

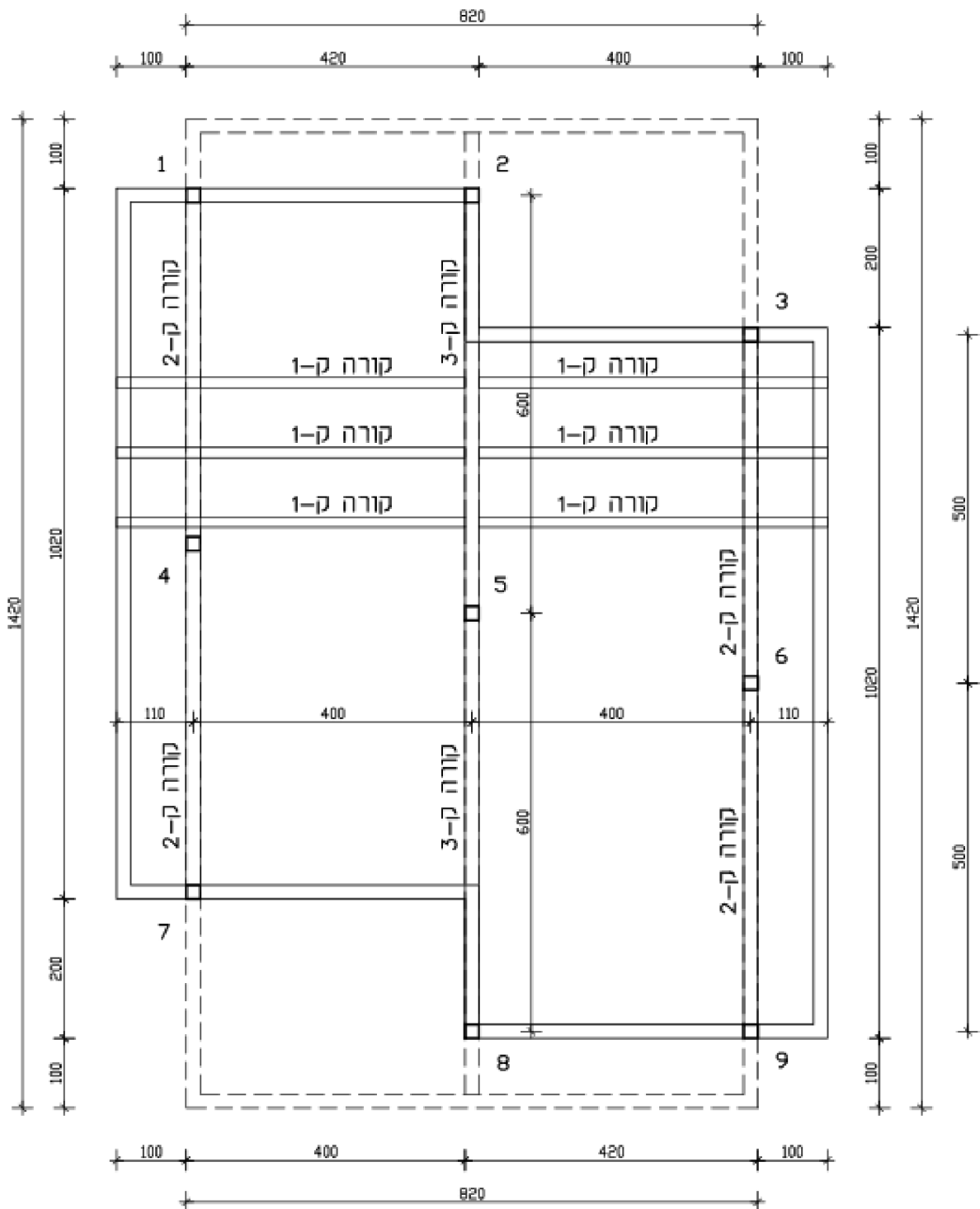
פתרון מוקלד תכן הנדסי ב' 90324

מועד ב' קיץ 2025

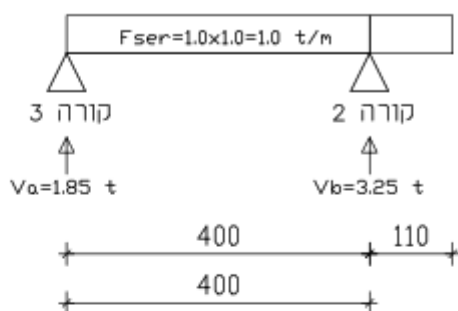


פתרון שאלה 1:

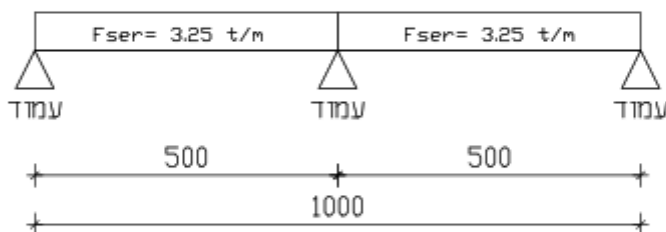
סעיף א+ב.



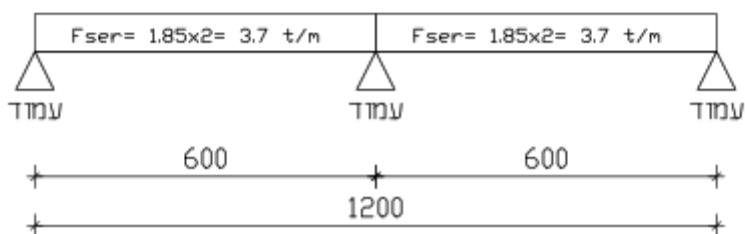
קורה ק-1



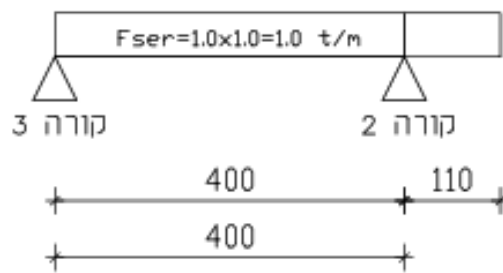
קורה ק-2



קורה ק-3



קורה ק-1



$$M_{s-} = 1.0 \times 1.1^2 / 2 = 0.60 \text{ tm}$$

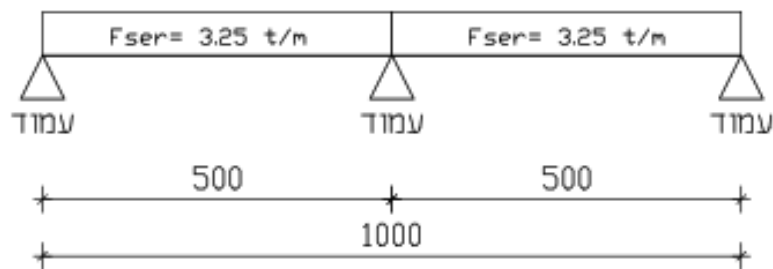
$$M_{s+} = 1.60 \text{ tm}$$

$$\text{(דרוש)} W = M / \sigma = \frac{1.6 \times 10^5}{1400} = 114.30 \text{ cm}^3$$

