

פתרון מוקלד קונס בטון 90318

מועד א אביב 2025



פתרון שאלה 1:

בדיקת פטור מכפף:

כפף בקורה 1

$$l_{0ziz} = 210 * 2.2 = 462 \text{ cm}$$

$$f_{serziz} = 2.67 * \frac{12}{2.1} + 4.5 + 4.5 = 24.25 \left[\frac{t}{m} \right]; K_{11} = 0.75;$$

$$K_{12} = 24.4 * \left(1 * \frac{0.70}{24.25} \right)^{\frac{1}{3}} = 7.48; K_{13} = 1$$

$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{462}{0.75 * 7.48 * 1} = 82.35 > 70[\text{cm}] \text{ N.O.K}$$

$d = b_f = 70 \text{ cm}$
 $K_{11} = 1$
 210
 A
 $F_s = 2.67 \left(\frac{4.0 + 8.0}{2.10} \right) + (4.5 + 9.0) = 28.76 \text{ t/m}$
 $F_s = 28.76 / 0.7 = 41.08 \text{ t/m}^2 \Rightarrow K_{12} = 7.07 \checkmark$
 only 2.2 $L_0 = 2.2 * 210 = 462 \text{ cm}$
 only 3 $L_0 = 3 * 210 = 630 \text{ cm}$
 $H / e_f = 70 / 20 = 3.5$
 $b_f / b_w = 70 / 30 = 2.33$
 $K_{11} = 0.876$
 $H = \frac{630}{0.876 * 7.07} = 102 \text{ cm}$

$$l_{0AB} = 800 * 0.9 = 720 \text{ cm}$$

$$f_{ser} = 4.5 + 4.5 = 9.0 \left[\frac{t}{m} \right]$$

$$K_{12} = 24.4 * \left(1 * \frac{0.3}{9} \right)^{\frac{1}{3}} = 7.85; K_{13} = 1$$

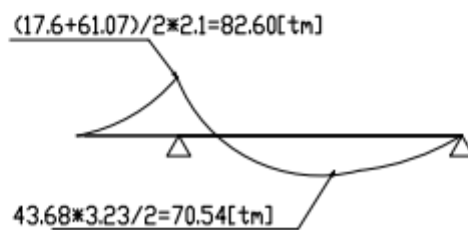
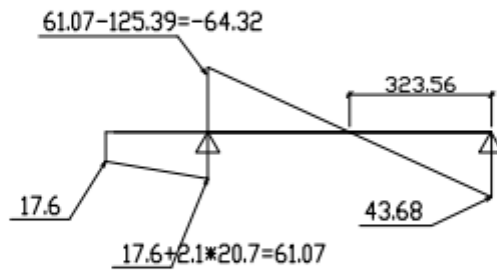
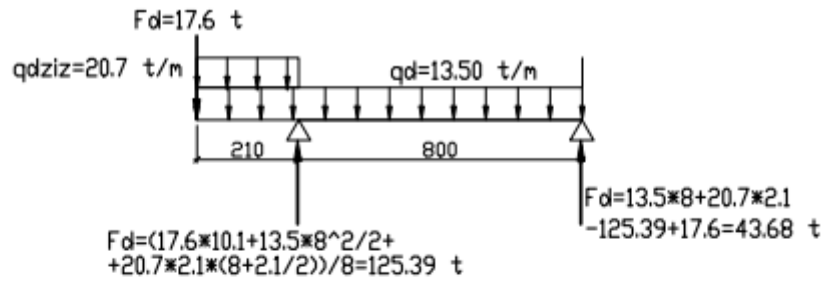
$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{720}{1 * 7.85 * 1} = 91.7 > 70[\text{cm}] \text{ N.O.K}$$

סעיף ב)

$$P_{dziz} = 8 * 1.4 + 1.6 * 4 = 17.6 \text{ ton}$$

$$q_{dziz} = 4.5 * 1.4 + 9.0 * 1.6 = 20.7 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$q_d = 4.5 * 1.4 + 4.5 * 1.6 = 13.5 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$



