

פתרון מוצע לבחינת מה"ט קונסטרוקציות בטון, שאלון 90318
מועד אביב תשע"ט, 2/19
מחברת: גב' דנה לנל, מכללת אורט ירושלים

שאלה מספר 1 (בחירה 33 נקודות)

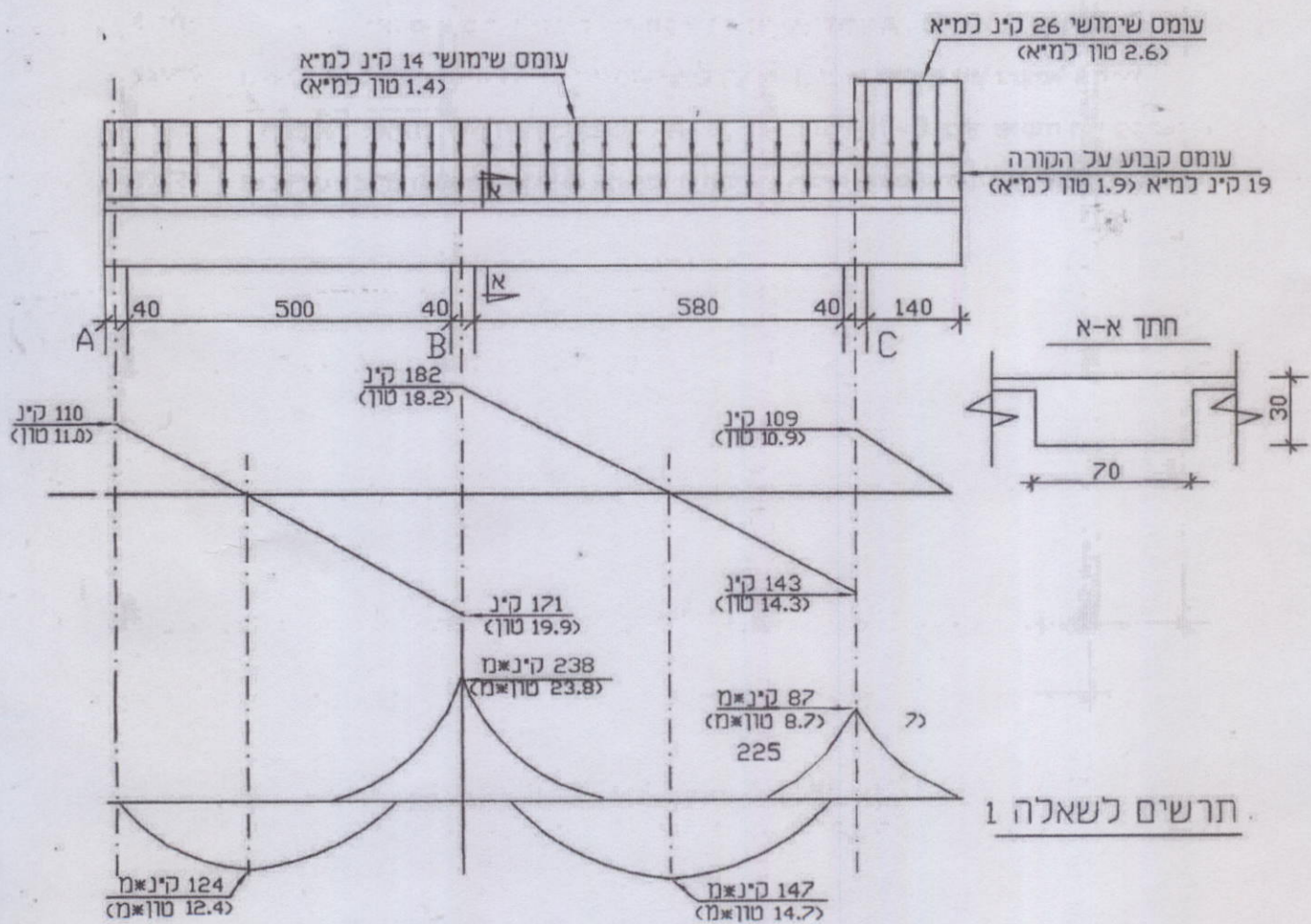
בתרשים מספר 1 מסורטטת קורה סמויה בתקרת צלעות, במידות: $70/30$ ס"מ. התרשים כולל את חתך הקורה ואת העומסים האופייניים, הפועלים עליה. העומס הקבוע כולל את משקלה העצמי של הקורה. הקורה חושבת עבור עומסי התכן, ותוצאות החישוב - מהלכי כוחות הגזירה והמומנטים - מסורטטים בתרשים מספר 1.

שים לב: מידות הקורה הן: $70/30$ ס"מ. אין להתחשב באגפים, ואין לשנות את מידות חתך הקורה במהלך פתרון השאלה.

סוג הבטון ב-30 (אגרגט גירי) והפלדה מצולעת, 3.0 ס"מ $ds=ds'=m$.

דרוש:

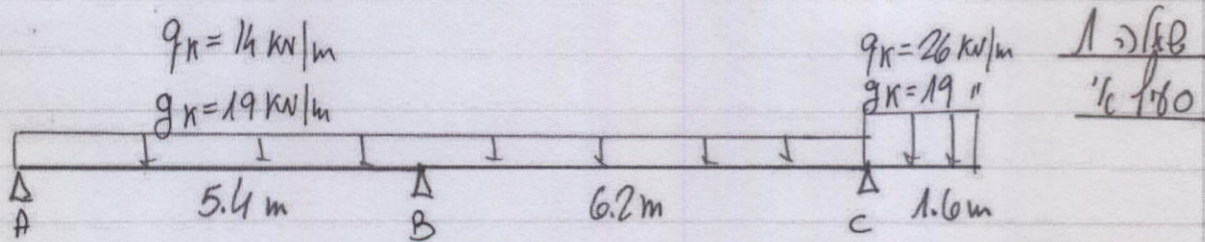
- (6 נק') א. בדוק וקבע אם גובה הקורה עונה על דרישות הכפף של ת"י 466.
ניתן להניח שהמפתח השקיל בשדה BC: $L_0 = 0.7L$ בשדה.
- (2 נק') ב. חשב את עומסי התכן להרס, $F_d \max$, $F_d \min$, על כל חלקי הקורה.
- (3 נק') ג. סרטט את מצב העמיסה על הקורה לקבלת מומנט חיובי מרבי בשדה B-C, וציין את העומסים על הקורה.
- (6 נק') ד. חשב את כמות מוטות הזיון בקוטר 14 מ"מ, הדרושים לכיסוי המומנט החיובי בשדה BC.
- (6 נק') ה. חשב את כמות מוטות הזיון בקוטר 18 מ"מ, הדרושים לכיסוי המומנט השלילי מעל סמך B.
- (10 נק') ו. בדוק האם חתך הקורה מספיק לקבלת כוח הגזירה בחתך א-א (השפה הימנית של סמך B).
חשב ותכנן את המרחק שבין החישוקים, בקוטר 10 מ"מ. שים לב למספר הענפים הדרוש בחתך. סרטט במחברת פתרון הבחינה את חתך א'-א'. סרטט עליו את מוטות הזיון, שחישבת בסעיפים ד' ו-ה', ואת החישוקים, שבחרת בסעיף זה.