(דרוש) IPN-160

IPN-160 (נבחר)

קורה ק-2



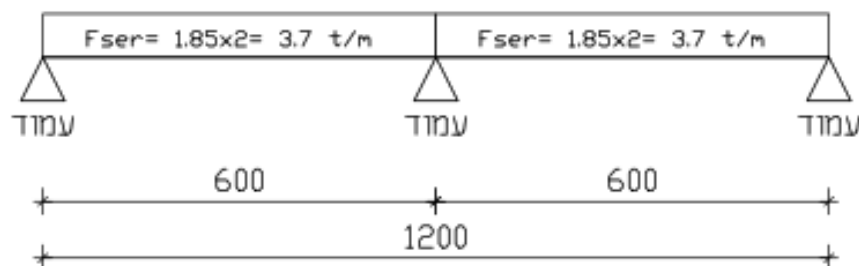
$$M_s = -0.125 \times 3.25 \times 5^2 = 10.15 \text{ tm}$$

$$\text{(דרוש)} W = M / \sigma = \frac{10.15 \times 10^5}{1400} = 725.0 \text{ cm}^3$$

(דרוש) IPN-320

IPN-380 (נבחר)

קורה ק-3



$$M_s = -0.125 \times 3.7 \times 6^2 = 16.65 \text{ tm}$$

$$\text{(דרוש)} W = M / \sigma = \frac{16.65 \times 10^5}{1400} = 1189.3 \text{ cm}^3$$

(דרוש) IPN-380

IPN-380 (נבחר)

(עמוד 5)

$$(סה"כ) P = 3.7 \times 12 \times 0.6 = 26.65 \text{ t}$$

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

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

$$\lambda = L/i = 400/7.9 = 50.63$$

$$\Omega = 1.21$$

$$\sigma = (\Omega * P)/A = (1.21 \times 26.65 \times 1000)/48.6$$

$$= 663.5 \text{ t/cm}^2 < 1400 \text{ t/cm}^2 \Rightarrow \text{o.k.}$$

(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 :

$$S_s=0.14, S_1=0.04$$

$$F_a=1.6, F_v=2.4$$

$$S_{ds} = F_a \cdot S_s = 1.6 \cdot 0.14 = 0.224$$

$$S_{d1} = F_v \cdot S_1 = 2.4 \cdot 0.04 = 0.096$$

$$T_s = S_{d1} / S_{ds} = 0.096 / 0.224 = 0.42$$

- $S_a = S_{d1} / T = 0.096 / 0.54 = 0.177$

סעיף ה.

מקדם תכן סיסמי:

$$K=1.5$$

- $C_d = (S_a \cdot I) / K = 0.177 \cdot 1 / 1.5 = 0.118$

סעיף ו.

שטח קומה כולל:

- $A = (12.6 \text{m} \times 24 \text{m} - 2 \times 2 \times 7.90) = 270 \text{ m}^2$

- $A_{\text{ק-ה}} = (12.6 \text{m} \times 24 \text{m}) = 302 \text{ m}^2$

סעיף ז.

חישוב עומסים אופקיים על הקומות:

$$F_s = 1.00 \text{ t/m}^2 \text{ (קומה עליונה)}$$

$$F_s = 1.00 + 0.2 \times 0.2 = 1.04 \text{ t/m}^2$$

$$F_h = C_d \cdot F_s \cdot A \cdot N = 0.12 \times (6 \times 1.04 \times 302 + 1.0 \times 270) = 258 \text{ t}$$

$$\sum W_i \cdot H_i = 302 \times 1.04 \times (4.0 + 8.0 + 12.0 + 15.0 + 18.0 + 21.0) + 270 \times 1.00 \times 24.0 = 30978 \text{ tm}$$

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

$$F1 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 4}{30978} = 10.45$$

$$F2 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 8}{30978} = 20.90t$$

$$F3 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 12}{30978} = 31.50t$$

$$F4 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 15}{30978} = 39.25t$$

$$F5 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 18}{30978} = 47.05t$$

$$F6 = \frac{258 * 302 * 1.04 * 21}{30978} = 54.95t$$

$$F7 = \frac{258 * 270 * 1.00 * 24}{30978} = 53.95t$$

$\Sigma=258 t \Rightarrow$ O.K.

סעיף ה.

חישוב כוחות הפועלים על חדר ממ"ד 1:

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

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

$$I \text{ קיר B} = \frac{0.2 * 2.0^3}{12} = 0.133 m^4 \quad I \text{ קיר C} = \frac{0.2 * 4.0^3}{12} = 1.06 m^4$$

$$I \text{ חדר ממד} = \frac{3 * 3^3}{12} - \frac{2.4 * 2.4^3}{12} = 4 m^4$$

$$\text{יחס קשיחויות} \frac{I \text{ ממד חדר}}{I \text{ כולל}} = \frac{4.00}{7.35 + (2 * 4.00) + (0.133 * 4.00) + (1.06 * 1)} = 0.24$$

