_{12} \cdot k_{13}} = \frac{4.8}{1.1 \cdot 22.96} = \underline{\underline{19.00 \text{ cm}}}$

סעיף ב

24.3.4. המרחק בין מוטות הזיון

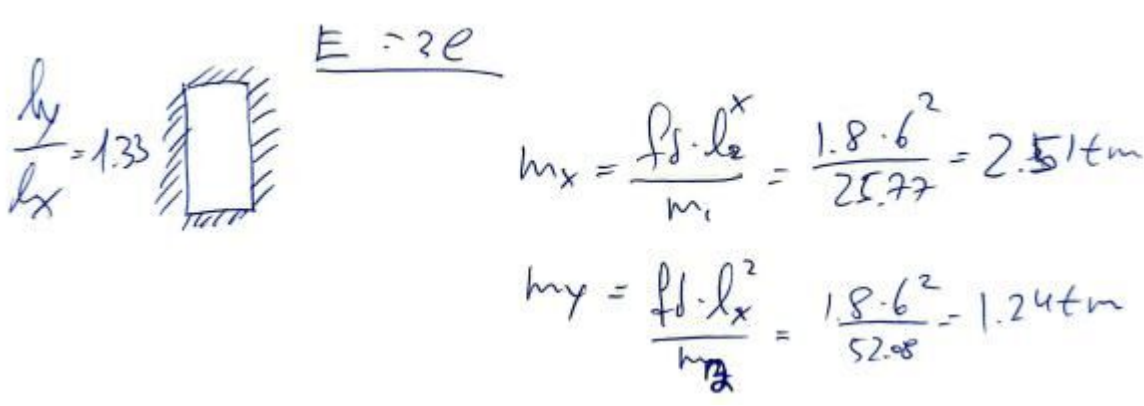
המרחק המקסימלי בין מוטות הזיון הראשי בשני הכיוונים לא יהיה גדול מן הקטן מבין אלה:
 - באזורים שבהם המומנט הוא מקסימלי, או שפועל בהם כוח מרוכז - פעמיים הגובה הפעיל של הטבלה או 250 מ"מ;
 - בשאר האזורים - 3 פעמים הגובה הפעיל או 300 מ"מ.



$$q_d = 1.8 \text{ t/m}^2$$

$$m_x = \frac{q_d \cdot l_x^2}{m_2} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{29.5} = 2.19 \text{ tm}$$

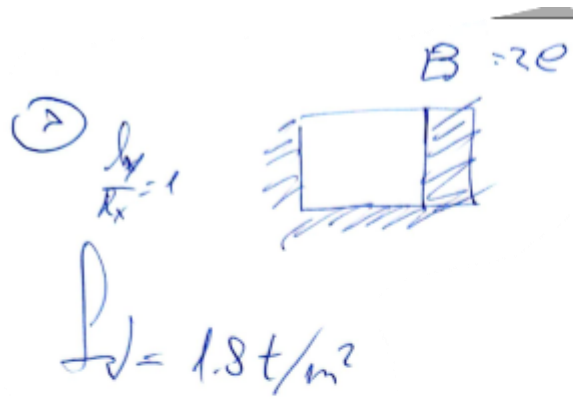
$$m_y = \frac{q_d \cdot l_y^2}{m_1} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{41.32} = 1.56 \text{ tm}$$



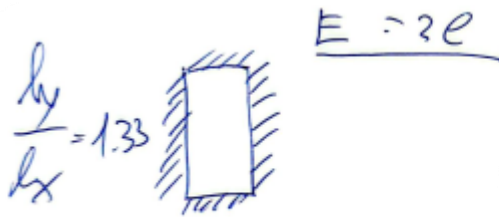
$$m_x = \frac{q_d \cdot l_x^2}{m_1} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{25.77} = 2.51 \text{ tm}$$

$$m_y = \frac{q_d \cdot l_y^2}{m_2} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{52.08} = 1.24 \text{ tm}$$

פסיעה בפועל	Md [t*m]	קוטר	פסיעה	As/m [cm^2/m]	As [cm^2]	ω	Mcd,max [t*m]	fcd [t/m^2]
25	2.19	12	28	4.09	4.09	0.11	7	1300
25	1.56	12	39	2.90	2.90	0.07	7	1300
24	2.51	12	24	4.73	4.73	0.12	7	1300
25	1.24	12	49	2.31	2.31	0.06	7	1300



$$-m_y = \frac{P \cdot l_x^2}{m_3} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{16.56} = 3.91 \text{ tm}$$



$$m_y = \frac{P \cdot l_x^2}{m_4} = \frac{1.8 \cdot 6^2}{12.99} = 3.79 \text{ tm}$$

פסיעה בפועל	Md [t*m]	קוטר	פסיעה	As/m [cm ² /m]	As [cm ²]	ω	Mcd,max [t*m]	fcd [t/m ²]
20	3.91	14	20	7.67	7.67	0.20	7	1300
21	3.79	14	21	7.41	7.41	0.19	7	1300

צריך כמובן ממוצע בין מומנטים

סעיף ז

A handwritten table with two columns and two rows. The text is written in Hebrew. The top-left cell contains the number 14020. The top-right cell contains the number 520215. The bottom-left cell contains the number 12024. The bottom-right cell contains the number 5. There are also some symbols or characters written above and below the numbers.

14020	520215
12024	5