-1-

3/23

קונסטרוקציה בטון - עבודה 2019
הצגת אלמנטים במחזור



צמצום: הצגת אלמנטים במחזור

$$l_0 = 5.4 \times 0.8 = 4.32 \text{ m} \quad \text{הצגת אלמנטים : AB}$$

$$l_0 = 0.2 \times 0.7 = 4.34 \text{ m} \quad \text{הצגת אלמנטים : BC}$$

$$l_0 = 2.2 \times 1.6 = 3.52 \quad \text{הצגת אלמנטים : C}$$

(הצגת אלמנטים ; f_{ser}) : BC

$$f_{ser} = \frac{14+19}{0.7} = 47.14 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \kappa_{12} = 14.65$$

$\kappa_{11} = 1$ חתך מרובע
 $\kappa_{13} = 1$ חתך מרובע, עיגול

$$\Rightarrow h \geq \frac{4.34}{1 \times 14.65 \times 1} = 0.296 \text{ m} < 0.3 \quad \checkmark$$

(הצגת אלמנטים ; f_{ser}) : C

$$f_{ser} = \frac{19+26}{0.7} = 64.29 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \kappa_{12} = 13.14$$

$$\Rightarrow h \geq \frac{3.52}{1 \times 13.14 \times 1} = 0.268 < 0.3 \quad \checkmark$$

הצגת אלמנטים במחזור

$$F_{d \max} = 19 \times 1.4 + 14 \times 1.6 = 49 \text{ kN/m}$$

$$F_{d \min} = 19 \times 1.2 = 22.8 \quad \text{נ}$$

הצגת אלמנטים : BC ; AB

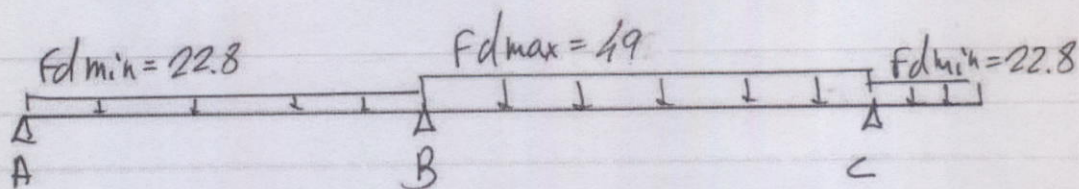
$$F_{d \max} = 19 \times 1.4 + 26 \times 1.6 = 68.2 \text{ kN/m}$$

$$F_{d \min} = 19 \times 1.2 = 22.8 \text{ kN/m}$$

(הצגת אלמנטים במחזור : C)

-2-

4/23



ע"פ 80

$$A_s^{(+)} = ?$$

ע"פ 80

$$M_{edmax} = 0.32 \times 0.7 \times 0.27^2 \times 13 \times 10^3 = 212.28 \text{ kNm}$$

A_s' ע"פ 10

$$w = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 147 \times 10^{-3}}{0.7 \times 0.27^2 \times 13}} = 0.25$$

$$A_s^{(+)} = \frac{147 \times 10}{0.27(1 - \frac{0.25}{2}) \times 350} = 17.82 \text{ cm}^2 \Rightarrow 12 \Phi 14 (18.48 \text{ cm}^2)$$

($1 \Phi 14 \Rightarrow 1.54 \text{ cm}^2$)

$$A_s^{(-)} = ?$$

ע"פ 80

$$M_{edmax} = 212.28 < M_d = 238 \text{ kNm} \Rightarrow A_s' \text{ ע"פ 10}$$

$$A_s' = \frac{(M_d - M_{edmax}) \times 10}{(d - d_s) \times f_{sd}} = \frac{(238 - 212.28) \times 10}{(0.27 - 0.03) \times 350} = 3.06 \text{ cm}^2$$

$\Rightarrow 2 \Phi 18 (5.09 \text{ cm}^2)$

$$A_s = A_s' + \frac{M_{ed} \times 10}{d \times 0.8 \times f_{sd}} = 3.06 + \frac{212.28 \times 10}{0.27 \times 0.8 \times 350} = 31.14 \text{ cm}^2$$

$\Rightarrow 13 \Phi 18 (33.02 \text{ cm}^2)$

($1 \Phi 18 \Rightarrow 2.54 \text{ cm}^2$)

(הערה: בתקן לא סווג אזהר A_s' צריך לכתוב: צי שלבסוף כל צי שלבסוף)
פ"ל ל אזהר מזהר קב"ל

1. פרק (עזירה)
 תישובת V_d מופחתת יחד עם קבועי העומס (ולא הפחתה של d) מכיוון
 שמצדד בקורה סמוכה - השלם באי' ישירה.

$$V_d = R_{BR} - F_{dmax} \cdot 0.2 = 182 - 49 \cdot 0.2 = 172.2 \text{ KN}$$

תישובת V_{Rdmax} בהתאם ל $\theta = 30^\circ$; $\alpha = 90^\circ$; ו $\beta = 30^\circ$

$$V_{Rdmax} = 13.327 \cdot b_w \cdot d \cdot 0.9 \cdot 10^{-3}$$

$$= 13.327 \times 700 \times 0.9 \times 270 \times 10^{-3} = 2266.9 \text{ KN} > V_d$$

מכאן $\Rightarrow$ אין צורך להפחית את θ

$$V = 1 + \sqrt{\frac{200}{270}} = 1.86$$

$$100 \rho = \frac{100 \times A_s}{b_w \cdot d} = \frac{100 \times 31.14}{70 \times 27} = 1.65 < 0.02 \times 100 \checkmark$$

$$(1) V_{Rdc} = 0.12 \text{ KN} (100 \rho \times 0.7 \cdot f_{ck})^{1/3} \times b_w \cdot d \cdot 10^{-3}$$

$$= 0.12 \times 1.86 (1.65 \times 0.7 \times 30)^{1/3} \times 700 \times 270 \times 10^{-3} = 137.53 \text{ KN} < V_d$$

$$(2) V_{Rdc} \geq 0.035 \text{ KN}^{3/2} (0.7 \cdot f_{ck})^{1/2} \cdot b_w \cdot d \cdot 10^{-3}$$

$$= 0.035 \times 1.86^{3/2} (0.7 \times 30)^{1/2} \times 700 \times 270 \times 10^{-3} = 76.9 \text{ KN}$$

$$\Rightarrow V_{Rdc} = 137.53 \text{ KN} > V_d \Rightarrow \text{צרכים תישובת}$$

תישובת מספר הוורסטים: $20 \leq 20 = 0.75d$; $40 \leq 40$ ו $40 \leq 40$
 המרחק בין הוורסטים לא יארום את 40

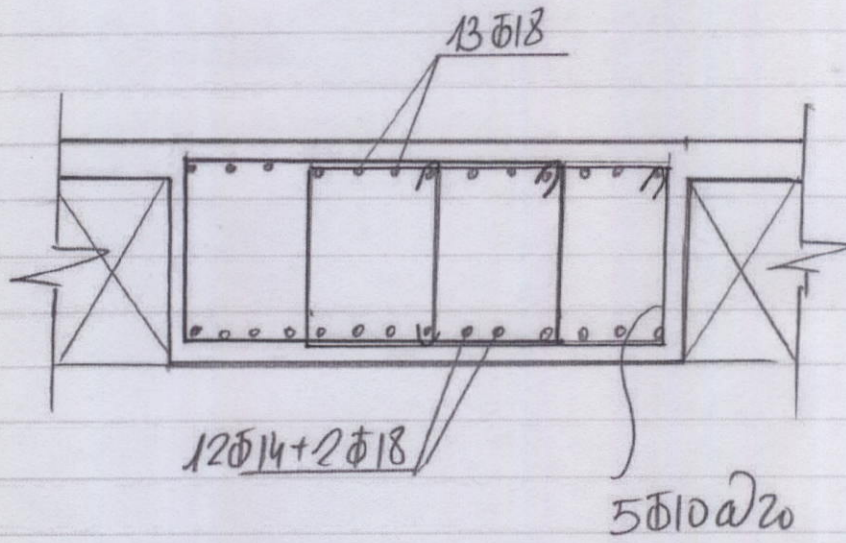
$$n = \frac{70 - 2 \times 3}{20} + 1 = 5$$

