

פרויקט גמר



המחלקה להנדסה אזרחית

מנחה: מהנדס וינד דניאל

שם הסטודנט: רותם אביצור

תעודת זהות: 312249444

תאריך הגשה: 23.02.2021

תוכן עניינים:

מספר עמוד	תיאור
3	מבוא
4-9	תכניות אדריכליות
10	בחינת חלופות לתכנון
11-31	חלופה 1 – תקרה מקשית שטוחה
32-50	חלופה 2 – תקרת ערוגות שטוחה
51-54	חלופה 3 – תקרת לוח"דים
55-56	השוואת חלופות
57-68	תכן קורות
69-96	תכן לרעידת אדמה
97-107	תכן קירות
108-110	תכן מדרגות
111-118	ביסוס המבנה
119	סיכום
120	ביבליוגרפיה

מבוא:

נושא הפרויקט:

תכנון סטטי ודינאמי של מבנה מגורים בעל 13 קומות.

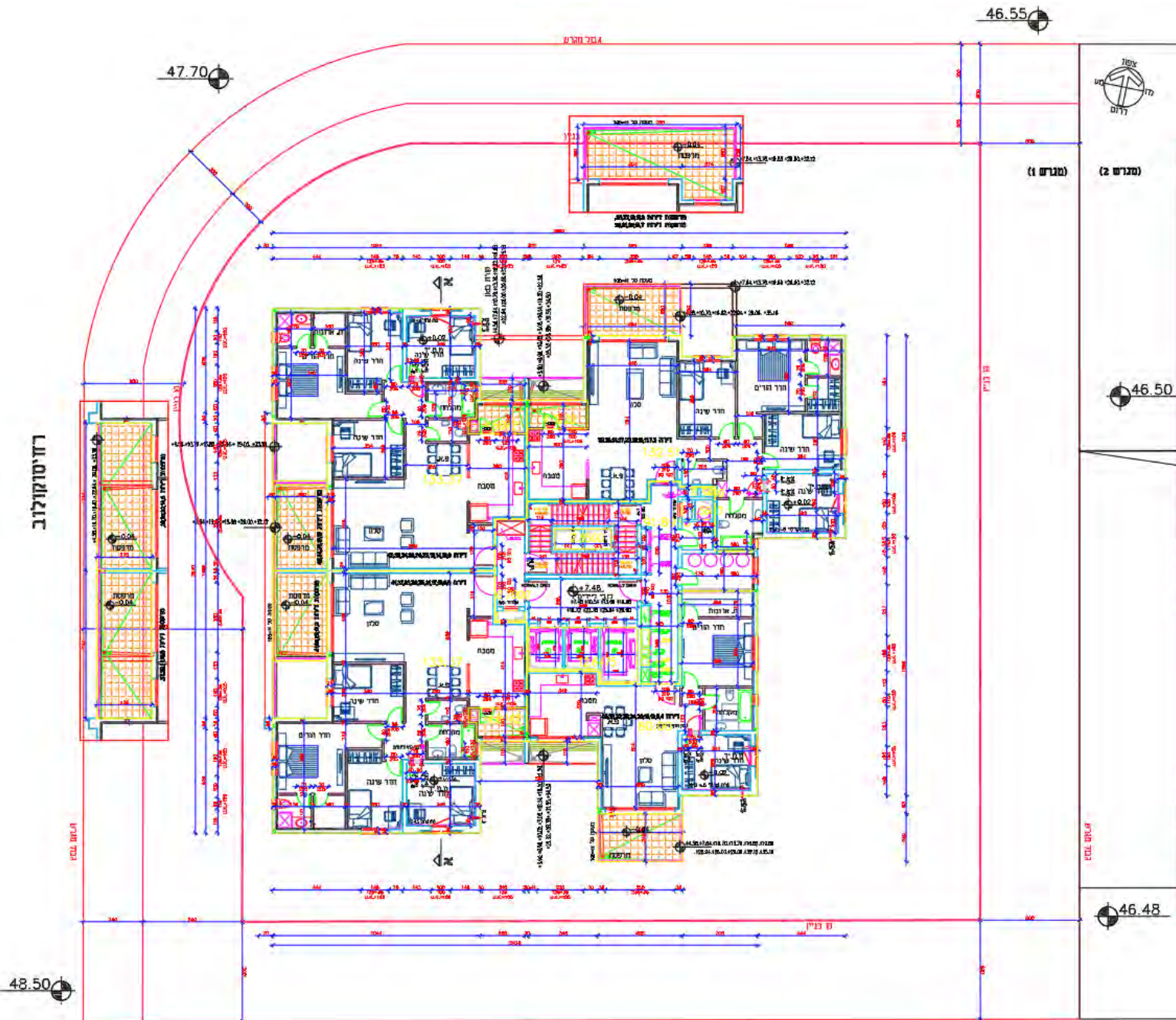
מטרות הפרויקט:

- גיבוש פתרון הנדסי לתכנון המבנה ע"י יישום עקרונות תכן מבנים שלמדנו.
- טכניקות של אנליזה של כוחות ומאמצים במבנה.
- בדיקת היתכנות של חלופות תכן.
- גיבוש פתרון תכנוני כולל, הכנת מסמכי התכן של הפרויקט.
- התאמת התכנון לתקנים הישראליים הרלוונטיים למבנה.

תיאור המבנה ויעודו:

- **כללי:** פרויקט מגורים בעל 13 קומות, ברחוב סוקולוב, הוד השרון.
- **יעוד הבניין:** המבנה מיועד למגורים.
- המבנה מורכב מ-13 קומות טיפוסיות למגורים - בכל קומה טיפוסית יש 4 דירות
- גובה המבנה מפני הקרקע כ-45.13 מטרים.
- שטח קומה טיפוסית כ-619 מ"ר.
- המבנה עשוי בטון מזויין יצוק באתר.
- סוג הבטון שנבחר הינו ב-30 ואגרנט גירי.
- סוג הפלדה שנבחרה הינה פלדה פ-500 מצולעת.
- הקשחת המבנה מושגת ע"י 4 ממ"דים, חדר מדרגות ופיר מעלית.

תוכנית אדריכלית של קומה טיפוסית:



חזית מערבית אדריכלית של המבנה:



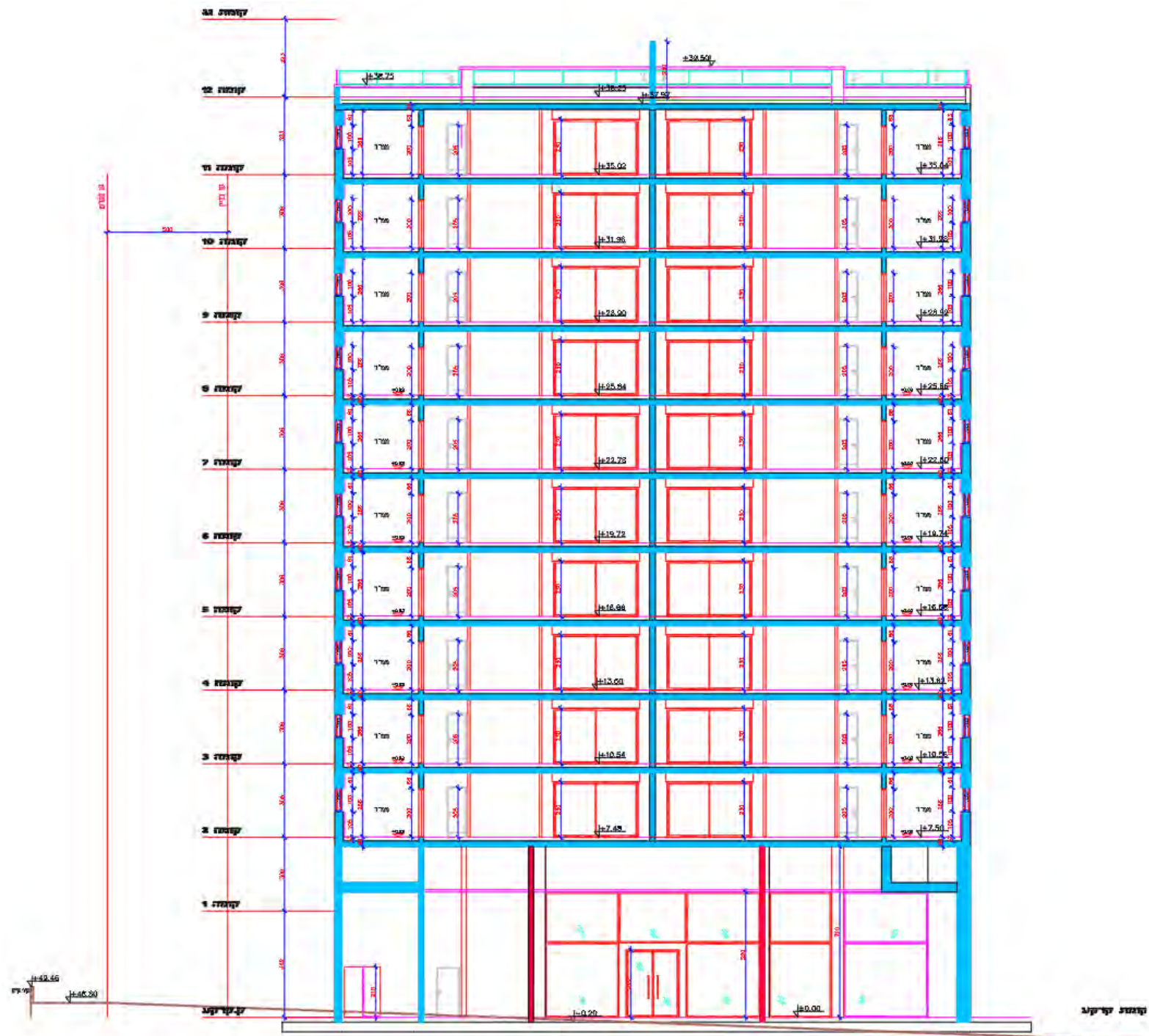
חזית מזרחית אדריכלית של המבנה:



חזית דרומית אדריכלית של המבנה :



חתך א-א:



בחינת חלופות לתכנון:

התקרה היא המרכיב האופקי העיקרי של השלד, היא הנושאת את העומסים השימושיים ומעבירה אותם אל האלמנטים האנכיים של השלד.

תפקידיה העיקרים של התקרה:

- נשיאת העומסים והעברתם לשלד הנושא.
- יצירת משטח רצפה/תקרה בהתאם לדרישות המשתמש.
- בידוד טרמי ואקוסטי בין הקומות.
- אטימות לחדירת מים.

בשלב זה נבחן 3 חלופות של תקרות שונות על מנת לבחון את החלופה המתאימה ביותר לפרויקט משיקולים כגון:

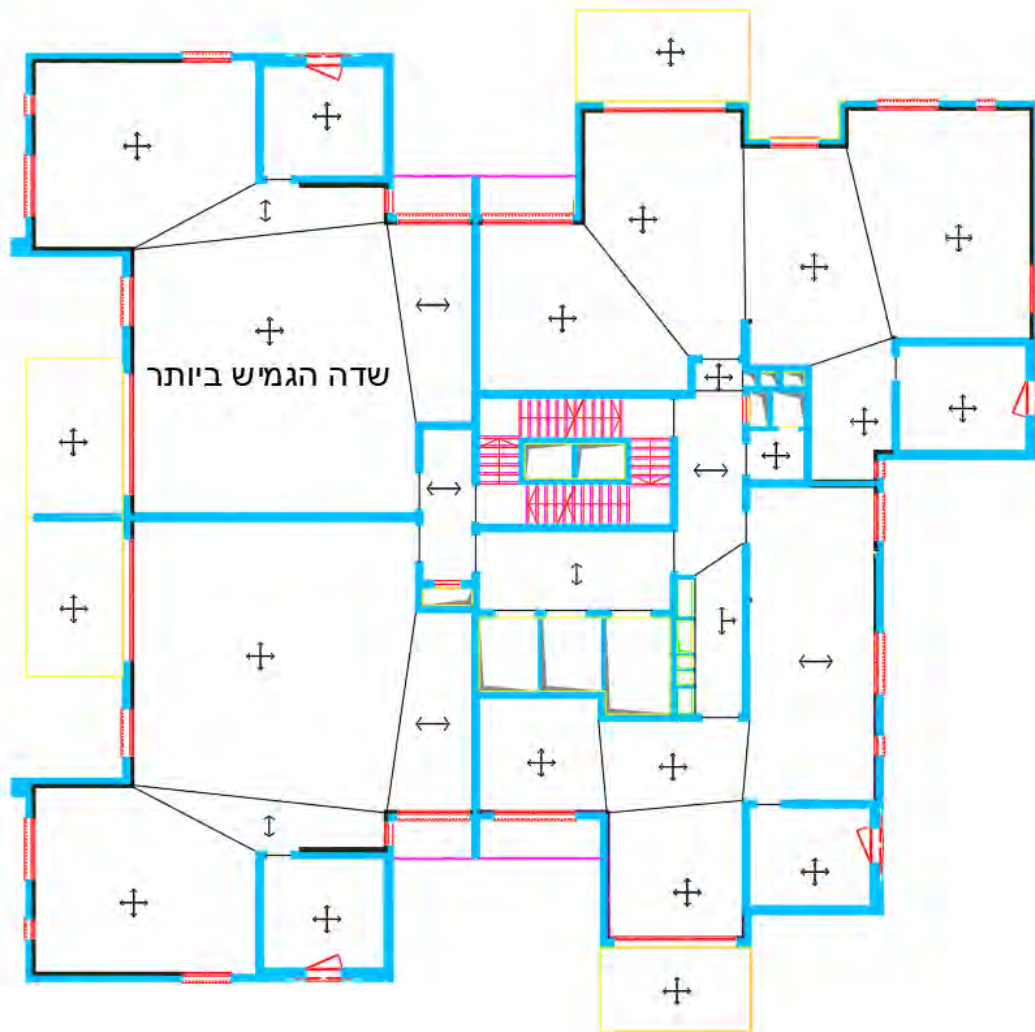
- מחיר התקרה
- גובה סטטי
- מורכבות הביצוע
- מהירות הביצוע

