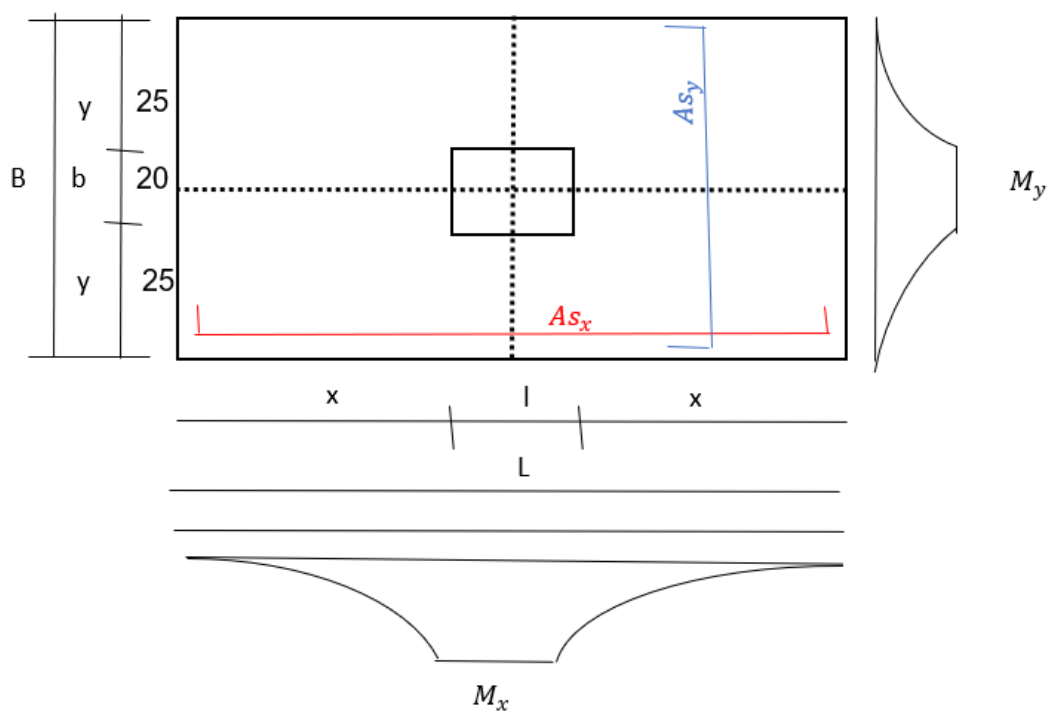
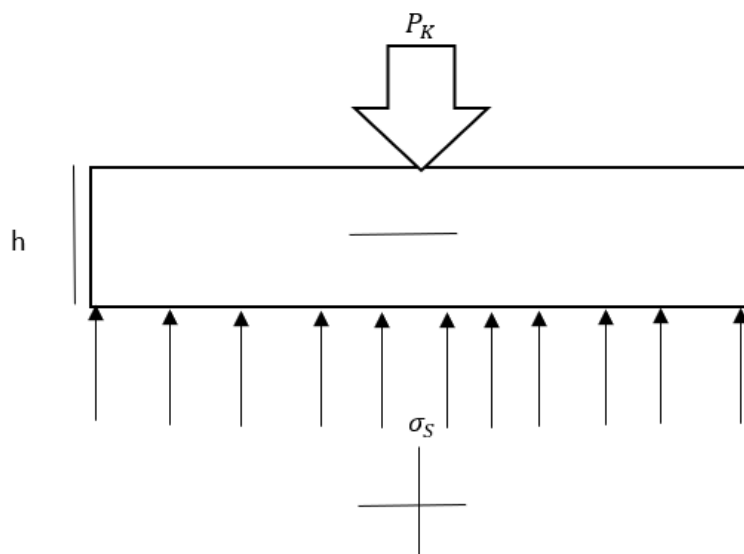


## יסודות

$$A_{\text{שטח היסוד}} = \left( \frac{P_K}{\sigma_S} \right)$$



טבלה:

עומק חפירה (m)	מאמץ $\left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$	סוג הקרקע
1 ÷ 1.5	1.5 ÷ 2	חולית
0.8 ÷ 1.2	2 ÷ 3	כורכר
0.6 ÷ 1	3 ÷ 10	סלעית
2.5	2.5	חרסית

$$\frac{kg}{cm^2} \xrightarrow{*10} \frac{T}{m^2}$$

קביעת הממדים תעשה ע"פ נוסחה מספר 1.  
 יש להקפיד שיתקיים אותו הפרש בין מידות העמוד למידות היסוד.  
 [הערה: אין לתכנן יסוד ריבועי לעמוד מלבני!]  
 ניתן לחשב את מידות היסוד ע"פ נוסחה ריבועית הנוסחה של  $A = L * B$  וע"פ ניחוש אשר  
 קובע לחשב שורש משטח היסוד הדרוש ולקבל שתי מידות שההפרש ביניהם זהה להפרש  
 העמוד  $(l - b)$  והמכפלה שווה או עולה על השטח המחושב.

קריטריונים של תכן:

1. ממדים  $(B * L)$

נוסחה 1:

$$A = \frac{1.05 Pk}{\sigma_s}$$

שטח היסוד

נוסחה 1.א:

$$l - b = L - B$$

נוסחה 1.ב:

$$x = y \geq d (> 25)$$

$$h_{min} \geq 30 \text{ cm}$$

$$d = h - 5$$

5 זה כיסוי בטון.

דוגמה:

נתון עמוד יסוד 20/40

$$A = 1.4m^2 \text{ מחושב}$$

$$l - b = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$L - B = 0.2$$

$$L = B + 0.2$$

$$A = L * B = (B + 0.2) * B = B^2 + 0.2B = 1.4$$

$$\sqrt{1.4} = 1.18m \begin{cases} 1.1 \\ 1.3 \end{cases} \rightarrow 1.4$$

$$B_{min} \geq 70cm$$

2. גובה ע"פ חדירה (h)

$$Vd_{eq} \leq V_{Rdc}$$

$$Vd_{eq} = \beta (\rightarrow 1.15) * Rd (Pd)$$

קורה סמויה

$$u_1 = 2a + 2b + 12.56d (\rightarrow 2d)$$

יסוד \ עמוד

$$u_1 = 2a + 2b + 6.28d (\rightarrow d)$$

$$V_{Rdc} \begin{cases} 0.12 \\ 0.035 \end{cases}$$

$$k = 1 + \sqrt{\left(\frac{20}{d}\right)}$$

$$\rho = 0.002$$

שלושה כללים איך להניח גובה יסוד:

א. כאשר שטח היסוד קטן או שווה אחד מטר מרובע

$$A \leq 1m^2 \rightarrow h = 30$$

ב. כאשר שטח היסוד גדול ממטר ברובע וקטן משתי מטר מרובע הגובה יהיה 35 ס"מ

$$1 < A \leq 2m^2 \rightarrow h = 35$$

ג. כאשר שטח היסוד גדול משני מטר מרובע  $h$  הנחה יקבע ע"פ הנוסחה להלן:

עד 2 מטר יהיה 40 ס"מ

מעבר לכך על כל חצי מטר מרובע נוסף בשטח יש להוסיף 10 ס"מ לגובה

$$2m > A \rightarrow \text{הנחה } h = 40cm \quad | \quad (A > 2) + 0.5m \rightarrow h = x + 10cm$$

הערת תכנון:

בחישוב גובה יסוד ע"פ חדירה ההיקף החודר יחושב ע"פ מרווח  $d$  מהעמוד

$$u_1 = 2a + 2b + 6.28d (\rightarrow d)$$

מיקום העמוד יהיה תמיד עמוד פנימי ולכן המקדם  $\beta$  יהיה תמיד 1.15

$$\beta = 1.15$$

במקרה ובחישוב

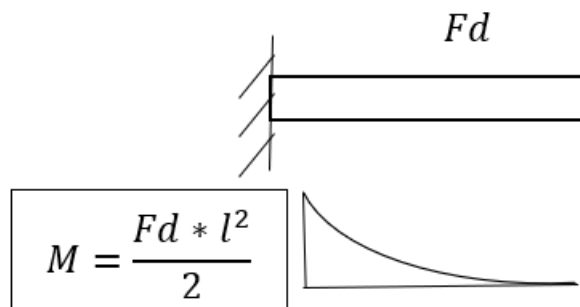
$$Vd_{eq} > V_{Rdc}$$

יש להגדיל את גובה היסוד עד למצב:

$$Vd_{eq} \leq V_{Rdc}$$

לאחר קביעת הגובה הסופי ע"פ חדירה יש לחזור ולתקן את מידות היסוד

[לשנות את הגודל  $X, Y$  אשר ישנה את המידה  $L \& B$  של היסוד]



כפיפה:

$$(סכומי) M_x = 1.45 * \sigma_s^* * B * \frac{x^2}{2} \rightarrow 0.1 \leq \omega_x - \sqrt{1 - \frac{2M_x * 10^5}{B * d^2 * fcd}} \leq 0.4 \rightarrow A_{s_x} = \frac{M_x * 10^5}{\left(1 - \frac{\omega}{2}\right) * d * fsd}$$

$$(סכומי) M_y = 1.45 * \sigma_s^* * L * \frac{y^2}{2} \rightarrow 0.1 \leq \omega_y - \sqrt{1 - \frac{2M_y * 10^5}{B * d^2 * fcd}} \leq 0.4 \rightarrow A_{s_y} = \frac{M_y * 10^5}{\left(1 - \frac{\omega}{2}\right) * d * fsd}$$

$$\sigma_s^* = \frac{1.05Pk}{(מתוקן)A^*}$$

### כללים לבחירה וסידור זיון:

א. הכיסוי המינימלי לפלדה הוא 5 ס"מ

$$d = h - 5$$

ב. קוטר מינימלי של הזיון לא יקטן מקוטר 8

$$\dagger 8$$

ג. המרחק המינימלי בין שתי מוטות לא יקטן מ-10 ס"מ.  
ולא יעלה על הערך הקטן מבין 25 ס"מ או 20 פעם הקוטר

$$S_{Vmax} < \begin{cases} 25cm \\ 20 \dagger \end{cases}$$

ד.

