

97153

מועד א קיץ 2025



## פתרון שאלה 1

### סעיף א)

חישוב אקסצנטריות:

$$e_d = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{30} \\ 2 \text{ cm} \\ \frac{m_d}{N_d} \end{array} \right. = 2.33 \text{ cm} \text{ אקסצנטריות תכנונית}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{2}{\sqrt{3.85}} = 1.01 \left\{ \begin{array}{l} < 1.0 \\ > 2/3 \end{array} \right. \text{ אקס' עקב אי דיוקים בביצוע}$$

$$e_i = 0.5 * \frac{\alpha_h}{200} * l_e = 0.5 * \frac{1}{200} * 420 = 1.05 [\text{cm}]$$

$$(28.20) \quad \frac{1}{r_0} = \frac{f_{sd}/E_s}{0.45 * d^*} = \frac{435/200000}{0.45 * 0.65} = 7.436 * 10^{-3}$$

$$(28.15) \quad e_2 = K_r * K_\varphi * \frac{1}{r_0} * \frac{l_e^2}{c} = 0.24 * 1.22 * 7.436 * 10^{-3} * \frac{4.2^2}{10} \\ = \mathbf{0.00384 [\text{m}]}$$

## סעיף ב

חישוב שטח זיון:

קביעת סוג אקס'

$$e_{total} = 2.33 + 1.05 + 0.384 = 3.764[cm]$$

$$\frac{h}{2} - d'_s = 35 - 5 = 30[cm] > e_{total} = 3.764[cm]$$

מסקנה: אקס' קטנה

$$M_{cd,max} = 0.32 * b * d^2 * f_{cd} = 0.32 * 0.5 * 0.65^2 * 1300 = 87.88[tm]$$

$$\begin{aligned} M_{sd} &= N_d * \left( e_{total} + \frac{h_c}{2} - d_s \right) \\ &= (300 * 1.4 + 40 * 1.6) * (0.0376 + 0.35 - 0.05) \\ &= 163.39[tm] \end{aligned}$$

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

$$\Delta M = M_{sd} - M_{cd,max} = 163.39 - 87.88 = 75.51[tm]$$

$$\begin{aligned} A'_s &= \frac{\Delta M}{(d - d'_s) * f_{sd}} = \frac{75.51}{(0.65 - 0.05) * 4.35} = 28.93[cm^2] \rightarrow 8\Phi 22 \\ &\rightarrow 29.46[cm^2] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_{cd,max}}{0.8 * d * f_{sd}} + A'_s - \frac{N_d}{f_{sd}} = \frac{87.88}{0.8 * 0.65 * 4.35} + 28.93 - \frac{(300 * 1.4 + 40 * 1.6)}{4.35} \\ &= -43[cm^2] \text{ החתך בלחיצה} \end{aligned}$$

$$A_{s,min} = 0.002 * b * h = 0.002 * 50 * 70 = 7[cm^2]$$

מסקנה לכל צד  $8\Phi 22$

סעיף ג) סכמת יסוד:

אורך יסוד L:

עומס שרות על יסוד:

$$N = 200 + 20 + 300 + 40 = 560 \text{ [ton]}$$

מאמץ מותר:

$$\sigma = 30 \left[ \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right]$$

שטח יסוד דרוש:

$$A = \frac{560}{30} = 18.66 \text{ [m}^2\text{]}$$

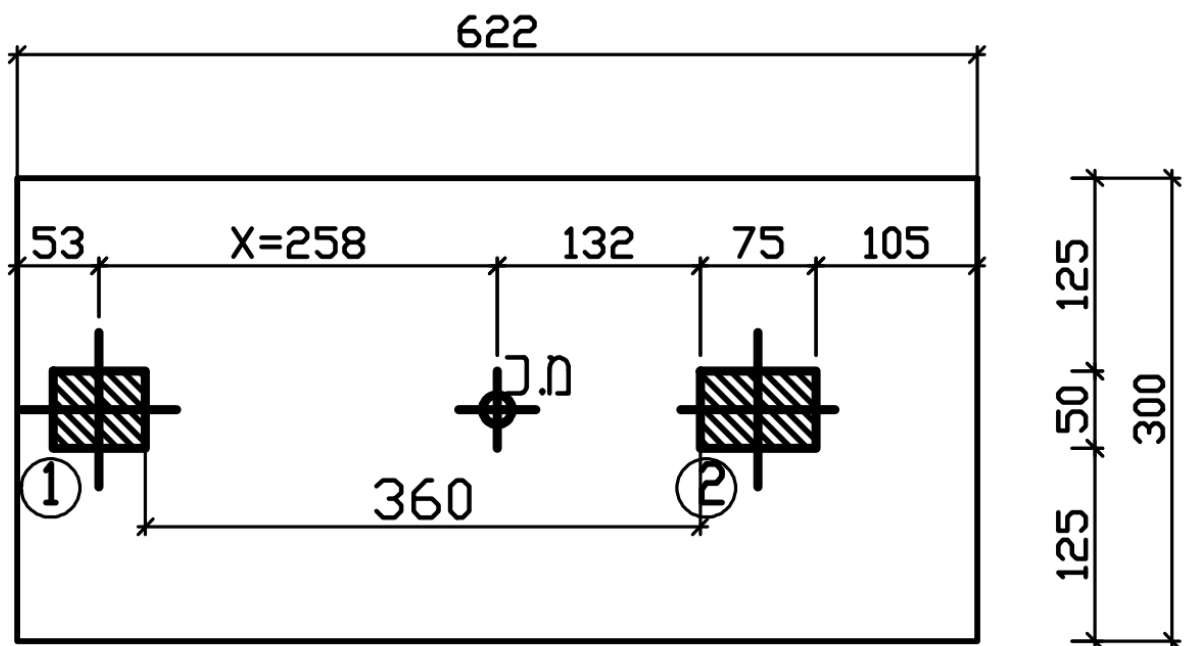
אורך יסוד:

$$L = \frac{18.66}{3.0} = 6.22 \text{ [m]}$$

סעיף ד)