החלופות הנבחרות:

- חלופה 1 – תקרה מקשית ללא קורות (שטוחה).
- חלופה 2 – תקרה ערוגות בלא קורות עם טבלה עליונה בלבד.
- חלופה 3 – תקרת לוח"דים.

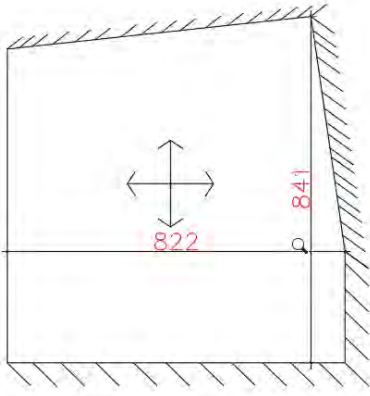
חלופה א – תקרה מקשית ללא קורות (שטוחה):

חלוקת התקרה לשדות:



בדיקת השדה הגמיש ביותר:

$$\frac{l_{max}}{l_{min}} = \frac{841}{822} = 1.023 < 1.5 \rightarrow l_0 = l_{0,max} = 822 \cdot 0.8 \cong 660 [cm]$$



חישוב עומסים אנכיים:

- הערכת עובי תקרה ראשוני 22 ס"מ.

חישוב משקלים:

סוג העומס	פירוט	שם תקן ישראלי וסעיף בתקן	משקל מרחבי [ק"נ למ"ק]	עובי [ס"מ]	עומס [ק"נ למ"ר]
משקל עצמי	תקרה מקשית	ת"י 109 סעיף 3.3.1	25	22	5.5
	מילוי חול	ת"י 109 טבלה 8	18	5	0.9
עומס קבוע נוסף	מרצפת טראצו 30 מ"מ עם מלט 20 מ"מ (מס' 3)	ת"י 109 טבלה 5	22.8	5	1.14
	טיח ממלט סידי	ת"י 109 טבלה 5	18	1	0.18
	מחיצות	ת"י 412 סעיף 2.1.2	-	-	1.5
	סה"כ				3.72
עומס שימושי	לרצפה בבית מגורים)1)	ת"י 412 טבלה 1 סעיף 1.1	-	-	1.5
	למרפסות בבית מגורים)2)	ת"י 412 טבלת 1 סעיף 13.2	-	-	3.5

