

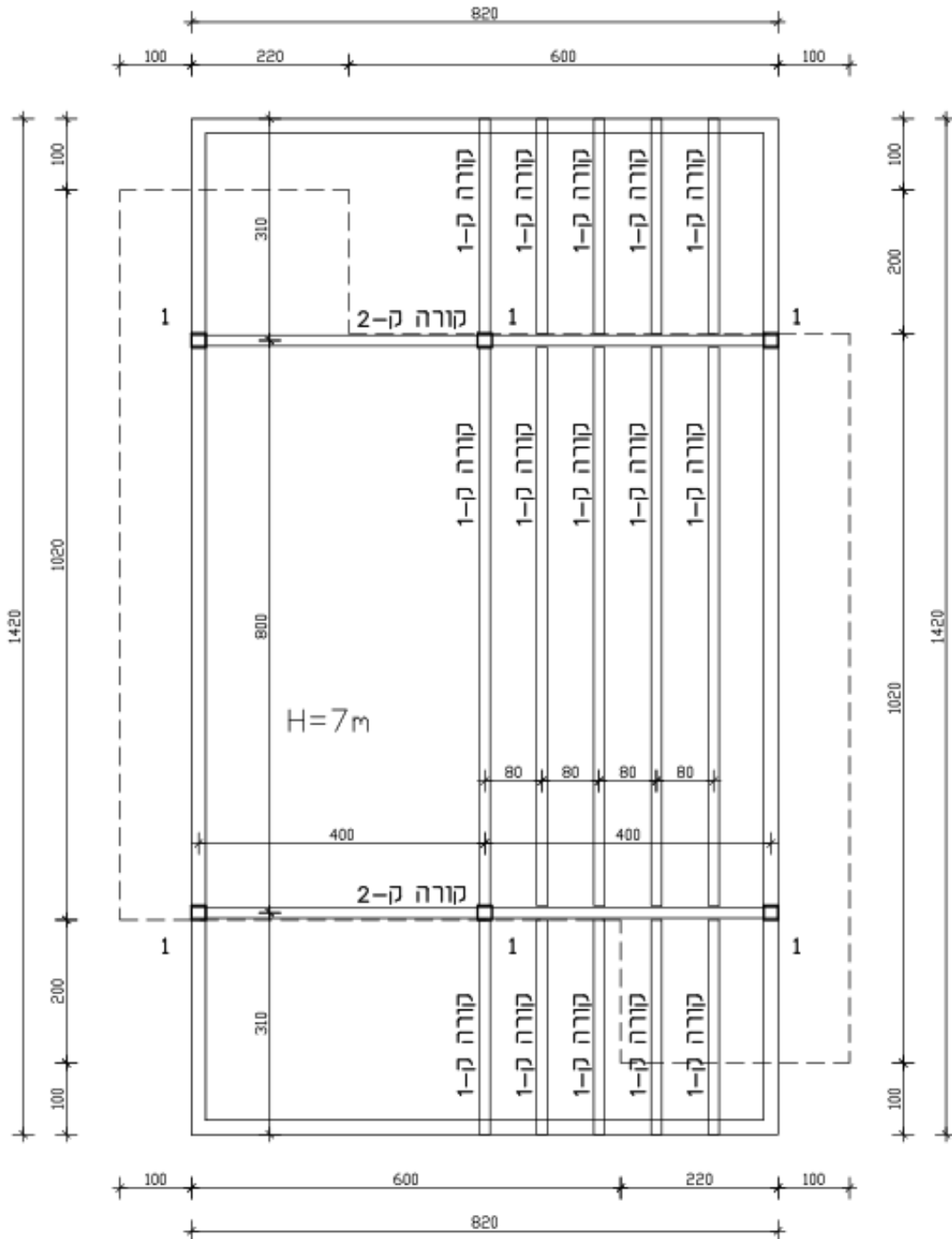
# פתרון מוקלד תכן הנדסי ב' 90324

מועד א' קיץ 2025



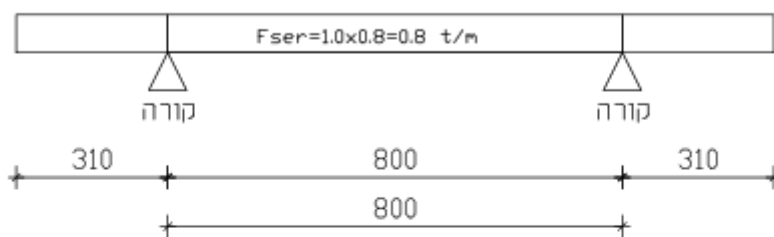
פתרון שאלה 1:

סעיף א+ב.

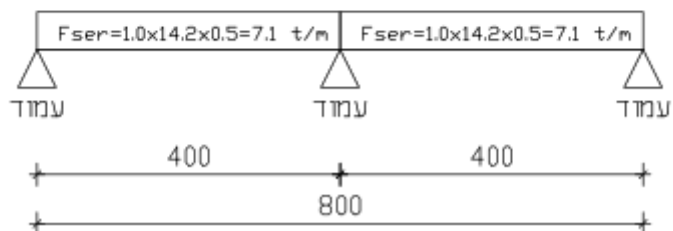


תכנית תקרה חדשה

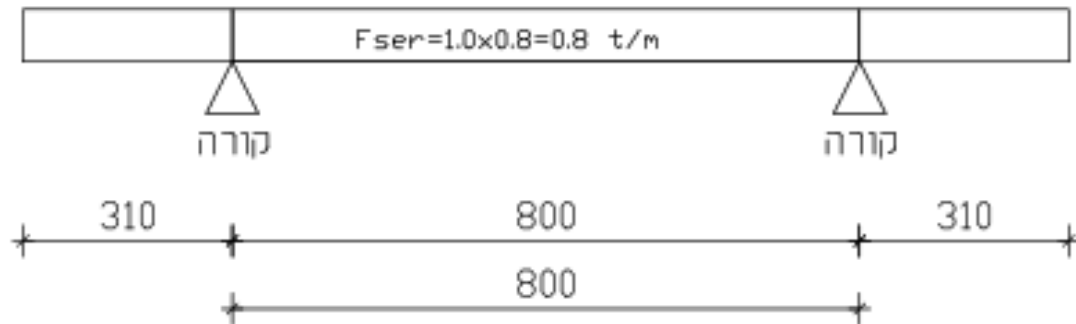
### קורה ק-1



### קורה ק-2



## קורה ק-1



$$M_s = -0.8 \times 3.1^2 / 2 = 3.85 \text{ tm}$$

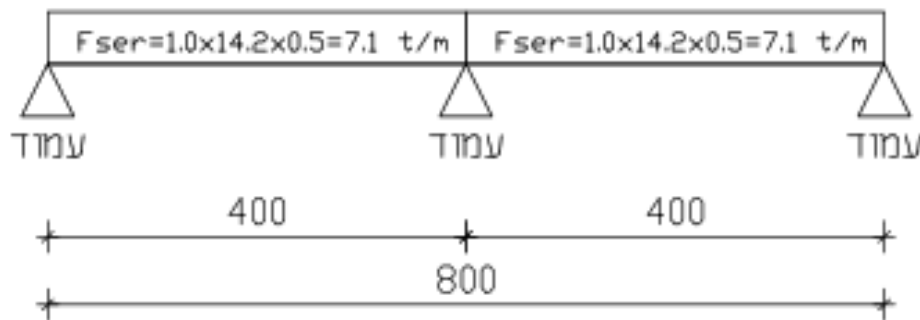
$$M_{s+} = 3.2 \times 4 \times 0.5 = 6.4 \text{ tm}$$