$$F1 = 10.45 * 0.24 = 1.65 t$$

$$F2 = 20.90 * 0.24 = 2.75 t$$

$$F3 = 31.50 * 0.24 = 3.75 t$$

$$F4 = 39.25 * 0.24 = 5.15 t$$

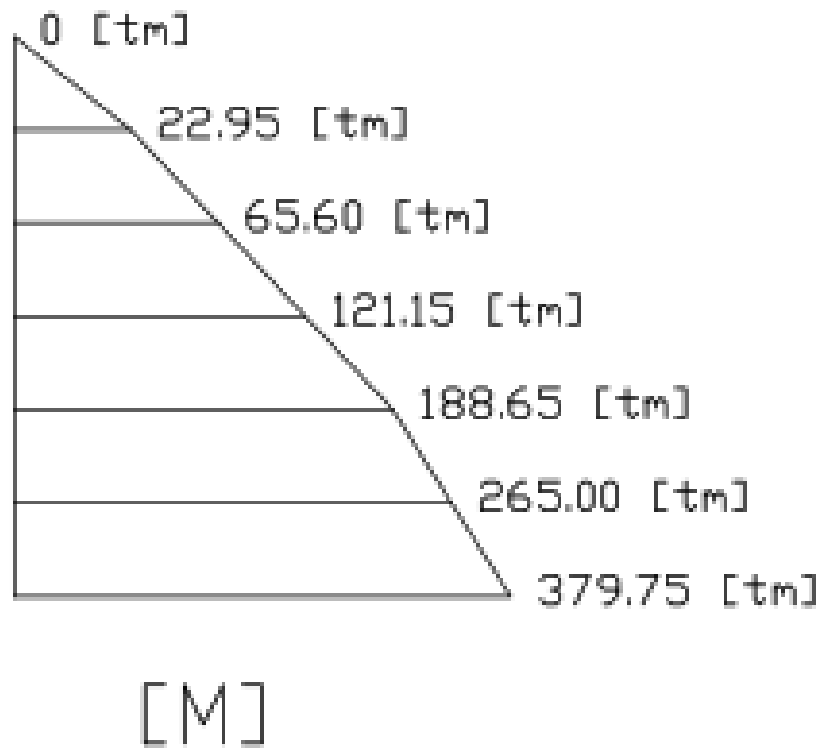
$$F5 = 113.00 * 0.24 = 47.05 t$$

$$F6 = 131.90 * 0.24 = 54.95 t$$

$$F7 = 131.90 * 0.24 = 53.95 t$$

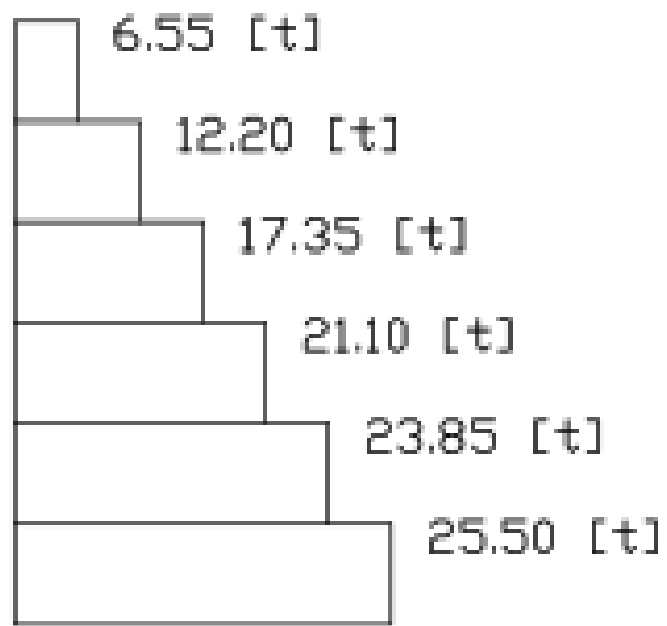
סעיף ט.

חישוב ושרטוט מהלך מומנטים על קיר חדר המדרגות:

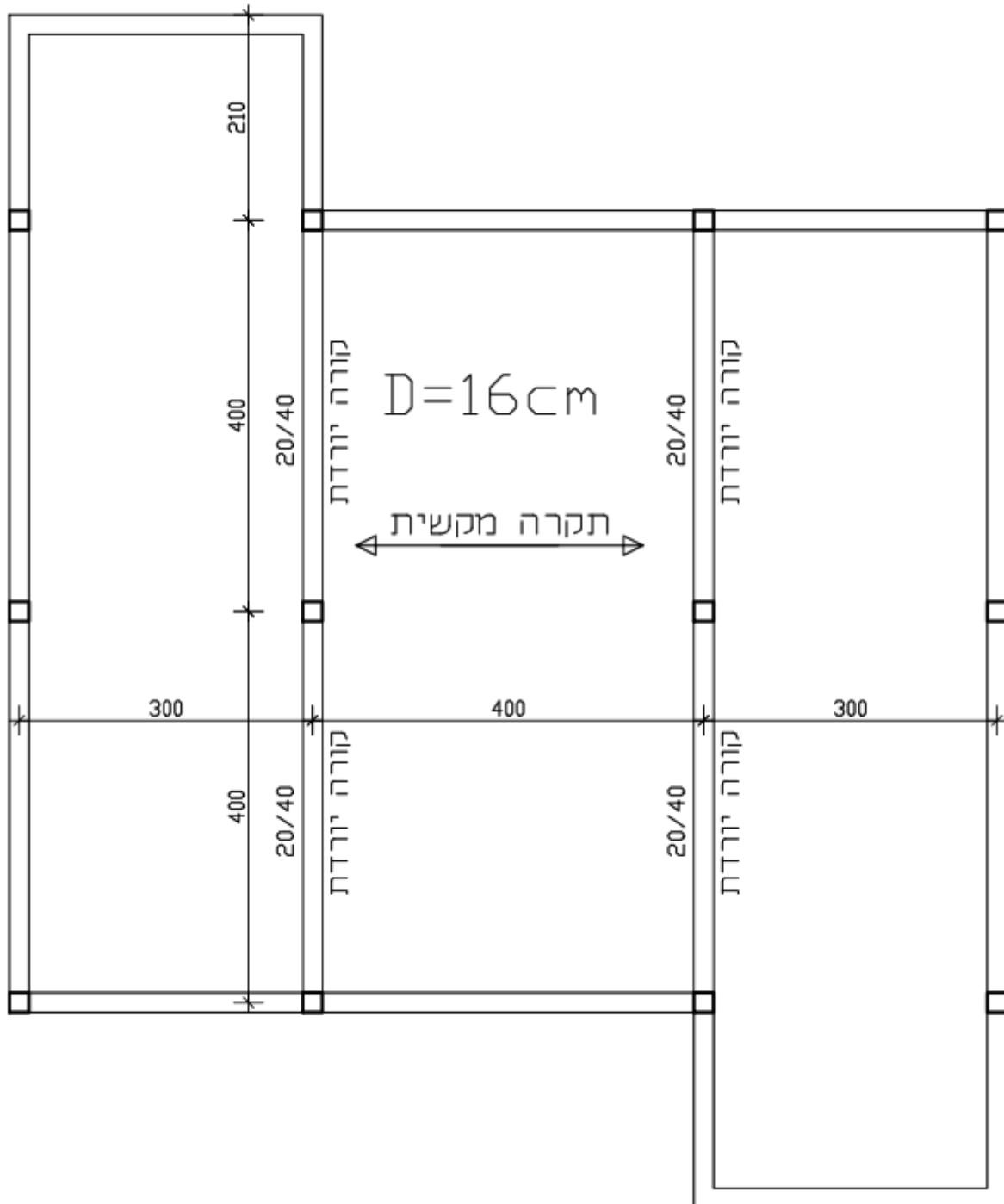


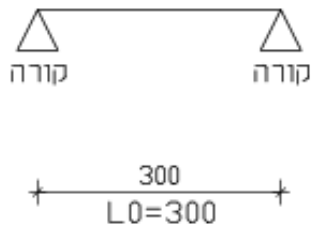
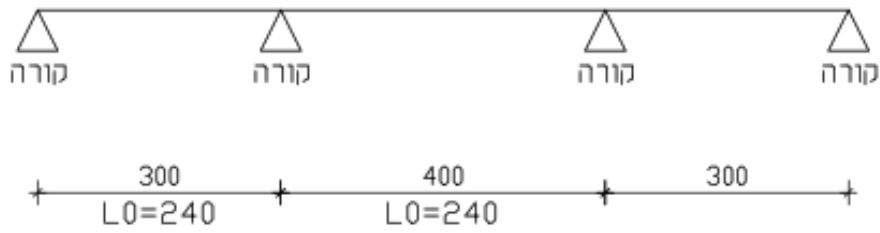
סעיף י.