טבלה 8

מס' סידורי	חלק המבנה	המשקל (ק"ג למ"ר)
1	טראצו יצוק באתר, לכל 10 מ"מ עובי	0.24
2	רצפת מרצפות טראצו בעובי 20 מ"מ, עם שכבת מלט בעובי ממוצע 20 מ"מ	0.90
3	רצפת מרצפות טראצו בעובי 30 מ"מ, עם שכבת מלט בעובי ממוצע 20 מ"מ	1.14
4	רצפת מרצפות מדרכה או אבנים משתלבות בעובי 50 מ"מ	1.15
5	רצפת אבנים משתלבות בעובי 80 מ"מ	1.84
6	מילוי חול, או חול מיוצב בצמנט, לכל 10 מ"מ עובי	0.18
7	רצפה מלוחות עץ בעובי 25 מ"מ, המונחים על בדי עץ במידות 100x50 מ"מ, במרחקים של 400 מ"מ ביניהם	0.28
8	רצפת עץ בעובי 10 מ"מ	0.08
9	תשתית מבטון רזה ^(א) לכל 10 מ"מ עובי	0.22
10	רצפת לוחות אבן נסורה בעובי 20 מ"מ, עם שכבת מלט בעובי ממוצע 20 מ"מ	1.00
11	אריחים מודבקים, כגון: טראצו, קרמיקה, פטיפס, בטון פולימרי, בעובי עד 10 מ"מ	0.20

הערה לטבלה:
(א) בטון רזה - מכונה בפי אנשי המקצוע "מִדְה".

טבלה 5

מס' סידורי	מין המלט	משקל מרחבי (ק"ג למ"ק)
1	מלט סידי	15 - 18
2	מלט צמנט-סיד	18 - 20
3	מלט צמנטי	21
4	עיסת גבס (ללא חול)	12 - 15
5	מלט גבס (עם חול)	18
6	מלט ביטומן (עם חול)	17

$$F_{ser,max,1} = 5.5 + 3.72 + 1.5 = 10.72 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

$$F_{ser,max,2} = 5.5 + 3.72 + 3.5 = 12.72 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

$$F_{sus,1} = 5.5 + 3.72 + 0.3 \cdot 1.5 = 9.67 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

$$F_{sus,2} = 5.5 + 3.72 + 0.3 \cdot 3.5 = 10.27 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

בדיקת הנחת עובי תקרה 22 ס"מ, בתנאי התקן, לפטור מחישוב כפף) 466.1 נוסחה 6.18):

$$h \geq \frac{l_0}{k_{11} \cdot k_{12} \cdot k_{13}}$$

חישוב המקדמים k_{11}, k_{12}, k_{13} :

• k_{11} (יחס התמירות) 466.1 טבלה 6.11):

לתקרה מקשית מצולבת בלא קורות, $k_{11} = 0.85$

• k_{12} (, 466.1 טבלה 6.12 או ע"י הנוסחה להלן):

$$k_{12} = 24.4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{F_{ser,max,1}}} = 24.4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{10.72}} = 23.841$$

• k_{13} (, 466.1 טבלה 6.13):

עבור ב-30 ואגרגט גירי, $k_{13} = 1$

נציב את הערכים:

$$h \geq \frac{l_0}{k_{11} \cdot k_{12} \cdot k_{13}} = \frac{660}{0.85 \cdot 23.841 \cdot 1} = 32.568 [cm] > 22 [cm]$$

N.O.K

נצטרך לחשב כפף כולל לתקרה ולבדוק שמתקיים:

$$a_{tot} \leq \frac{l}{250}$$

במידה ולא מתקיים, נעריך עובי חדש לתקרה.

1. 4. 6. הגבלת הכפף האנכי

הכפף האנכי נמדד ביחס לרום סמכי הרכיב. שני הערכים הגבוליים של הכפף נקובים להלן:
 $l / 250$ - הכפף הכולל a (הכפף המיידני והכפף לזמן ארוך) של הרכיב הנבדק;
 $l / 500$ - חלק הכפף המחושב לאחר הבנייה או ההרכבה של הרכיבים הפגיעים לכפף, כאשר רכיבים כאלה מחוברים לרכיב הנבדק (כגון: מחיצות מבלוקים הקשורות לרצפה או לתקרה), כולל חלק הכפף המיידני וכל הכפף לזמן ארוך.