מרחק X ממרכז מעמוד 1:

$$X = \frac{340 * (0.3 + 3.6 + 0.35)}{340 + 220} = 2.58 \text{ [m]}$$



**סעיף ה) סכמת יסוד:**

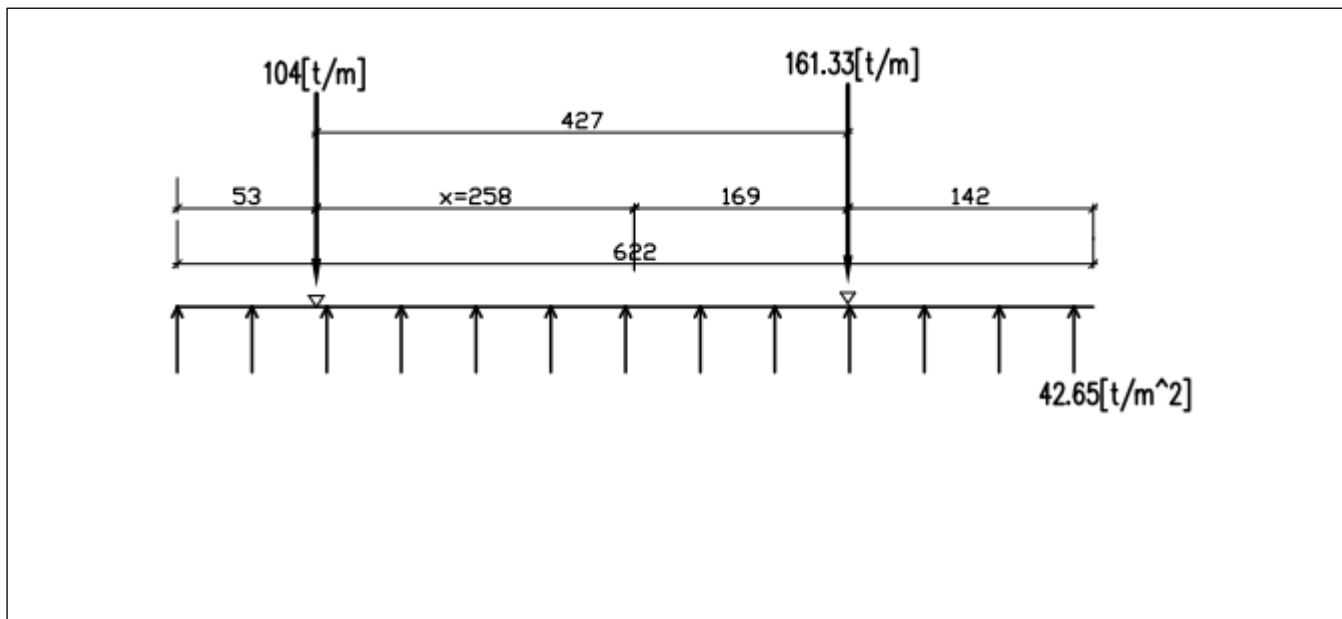
כח תכן:

$$Nd = 20 * 1.6 + 200 * 1.4 + 40 * 1.6 + 300 * 1.4 = 796[t]$$

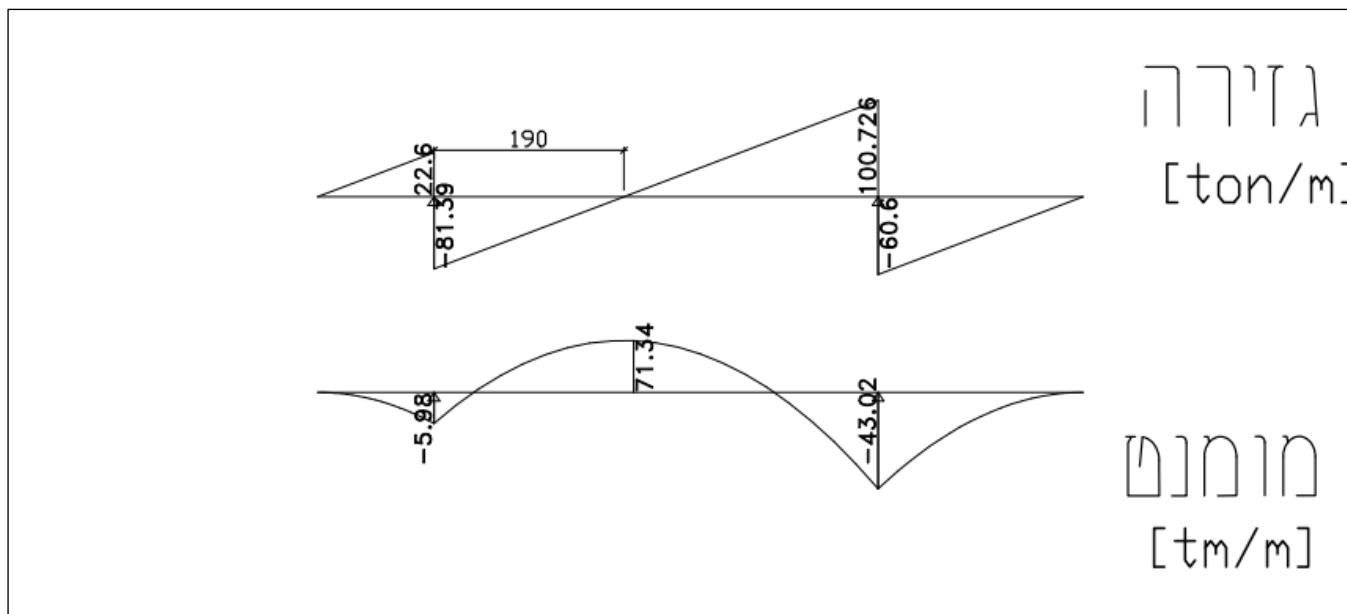
מאמץ תכן:

$$\sigma d = \frac{N}{A} = \frac{796}{18.66} = 42.65 \left[ \frac{t}{m^2} \right]$$

סכמת יסוד(עבור רוחב של מטר אחד):



**סעיף ו) מהלכי כוחות:**



## פתרון שאלה 2

### סעיף א

$$l_0 = 450\text{cm} - h_{base} = \frac{450}{20} = 22.5 - 23[\text{cm}]$$

$$k_{11} = 0.85$$

$$f_{ser} = 0.23 * 2.5 + 0.45 + 0.5 = 1.525 \left[ \frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left( \frac{10}{15.25} \right)^{\frac{1}{3}} = 21.19$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{450}{0.85 * 21.19 * 1} = 24.98 \rightarrow h_{final} = 25\text{cm}$$