חישוב ושרטוט מהלך כוחות גזירה על קיר חדר המדרגות:



[S]





H משוער תקרה $H = 300/24 = 13\text{cm} \Rightarrow 16\text{cm}$

משקל עצמי $g = 0.16 \times 2.5 = 0.40 \text{ t/m}^2$

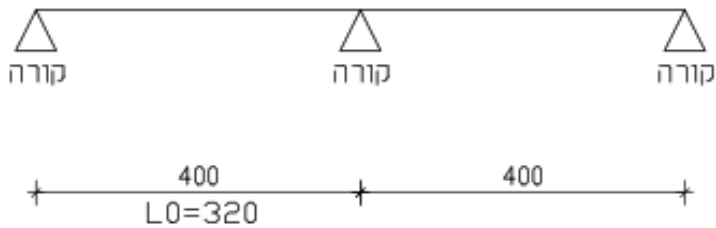
קבוע נוסף $g' = 0.40 \text{ t/m}^2$

שימוש $q = 0.15 \text{ t/m}^2$

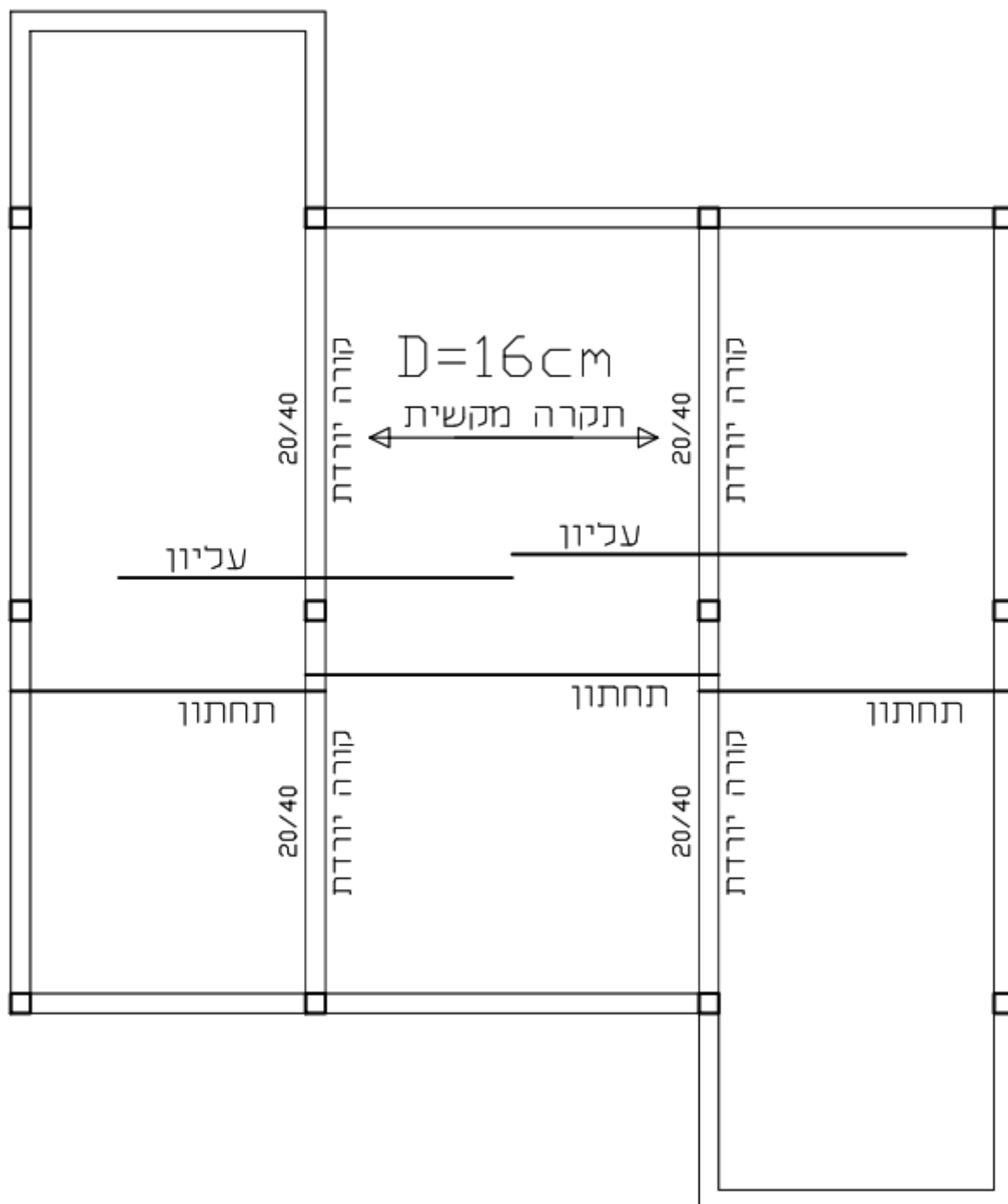
$F_s = 0.40 + 0.40 + 0.15 = 0.95 \text{ t/m}^2$