$$S_v = \frac{0.9 \cdot d \cdot f_{sd} \cdot \cot \theta \cdot n \cdot A_{sv}}{100 V_{Rdc}} = \frac{0.9 \times 270 \times 350 \times \sqrt{3} \times 5 \times 0.79}{100 \times 172.2} = 33.8 \text{ cm}$$

$$S_{vmax} = 0.75d; 30 \text{ cm} \Rightarrow 5 \Phi 10 @ 20 \text{ cm}$$

-4-

6/23



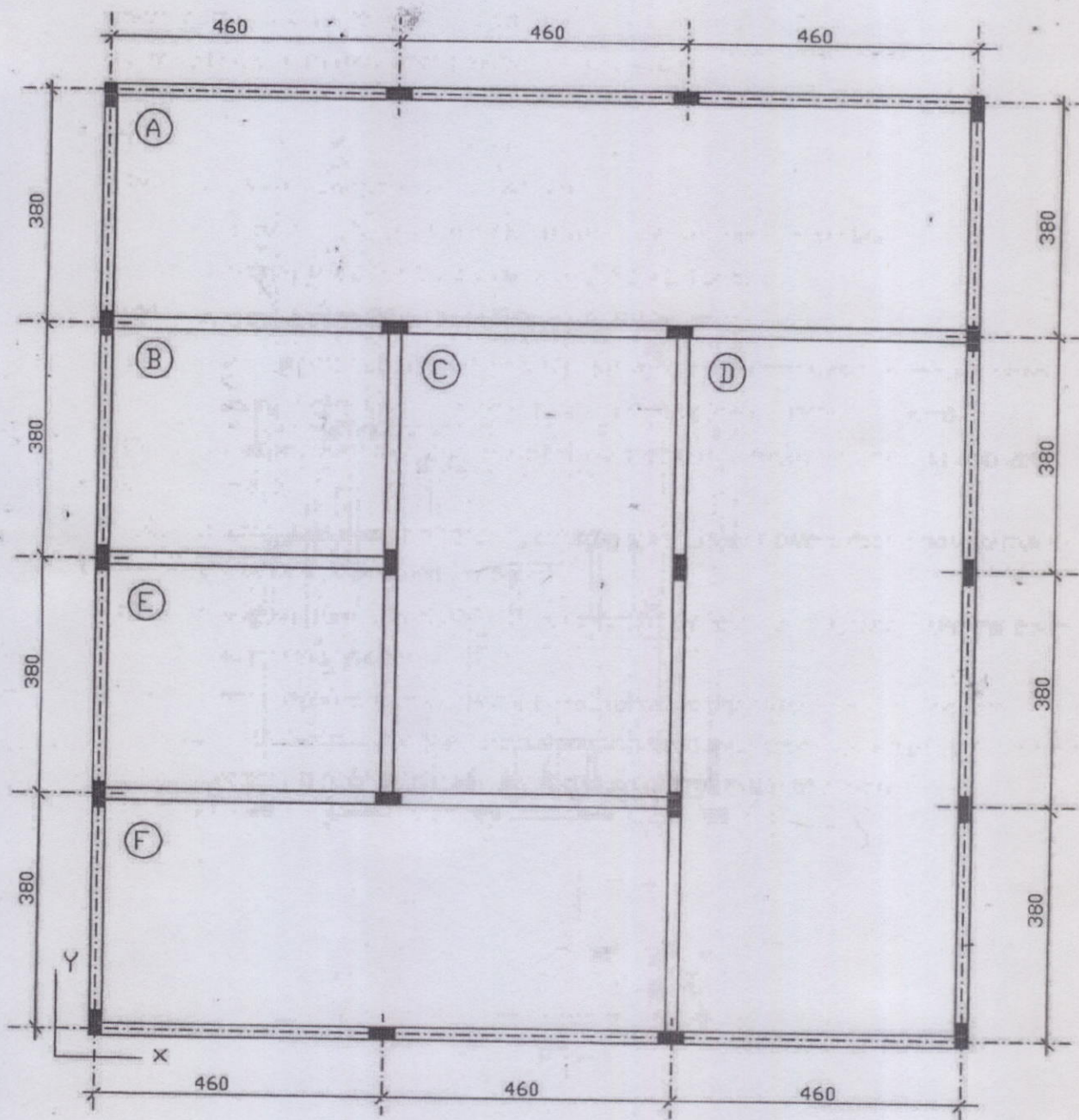
שאלה מספר 2 (בחירה 33 נקודות)

בתרשים לשאלה 2 מסורטטת תקרה מקשית בעובי אחיד: 16 ס"מ בכל השדות.
 העומס הקבוע על התקרה, בנוסף למשקלה העצמי, הוא 3.0 ק"נ למ"ר (300 ק"ג למ"ר).
 העומס השימושי על התקרה: 4.0 ק"נ למ"ר (400 ק"ג למ"ר). העומסים הם עומסים אופייניים.
 התקרה עמוסה בו זמנית בעומס השימושי על כל שטחה ואין לחשב מצבי עמיסה מסוכנים.
 המידות הרשומות בתרשים הן ציריות לקורות ולעמודים.
 בפתרון המבחן ניתן להניח, שהמומנטים השליליים מעל הסמכים שווים לממוצע החשבוני של מומנט הרתום
 המלא משני צידי הסמך.
 סוג הבטון: ב-30 (אגרגט גירי), הפלדה מצולעת, 3.0 ס"מ $dsx=dsy'$.

דרוש:

- א. סרטט את הסכמות הסטטיות של התקרה. (3 נק')
- ב. בדוק וקבע אם עובי התקרה הנתון, בכל חלקיה, עונה על דרישות הכפף של ת"י 466. (7 נק')
- ג. חשב את עומסי התכן להרס על התקרה. (2 נק')
- ד. חשב את המומנטים החיוביים בשדות: A, B, C, ו-E. (6 נק')
- ה. חשב את המומנטים השליליים מעל הסמכים בין השדות: A-B, B-E, ובין C-B. (6 נק')
- ו. חשב את כמויות הזיון החיוביים, הדרושים בשדה B, ובחר מוטות זיון בקוטר 8 מ"מ. (6 נק')
- ז. חשב את כמויות הזיון השליליים בין: A-B, B-E, ובין C-B. בחר מוטות זיון בקוטר 12 מ"מ. (3 נק')
- ח. סרטט במחברת פתרון הבחינה את תכנית התקרה ועליה את מוטות הזיון, שבחרת בסעיף ו'. (3 נק')

8/23



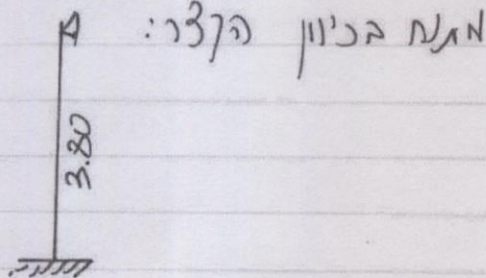
תרשים לשאלה 2 ק.מ. 1:100

2 100
100 100 - 1/10 100

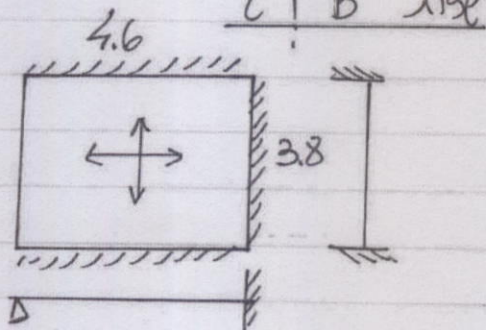
$$\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \frac{1380}{380} > 2 \quad \therefore \text{A 3B}$$