### סעיף ב

$$f_d = (0.25 * 2.5 + 0.45) * 1.4 + 0.5 * 1.6 = 2.3 \left[ \frac{t}{m^2} \right]$$

מומנטים כללים כיוון X:

$$m_{field}^+ = f d * \frac{l^2}{11} = 2.3 * \frac{4.5^2}{11} = 4.23[\text{tm}]$$

$$m_{inner\ field}^+ = f d * \frac{l^2}{15} = 2.3 * \frac{4.5^2}{15} = 3.105[\text{tm}]$$

$$m_{support}^- = f d * \frac{l^2}{9} = 2.3 * \frac{4.5^2}{9} = 5.17[\text{tm}]$$

$$M_d = 5.17[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 5.17}{1 * 0.22^2 * 1300}} = 0.08 < 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{5.17}{\left(1 - \frac{0.10}{2}\right) * 0.22 * 4.35} = 5.68[cm^2] - \phi 12@19$$

$$M_d = 4.23[tm]$$

$$\omega = 0.1 < 0.4$$

$$A_s^{req} = \frac{4.23}{\left(1 - \frac{0.1}{2}\right) * 0.22 * 4.35} = 4.65 [cm^2] - \phi 12@24$$

$$M_d = 3.105[tm]$$

$$\omega = 0.1 < 0.4$$

$$A_s^{req} = \frac{3.105}{\left(1 - \frac{0.1}{2}\right) * 0.22 * 4.35} = 3.41[cm^2] - \phi 12@25(A_s \text{ min})$$

## סעיף 7

$$R_7 = 2.3 * (4.5 * 0.4) * (4.5 * 0.4) = 7.45[ton]$$

$$R_5 = 2.3 * (4.5 * 0.55 + 4.5 * 0.55) * (4.5 * 0.55 + 4.5 * 0.55) \\ = 56.35[ton]$$

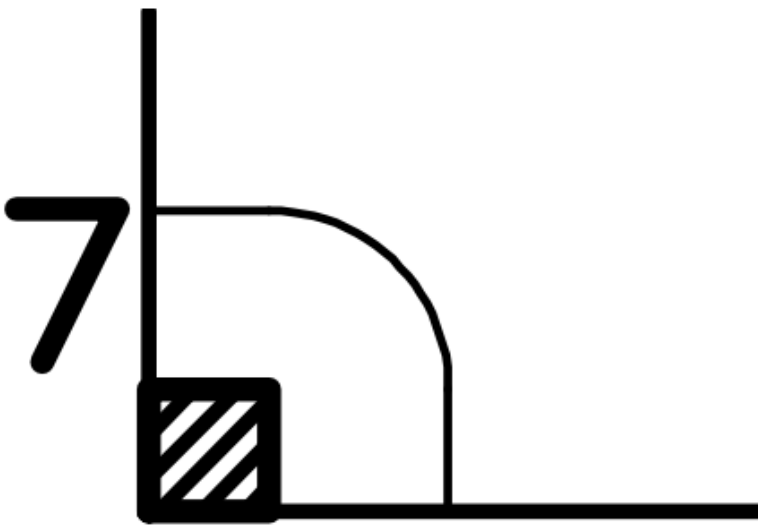
## סעיף 7

$$R_d = 745 * 1.5 = 11.2[ton]$$

$$u_0 = 30 + 30 = 60 [cm]$$

$$d_m = 22[cm]$$

$$u_1 = 60 + 2 * \frac{\pi}{4} * 2d = 60 + 3.14 * 22 = 129 [cm]$$



$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{220}} = 1.95$$

$$\rho_l = 0.005$$

תסבולת בטון ללא זיון חדירה:

$$V_{Rdc} = \max \begin{cases} 0.12 \cdot K \cdot (100 \cdot \rho \cdot 0.7 \cdot fck)^{\frac{1}{3}} \cdot U_1 \cdot dm \\ 0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot fck)^{\frac{1}{2}} \cdot U_1 \cdot dm \end{cases} V_{Rdc}$$

$$= \max \begin{cases} 0.12 \cdot 1.95 \cdot (100 \cdot 0.005 \cdot 0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} \cdot 1290 \cdot 220 \cdot 10^{-4} = 14.54[\text{ton}] \\ 0.035 \cdot 1.95^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot 30)^{\frac{1}{2}} \cdot 1290 \cdot 220 \cdot 10^{-4} = 12.39 [\text{ton}] \end{cases}$$

$$V_{Rdmax} = 0.24 \cdot \left[ 1 - 0.7 \cdot \frac{30}{250} \right] \cdot 13 \cdot 600 \cdot 220 \cdot 10^{-4} = 37[\text{ton}]$$

$$R_d < V_{Rdc}$$

לא נדרש זיון חדירה!

## סעיף 1

$$m_{support}^- = fd \cdot \frac{l^2}{9} = 2.3 \cdot \frac{4.5^2}{9} \cdot 1.5 = 7.76[\text{tm}]$$

$$M_d = 7.76[\text{tm}]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 7.76}{1 \cdot 0.22^2 \cdot 1300}} = 0.13 < 0.1$$

$$A_s^{req} = \frac{7.76}{\left(1 - \frac{0.13}{2}\right) \cdot 0.22 \cdot 4.35} = 8.67[\text{cm}^2] - \phi 16@13$$



### פתרון שאלה 3

#### סעיף א

אין קומה גמישה

אין קומה חלשה

יש רציפות אנכית במערכת נושאת

יש הצירות אנכית של מעל ל 10%

#### סעיף ב

$$(x_c, y_c)_{\text{קרקע}} = (8, 10.5) [m]$$

$$(x_c, y_c)_{\text{ה}} = (8, 9) [m]$$

#### סעיף ג

$$x_{ck} = 8 [m]$$

מומנט עבור קיר W 1:

$$I_y = 0.3 * \frac{5^3}{12} = 3.125 [m^4]$$

$$I_{stairs} = \frac{6^4}{12} - 5 * \frac{4^4}{12} = 37.14 [m^4]$$

$$y_{ck} = \frac{3 * 37.14 + 2 * 3.125 * 14.85 + 2 * 20.85 * 3.125}{3.125 * 4 + 37.14} = 6.73 [m]$$

$$y_{ck \text{ קומה ה}} = \frac{3 * 37.14 + 2 * 3.125 * 14.85}{3.125 * 2 + 37.14} = 4.7 [m]$$