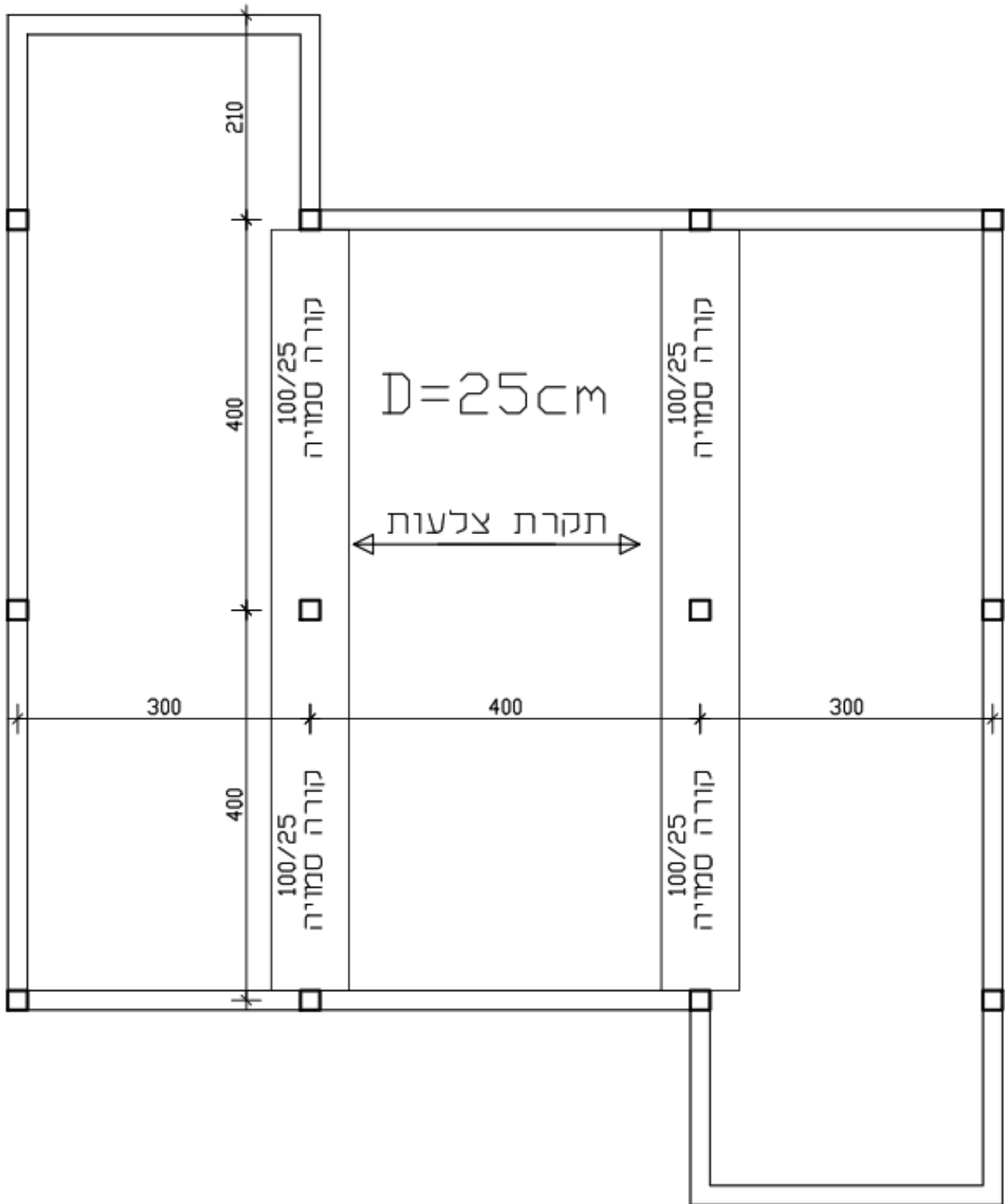
$K_{11} = 1$, $K_{12} = 24.80$, $K_{13} = 1.02$

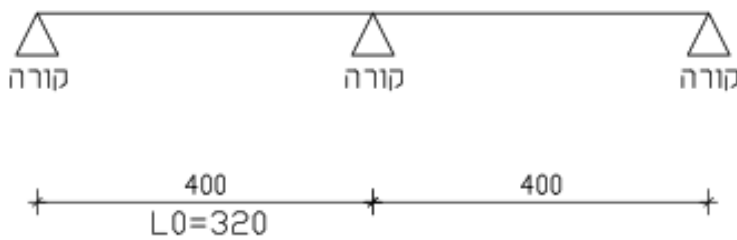
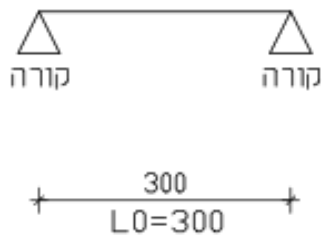
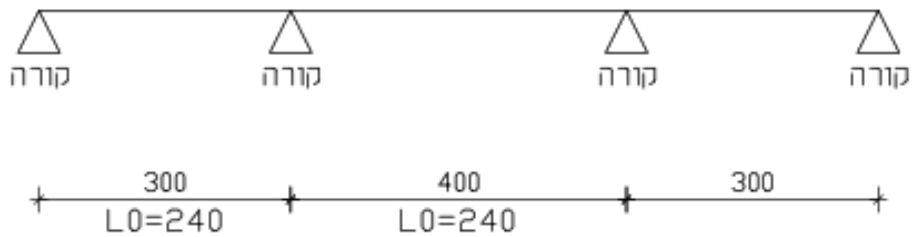
$H = 300 / (1 \times 24.80 \times 1.02) = 11.85 < 16 \text{ o.k.}$



H משוער קורה $H = 320/10 = 32\text{cm} \Rightarrow 40\text{cm}$







משוער קורה $H = 320/14 = 22\text{cm} \Rightarrow 25\text{cm}$ $B=100\text{cm}$
 משוער תקרה $H = 300/20 = 16\text{cm} \Rightarrow 25\text{cm}$
 $20+5=25$