$$A_{smin_x} = \frac{0.2}{100} * B * d$$

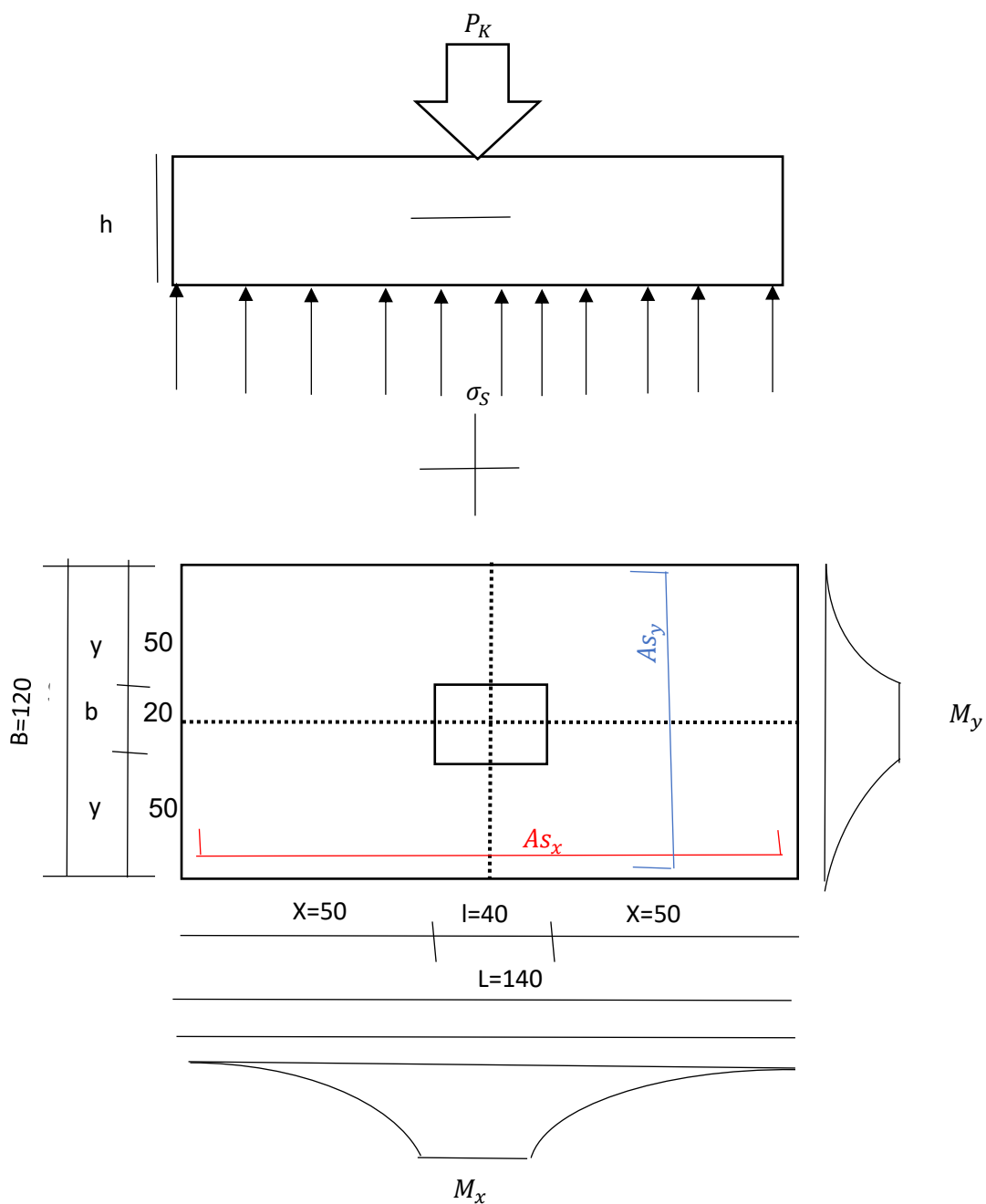
$$A_{smin_y} = \frac{0.2}{100} * L * d$$

השיטה אנו עובדים איתה היא שיטת הפיזור האחיד

3. כפיפה  $Md \rightarrow \omega \rightarrow As$

4. גזירה

תרגיל דוגמה:



דרוש לתכנן יסוד בודד לעמוד 20/40 מבטון ב – 40 בקרקע שמאמץ המגע המותר הוא 4.5 ק"ג לס"מ מרבוע.

התכנון יכלול :

1. חישוב ממדי היסוד  $(L, B)$
2. תכנון גובה מינימלי אפשרי ליסוד ע"פ חדירה.
3. חישוב זיון בכל מקום ביסוד ע"פ שיטת הפירוס האחד

4. לבדוק ולפתור בעית גזירה אם קיימת בא בלבד  
 5. לתכנן את סידור הזיון ע"פ חלוקה לרצועות

סעיף ראשון

$$p_k = 70^T$$

עמוד 20/40

$$\sigma_s = 4.5 \frac{kg}{cm^2} = 45 \frac{T}{m^2}$$

$$A \text{ דרוש} = \frac{1.05 * 70}{45} = 1.63 m^2$$

$$\sqrt{1.63} = 1.28 \rightarrow \begin{cases} 1.2 \rightarrow B \\ 1.4 \rightarrow L \end{cases} \rightarrow 1.68 > 1.63 \quad (Ok)$$