סעיף ג

$$M_d = 70[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 70}{0.3 * 0.67^2 * 1300}} = 0.55 > 0.4$$

$$M_{cdmax} = 0.32 * b * d^2 * f_{cd} = 0.32 * 0.3 * 0.67^2 * 1300 = 56[tm]$$

$$\Delta m = M_d - M_{cdmax} = 70 - 56 = 14 [tm]$$

$$A_s' = \frac{\Delta m}{(d - d_s) * f_{sd}} = \frac{14}{0.64 * 4.35} = 5.02[cm^2]$$

$$A_s^{req} = \frac{56}{(1 - \frac{0.4}{2}) * 0.67 * 4.35} + 5.02 = 29.03 [cm^2]$$

זיון דרוש $10\Phi 20$

סעיף ד

$$M_d = 82.6[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 82.6}{0.7 * 0.67^2 * 1300}} = 0.22 > 0.4$$

$$67 * 0.22 = 14.74 < 20 \text{ cm}$$

$$A_s^{req} = \frac{82.6}{(1 - \frac{0.22}{2}) * 0.67 * 4.35} = 31.84[cm^2]$$

זיון דרוש $9\Phi 22$

סעיף ה)

חישוב כמות זיון עבור גזירה

עבור $\theta=45^0$

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

$$V_{Rdmax} = 0.6 * \left(1 - 0.7 * \frac{30}{250}\right) * \frac{0.9 * 300 * 670 * 13}{2 * 10000} = 64.62[t]$$

$$\{V_{Rdmax} = 55.96[ton] \theta = 30^0\}$$

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

$$\rho = 0.010$$

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

$$V_{Rd,c} = \left[0.12 * 1.5 * (100 * 0.010 * 0.7 * 30)^{\frac{1}{3}}\right] * \frac{300 * 670}{10000} \quad \text{נוסחא (5.48)}$$

$$V_{Rd,c} = 9.98 [t] \quad \text{נוסחא (5.48)}$$

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

$$V_{Rd,c} = \left(0.035 * 1.5^{\frac{3}{2}} * (0.7 * 30)^{\frac{1}{2}}\right) * \left(300 * \frac{670}{10000}\right) \quad \text{נוסחא (5.49)}$$

$$V_{Rd,c} = 5.92 [t] \quad \text{נוסחא (5.49)}$$

$$s_v = ? [cm]; \Phi = 8[mm]$$

דרוש לפחות 3 ענפים:

$$s_v = \frac{0.9 * d * f_{sd} * n * A_s * 100}{R_{DRED}} = \frac{0.9 * 0.67 * 4.35 * 3 * 0.79 * 100}{52} = 11.95[cm]$$

$$\{s_v = 14[cm] \theta = 30^0\}$$

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

פתרון שאלה 2

סעיף א:

משקל עצמי:

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

$$\frac{0.68 * 0.05 * 2.5 + 0.18 * (0.36 - 0.05) * 2.5 + (0.68 - 0.18) * (0.36 - 0.05) * 0.35}{0.68} = 0.40 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

בדיקת פטור מכפף:

כפף בשדה קריטי:

$$l_{0\text{שדה}} = 705 * 0.9 = 634.5[\text{cm}]; 640 * 0.9 = 576[\text{cm}]; l_{0\text{זיז}} = 255 * 2.2 = 561[\text{cm}];$$

$$f_{ser} = 0.40 + 0.45 + 0.35 = 1.2 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$l_{\text{זיז שדה}} = 634[\text{cm}]; K_{11} = 0.75; K_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{12} \right)^{\frac{1}{3}} = 22.96; K_{13} = 1$$

$$h \geq \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{634.5}{0.75 * 22.96 * 1} = 36.84 > 36 \text{ N.O.K}$$

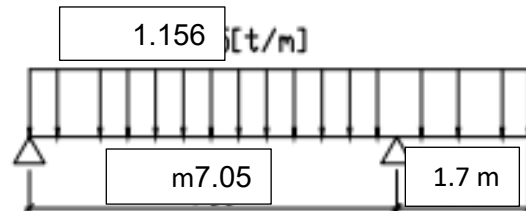
סעיף ב:

עומס לצלע

$$f_{ser} = (0.4 + 0.45) * 1.4 + 0.3 * 1.6 = 1.67 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

$$F_d = 1.70 * 0.68 = 1.156 \text{ t/m}_{rib}$$

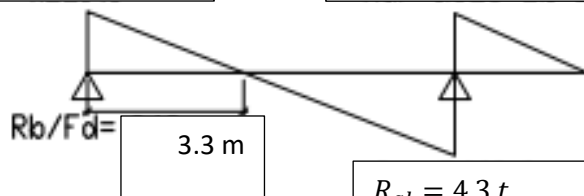
טקומ' 1.04 = Fd



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

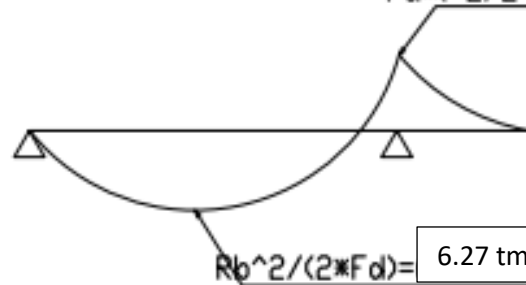
$$1.156 * 8.75 * (8.75/2 - 1.7) / 7.05 = 3.84 \text{ t}$$

$$R_{ar} = 1.7 * 1.156 = 1.96 \text{ t}$$

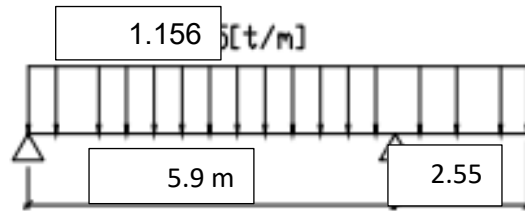


גזירה
[ton]

$$F_d * l^2 / 2 = 1.67 \text{ tm}$$



מומנט
[tm]

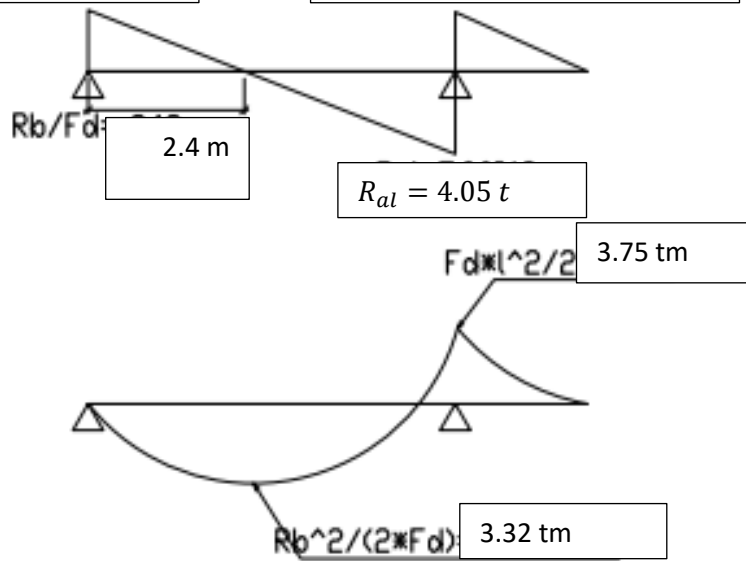


$$R_b = f_d * L * (\frac{L}{2} - l_{ziz}) / l_{sade} =$$

$$1.156 * 8.45 * (8.45/2 - 2.55) / 5.9 = 2.77 \text{ t}$$

$$R_{ar} = 2.55 * 1.156 = 2.94 \text{ t}$$

גזירה
[ton]



מומנטים
[tm]

סעיף ג

$$M_d = 2.93[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 6.27}{0.68 * 0.33^2 * 1300}} = 0.07 < 0.1$$