משקל עצמי $g = 0.30 \text{ t/m}^2$

קבוע נוסף $g' = 0.40 \text{ t/m}^2$

שימושי $q = 0.15 \text{ t/m}^2$

$F_s = 0.30 + 0.40 + 0.15 = 0.85 \text{ t/m}^2$

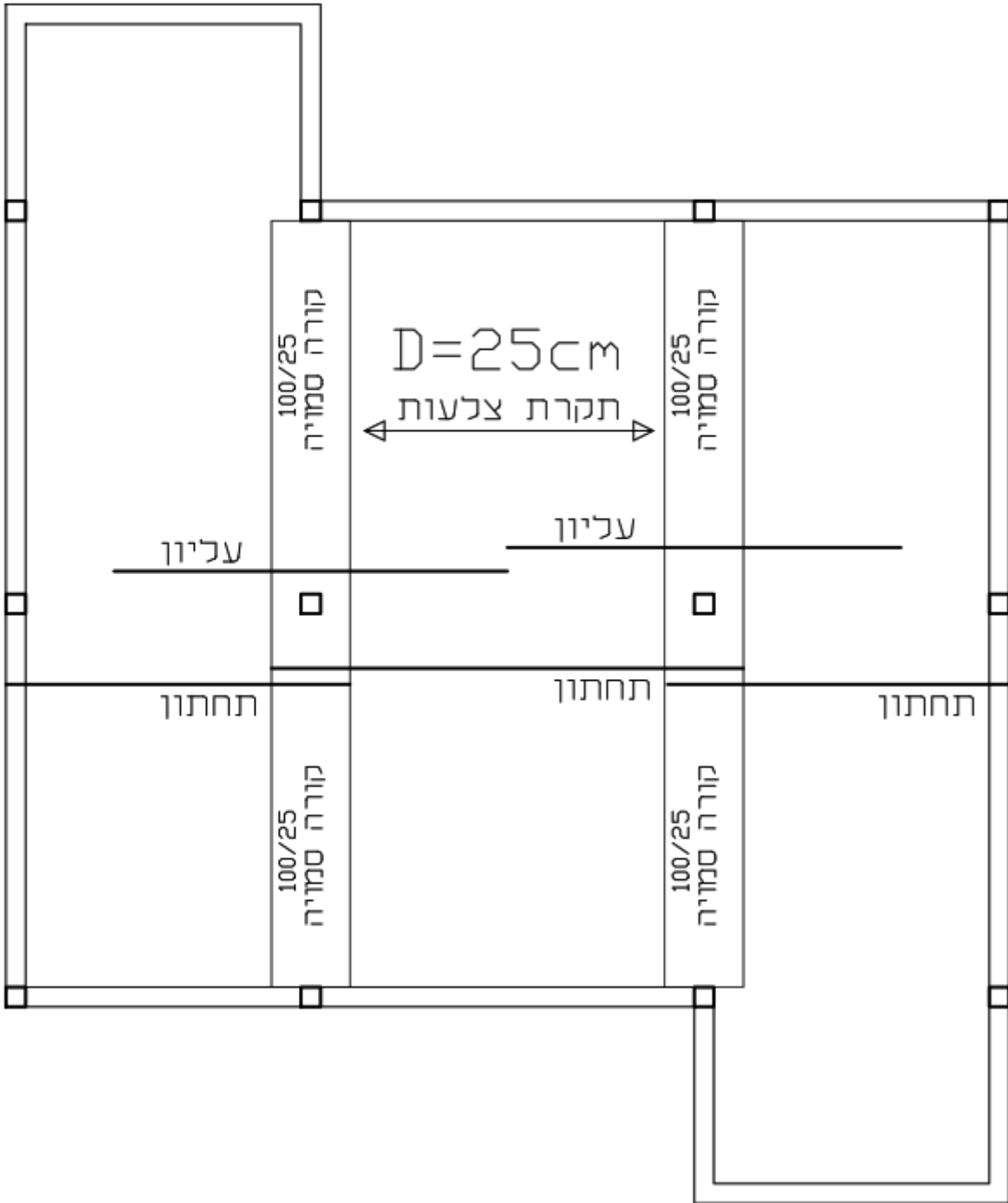
$K_{11}=0.75$, $K_{12}=25.75$, $K_{13}=1.02$

$H = 300 / (0.75 \times 25.75 \times 1.02) = 15.22 < 25 \text{ o.k.}$

קורה $F_s = 12.00 \times 0.50 \times 0.85 = 5.1 \text{ t/m} \Rightarrow 5.1 \text{ t/m}^2$

$K_{11}=1.00$, $K_{12}=14.20$, $K_{13}=1.02$

קורה $H = 320 / (1.00 \times 14.20 \times 1.02) = 22.10 < 25 \text{ o.k.}$



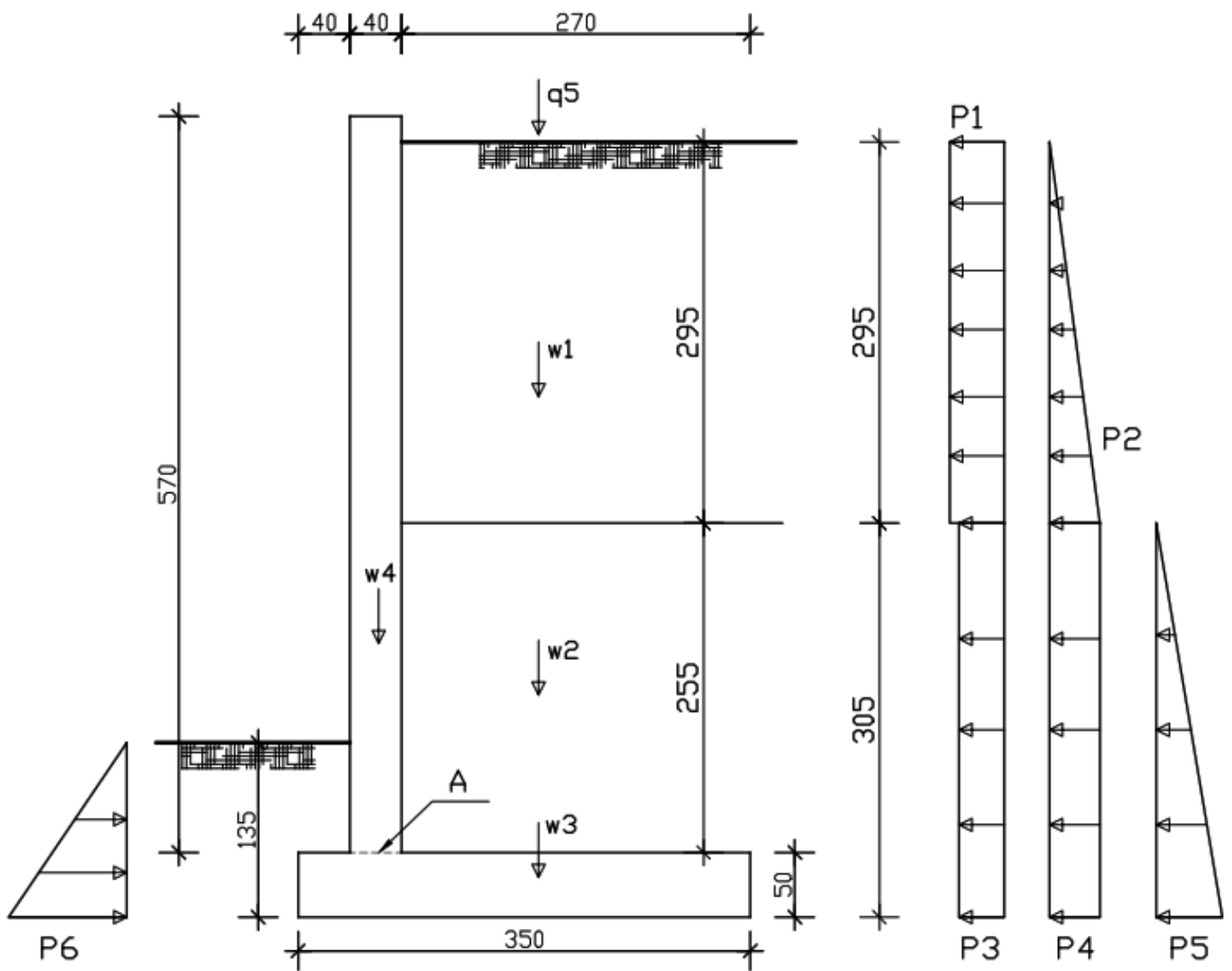
פתרון שאלה 4:

סעיף א.