(בטא, בין שבה A ובה D $\frac{1}{2}$ ניגים $\frac{1}{4}$)

אמת בכיוון הקצרה:

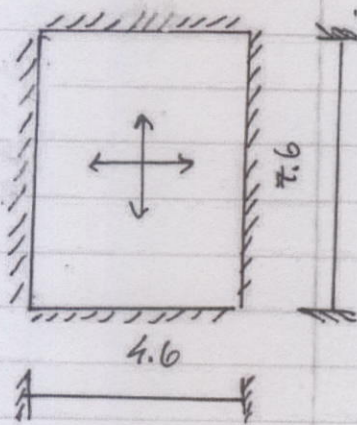


E I B 1132



$$\frac{l_{\max}}{l_{\min}} = \frac{4.6}{3.8} > 1.21$$

c ၇၃၆

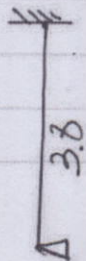


$$\frac{l_{\max}}{l_{\min}} = \frac{7.6}{4.6} = 1.65 < 2$$

7/31 N 736 <

F 232

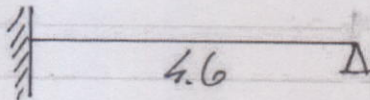
$\frac{f_{\max}}{f_{\min}} > 2 \Rightarrow$ תצ כיווני הכיוון
הפרד



D ၁၅၉

$$\therefore \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{11.4}{4.6} = 2.48 \approx 2.5$$

שם שבה חזר כיווני אמרת הכיוון (יניצור)



(בטוח, בין לבד D: F! אין רגיר חלל)

הקשר בין P_{10} ל- P_{10}
A הקשר

$$f_{ser} = 25 \times 0.16 + 3.0 + 4.0 = 11 \text{ kW/m}^2 \Rightarrow K12 = 23.78$$

הקשר בין P_{10} ל- P_{10} $K11 = 1$

הקשר בין P_{10} ל- P_{10} $K13 = 1$

$$h \geq \frac{3.8 \times 0.8}{1 \times 23.78 \times 1} = 0.13 \text{ m} < 0.16 \text{ m} \checkmark \text{ ישר}$$

E 1 B הקשר

$$\frac{l_{max}}{l_{min}} = 1.21 > 1.15 \Rightarrow l_0 \text{ ישר}$$

$$l_{0min} = 3.8 \times 0.6 = 2.28 \text{ m}$$

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{4.6}{3.8}} = 1.066 \Rightarrow K11 = \frac{1.22}{1.066} = 1.14$$

$$h \geq \frac{2.28}{1.14 \times 23.78 \times 1} = 0.084 \text{ m} < 0.16 \text{ m} \checkmark \text{ ישר}$$

$$\frac{l_{max}}{l_{min}} = 1.65 > 1.15 \Rightarrow l_0 \text{ ישר}$$

C הקשר

$$l_{0min} = 4.6 \times 0.6 = 2.76 \text{ m}$$

$$\lambda = \sqrt[3]{1.65} = 1.18 \Rightarrow K11 = \frac{1.22}{1.18} = 1.03$$

$$h \geq \frac{2.76}{1.03 \times 23.78 \times 1} = 0.112 \text{ m} < 0.16 \text{ m} \checkmark \text{ ישר}$$

$$h \geq \frac{4.6 \times 0.8}{1 \times 23.78 \times 1} = 0.155 < 0.16 \text{ m} \checkmark \text{ ישר}$$

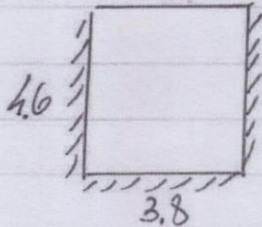
$$h \geq \frac{3.8 \times 0.8}{1 \times 23.78 \times 1} = 0.13 < 0.16 \text{ m} \checkmark \text{ ישר}$$

$$f_{dmax} = (4.0 + 3.0) \times 1.4 + 4.0 \times 1.6 = 16.2 \text{ kW/m}^2$$

$$f_{dmin} = (4.0 + 3.0) \times 1.2 = 8.4 \text{ kW/m}^2$$

הקשר

$$M_{dmax} = \frac{q}{128} \times F_{dmax} \times l^2 = \frac{q}{128} \times 16.2 \times 3.8^2 = 16.45 \text{ kNm}$$



A תינקי קלצה

13 P60

E תינקי קלצה ב וקלצה
90° בתישוק נסויה לא הציגו

$$\frac{l_y}{l_x} = 1.21 \approx 1.2$$

$$M_{xm} = \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_2} = \frac{16.2 \times 3.8^2}{33.8} = 6.92 \text{ kNm}$$

$$M_{ymax} = \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_4} = \frac{16.2 \times 3.8^2}{66.2} = 3.53 "$$

$$\frac{l_y}{l_x} = 1.65$$

C תינקי קלצה

$$M_{xm} = \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_2} = \frac{16.2 \times 4.6^2}{27.5} = 12.47 \text{ kNm}$$

$$M_{ymax} = \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_4} = \frac{16.2 \times 4.6^2}{99.9} = 3.43 \text{ kNm}$$

$$M_{dA}^{(-)} = - \frac{F_{dmax} \cdot l^2}{8} = - \frac{16.2 \times 3.8^2}{8} = -29.24 \text{ kNm}$$

13 P60 - תינקי קלצה

A-B בין

$$M_{dB}^{(-)} = -X_m = - \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_1} = - \frac{16.2 \times 3.8^2}{13.9} = -16.83 \text{ kNm}$$

$$M_{d(A-B)} = - \left(\frac{29.24 + 16.83}{2} \right) = -23.04 \text{ kNm}$$

E | B בין

$$-X_m = -16.83$$

$$M_{d(B-E)}^{(-)} = -16.83 \text{ kNm}$$

$$M_{dB}^{(-)} = -Y_m = - \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_3} = - \frac{16.2 \times 3.8^2}{17.5} = -13.37 \text{ kNm}$$

C | B בין

$$M_{dC}^{(-)} = -X_m = - \frac{F_{dmax} \cdot l_x^2}{m_1} = - \frac{16.2 \times 4.6^2}{12.7} = -26.99 "$$

$$M_{d(B-C)}^{(-)} = - \left(\frac{13.37 + 26.99}{2} \right) = -20.06 \text{ kNm}$$

$\begin{array}{r} 29.24 \\ 23.04 \\ \hline \Phi 12 @ 21 \end{array}$	$\begin{array}{r} 16.45 \\ \hline \end{array}$
$\begin{array}{r} 16.83 \\ 3.53 \\ \hline 6.92 \\ \Phi 8 @ 23 \end{array}$	$\begin{array}{r} B \\ 13.37 \\ 26.99 \\ 20.06 \\ \hline \Phi 12 @ 24 \end{array}$
$\begin{array}{r} 16.83 \\ 16.83 \\ \hline \Phi 12 @ 23 \end{array}$	$\begin{array}{r} C \\ 12.47 \\ \hline 3.43 \end{array}$
$\begin{array}{r} 6.92 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} E \\ \hline \end{array}$

$M_1 = 23.04 \text{ kNm}$ B! A 130 ס"מ י"פ של ג'נטלן ויז זרז
 $W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 23.04 \times 10^{-3}}{1.0 \times 0.13^2 \times 13}} = 0.11 \quad \Rightarrow \quad A_s = \frac{23.04 \times 10}{0.12 \left(1 - \frac{0.11}{2}\right) 350} = 5.36 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\Rightarrow \Phi 12 @ 21 (5.38 \text{ cm}^2)$

$$A_{s \min} = 0.00163 \times 100 \times 13 = 2.12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.06 \times 10^{-3}}{1.0 \times 0.13^2 \times 13}} = 0.095 \Rightarrow W = 0.1 \Rightarrow A_s = \frac{20.06 \times 10}{0.13 \times 0.95 \times 350} = 4.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\Rightarrow \Phi 12 @ 24 (4.71 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$(W = W_{min} = 0.1)$ $M_d = 16.83 \text{ kNm}$ $E = 1.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $I = 138 \text{ cm}^4$

$$A_s = \frac{16.83 \times 10}{0.13 \times 0.95 \times 350} = 3.89 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12 @ 29$$

נאמר 25 א' 120 ₪ זה מירוח מכסות
בין מוטו ברקרה מיקל.