דרוש זיון:

$$A_s^{req} = \frac{6.27}{(1 - \frac{0.1}{2}) * 0.33 * 4.35} = 4.69 [cm^2]$$

זיון דרוש 3Φ 16

$$M_d = 3.44[tm]$$

זיון דרוש 2Φ 16

סעיף ד

$$M_d = 3.32[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 3.32}{0.18 * 0.33^2 * 1300}} = 0.15 < 0.4$$

דרוש זיון:

$$A_s^{req} = \frac{3.75}{(1 - \frac{0.15}{2}) * 0.33 * 4.35} = 2.82 [cm^2]$$

זיון דרוש 2Φ 14

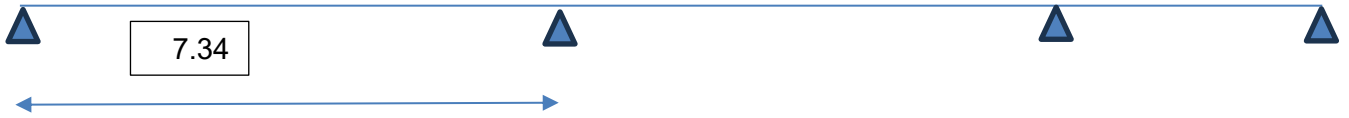
$$M_d = 1.67[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.67}{0.18 * 0.33^2 * 1300}} = 0.06 < 0.4$$

דרוש זיון:

$$A_s^{req} = \frac{1.67}{(1 - \frac{0.10}{2}) * 0.33 * 4.35} = 1.22 [cm^2]$$

זיון דרוש 2Φ 14



$$fd = 1.96 + 4.3 = 6.26 \left[\frac{t}{m} \right]$$

$$fser = fd * \frac{1.2}{1.7} = \frac{6.26}{0.68} * \frac{1.2}{1.7} = 6.49 t/m$$

$$l = 7.34 * 0.8 = 587 [cm]; fser = 6.49 \left[\frac{t}{m} \right]; K_{11} = 1;$$

$$K_{12} = 24.4 * \left(10 * \frac{0.6}{77} \right)^{\frac{1}{3}} = 11.42; K_{13} = 1$$

$$h = \frac{l_0}{K_{11} * K_{12} * K_{13}} = \frac{587}{1 * 11.42 * 1} = 53 [cm] > 36 [cm] \quad N.O.K$$