#### סעיף ד

$$A_{ground-d} = 16 * 21 = 336 m^2$$

$$A_e = 16 * 18 = 288 m^2$$

#### סעיף ה

$$w_{typ} = 336 * (1.8 + 0.2 * 0.2) = 618 [ton]$$

$$w_{\text{typ}} = 288 * (1.8) = \mathbf{518[ton]}$$

$$\sum w_i = 618 * 5 + 518 = 3609[ton]$$

$$F_H = C_d * \sum w_i = 0.1 * 3609 = 360.9[ton]$$

	hi	wi	hi*wi	Fi
	0			
קרקע	3.5	618.24	2164	18
1	7	618.24	4328	36
2	10.5	618.24	6492	54
3	14	618.24	8655	72
4	17.5	618.24	10819	90
5	21	518.4	10886	91

### סעיף ו

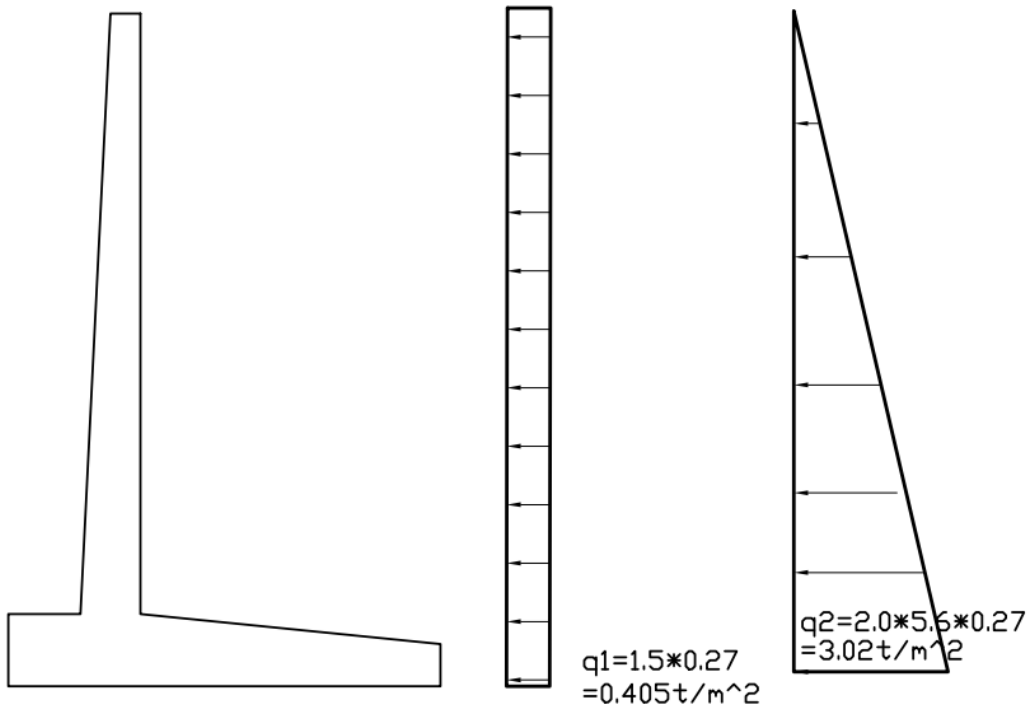
	hi	wi	hi*wi	Fi	MT
	0				Fi* (yc-yck)
קרקע	3.5	618.24	2164	18	68
1	7	618.24	4328	36	136
2	10.5	618.24	6492	54	204
3	14	618.24	8655	72	272
4	17.5	618.24	10819	90	340
5	21	518.4	10886	91	390