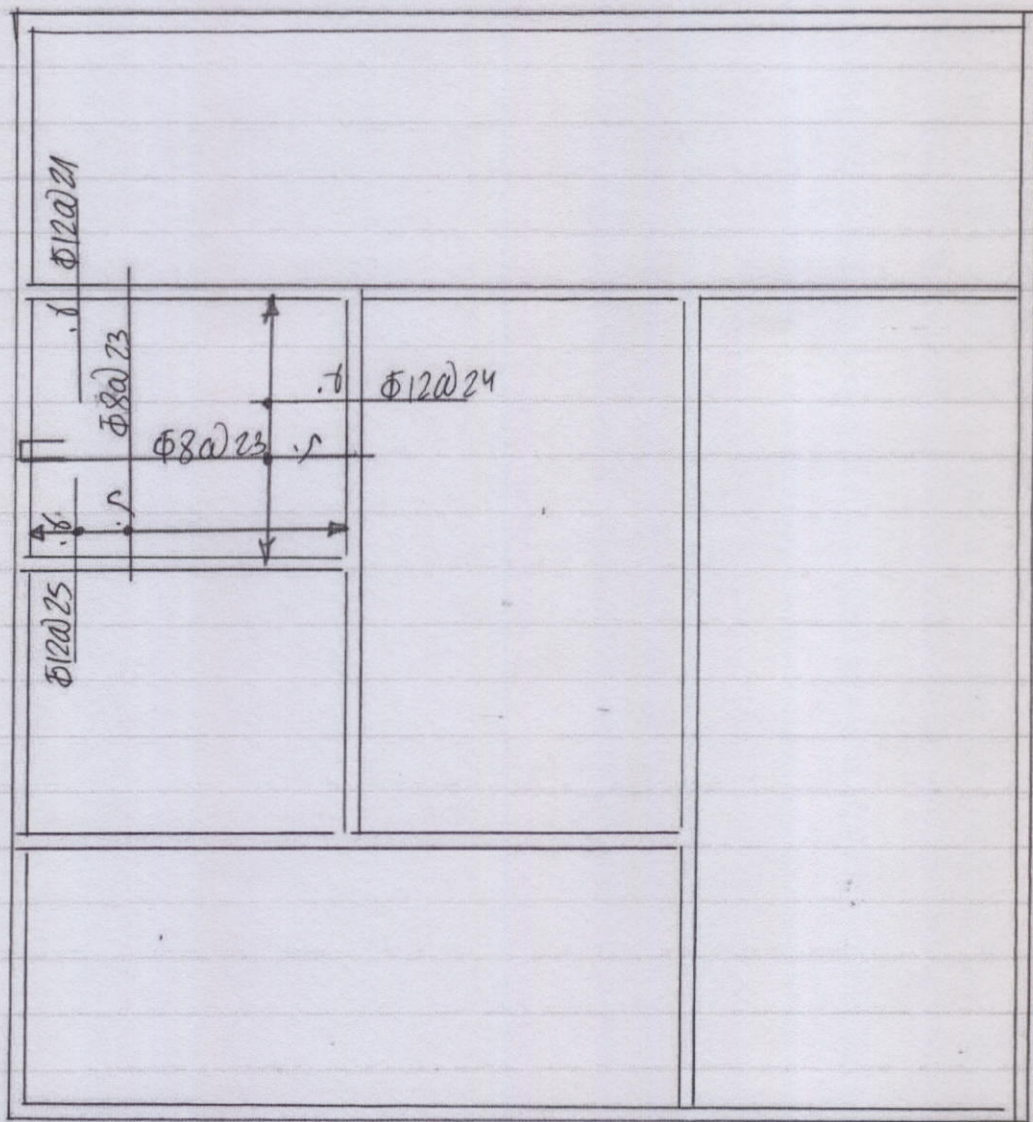
-9-

13/23

(w=0.1) $M_d = 3.53 \text{ kNm}$ X חביון B חזקת חילוקי חזקת חביון

$$A_s = \frac{3.53 \times 10}{0.13 \times 0.95 \times 350} = 0.82 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_{s \min} \Phi 8 @ 23 (218 \text{ cm}^2)$$

$$A_s = \frac{6.92 \times 10}{0.13 \times 0.95 \times 350} = 1.6 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow A_{s \min} \Phi 8 @ 23 \quad \text{חביון Y}$$



שאלה מס' 3 (בחירה 33 נקודות)

בתרשים לשאלה 3 מסורטטת תקרת צלעות. עובי התקרה 28.0 ס"מ, גובה הבלוקים 23.0 ס"מ, רוחבם 30 ס"מ ומשקלם המרחבי 5.0 ק"נ למ"ק (500 ק"ג למ"ק).
 התקרה מועמסת על כל שטחה, בנוסף למשקלה העצמי, בעומס קבוע נוסף: 3.0 ק"נ למ"ר (300 ק"ג למ"ר) ובעומס שימושי: 1.5 ק"נ למ"ר (150 ק"ג למ"ר).
 סוג הבטון ב-30 (אגרגט גירי), הפלדה מצולעת, 3.0 ס"מ $ds=ds'$.

דרוש:

- א. חשב את משקלה העצמי של התקרה. (2 נק')
- ב. בדוק וקבע אם עובי התקרה הנתון עונה על דרישות הכפף של ת"י 466. (5 נק')
- ניתן להניח שבשדה 2-3-5-6 מתקיים: $L_0 = 0.9 L$ בשדה.
- ג. כאשר התקרה עמוסה על כל חלקיה בעומס תכן: (6 נק')
- (1.25 טון למ"ר) $F_d = 12.5$ ק"נ למ"ר, חשב וסרטט את מהלכי כוחות הגזירה ואת מהלכי מומנטי הכפיפה, לכל חלקי התקרה, עבור צלע אחת (רצועה שרוחבה צלע אחת).
 ד. חשב את שטחי הזיון החיוביים, הדרושים בשדות, ובחר מוטות זיון בקוטר 14 מ"מ עבור הצלעות. (5 נק')
- ה. בדוק, האם סיבוב הבלוקים ליד קיר בטון 4-5 של הממ"ד מספיק לקבלת המומנט השלילי מעל הקיר, ללא תוספת זיון לחוץ? (5 נק')
- ו. חשב את שטחי הזיון השלילי, הדרושים לצלעות מעל קיר בטון 4-5, ובחר מוטות זיון בקוטר 18 מ"מ עבור הצלעות. (5 נק')
- ז. סרטט סכמה סטטית של קורה 5-6. חשב וסרטט על סכמת הקורה את עומסי השרות הפועלים עליה. כאשר נתון שממדי הקורה הם 20/60 ס"מ, בדוק וקבע אם ממדי הקורה עונים על דרישות הכפף של ת"י 466. אין להזניח את משקלה העצמי של הקורה. (5 נק')