$$(דרוש) W = M / \sigma = \frac{6.4 \times 10^5}{1400} = 457.15 \text{ cm}^3$$

(דרוש) IPB-200

**IPB-200 (נבחר)**

## קורה ק-2



$$M_s = -0.125 \times 7.1 \times 4^2 = 14.2 \text{ tm}$$

$$(דרוש) W = M / \sigma = \frac{14.2 \times 10^5}{1400} = 1014.3 \text{ cm}^3$$

(דרוש) IPB-260

**IPN-260 (נבחר)**

$$(סה"כ) P=1.0 \times 8 \times 14.2 \times 0.25 = 28.4 \text{ t}$$

$$PL=4 \text{ m}$$

$$(הנחה) RHS-200/200/6.3 \Rightarrow i=7.9 \text{ cm}$$

$$A= L/i = 400/7.9 = 50.63$$

$$\Omega = 1.21$$

$$\sigma = (\Omega \cdot P)/A = (1.21 \times 28.4 \times 1000)/48.6$$

$$= 707.1 \text{ t/cm}^2 < 1400 \text{ t/cm}^2 \Rightarrow \text{o.k.}$$

(פרופיל נבחר) RHS-200/200/6.3

## פתרון שאלה 2:

סעיף א.

- מקדם השכיחות עבור המבנה: קומה עליונה  $K=0$ , שאר הקומות  $K=0.2$

סעיף ב.

- מקדם חשיבות המבנה עבור מבנה מגורים ( $I=1$ ).

סעיף ג.

- תקופה בסיסית של המבנה:  $T=0.05 \cdot H^{3/4} = 0.05 \cdot 24.0^{3/4} = 0.54 \text{ sec}$

סעיף ד.

- מקדם  $S_a$ :

$$S_s=0.14, S_1=0.04$$

$$F_a=2.5, F_v=3.5$$

$$S_{ds} = F_a \cdot S_s = 2.5 \cdot 0.14 = 0.35$$

$$S_{d1} = F_v \cdot S_1 = 3.5 \cdot 0.04 = 0.14$$

$$T_s = S_{d1} / S_{ds} = 0.14 / 0.35 = 0.40$$

- $S_a = S_{d1} / T = 0.14 / 0.54 = 0.259$

סעיף ה.

מקדם תכן סיסמי:

$$K=1.5$$

- $C_d = (S_a \cdot I) / K = 0.259 \cdot 1 / 1.5 = 0.17$

סעיף ו.

שטח קומה כולל:

- $A_{\text{ה-ד}} = (12.6\text{m} \times 24\text{m} - 4 \times 2 \times 3.85) = 272 \text{ m}^2$
- $A_{\text{ק-ג}} = (12.6\text{m} \times 24\text{m}) = 302 \text{ m}^2$

סעיף ז.

חישוב עומסים אופקיים על הקומות:

$$F_s = 1.50 \text{ t/m}^2 \text{ (קומה עליונה)}$$

$$F_s = 1.50 + 0.2 \times 0.2 = 1.54 \text{ t/m}^2$$

$$F_h = C_d \cdot F_s \cdot A \cdot N = 0.17 \times (1.50 \times 272 + 1.54 \times 272 \times 3 + 1.54 \times 302 \times 3) = 510 \text{ t}$$

$$\sum W_i \cdot H_i = 302 \times 1.54 \times (4.5 + 7.7 + 10.9 + 14.1) + 272 \times 1.54 \times 17.6 + 272 \times 1.50 \times 21.1 = 33282 \text{ tm}$$

$$F_i = \frac{F_h \cdot W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \Rightarrow$$

$$F1 = \frac{510 * 302 * 1.54 * 4.5}{33282} = 32.00t$$

$$F2 = \frac{510 * 302 * 1.54 * 7.7}{33282} = 54.90t$$

$$F3 = \frac{510 * 302 * 1.54 * 10.9}{33282} = 77.70t$$

$$F4 = \frac{510 * 302 * 1.54 * 14.1}{33282} = 100.50t$$

$$F5 = \frac{510 * 272 * 1.54 * 17.6}{33282} = 113.00t$$

$$F6 = \frac{510 * 272 * 1.50 * 21.1}{33282} = 131.90t$$

$\Sigma=510 t \Rightarrow O.K.$

סעיף ה.

חישוב כוחות הפועלים על חדר המדרגות:

$$I = \frac{B * H^3}{12}$$

$$I \text{ חדר מדרגות} = \frac{4 * 4^3}{12} - \frac{3.6 * 3.6^3}{12} = 7.35 m^4$$

$$I \text{ קיר B} = \frac{0.2 * 2.0^3}{12} = 0.133 m^4 \quad I \text{ קיר C} = \frac{0.2 * 3.0^3}{12} = 0.45 m^4$$

$$\text{יחס קשיחויות} \frac{I \text{ קיר C}}{I \text{ כולל}} = \frac{0.45}{7.35 + (0.133 * 8) + (0.45 * 2)} = 0.05$$