$$l_0 = 230 * 2.2 = 506[cm]$$

$$l_0 = 660 = 660[cm]$$

$$l_0 = 660 * 0.8 = 528[cm]$$

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

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

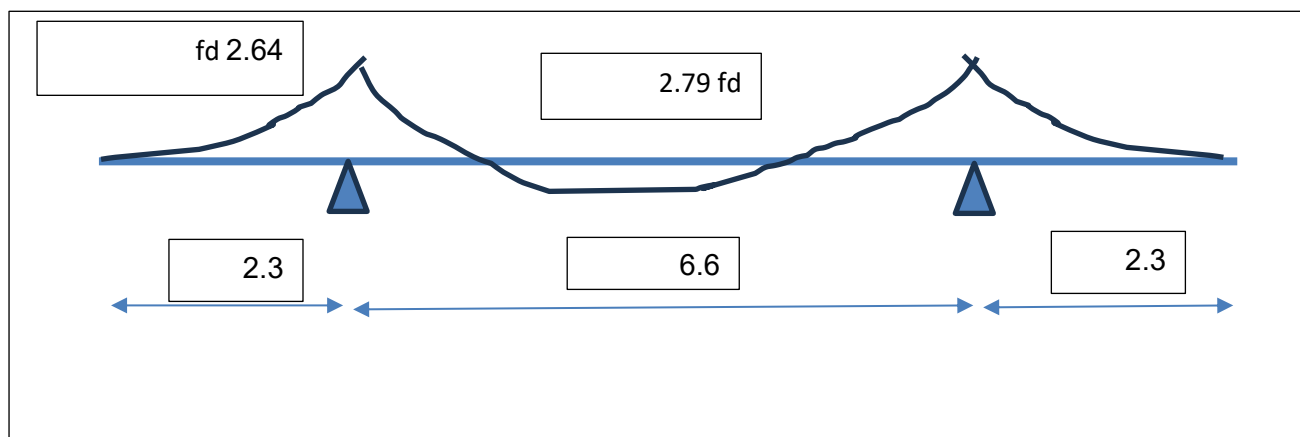
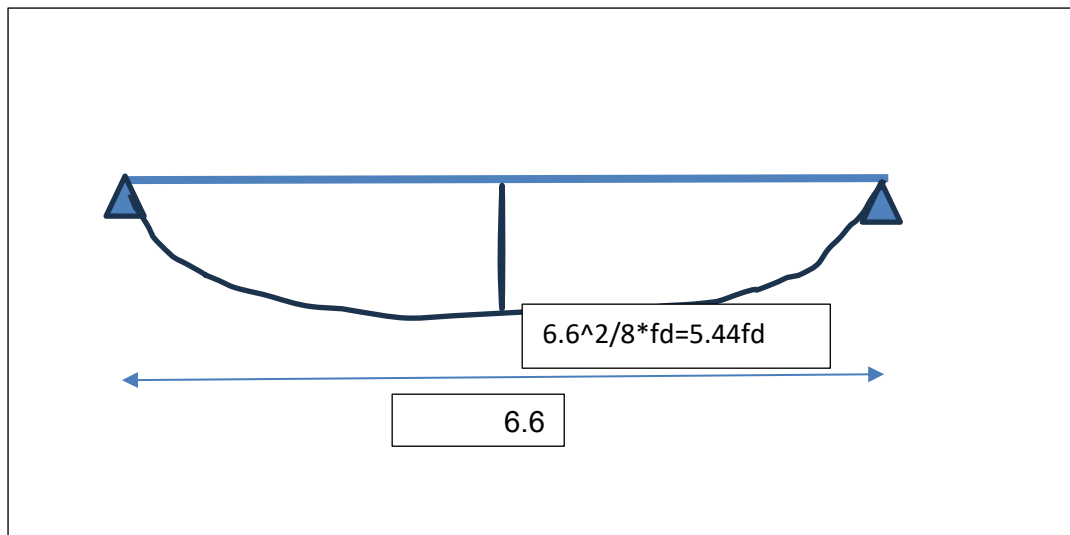
$$24.4^3 * \left(\frac{1}{fser}\right)^1 > \left(\frac{l_0}{k_{11} * h * k_{13}}\right)^3$$

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

$$fser < 24.4^3 / ((6.60) / (1 * 0.24 * 1)^1)^3$$

$$fser < 0.69 t/m^2$$

$$q = 0.69 - 0.24 * 2.5 - 0.42 = -0.33 t/m^2$$



סעיף ג)

$$\omega_{16\Phi15} = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{13.4 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.21 \cdot 1300} = 0.21 \begin{matrix} < 0.4 \\ > 0.1 \end{matrix}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) \cdot d \cdot A_s \cdot f_{sd}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{0.12}{2}\right) \cdot 0.21 \cdot 13.4 \cdot 4.35 = 11.5 [tm]$$

נחלץ עומס תכן מחישוב סטטי:

$$Fd = \frac{11.5}{5.44} = 2.11 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

נחלץ עומס שימושי:

$$q = \frac{Fd - 1.4(g + \Delta g)}{1.6} = \frac{2.11 - 1.4 \cdot (0.24 \cdot 2.5 + 0.42)}{1.6} = 0.42 \left[\frac{t}{m} \right]$$

$$\omega_{10\Phi15} = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{5.24 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.21 \cdot 1300} = 0.08 \begin{matrix} < 0.4 \\ > 0.1 \end{matrix}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) \cdot d \cdot A_s \cdot f_{sd}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{0.10}{2}\right) \cdot 0.21 \cdot 5.24 \cdot 4.35 = 4.54 [tm]$$