פילוג המאמצים האופקיים, האקטיביים והפסיביים:

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

$$Ka2 = \tan^2\left(45 - \frac{35}{2}\right) = 0.27 \quad Kp2 = \frac{1}{0.27} = 3.7$$



$$P1 = 0.33 \times 2.0 = 0.65$$

$$P2 = 2.95 \times 1.6 \times 0.33 = 1.55$$

$$P3 = 0.27 \times 2.0 = 0.55$$

$$P4 = 3.05 \times 1.6 \times 0.27 = 1.30$$

$$P5 = 3.05 \times 2.0 \times 0.27 = 1.65$$

$$P6 = 1.35 \times 2 \times 3.70 = 10.0$$

סעיף ב.

הכוחות האופקיים השקולים הפועלים על הקיר, כולל הכוח הפסיבי:

$$F1 = 0.65 \times 2.95 = 1.90$$

$$F2 = 1.55 \times 2.95 / 2 = 2.30$$

$$F3 = 0.55 \times 3.05 = 1.70$$

$$F4 = 1.30 \times 3.05 = 4.00$$

$$F5 = 1.65 \times 3.05 / 2 = 2.50$$

$$F6 = 10.0 \times 1.35 / 2 = 6.75$$

$$W1 = 2.95 \times 2.70 \times 1.6 = 12.75$$

$$W2 = 2.55 \times 2.70 \times 2.0 = 13.80$$

$$W3 = 3.50 \times 0.50 \times 2.5 = 4.40$$

$$W4 = 5.70 \times 0.40 \times 2.5 = 5.70$$

$$q5 = 2.0 * 2.70 = 5.40$$

סעיף ג.

חישוב מקדם הביטחון להחלקה:

$$F_s = (12.75 + 13.80 + 4.40 + 2.50 + 6.75) * 0.40 = 16.10$$

$$F_{flip} = (1.90 + 2.30 + 1.70 + 4.00 + 2.50) = 12.40$$

$$\frac{F_s}{F_{flip}} = \frac{16.10}{12.40} = 1.30 < 1.5 \Rightarrow N.G.$$

סעיף ד.

חישוב את מקדם הביטחון להיפוך:

$$M_s = 12.75 * 2.15 + 13.80 * 2.15 + 4.40 * 1.75 + 5.70 * 0.60 + 5.40 * 2.15 =$$

$$M_s = 79.80 \text{ tm}$$

$$M_{flip} = 1.90 * 4.50 + 2.30 * 4.05 + 1.70 * 1.55 + 4.00 * 1.55 + 2.50 * 1.00 =$$

$$M_{flip} = 29.20 \text{ tm}$$

$$\frac{M_s}{M_{flip}} = \frac{79.80}{29.20} = 2.75 > 2 \Rightarrow O.K.$$

סעיף ה.

האם הקיר עומד בתנאי מקדמי הבטון ובמידה ולא הצע פתרון

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

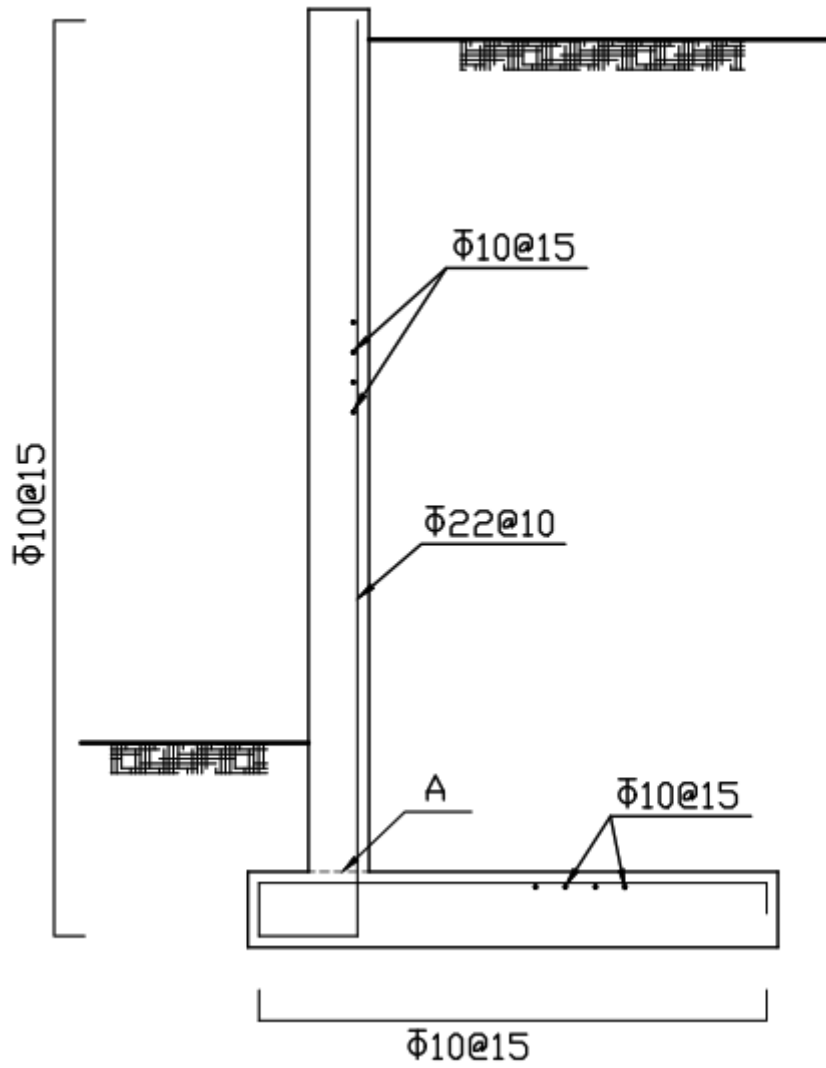
סעיף ו.