$$F1 = 32.00 * 0.05 = 1.65 t$$

$$F2 = 54.90 * 0.05 = 2.75 t$$

$$F3 = 77.70 * 0.05 = 3.75 t$$

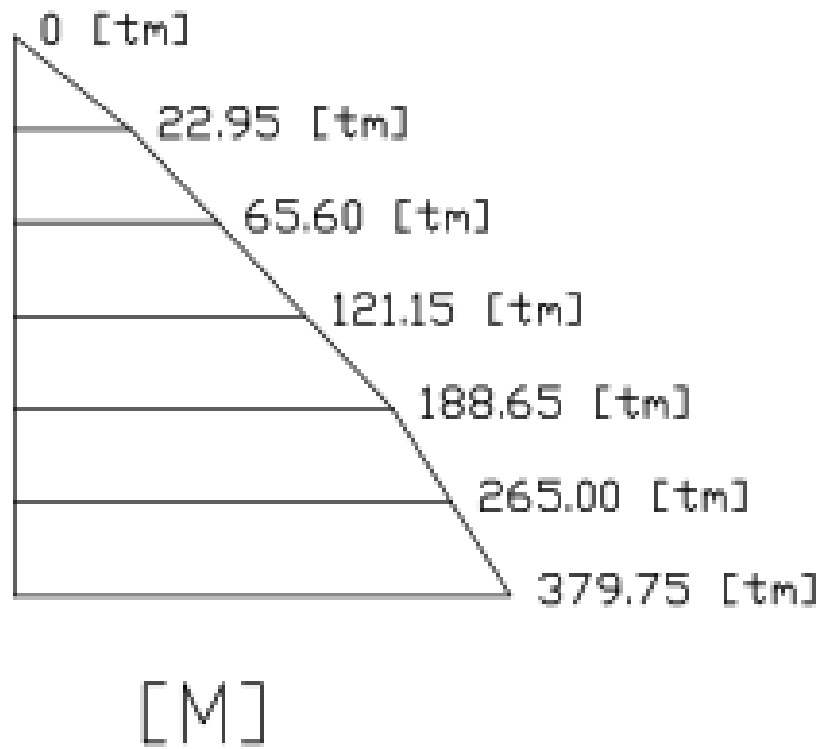
$$F4 = 100.50 * 0.05 = 5.15 t$$

$$F5 = 113.00 * 0.05 = 5.65 t$$

$$F6 = 131.90 * 0.05 = 6.55 t$$

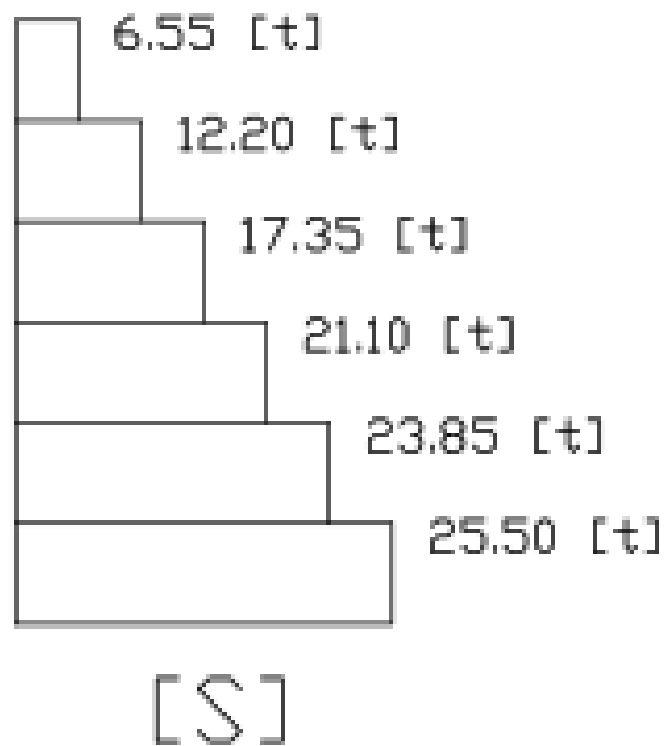
סעיף ט.

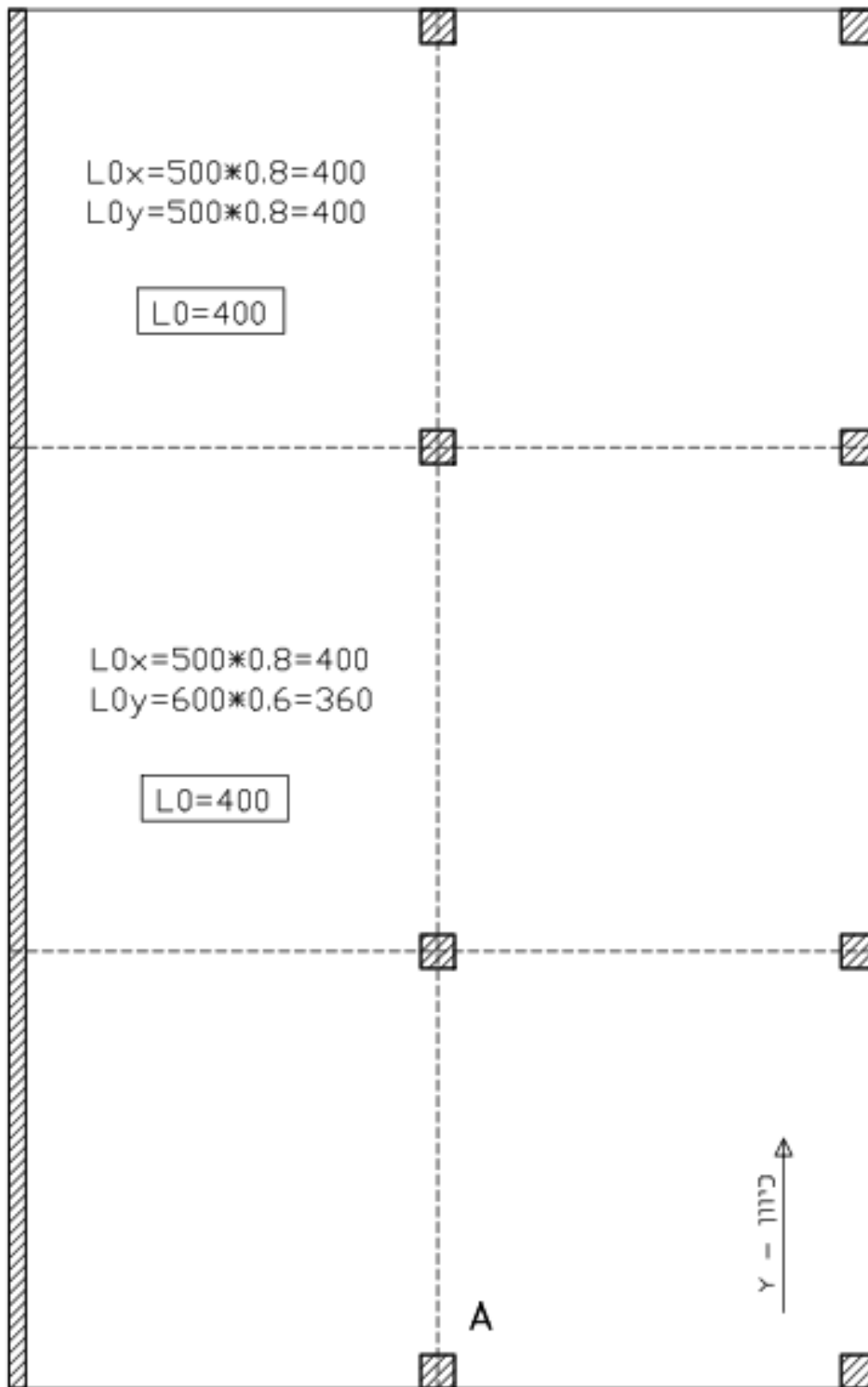
חישוב ושרטוט מהלך מומנטים על קיר חדר המדרגות:

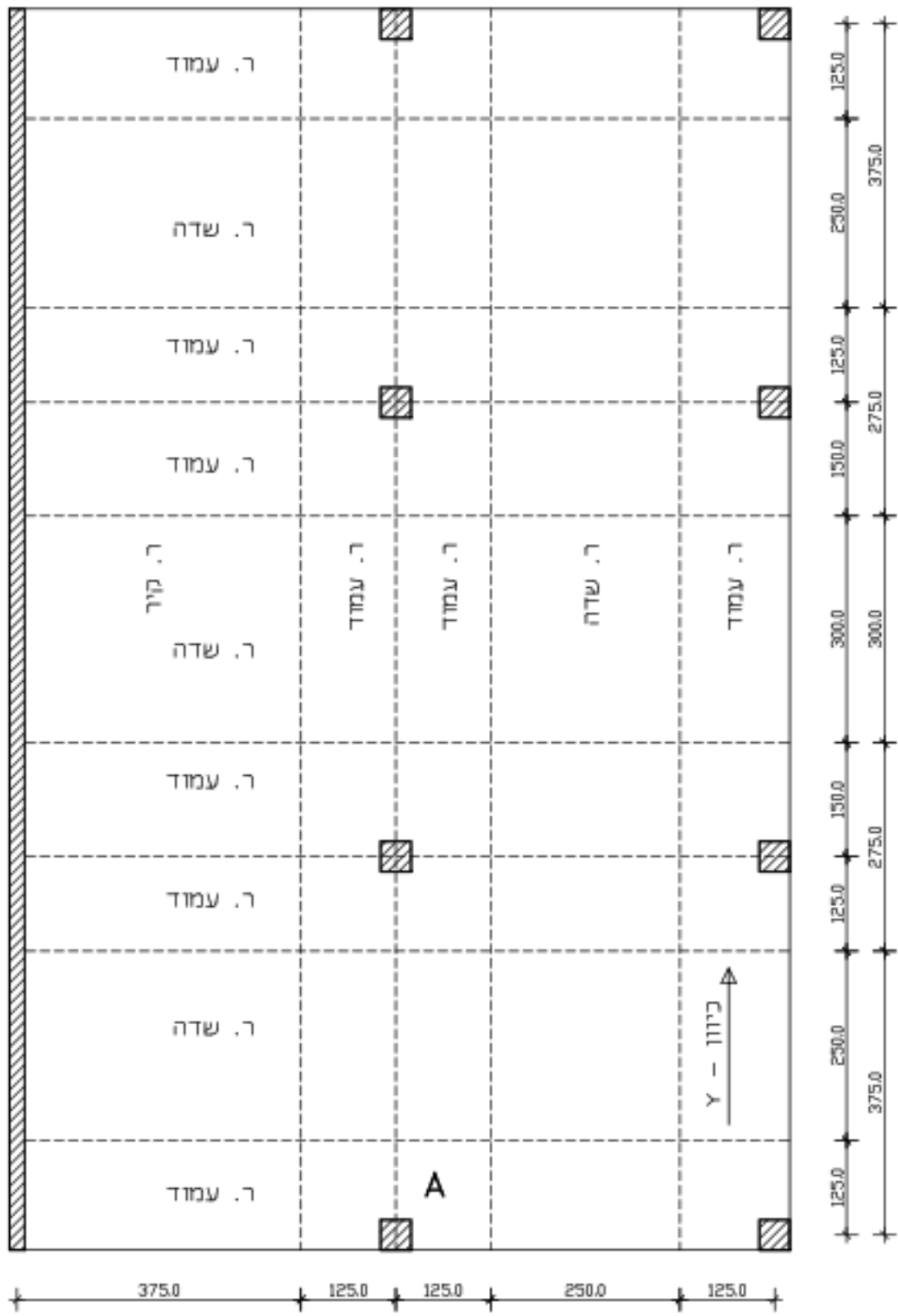


סעיף י.

חישוב ושרטוט מהלך כוחות גזירה על קיר חדר המדרגות:







(משוער תקרה)  $H = 400/20 = 20 \Rightarrow 26 \text{ cm}$

(תקרה)  $F_s = 0.26 \times 2.5 + 1.0 + 0.5 = 2.15 \text{ t/m}^2$

$K_{11} = 0.85$

$K_{12} = 18.90$

$K_{13} = 1.00$  (ב-30)

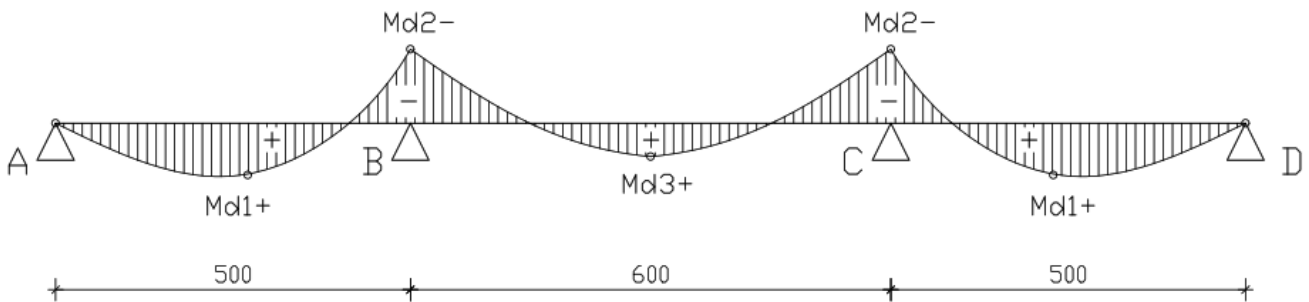
תקרה  $h = \frac{L_0}{k_{11} k_{12} k_{13}} = \frac{400}{0.85 \times 18.90 \times 1.00} = 24.9 \text{ cm} < \boxed{25 \text{ cm}}$

\* גובה התקרה תקין משיקולי כפף.

(תקרה)  $F_s = 2.15 \text{ t/m}^2$

(תקרה)  $F_d = 1.4 \times 1.65 + 1.6 \times 0.50 = 3.10 \text{ t/m}^2$

\* חישוב מהלך מומנטים עקרוני:



ממוצע  $L_m = (500+600)/2 = 550 \text{ cm}$

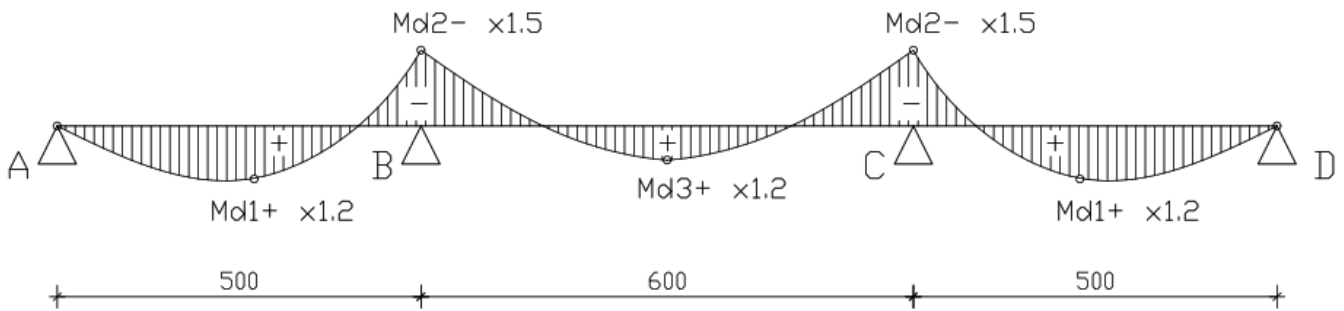
מומנט חיובי  $M_{d1+} = \frac{q \cdot L^2}{11} = \frac{3.10 \text{ t/m}^2 \times 5.50^2 \text{ m}}{11} = 8.55 \text{ tm}$

מומנט שלילי  $M_{d2-} = \frac{q \cdot L^2}{9} = \frac{3.10 \text{ t/m}^2 \times 5.50^2 \text{ m}}{9} = 10.45 \text{ tm}$

מומנט חיובי  $M_{d3+} = \frac{q \cdot L^2}{15} = \frac{3.10 \text{ t/m}^2 \times 5.50^2 \text{ m}}{15} = 6.25 \text{ tm}$

סעיף ד.

\* חישוב מהלך מומנטים רצועת עמוד:



מומנט חיובי  $Md1+ = 8.55 \times 1.2 = 10.25 \text{ tm}$

מומנט שלילי  $Md2- = 10.45 \times 1.5 = 15.65 \text{ tm}$

מומנט חיובי  $Md3+ = 6.25 \times 1.2 = 7.50 \text{ tm}$

סעיף ה.