נחלץ עומס תכן מחישוב סטטי:

$$Fd = \frac{4.54}{2.79} = 1.62 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

נחלץ עומס שימושי:

$$q = \frac{Fd - 1.4(g + \Delta g)}{1.6} = \frac{1.62 - 1.4 \cdot (0.24 \cdot 2.5 + 0.42)}{1.6} = 0.12 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

סעיף ד

$$\omega_{16\Phi15} = \frac{A_s \cdot f_{sd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{13.4 \cdot 4.35}{1 \cdot 0.21 \cdot 1300} = 0.21 \begin{matrix} < 0.4 \\ > 0.1 \end{matrix}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) \cdot d \cdot A_s \cdot f_{sd}$$

$$m_d = \left(1 - \frac{0.12}{2}\right) \cdot 0.21 \cdot 13.4 \cdot 4.35 = 11.5 [tm]$$

נחלץ עומס תכן מחישוב סטטי:

$$Fd = \frac{11.5}{2.64} = 4.35 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

נחלץ עומס שימושי:

$$q = \frac{Fd - 1.4(g + \Delta g)}{1.6} = \frac{4.35 - 1.4 \cdot (0.24 \cdot 2.5 + 0.42)}{1.6} = 1.82 \left[\frac{t}{m^2} \right]$$

סעיף ה

התקרה אינה תקינה ואי אפשר להעמיס עליה עומס נוסף!!

פתרון שאלה 4:

סעיף א)

$$\lambda_{\min} = \frac{20 \times A \times B \times C}{\sqrt{N_d / (A_g \times f_{cd})}} \leq \lambda_{\max}$$

מקדם השפעת זחילה	A	0.7	
	B	1.24	
	C	0.7	
	Nd	220	ton
מידה X של עמוד	bx	0.6	m
מידה Y של עמוד	by	0.3	m
	fcd	1300	[t/m ²]
	λmin	12.52366	

סעיף ב)

α1		
תנאי השענה	6	
hb1	0.6	m
bb1	0.3	m
lb1	2.8	m
hb2	0.6	m
bb2	0.3	m
lb2	2.8	m
סהכ קורות	0.0081	m ³
hc1	0.6	m
bc1	0.3	m
lc1	4.2	m
hc2	0.6	m
bc2	0.3	m
lc2	4.2	m
סהכ עמודים	0.0018	m ³
α1	0.222222	
α2	0.1	

$\ell_e = \ell_c \left[1 + 10 \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \right]^{1/2} \quad (28.9)$	28.9	lc	4.20	m	
		le	5.5	m	
$\ell_e = \ell_c \left(1 + \frac{\alpha_1}{1 + \alpha_1} \right) \left(1 + \frac{\alpha_2}{1 + \alpha_2} \right) \quad (28.10)$	28.10	lc	4.2	m	
		le	5.4	m	
		אורך אפקטיבי לא מוחזק	le(max)	5.5	m
		גובה עמוד	hc	0.6	m
		רדיוס אנרציה	i	0.17321	m
		תמירות עמוד	λ	31.5201	

סעיף ג)

תמירות עמוד	λ	31.5201
-------------	-----------	---------

אקסצנטריות בעקב	d	13.64	cm
גובה חתך	h	0.6	[m]
אקסצנטריות תכנונית	ed	13.6363636	cm

אורך עמוד צירי	l	4.6	m
	αh	0.93250481	
אורך עמוד פעיל	le	5.5	
	ei	1.28219411	cm

נקדם אינטגרציה	c	10	
	d*	0.55	m
	1/r0	0.00707071	1/m
	e2	0.01592159	m

אקסצנטריות מובנית	ed	0	m
מטר	e total	0.16510717	m

סעיף ה)

חישוב שטח זיון:

קביעת סוג אקס'

$$e_{total} = 16.5[cm]$$

$$\frac{h}{2} - d'_s = 30 - 5 = 25[cm] > e_{total} = 16.5[cm]$$

מסקנה: אקס' קטנה

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

$$M_{sd} = N_d * \left(e_{total} + \frac{h_c}{2} - d_s \right) = 220 * (0.16 + 0.30 - 0.05) = 90[tm]$$

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

$$\Delta M = M_{sd} - M_{cd,max} = 90 - 37.5 = 52.5tm]$$

$$A'_s = \frac{\Delta M}{(d - d'_s) * f_{sd}} = \frac{52.5}{(0.55 - 0.05) * 4.35} = 24.13[cm^2] \rightarrow 5\Phi 25 \rightarrow 24.55[cm^2]$$

$$A_s = \frac{M_{cd,max}}{0.8 * d * f_{sd}} + A'_s - \frac{N_d}{f_{sd}} = \frac{37.75}{0.8 * 0.55 * 4.35} + 24.55 - \frac{220}{4.35} = -6.3[cm^2] \text{ החתך בלחיצה}$$

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

מסקנה לכל צד $5\Phi 25$ סעיף ה)

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

$$18.4 - 5 * 2.5 = 5.9$$

מרחק נקי בין מוט למוט

$$5 * \frac{9}{3} = 1.96 < 2.5 * 4/33.33 \text{ cm}$$

הזיון לא נכנס בשכבה אחת.