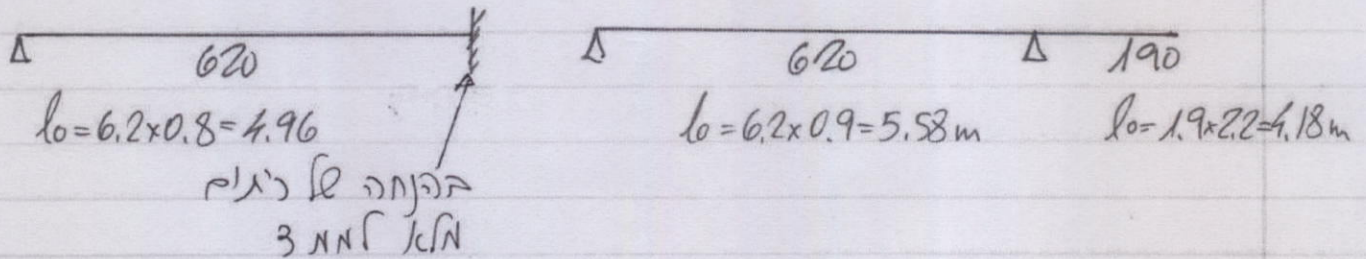
-10-

16/23

$$g_k = \frac{25 \times 0.65 \times 0.28 - (25-5) \times 0.5 \times 0.23}{0.65} = 3.46 \text{ kN/m}^2 \quad \text{3 חלק}$$

2 חלק

1 חלק



$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{l_0} &= \frac{28}{5} = 5.6 \\ \frac{b_f}{b_w} &= \frac{65}{15} = 4.33 \end{aligned} \right\} \kappa_{I1} \approx 0.746$$

$$f_{sdr} = 3.46 + 3 + 1.5 = 7.96 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \kappa_{I2} = 26.98$$

$$\kappa_{I3} = 1 \quad \text{פיר 30. אלקטרט ג'ני}$$

$$h \geq \frac{5.58}{0.746 \times 26.98 \times 1} = 0.278 < 0.28 \quad \checkmark \quad \text{י'א}$$

$$f_{cl \max} = 12.5 \times 0.65 = 8.125 \text{ kN/m} \quad \text{8.3}$$

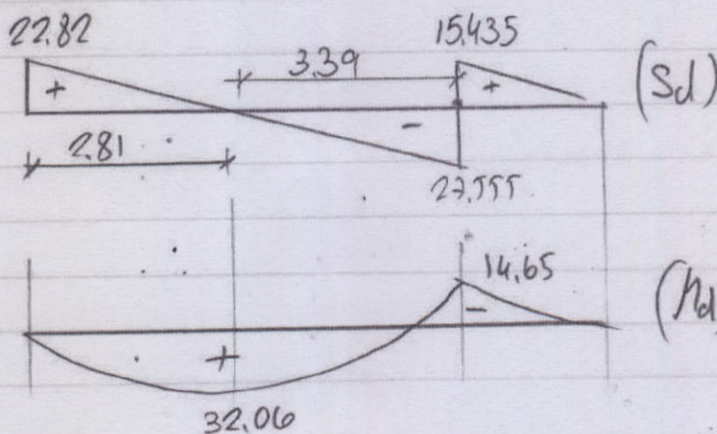
1 חלק

$$\sum M_A = 0$$

$$8.125 \times \frac{8.1^2}{2} = 6.2 R_B \Rightarrow R_B = 42.99 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$8.125 \times 8.1 - 42.99 = R_A = 22.82 \text{ kN}$$



$$M_{AB}^{(+)} = \frac{22.82 \times 2.81}{2} = 32.06 \text{ kNm}$$

$$M_B^{(-)} = 32.06 - 3.39 \times 27.555 = 14.65 \text{ kNm}$$

$$\text{3) } M = 14.65 - \frac{15.435 \times 1.9}{2} \approx 0$$

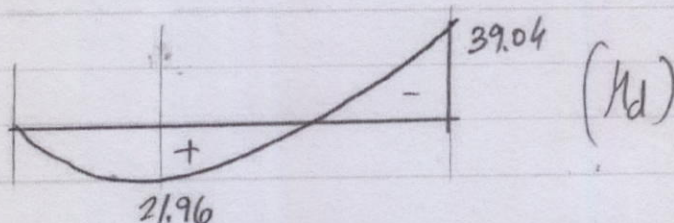
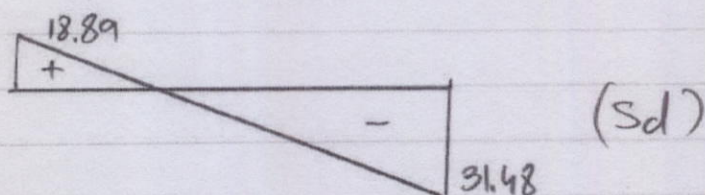
$$R_B = \frac{5}{8} f_{dmax} \cdot l = \frac{5}{8} \times 8,125 \times 6,2 = 31,48 \text{ kN}$$

$$R_A = \frac{3}{8} \times F_{dmax} \cdot l = \frac{3}{8} \times 8.125 \times 6.2 = 18.89 \text{ kN}$$

$$8.125 \times 6.2 - 31.48 - 18.89 = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \therefore \uparrow +$$

$$M_{AB}^{(+)} = \frac{9}{128} \cdot F_{d \max} \cdot l^2 = \frac{9}{128} \times 8,125 \times 0,2^2 = 21,96 \text{ kNm}$$

$$M_B (-) = - \frac{F d_{\max} \cdot l^2}{8} = - \frac{8125 \times 6^2}{8} = -39.04 \text{ kNm}$$



$$\frac{\text{מילי } \alpha}{\text{דבר מומנט}} = \text{תוקי} \leftarrow \text{חץ נלך} \quad (\text{באג'ים דבר היתוף})$$

$x < t_f$ כיתה:

$$M_{cd \max} = 0.64 [(b_f - b_w) t_f (d - 0.5 t_f) + b_w \cdot d^2 / 2] f_{cd} \times 10^3$$

$$= 0.64 \left[(0.65 - 0.15) 0.05 (0.25 - 0.025) + 0.15 \times 0.25^2 / 2 \right] 13 \times 10^3 = 85.8 \text{ kNm}$$

As $\exists \text{Id} \in \text{Modmax} > \text{Id}$

ת.ר.ר. As גומות (מ'י'ר) קצוץ א : 3206

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 32.06 \times 10^{-3}}{0.65 \times 0.25^2 \times 13}} = 0.06 \Rightarrow W = W_{\min} = 0.1$$

$$x = w \cdot d = 0.1 \times 25 = 2.5 \text{ cm} < t_f \quad \therefore \text{OK}$$

⇒ אזור ארתיים אל המזרח כחלק מאזורי החרוז - (התחנה
היורה לבנה)

$$A_s^{(+)} = \frac{32.06 \times 10}{0.25 \times 0.95 \times 350} = 3.86 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3\Phi 14 (462 \text{ cm}^2)$$

$w < 0.06$; $M_d = 21.96 \text{ kNm}$ 2 חלקי בקטר

$$A_s^{(+)} = \frac{21.96 \times 10}{0.25 \times 0.95 \times 350} = 2.64 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2\Phi 14 (3.08 \text{ cm}^2)$$