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mcd \text{ tm}}{bm * d^2 cm * Fcd \text{ t/cm}^2}}$$

$$As = \frac{Mcd \text{ tm}}{(1 - (W/2)) * dm * Fsd \text{ t/cm}^2}$$

$Md1+ \Rightarrow$

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 10.25 \text{ tm}}{1 * 22^2 * 0.130}} = 0.18 > 0.10 \text{ min}$$

$$As = \frac{10.25 \text{ tm}}{(1 - (0.18/2)) * 0.22m * 3.5 \text{ t/cm}^2} = 14.62 \text{ cm}^2 \Rightarrow \Phi 14@10$$

$Md2- \Rightarrow$

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 15.65 \text{ tm}}{1 * 22^2 * 0.130}} = 0.30 > 0.10 \text{ min}$$

$$As = \frac{15.65 \text{ tm}}{(1 - (0.30/2)) * 0.22m * 3.5 \text{ t/cm}^2} = 23.92 \text{ cm}^2 \Rightarrow \Phi 14@5$$

$Md3+ \Rightarrow$

$$W = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 7.50 \text{ tm}}{1 * 22^2 * 0.130}} = 0.14 < 0.10 \text{ min}$$

$$As = \frac{7.50 \text{ tm}}{(1 - (0.14/2)) * 0.22m * 3.5 \text{ t/cm}^2} = 10.47 \text{ cm}^2 \Rightarrow \Phi 14@15$$

סעיף ו.

$$Rd = 3.10 \times ((5 \times 0.6 + 5 \times 0.6) \times (5 \times 0.4)) = 37 \text{ t}$$

$$Vdeq = B * Rd = 1.40 \times 37 = 52 \text{ t}$$

$$R_d = 3.10 \times ((5 \times 0.6 + 5 \times 0.6) \times (5 \times 0.4)) = 37 \text{ t}$$

$$V_{deq} = B \cdot R_d = 1.40 \times 372 = 52 \text{ t}$$

$$K = 1 + \left( \frac{200}{d_m} \right)^{0.5} < 2 = 1 + \left( \frac{200}{220} \right)^{0.5} = 1.95 < 2$$

$$P = 2\% = 0.002$$

$$U_0 = (1A + 2B) = 3 \times 40 = 120 \text{ cm}$$

$$U_1 = U_0 + 2 \cdot \pi \cdot d_m = 120 + 2 \cdot 3.14 \cdot 22 = 258 \text{ cm}$$

$$VRD_{max} = 0.3 \cdot [1 - 0.7 \cdot (f_{ck} / 250)] \cdot f_{cd} \cdot U_0 \cdot d_m$$

$$VRD_{max} = 0.3 \cdot [1 - 0.7 \cdot (30 / 250)] \cdot 13.0 \cdot 1200 \cdot 220 / 10000 = 95 \text{ t [o.k.]}$$

$$VRD_{c=Max} = [0.12 \cdot K \cdot (P \cdot 100 \cdot 0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}] \cdot U_i \cdot d_m$$

$$= [0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{2}}] \cdot U_i \cdot d_m$$

$$VRD_{c=Max} = [0.12 \cdot 1.95 \cdot (0.02 \cdot 100 \cdot 0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{3}}] \cdot 2580 \cdot 220 / 10000 = 46 \text{ t} < 52 \text{ [N.G.]}$$

$$= [0.035 \cdot 1.95^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{2}}] \cdot 2580 \cdot 220 / 10000 = 36 \text{ t} < 52 \text{ [N.G.]}$$

- קיימת בעית חדירה – מעל עמוד A.  
 פטרון אפשרי: 1. לתכנן זיון נגד חדירה  
 2. ניתן להוסיף כותרת לעמוד

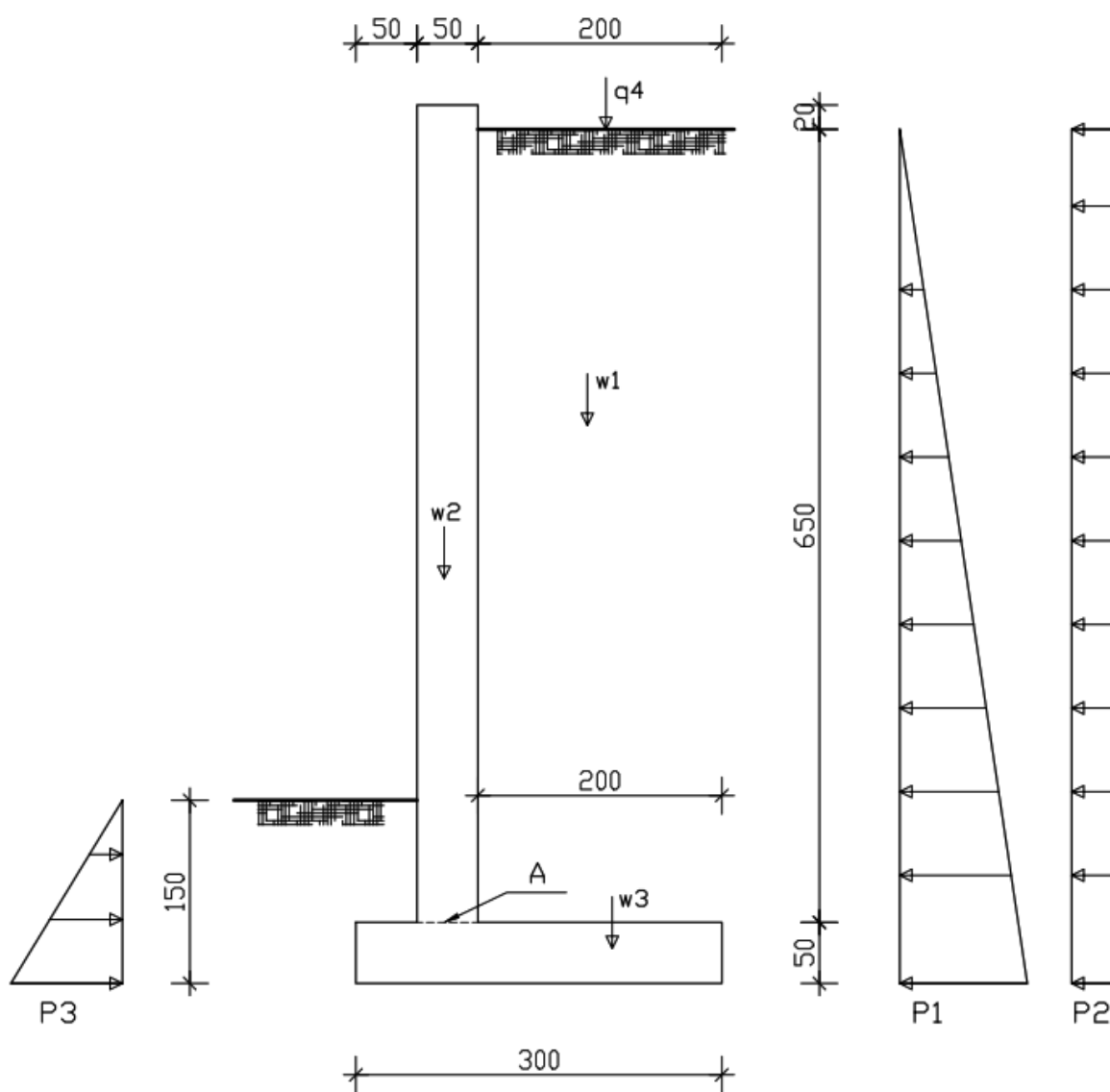
## פתרון שאלה 4:

סעיף א.