פתרון שאלה 4

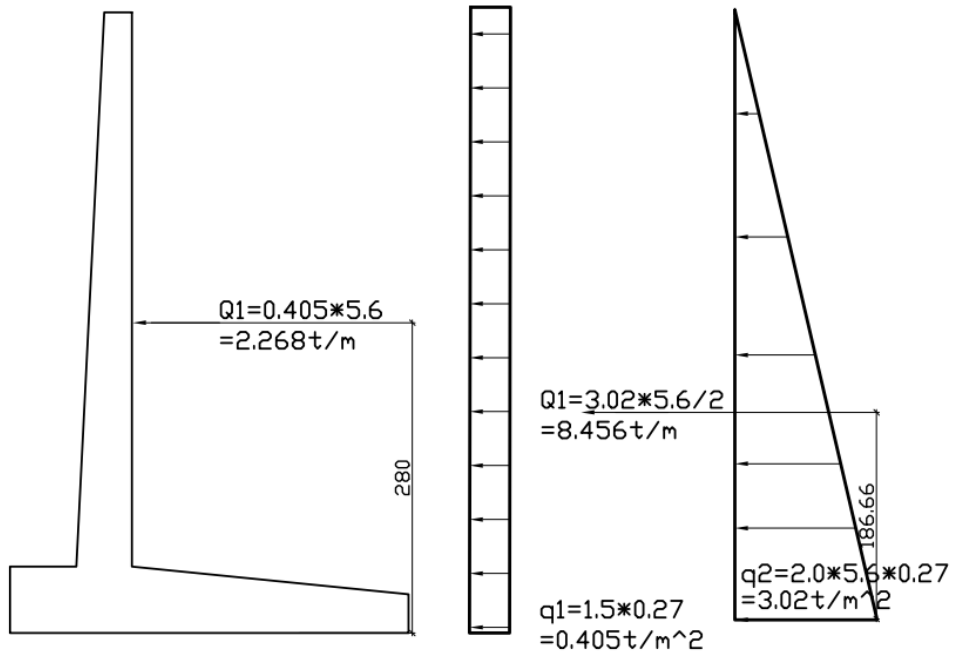
סעיף א

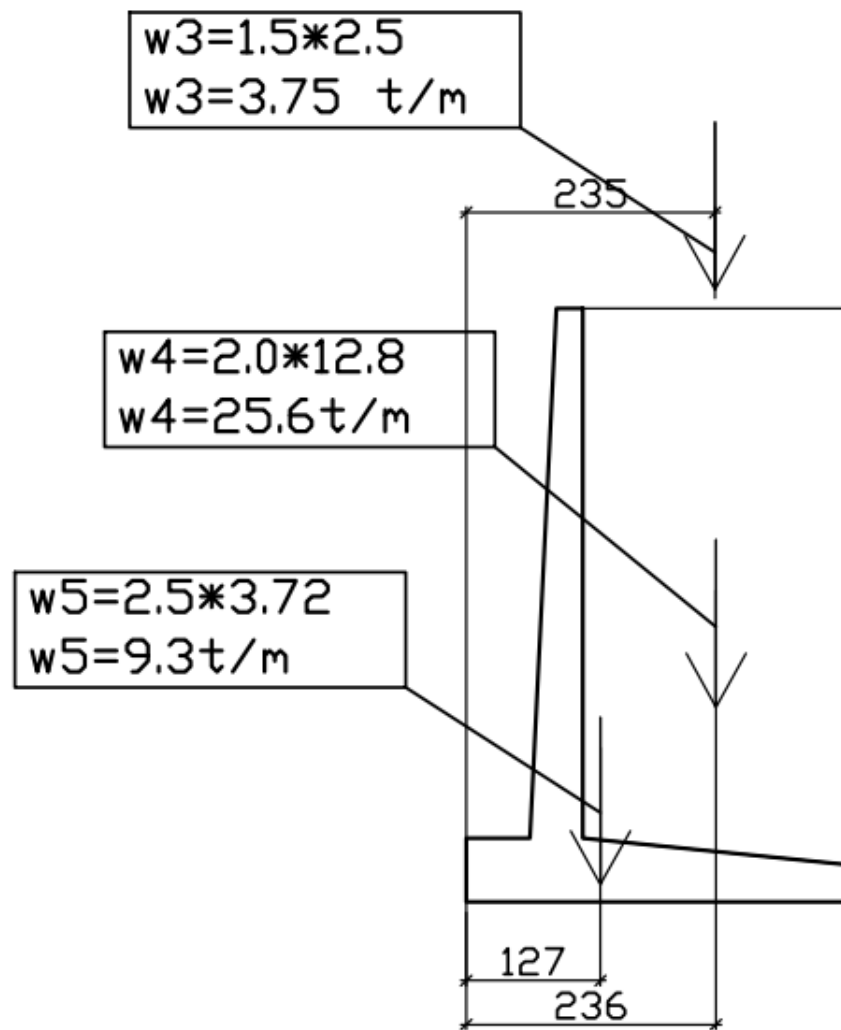
$$k_{ax} = \tan^2 \left( 45 - \frac{35}{2} \right) = 0.27$$