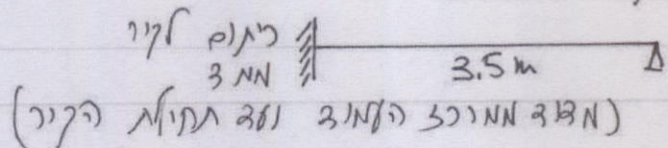
סעיף ב' עבור מומנט שלילי - חתך מרכזי בלבד
 $M_{dmax} = 0.32 \times 0.15 \times 0.25^2 \times 13 \times 10^3 = 39 \text{ kNm} \approx M_d = 39.04$
 אדם הסרט על כן קטן נימך לפניו לסיקור החלקים הסבים. (לא ניתן החישוב בין רצף החלקים לקיר)

$w = 0.4 \Leftarrow M_d = M_{dmax}$ עבור

$$A_s^{(-)} = \frac{39.0 \times 10}{0.25 \times 0.8 \times 350} = 5.57 \text{ cm}^2 (7.63 \text{ cm}^2) \text{ 3}\Phi 18$$

(עצל אחדות 1\Phi 18 + 1\Phi 20)

קצה 5-6



חלק העמודים על מנתון כמות העצירה בקצות:

$$f_{ser} = \frac{R_b}{1.45 \times b_f} + g_n = \frac{42.99}{1.45 \times 0.65} + 0.2(0.6 - 0.28)25 = 47.2 \text{ kN/m}$$

↑ ↑
עומס שר עומס מרכזי

$$f_{ser} = \frac{47.21}{0.2} = 236.05 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \kappa/2 = 8.57$$

$$h \geq \frac{3.5 \times 0.8}{\kappa \times 8.57 \times 1} = 0.33 \text{ m} < 0.6 \checkmark$$

מקין.

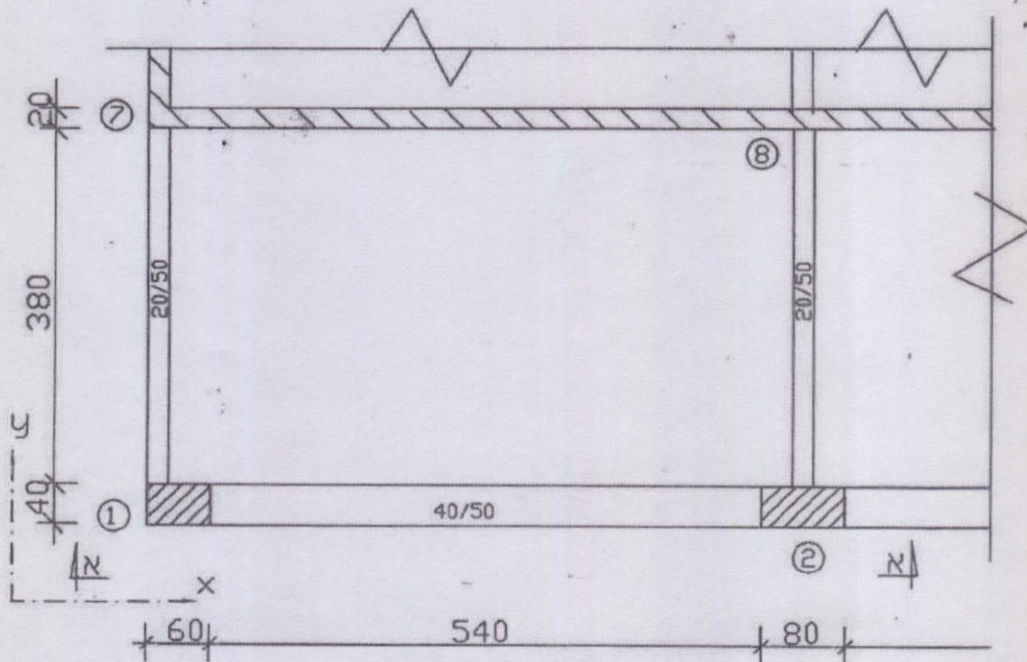
שאלה מס' 4 (בחירה 33 נקודות)

בתרשים לשאלה 4 מסורטט קטע מתוכנית קומת הקרקע של בניין מסחרי.
 דרוש לתכנן את עמוד מספר 1 בקומת הקרקע, אשר מועמס בעומס תכן: 1200 ק"נ (120 טון).
 מידות העמוד: 40/60 ס"מ, 5.0 ס"מ $ds=ds'=m$.
 העמוד אינו מוחזק בכיוון X והוא מוחזק בכיוון Y. העמוד סמוך על ידי הקורות, המחוברות אליו.
 חתך כל הקורות בכל הקומות בכיוון X: 40/50 ס"מ. חתך כל הקורות בכל הקומות בכיוון Y: 20/50 ס"מ.
 העמוד אינו רתום ביסוד.
 העמוד מתוכנן מבטון ב- 30 (אגרגט גירי) והזיון מפלדה מצולעת.

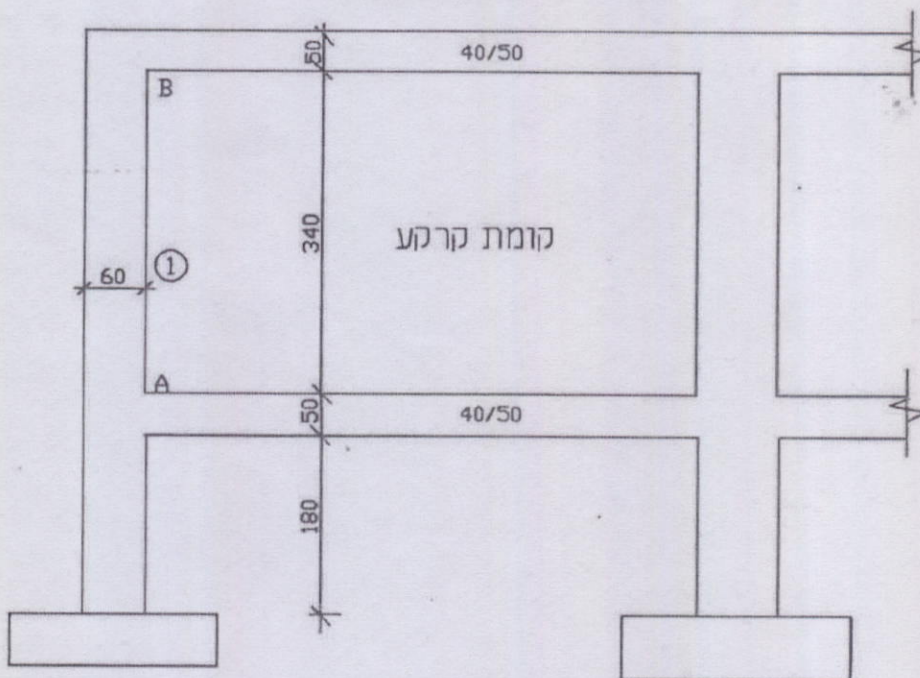
דרוש:

- 8 נק' א. חשב את תמירות העמוד (λ) בכיוון ציר X (סביב ציר Y).
- 8 נק' ב. חשב את תמירות העמוד (λ) בכיוון ציר Y (סביב ציר X).
- 7 נק' ג. חשב את שטח הזיון, הדרוש בקצהו העליון (בנקודה B) בכיוון ציר X, ובחר מוטות זיון מתאימים.
- 7 נק' ד. חשב את שטח הזיון, הדרוש בקצהו העליון (בנקודה B) בכיוון ציר Y, ובחר מוטות זיון מתאימים.
- 3 נק' ה. סרטט חתך אופקי של העמוד בקצהו העליון, וסדר בו את מוטות הזיון, שבחרת בסעיפים הקודמים, וכן את החישוקים הדרושים לפי התקן- קוטר ופסיעה.