פילוג המאמצים האופקיים, האקטיביים והפסיביים:

$$Ka1 = \tan^2 \left( 45 - \frac{30}{2} \right) = 0.33$$

$$Ka2 = \tan^2 \left( 45 - \frac{30}{2} \right) = 0.33 \quad Kp2 = \frac{1}{0.33} = 3.0$$



$$P1 = 2.0 \times 0.33 \times 7.5 = 4.62$$

$$P2 = 2.0 \times 0.33 = 0.66$$

$$P3 = 2.0 \times 3.0 \times 1.5 = 9.00$$

## סעיף ב.

הכוחות האופקיים השקולים הפועלים על הקיר, כולל הכוח הפסיבי:

$$F1 = 4.62 \times 7.0 \times 0.5 = 16.20$$

$$F2 = 0.66 \times 7.0 = 4.65$$

$$F3 = 9.00 \times 1.5 \times 0.5 = 6.75$$

$$W1 = 2.00 \times 6.50 \times 2.0 = 26.00$$

$$W2 = 6.70 \times 0.50 \times 2.5 = 8.40$$

$$W3 = 3.00 \times 0.50 \times 2.5 = 3.75$$

$$q1 = 2.0 \times 2.0 = 4.00$$

## סעיף ג.

חישוב מקדם הביטחון להחלקה:

$$F_s = (3.75 + 8.4 + 26 + 4.0) \times 0.40 = 16.85$$

$$F_{flip} = (4.65 + 16.20) = 20.85$$

$$\frac{F_s}{F_{flip}} = \frac{16.85}{20.85} = 0.80 < 1.5 \Rightarrow N.G.$$

## סעיף ד.

חישוב את מקדם הביטחון להיפוך:

$$M_s = 3.75 \times 1.5 + 8.4 \times 0.75 + 26 \times 2 + 4 \times 2 =$$

$$M_s = 71.90 \text{ tm}$$

$$M_{flip} = 4.65 \times 3.5 + 16.20 \times \left(\frac{7}{3}\right) =$$

$$M_{flip} = 54.10 \text{ tm}$$

$$\frac{M_s}{M_{flip}} = \frac{71.90}{54.10} = 1.35 < 2 \Rightarrow N.G.$$

## סעיף ה.

האם הקיר עומד בתנאי מקדמי הבטון ובמידה ולא הצע פתרון

- הקיר אינו עומד בכל התנאים – יש להגדיל את אורך הרגל.

סעיף ו.

חישוב המומנט על נקודה A וחישוב הברזל עבור מומנט זה:

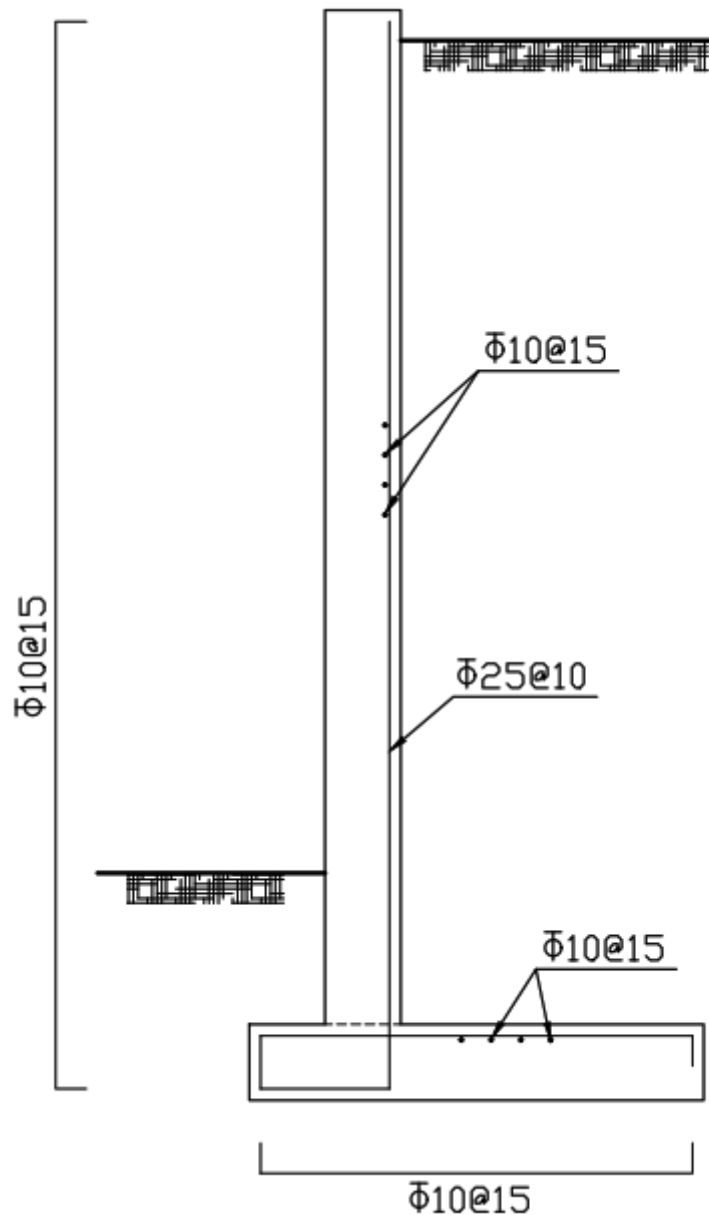
$$Md = (4.65 * 3.5 + 16.20 * 7/3) * 1.5 = 81.1tm$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Md}{b * d^2 * fcd}} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 81.1}{1 * 45^2 * 0.175}} = 0.26$$

$$As = \frac{Md}{\left(1 - \frac{\omega}{2}\right) * d * fsd} = \frac{81.1}{0.87 * 0.45 * 4.35} = 47.65cm^2 \Rightarrow \emptyset 25@10$$