סעיף ב



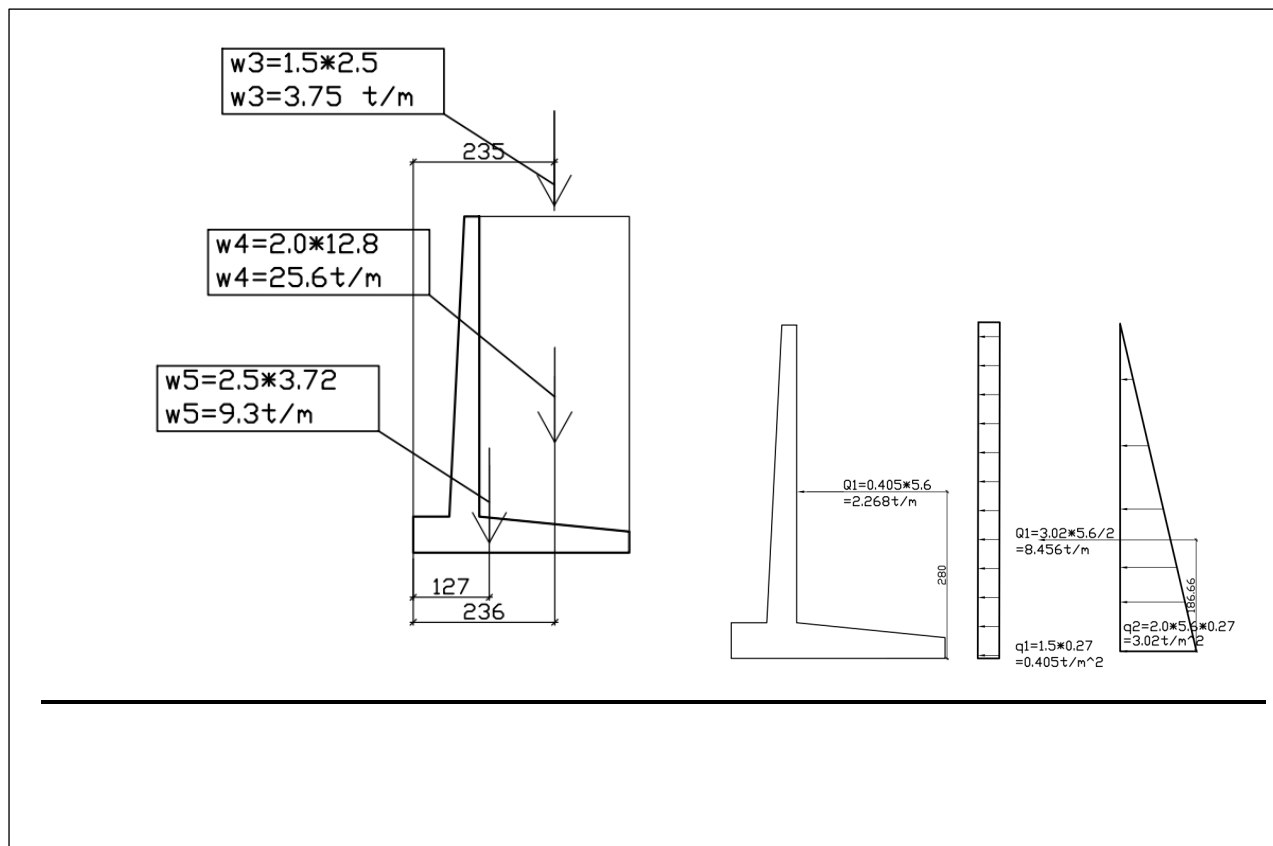
**סעיף ג**



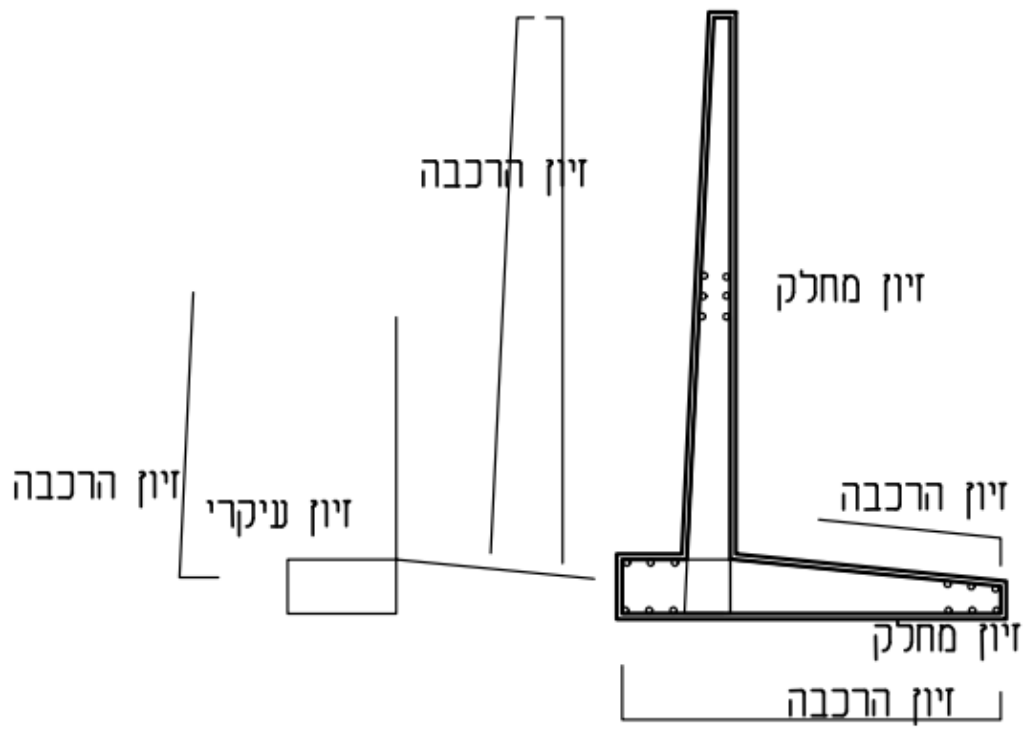


---

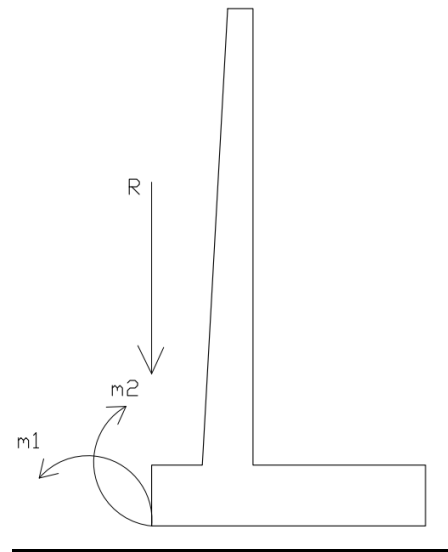

$$S_s = \frac{(9.3 + 25.6 + 3.75) * 0.30}{2.26 + 8.45} = 1.08 < 1.5$$



$$S_f = \frac{9.3 * 1.27 + 25.6 * 2.36 + 3.75 * 2.35}{2.26 * 2.8 + 8.45 * 1.866} = 3.66 > 2.0 \text{ ok!!!}$$



## סעיף ו



מרחק מקצה היסוד שווה:

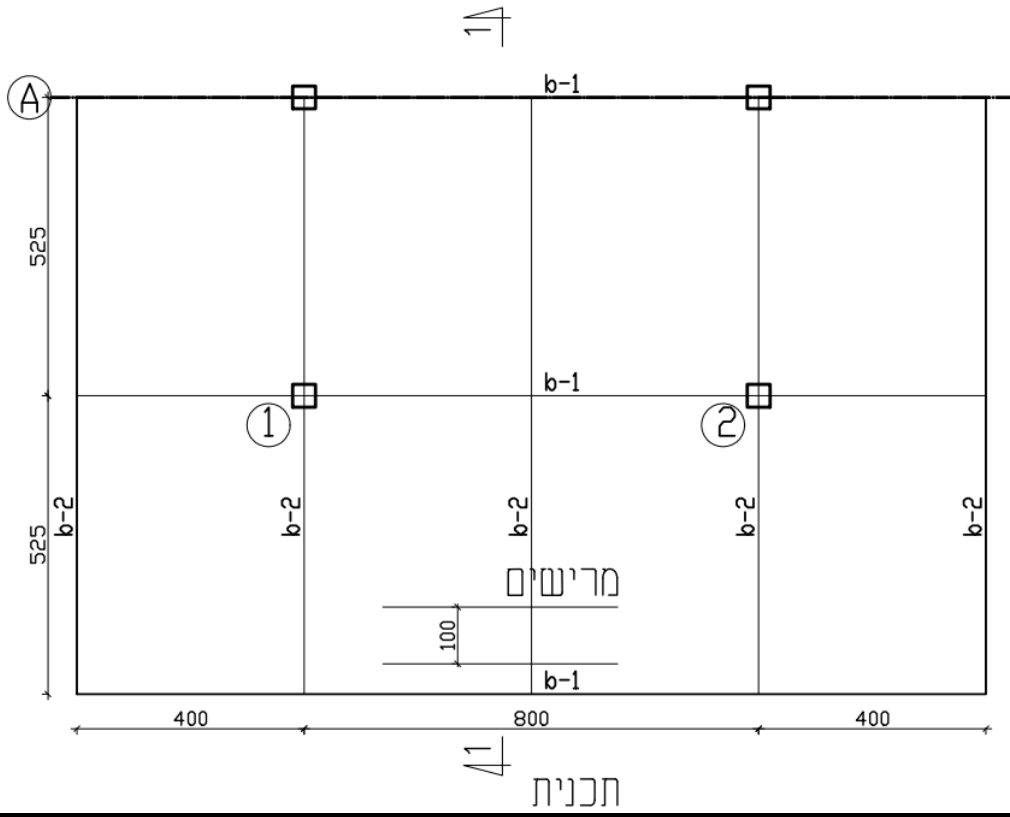
$$a = \frac{m2 - m1}{R} = \frac{81.03 - 22.09}{38.65} = 1.52$$