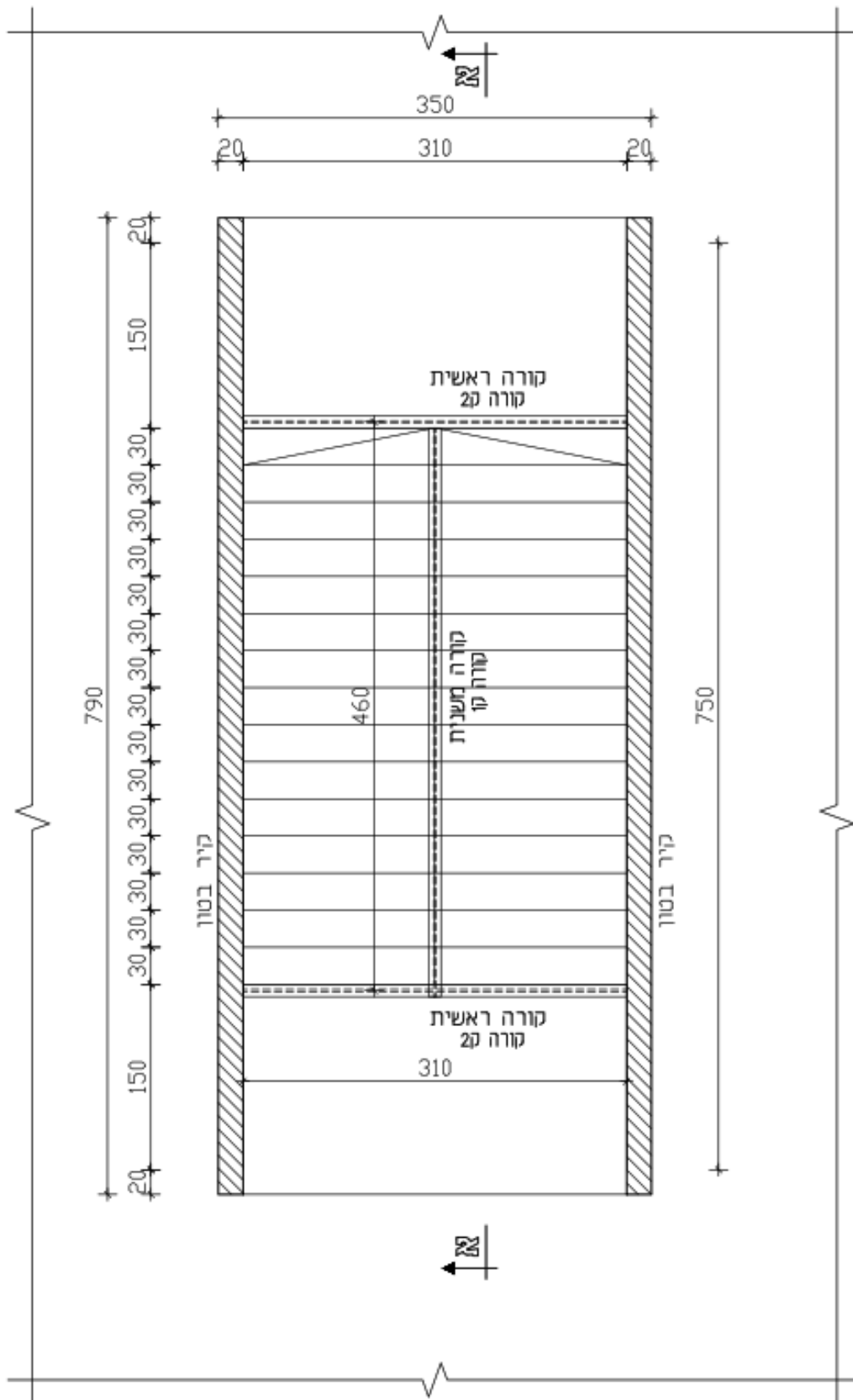
חישוב המומנט על נקודה A וחישוב הברזל עבור מומנט זה:

$$M_d = 29.2 * 1.5 = 43.80 \text{ tm}$$

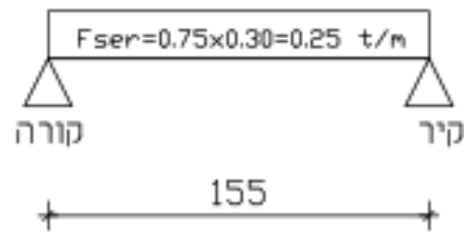
$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{b * d^2 * f_{cd}}} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 43.80}{1 * 35^2 * 0.175}} = 0.23$$

$$A_s = \frac{M_d}{\left(1 - \frac{\omega}{2}\right) * d * f_{sd}} = \frac{43.80}{0.88 * 0.35 * 4.35} = 32.70 \text{ cm}^2 \Rightarrow \emptyset 22 @ 10$$

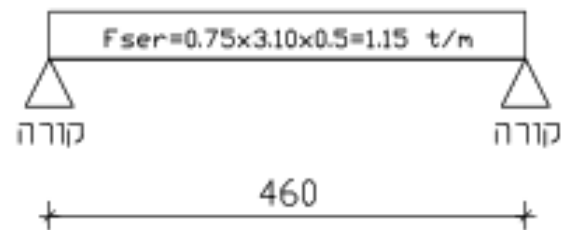




פח מרוג



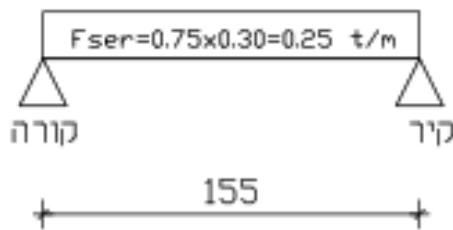
קורה משנית 1



קורה ראשית 2



פח מרוג



פח עובי 12 מ"מ

$$W = 30 \times 1.2^2 / 6 = 7.2 \text{ cm}^3$$

$$M_s = 0.125 \times 0.25 \times 1.55^2 = 0.08 \text{ tm}$$

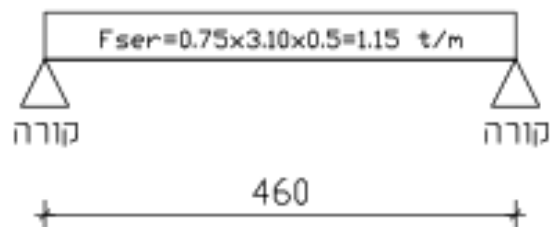
$$W = M / \sigma = \frac{0.08 \times 10^5}{1400} = 5.70 \text{ cm}^3$$

(דיוש)

פח עובי 10 מ"מ

300/10 mm

קורה משנית 1



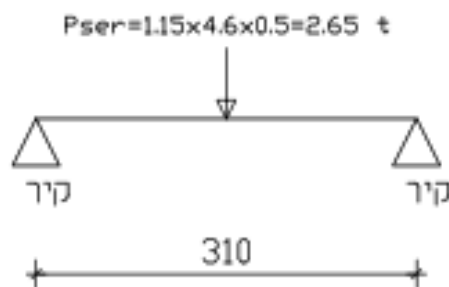
$$M_s = 0.125 \times 1.15 \times 4.6^2 = 3.05 \text{ tm}$$

$$W = M / \sigma = \frac{3.05 \times 10^5}{1400} = 217.85 \text{ cm}^3$$

(דיוש) IPN-220

(נבחר) IPN-220

קורה ראשית 2



$$M_s = 2.65 \times 3.1 / 4 = 2.05 \text{ tm}$$

$$W = M / \sigma = \frac{2.05 \times 10^5}{1400} = 146.45 \text{ cm}^3$$

(דיוש) IPN-180

(נבחר) IPN-220