סעיף שני

$$h \text{ הנחה} = 35 cm$$

$$d = 30 cm$$

$$Vd_{eq} = 1.15 * 1.45 * 70 = 116.73^T$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{20}{30}} = 1.82$$

$$fck = 353 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho = 0.002$$

$$u_1 = 2 * 20 + 2 * 40 + 6.28 * 30 = 308 cm$$

בעמוד 24 יש נוסחה של  $V_{Rdc}$

$$V_{Rdc} \left\{ \begin{array}{l} \left[ 0.12 * 1.82 * (100 * 0.002 * 0.07 * 353)^{\frac{1}{3}} \right] * 308 * 30 * 10^{-2} = 34.37^T \\ \left[ 0.035 * 1.82^{\frac{3}{2}} * (0.07 * 353)^{\frac{1}{2}} \right] * 308 * 30 * 10^{-2} = 39.47^T < 116.73^T \end{array} \right.$$

הנחה 1 :

$$h \text{ הנחה} = 35 cm$$

$$d = 30 cm$$

$$Vd_{eq} = 1.15 * 1.45 * 70 = 116.73^T$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{20}{30 \rightarrow 50}} = 1.82 \rightarrow 1.63$$

$$fck = 353 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho = 0.002$$

$$u_1 = 2 * 20 + 2 * 40 + 6.28 * 30 \rightarrow 50 = 308 cm \rightarrow 434$$

בעמוד 24 יש נוסחה של  $V_{Rdc}$

$$V_{Rdc} \left\{ \begin{array}{l} \left[ 0.12 * 1.82 * (100 * 0.002 * 0.07 * 353)^{\frac{1}{3}} \right] * 308 * 30 * 10^{-2} = 34.37^T \\ \left[ 0.035 * 1.82^{\frac{3}{2}} \rightarrow 1.63^{\frac{3}{2}} * (0.07 * 353)^{\frac{1}{2}} \right] * 308 \rightarrow 434 * 30 \rightarrow 50 * 10^{-2} = 39.47^T \rightarrow 78.56^T < 116.73^T \end{array} \right.$$

N.O.K

הנחה שניה :

$$h = 35\text{cm} \rightarrow 80$$

$$d = 30\text{cm} \rightarrow 75$$

$$Vd_{eq} = 1.15 * 1.45 * 70 = 116.73^T$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{20}{30 \rightarrow 75}} = 1.82 \rightarrow 1.52$$

$$fck = 353 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho = 0.002$$

$$u_1 = 2 * 20 + 2 * 40 + 6.28 * 30 \rightarrow 75 = 308 \text{ cm} \rightarrow 591$$

בעמוד 24 יש נוסחה של  $V_{Rdc}$

$$V_{Rdc} \left\{ \begin{array}{l} \left[ 0.12 * 1.82 * (100 * 0.002 * 0.07 * 353)^{\frac{1}{3}} \right] * 308 * 30 * 10^{-2} = 34.37^T \\ \left[ 0.035 * 1.82^{\frac{2}{3}} * 1.52^{\frac{2}{3}} * (0.07 * 353)^{\frac{1}{3}} \right] * 308 \rightarrow 591 * 30 \rightarrow 75 * 10^{-2} = 39.47^T \rightarrow 144.52 > 116.73^T \end{array} \right.$$

זזה עומד בדרישות.

(הערה : יצא גדול מידי זזה בזבז)

ניתן להוריד 5 מהערך שיצא מבלי לבדוק.

$$V_{Rdc} * 1.1$$

אם הפער גדול ב-10% אפשר להוריד את הגובה ב-5.

סעיף 3:

$$\sigma_s^* = \frac{1.05 * P_K}{A^*} = \frac{1.05 * 70}{1.6 * 1.8} = 25.52 \frac{T}{M^2}$$

$$M_X = 1.45 * \sigma_s^* * B * \frac{X^2}{2} = 1.45 * 25.52 * \frac{1.6 * 0.7^2}{2} = 14.51 \text{ TM}$$

$$M_Y = 1.45 * \sigma_s^* * L * \frac{Y^2}{2} = 1.45 * 25.52 * \frac{1.8 * 0.7^2}{2} = 16.32 \text{ TM}$$

$$M_X \Rightarrow \omega_x = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 14.51 * 10^5}{160 * 70^2 * 175}} = 0.01$$

$$M_Y \Rightarrow \omega_y = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 16.32 * 10^5}{160 * 70^2 * 175}} = 0.01$$

$$As_x = \frac{14.51 * 10^5}{0.95 * 70 * 3500} = 6.23 \text{ cm}^2$$

$$As_y = \frac{16.32 * 10^5}{0.95 * 70 * 3500} = 7.01 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min(x)} = \frac{0.2}{100} * B * d = \frac{0.2}{100} * 160 * 70 = 22.4 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min(y)} = \frac{0.2}{100} * L * d = \frac{0.2}{100} * 180 * 70 = 25.2 \text{ cm}^2$$