$$e = 1.8 - 1.52 = 0.28 \text{ m} < 0.6$$

מסקנה: כח בגרעין החתך

פתרון שאלה 5

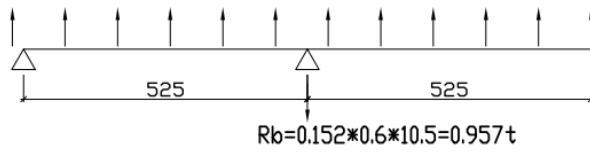
סעיף א



## סעיף ב

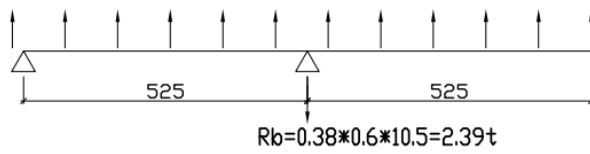
b-2 edge

$$f1 = (0.13 - 0.035) * 4 * 0.4 = 0.152 \text{ t/m}$$

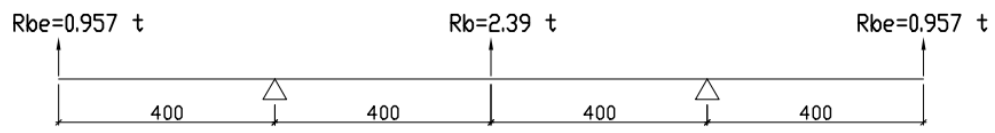


b-2

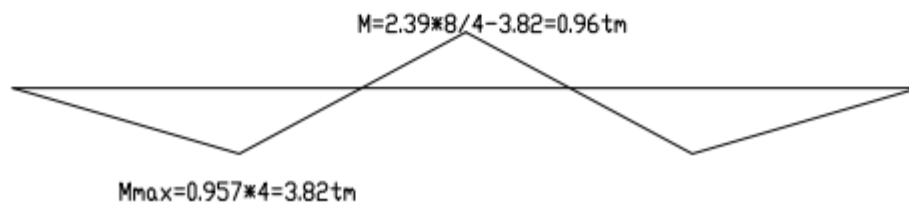
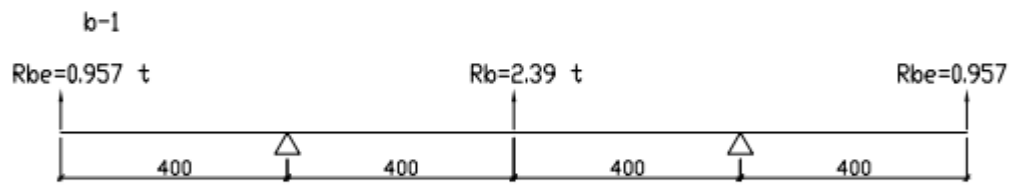
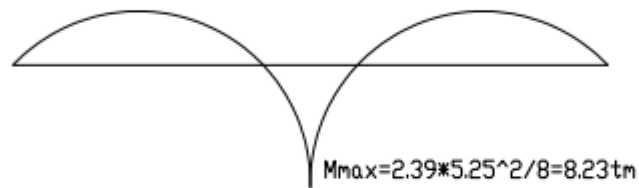
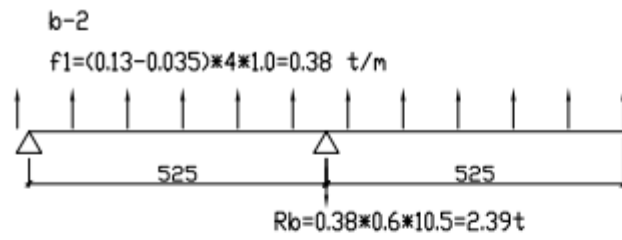
$$f1 = (0.13 - 0.035) * 4 * 1.0 = 0.38 \text{ t/m}$$



b-1



## סעיף ג



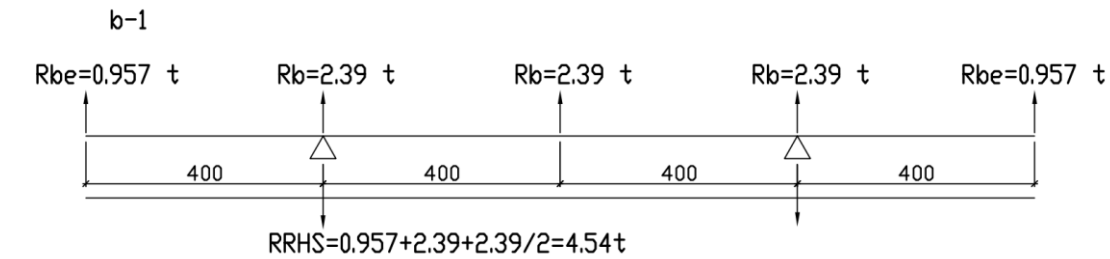
B2

$$w = 8.23 * \frac{10^5}{1400} = 587 \text{ cm}^3 - \text{IPN300}$$

$$8.23 * \frac{10^5}{653} = 1260 < 1400 \left[ \frac{kg}{cm^2} \right]$$

קורה 1B תהיה בחתך כמו 2B מכיוון שהיא הסמך שלה.