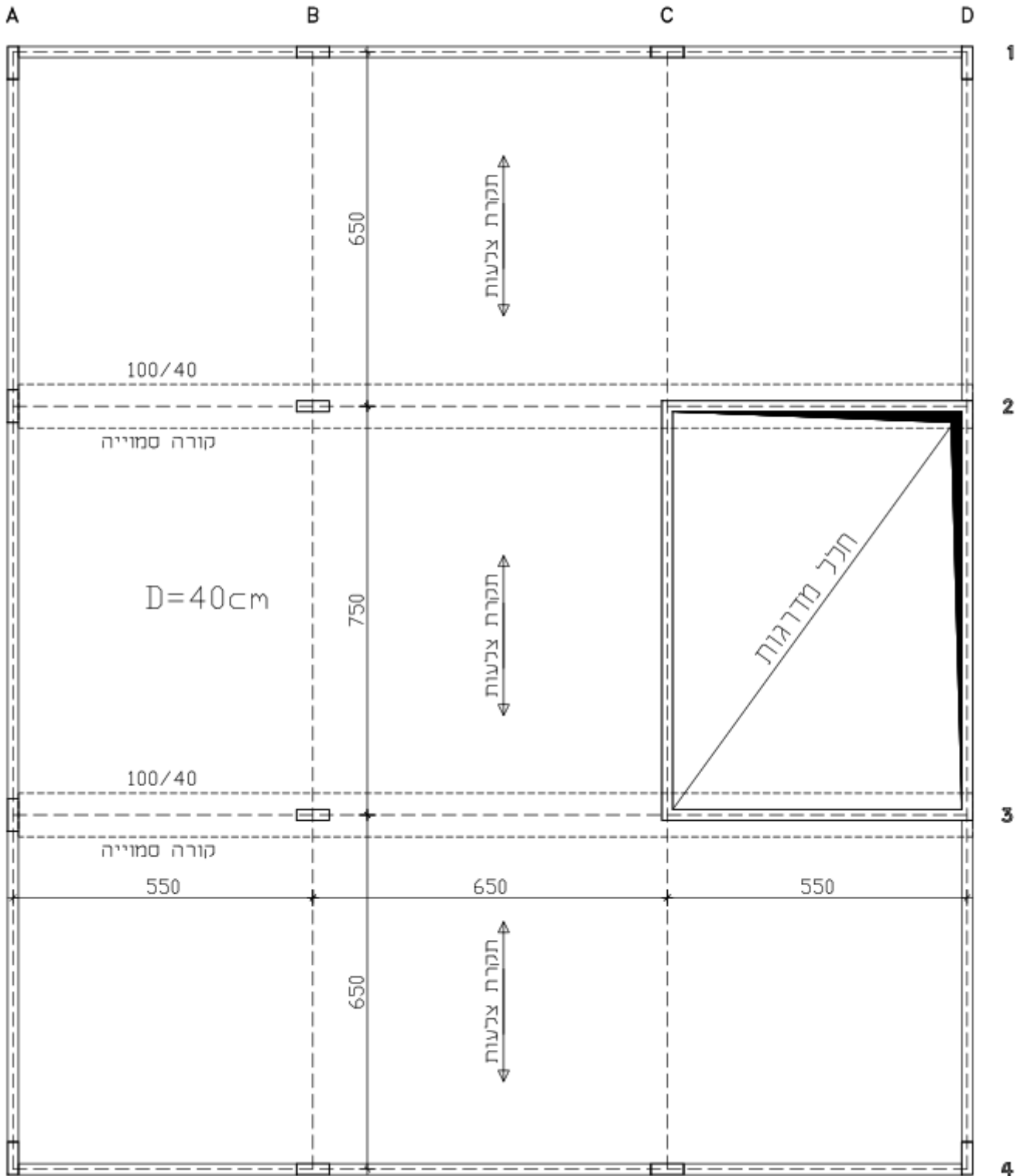
סעיף ז.

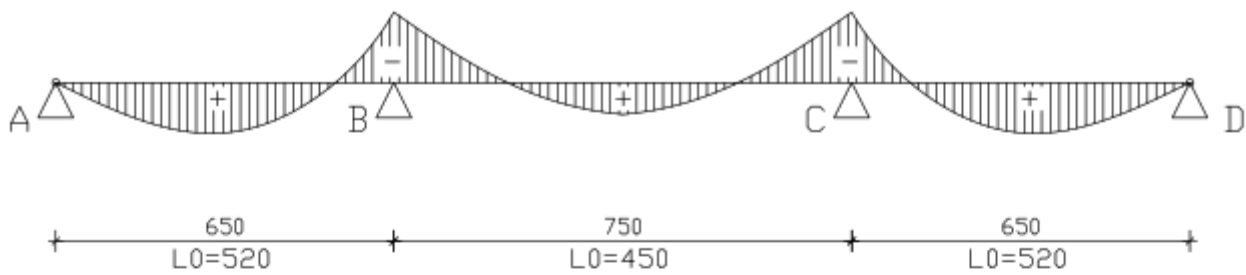
שרטוט הברזל הדרוש עבור הקיר:



פתרון שאלה 5:

סעיף א.





משוער תקרה  $H = 520/18 = 29\text{cm} \Rightarrow 30\text{cm}$

משקל עצמי  $g = 0.35 \text{ t/m}^2$

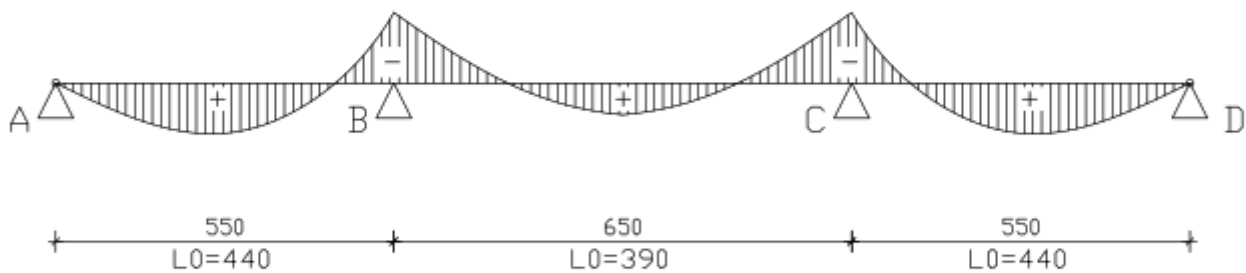
קבוע נוסף  $g' = 0.60 \text{ t/m}^2$

שימושי  $q = 0.15 \text{ t/m}^2$

$F_s = 0.35 + 0.60 + 0.15 = 1.10 \text{ t/m}^2$

$K_{11} = 0.747$  ,  $K_{12} = 23.64$  ,  $K_{13} = 1.00$

משוער  $H = 520 / (0.747 * 23.64 * 1.00) = 29.44 < 30 \text{ o.k.}$



משוער קורה  $H = 440/12 = 36\text{cm} \Rightarrow 40\text{cm} \Rightarrow 100/40$