כדי למצוא מספר מוטות (n):

$$n_{\text{קוטר מוט}} = \frac{As_{\min(x)}}{1.13} = \frac{22.4}{1.13} = 19.8 \approx 20 \rightarrow (20 - 1 = 19)$$

$$\text{מרחק} @ = \frac{150}{19} = 8 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$$

לא עמד לכן נניח קוטר 14:

$$n_{\uparrow 14(\text{הנחת})} = \frac{As_{\min(x)}}{\text{קוטר מוט}} \rightarrow \frac{22.4}{1.54} = 14.5 \approx 15 \rightarrow (15 - 1 = 14)$$

$$@\text{תצורת} = \frac{150}{14} = 11\text{cm} > 10\text{cm}_{\text{מינימום}}$$

עומד.

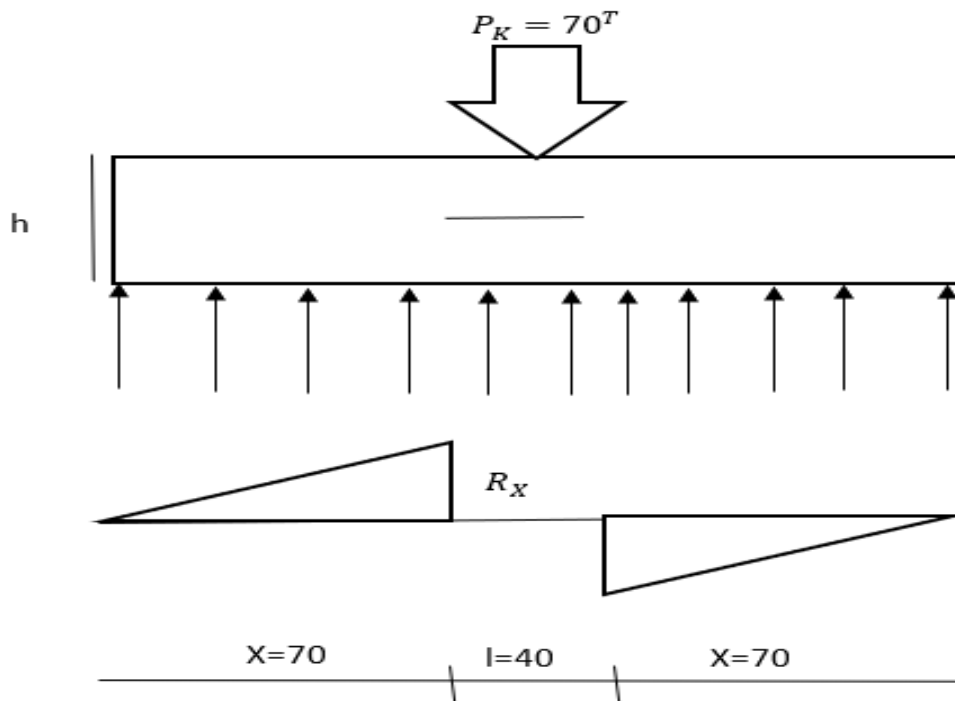
עכשיו נבדוק בכיוון Y

$$n_{\uparrow 14(\text{הנחת})} = \frac{As_{\min(y)}}{\text{קוטר מוט}} \rightarrow \frac{25.1}{1.54} = 16.36 \approx 17 \rightarrow (17 - 1 = 16)$$

$$@\text{תצורת} = \frac{170}{16} = 11\text{cm} < 10\text{cm}_{\text{מינימום}}$$

.OK

סעיף 4.



$$R_X = 1.45 * \sigma_s^* * B * X \rightarrow 1.45 * 25.52 * 1.6 * 0.7 = 41.44^T \rightarrow \text{אין בעית גזירה}$$

סעיף 5:

סידור זיון ע"פ חלוקה לרצועות.