20/23



מבט א-א



תרשים מספר 4

-13-

21/23

$h=60\text{cm}, b=40\text{cm}, y=30\text{cm}, d=55\text{cm}$

4 מ"מ

$\lambda_x = ?$

ה' א' א'

ה' א' א'

ה' א' א'

$$\alpha_{\text{bot}} = \frac{\frac{40 \times 60^3}{12 \times 180} + \frac{40 \times 60^3}{12 \times 340}}{\frac{40 \times 50^3}{12 \times 610}} = 8.96$$

$$\alpha_{\text{top}} = \frac{\frac{40 \times 60^3}{12 \times 340}}{\frac{40 \times 50^3}{12 \times 610}} = 3.1$$

(1) $K = 1 + 0.15(\alpha_{\text{bot}} + \alpha_{\text{top}}) = 1 + 0.15(8.96 + 3.1) = 2.81$

(2) $K = 2 + 0.3\alpha_{\text{min}} = 2 + 0.3 \times 3.1 = 2.93$

$\Rightarrow K = 2.81$

$$\Rightarrow l_e = K \cdot l = 2.81 \times 3.4 = 9.55 \text{ m}$$

$$\lambda_x = \frac{l_e \cdot \sqrt{12}}{h} = \frac{9.55 \times \sqrt{12}}{0.6} = 55.14 \Rightarrow$$

ה' א' א'

$h=40\text{cm}, b=60, y=20, d=35\text{cm}$

ה' א' א'

$\lambda_y = ?$

ה' א' א'

ה' א' א'

$$\alpha_{\text{bot}} = \frac{\frac{60 \times 40^3}{12 \times 180} + \frac{60 \times 40^3}{12 \times 340}}{\frac{20 \times 50^3}{12 \times 410}} = 5.35$$

$$\alpha_{\text{top}} = \frac{\frac{60 \times 40^3}{12 \times 340}}{\frac{20 \times 50^3}{12 \times 410}} = 1.85$$

(1) $K = 0.7 + 0.05(\alpha_{\text{bot}} + \alpha_{\text{top}}) = 0.7 + 0.05(5.35 + 1.85) = 1.06$

(2) $K = 0.85 + 0.05 \cdot \alpha_{\text{min}} = 0.85 + 0.05 \times 1.85 = 0.94$

(3) $K = 1$

$\Rightarrow K = 0.94$

$\Rightarrow l_e = 0.94 \times 3.4 = 3.2 \text{ m} \Rightarrow \lambda_y = \frac{3.2 \sqrt{12}}{0.4} = 27.7 < 40 \Rightarrow$ ה' א' א'

-14-

22/23

אס, ב = ?

- ע"פ

$$e = e_0 + e_d \geq e_a$$

דבר נוסף נדרש

$$K_1 = \frac{A_c \cdot f_{cd} \cdot 10^{-1}}{2N_{ed}} = \frac{40 \times 60 \times 13 \times 10^{-1}}{2 \times 1200} = 1.3 > 1 \Rightarrow K_1 = 1$$

$$\Delta L = 5 \times 10^{-4} \cdot K_1 \cdot \frac{e^2}{h} = 5 \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{9.55^2}{0.6} = 0.076 \text{ m} > (e_a = 2 \text{ cm})$$

ע"פ נ"ל

$$M_{cd, \max} = 0.32 \times 24 \times 0.55^2 \times 13 \times 10^3 = 503.36 \text{ kNm}$$

$$M_{sd} = N_{ed} \times 1.2 (e + y - d_s) = 1200 \times 1.2 (0.076 + 0.3 - 0.05) = 469.44 \text{ kNm}$$

$$M_{cd, \max} > M_{sd} \Rightarrow A'_{s, \min} \text{ ע"פ}$$

$$A'_{s, \min} = 0.004 \times 40 \times 55 = 8.8 \text{ cm}^2$$

אס, ב (נדרש) - א"ל נ"ל א"ל נ"ל א"ל נ"ל

$$\Delta M = A'_{s, \min} \cdot f_{sd} (d - d_s) \cdot 10^{-1} = 8.8 \times 350 (0.55 - 0.05) \cdot 10^{-1} = 154 \text{ kNm}$$

$$M_c = M_{sd} - \Delta M = 469.44 - 154 = 315.44 \text{ kNm}$$

$$w_k = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 315.44 \times 10^{-3}}{0.4 \times 0.55^2 \times 13}} = 0.226$$

$$x_c = w_k \cdot d = 0.226 \times 55 = 12.4 \text{ cm} > 2d_s'$$

$$\Rightarrow A_s = A'_{s, \min} + \frac{M_c \cdot 10}{d (1 - \frac{w_k}{2}) f_{sd}} - \frac{N_d \cdot 10}{f_{sd}}$$

$$= 8.8 + \frac{315.44 \times 10}{0.55 (1 - \frac{0.226}{2}) 350} - \frac{1200 \times 1.2 \times 10}{350} = -13.86$$

$$\Rightarrow A_s = A'_{s, \min} = 8.8 \text{ cm}^2$$

$\epsilon_c = \epsilon_a + \epsilon_{et}$ y תכין $A_{s,B} = ?$
 $\epsilon_c = \max\left\{2\text{‰}, \frac{h}{30} = \frac{40}{30}\right\} \Rightarrow \epsilon_c = 2\text{‰} \Rightarrow$ עבור זרוע 3) :
עבור זרוע 30%

$M_{cd,max} = 0.32 \times 60 \times 35^2 \times 13 \times 10^3 = 305.76 \text{ kNm}$

$M_{sd} = 1200(0.02 + 0.2 - 0.05) = 204 \text{ kNm}$

$M_{cd,max} > M_{sd} \Rightarrow A_{s,min}$

$A_{s,min} = 0.004 \times 60 \times 35 = 8.4 \text{ cm}^2$

$M_c = 8.4 \times 350(0.35 - 0.05) \times 10^{-1} = 88.2 \text{ kNm}$

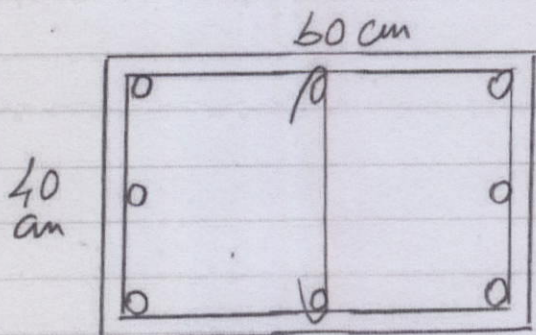
$M_c = 204 - 88.2 = 115.8 \text{ kNm}$

$\eta_c = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 115.8 \times 10^{-3}}{0.6 \times 0.35^2 \times 13}} = 0.13 \Rightarrow \chi = 0.13 \times 35 = 4.5 \text{ cm} < 2d_s'$

$\Rightarrow A_s = \frac{M_{sd} \times 10}{(d - d_s') f_{sd}} - \frac{N_d \times 10}{f_{sd}} = \frac{204 \times 10}{(0.35 - 0.05) 350} - \frac{1200 \times 10}{350} = -1486$

$A_s = A_{s,min} = 8.4 \text{ cm}^2$

$\Leftarrow$



מסלול
אורכי: 8Φ20

הזרוע תחתונה: אפס
הזרוע העליונה: אפס
במניין אפס

סלילי התישוקים:

$16\phi \Rightarrow 2.0 \times 16 = 32$

25 cm

40 cm

$\Rightarrow \Phi 8 @ 25$

בזיקה מניין סלילי:

$A_{s,min} = 0.008 \times 40 \times 60 = 19.2 \text{ cm}^2$

$A_s = 8\Phi 20 \Rightarrow 25.12 \text{ cm}^2 \checkmark$

ר"ג