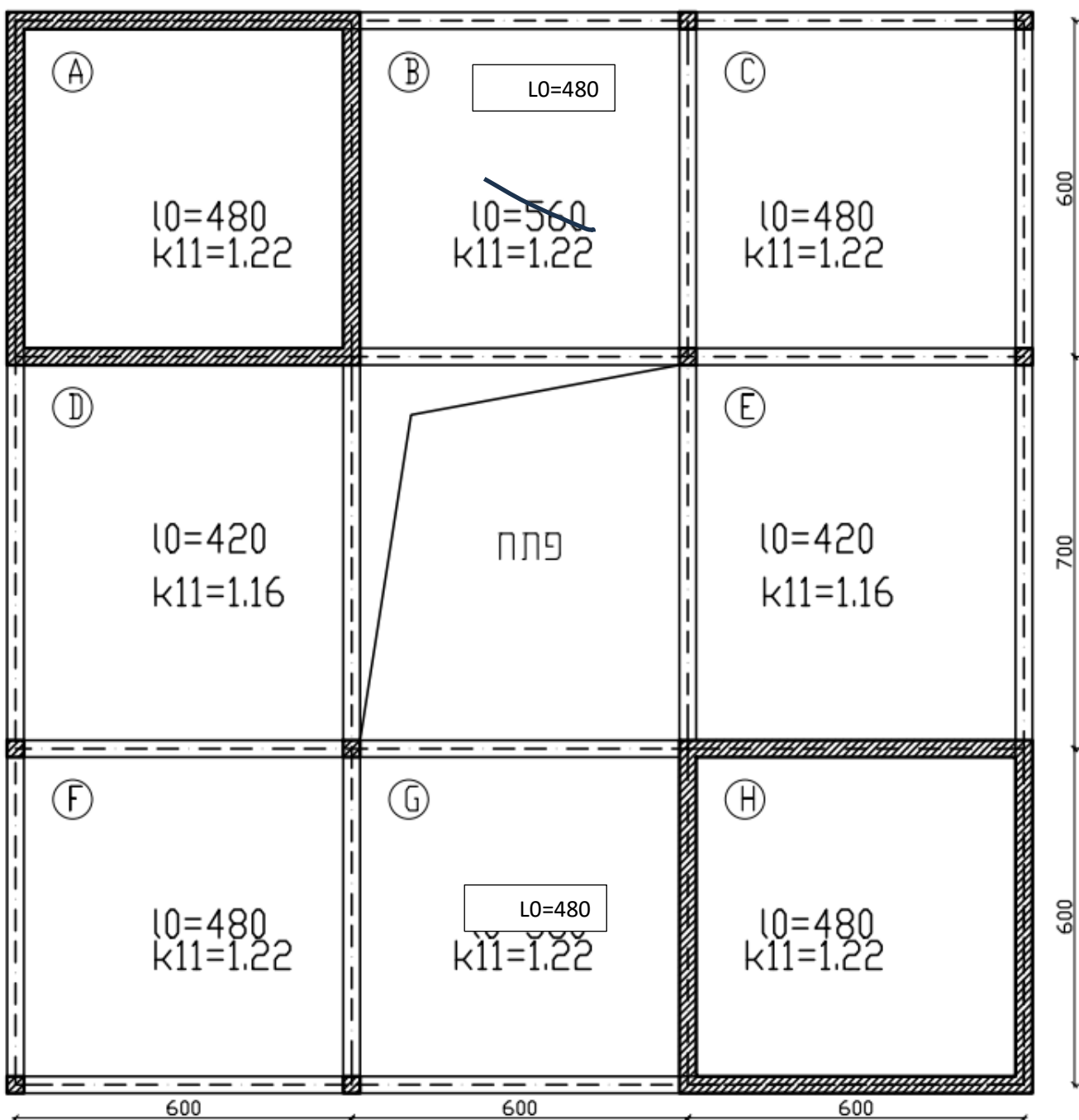
פתרון שאלה 5

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, $\lambda = \sqrt[3]{l_{max}/l_{min}}$



$$\frac{l_0}{k_{11}} = \frac{480}{1.22} = 393 \text{ cm}$$

$$\frac{l_0}{k_{11}} = \frac{420}{1.16} = 362 \text{ cm}$$

שדות G B קובעים

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

$$f_{ser} = 0.18 * 2.5 + 0.4 + 0.35 = 1.2 \left(\frac{t}{m^2} \right)$$

$$k_{12} = 24.4 * \left(\frac{10}{12} \right)^{\frac{1}{3}} = 22.96$$

$$h > \frac{480}{1.22 * 22.96 * 1} = 17$$

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.

$$fd = 1.8 \left(\frac{t}{m^2} \right)$$

$$M_{cx} = M_{cy} = fd * \frac{l^2}{m_2} = 1.8 * \frac{6^2}{40.2} = 1.6 \text{ tm}$$

$$\frac{l_y}{l_x} = 1.16$$

$$M_{ex} = fd * \frac{l^2}{m_1} = 1.8 * \frac{6^2}{39.8} = 1.62 \text{ tm}$$

$$M_{ey} = fd * \frac{l^2}{m_3} = 1.8 * \frac{6^2}{32} = 2.025 \text{ tm}$$

פסיעה בפועל	Md [t*m]	קוטר	פסיעה	As/m [cm^2/m]	As [cm^2]	ω	Mcd,max [t*m]	fcd [t/m^2]
19	1.6	8	19	2.58	2.58	0.06	9	1300
19	1.628141	8	19	2.63	2.63	0.06	9	1300
15	2.025	8	15	3.27	3.27	0.07	9	1300

סעיף ג

$$fd = 1.8\left(\frac{t}{m^2}\right)$$

$$M^{c-} = fd * \frac{l^2}{m^2} = 1.8 * \frac{6^2}{14.3} = 4.53 \text{ tm}$$

$$\frac{ly}{lx} = 1.16$$

$$M^- = fd * \frac{l^2}{m^2} = 1.8 * \frac{6^2}{12} = 5.4 \text{ tm}$$

פסיעה בפועל	Md [t*m]	קוטר	פסיעה	As/m [cm^2/m]	As [cm^2]	ω	Mcd,max [t*m]	fcd [t/m^2]
19	1.6	8	19	2.58	2.58	0.06	9	1300
19	1.628141	8	19	2.63	2.63	0.06	9	1300
15	2.025	8	15	3.27	3.27	0.07	9	1300
15	4.531469	12	15	7.59	7.59	0.17	9	1300
12	5.4	12	12	9.23	9.23	0.21	9	1300

צריך כמובן ממוצע בין מומנטים