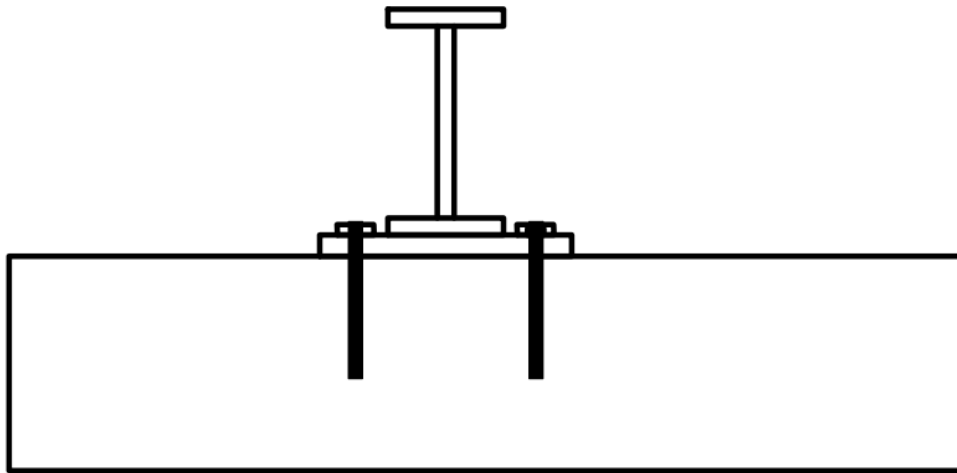
סעיף ד



<b>300x300</b>	<b>8.0 *</b>	<b>73.10</b>	<b>93.10</b>
----------------	--------------	--------------	--------------

תסבולת עמוד

$$93.1 * 1.4 = 130T \gg \gg 4.54 ton$$





## פתרון שאלה 6

### סעיף א

תקרה במפלס +7.5 מקשית מצולבת על קורות:

$$l_0 = 620 * 0.8 = 496 \text{ cm}$$

$$k_{11} = 1.22$$

$$f_{ser} = 0.22 * 2.5 + 0.25 + 0.15 = 0.95 \left[ \frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left( \frac{10}{9.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 24.82$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{496}{1.22 * 24.82 * 1} = 16.38 < 22 \text{ cm ok}$$

תקרה במפלס +4.00 מקשית חד כיוונית על קורות:

$$l_0 = 620 * 0.8 = 496 \text{ cm}$$

$$k_{11} = 1.00$$

$$f_{ser} = 0.20 * 2.5 + 0.25 + 0.15 = 0.9 \left[ \frac{t}{m^2} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left( \frac{10}{9} \right)^{\frac{1}{3}} = 25.27$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{496}{1.00 * 25.27 * 1} = 19.62 < 20 \text{ cm ok}$$

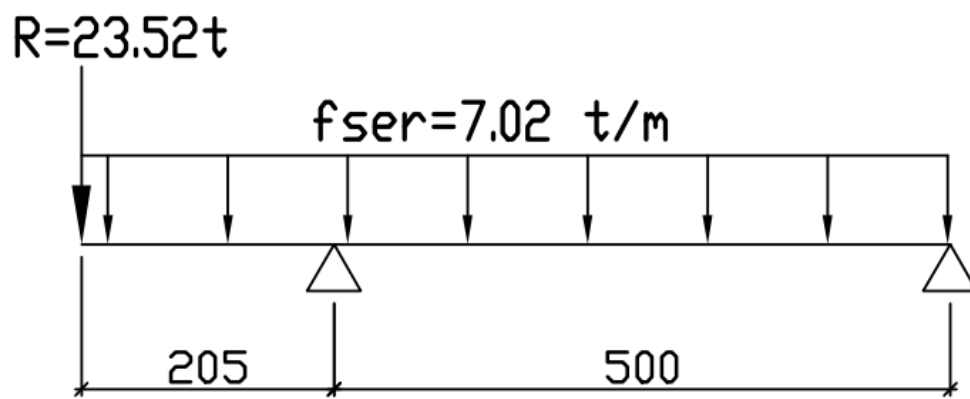
## סעיף ב

עומס מרוכז:

$$R = 12.7 * 0.6 * 6.5 * 0.5 * 0.95 = 23.52 t$$

עומס מפורס:

$$f = 13 * 0.6 * 0.9 = 7.02 t/m$$



## סעיף ג

שדה מקביל הינו זיז עם עומס מרוכז בסוף

$$l_0 = 205 * 2.2 = 451 [cm]$$

$$k_{11} = 1$$

$$f_{ser} = 7.02 + 23.52 * 2.67/2.05 = 37.65 \left[ \frac{t}{m} \right]$$

$$k_{12} = 24.4 * \left( \frac{10 * 0.6}{376.5} \right)^{\frac{1}{3}} = 6.14$$

$$k_{13} = 1$$

$$h = \frac{451}{1 * 6.14 * 1} = 73.45 cm$$

נקח חתך 60/75

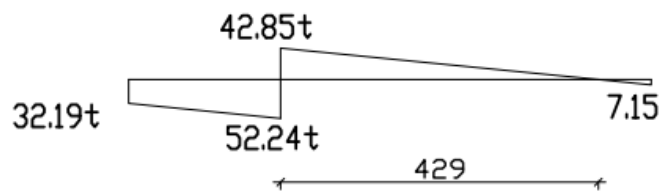
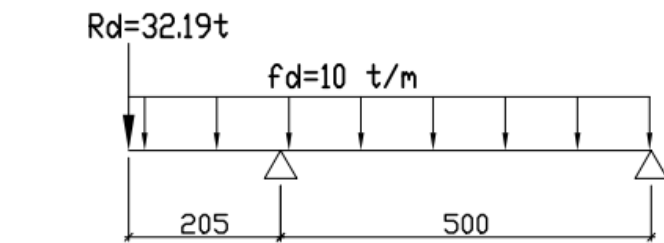
סעיף 7

$$F_{d+7.5} = (0.22 * 2.5 + 0.25) * 1.4 + 0.15 * 1.6 = 1.36 \frac{t}{m^2}$$

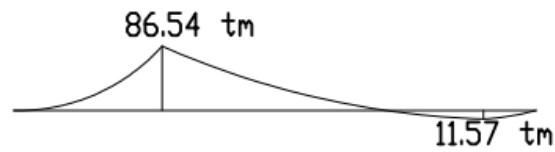
$$R = 12.7 * 0.6 * 6.5 * 0.5 * 1.36 = 32.19 t$$

$$F_{d+6} = (0.20 * 2.5 + 0.25) * 1.4 + 0.15 * 1.6 = 1.29 \frac{t}{m^2}$$

$$f_d = 13 * 0.6 * 1.29 = 10 \frac{t}{m}$$



גזירה  
[ton]



מומנט  
[tm]

## סעיף 1

$$M_d = 86.54[tm]$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 86.54}{0.6 * 0.70^2 * 1300}} = 0.26 < 0.4$$

$$A_s^{req} = \frac{86.54}{\left(1 - \frac{0.26}{2}\right) * 0.70 * 4.35} = 32.66[cm^2] - 7\phi 25$$