כאשר שטח היסוד גדול  $2.5\text{m}^2$  יש לסדר את הזיון ע"פ חלוקה לרצועות

[מותר לסדר ע"פ חלוקה לרצועה בכל שטח יסוד שהוא]

ע"פ שיטה זו יש להגדיר 2 רצועות

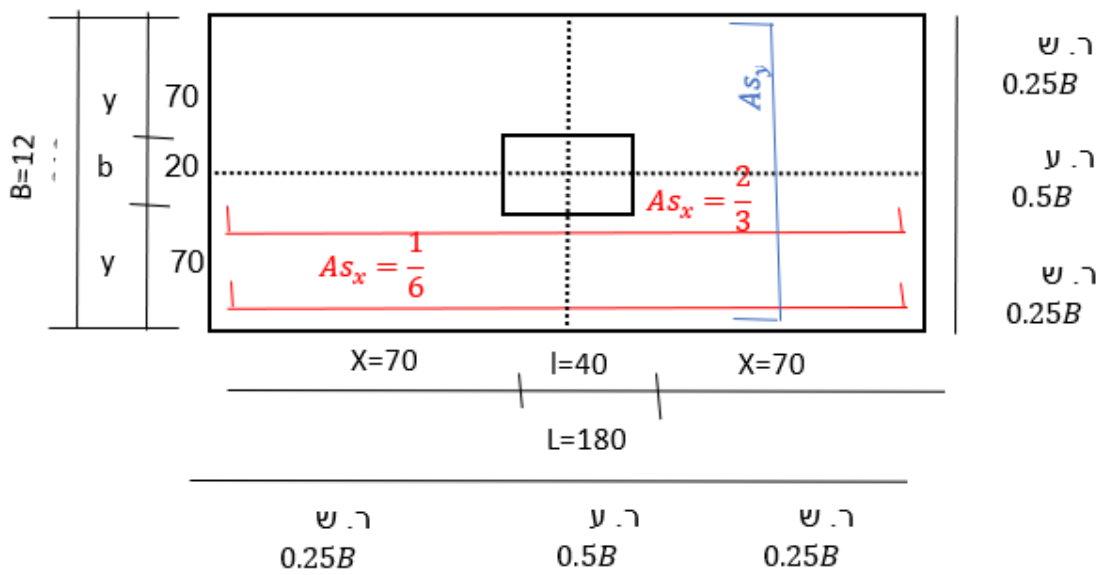
א. רצועת עמוד שגודלה 0.5 ממידת היסוד בכיוון הנבדק.

ב. שתי רצועות שפה שגודלן 0.25 ממידת היסוד בכיוון הנבדק.

כל רצועת עמוד יש למקם  $\frac{2}{3}$  משטח הזיון בכיוון הנבדק ובכל רצועת שפה  $\frac{1}{6}$ .

ברצועת השפה מספר המוטות שווה למספר הרווחים.





$$0.25B \rightarrow 0.25 * 160 = 40 \text{ cm}$$

$$0.5B \rightarrow 0.5 * 160 = 80 \text{ cm}$$

$$0.25B \rightarrow 0.25 * 160 = 40 \text{ cm}$$

$$As_x = 22.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{ע.ר } As_x \rightarrow \frac{2}{3} * 22.4 = 14.93 \text{ cm}^2 \rightarrow$$

$$\dagger 14 \rightarrow \frac{14.93}{1.54} = 9.7, n = 10, @ = \frac{80}{(10 - 1) = 9} = 9 < 10 \rightarrow \dagger 16$$

$$\text{ש.ר } As_x \rightarrow \frac{1}{6} * 22.4 = 3.73 \text{ cm}^2 \rightarrow$$

$$\dagger 14 \rightarrow \frac{3.73}{1.54} = 2.42, n = 3, @ = \frac{35}{(3 - 1) = 2} = 11$$