קבוע מתקרה  $g = 0.35 * (0.4 * 6.5 + 0.6 * 7.5) = 2.50 \text{ t/m}$

קבוע נוסף מתקרה  $g' = 0.60 * (0.4 * 6.5 + 0.6 * 7.5) = 4.25 \text{ t/m}$

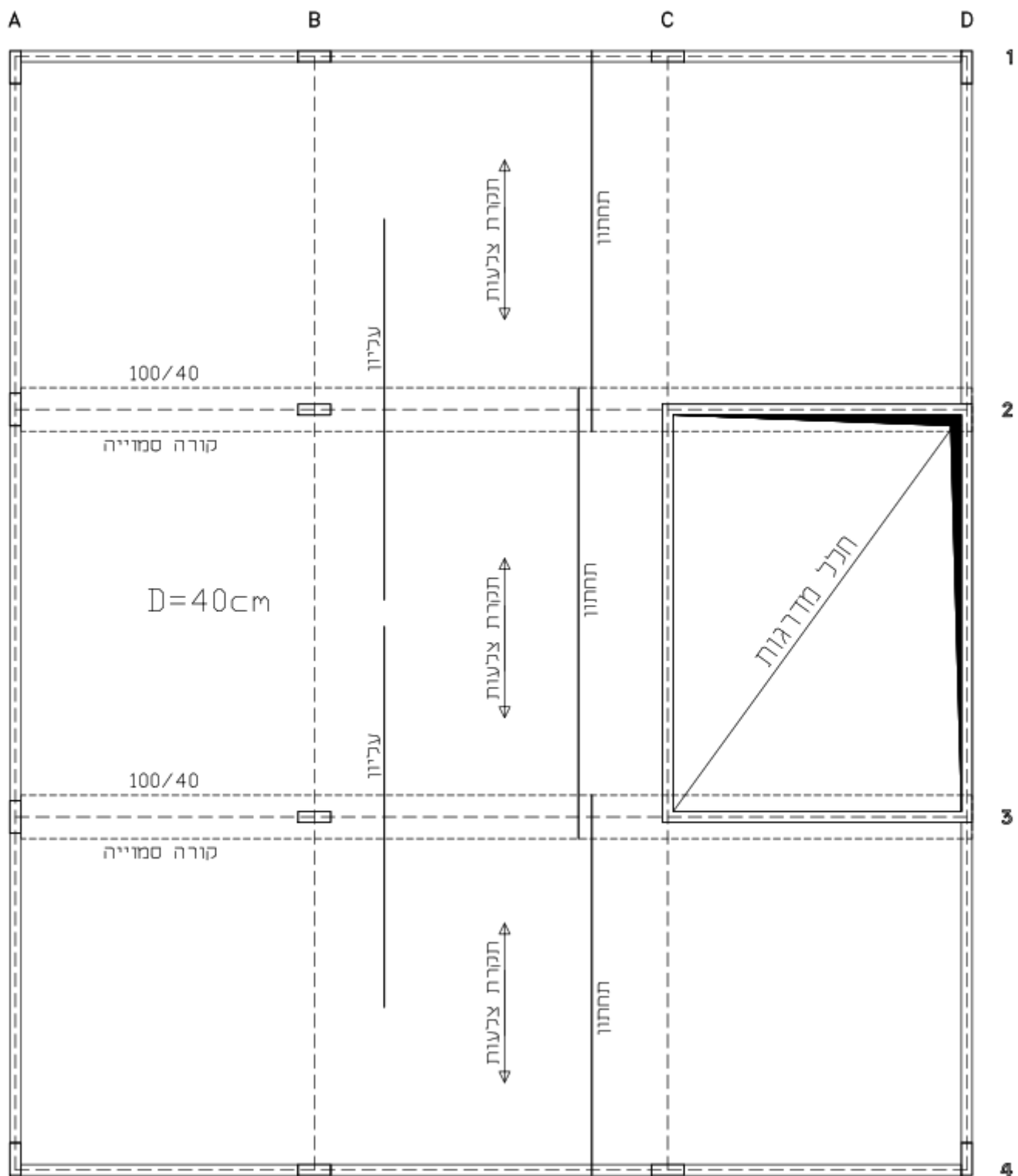
שימושי מתקרה  $q = 0.15 * (0.4 * 6.5 + 0.6 * 7.5) = 1.05 \text{ t/m}$

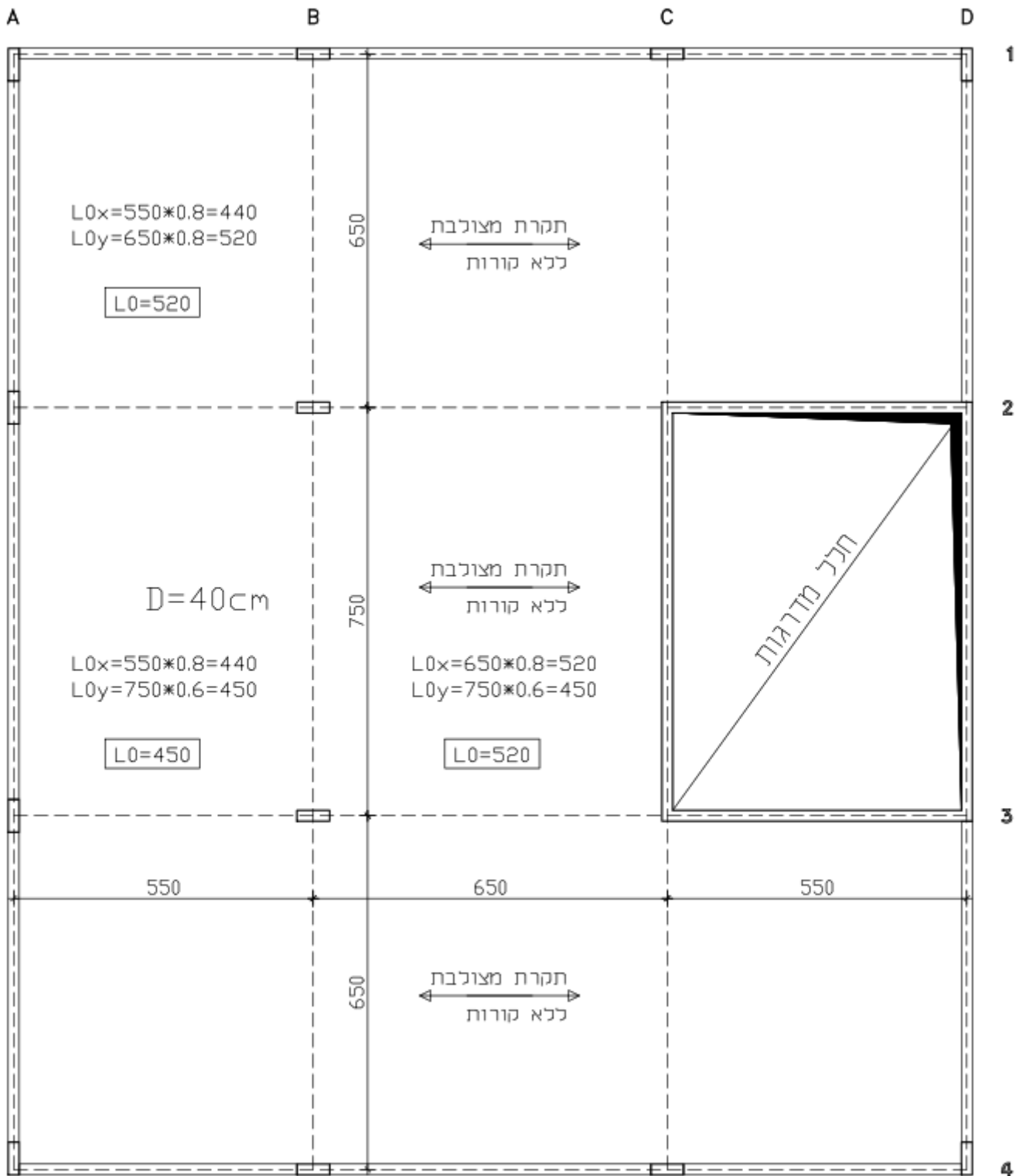
$F_s = 2.50 + 4.25 + 1.05 = 7.80 \text{ t/m}$

$F_s/b \Rightarrow 7.80/1.0 = 7.80 \text{ t/m}^2$

$K_{11} = 1$  ,  $K_{12} = 12.30$  ,  $K_{13} = 1.00$

משוער  $H = 440 / (1 * 12.30 * 1.00) = 35.75 < 40 \text{ o.k.}$





$$(משוער תקרה) H = 520/20 = 26 \Rightarrow 30 \text{ cm}$$

$$(תקרה) F_s = 0.30 \times 2.5 + 0.6 + 0.15 = 1.50 \text{ t/m}^2$$

$$K_{11} = 0.85$$

$$K_{12} = 21.31$$

$$K_{13} = 1.00 \text{ (30-1)}$$

$$h \text{ תקרה} = \frac{L_0}{k_{11} k_{12} k_{13}} = \frac{520}{0.85 \times 21.31 \times 1.00} = 28.7 \text{ cm} < \boxed{30 \text{ cm}}$$

\* גובה התקרה תקין משיקולי כפף.