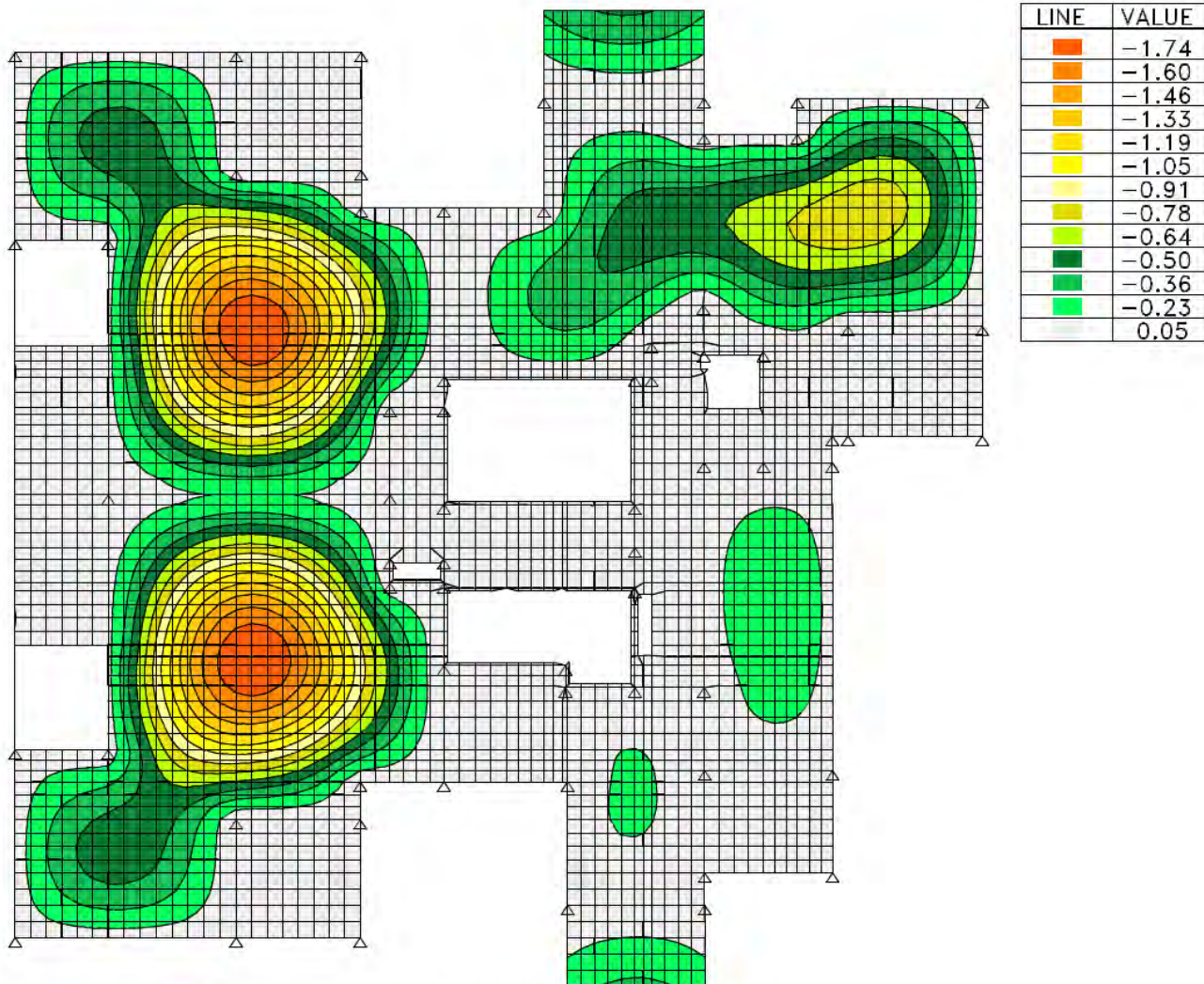
שבהם:

ℓ - המפתח של רכיב המתוח בכיוון אחד; או המפתח הארוך יותר בתקרה בלא קורות;
 או המפתח הקצר יותר בשדה של תקרה מצולבת תמוכת קורות.

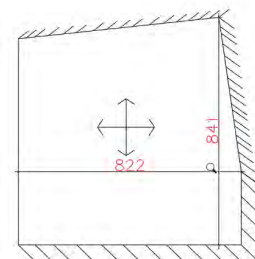
תוצאות חישוב שקיעות כוללות עבור חלופה 1:

• יחידות: [cm]

שקיעה מקסימלית כלפי מטה (בתקרה) דרך סטראפ: $a_{tot,max} = 1.74 [cm]$

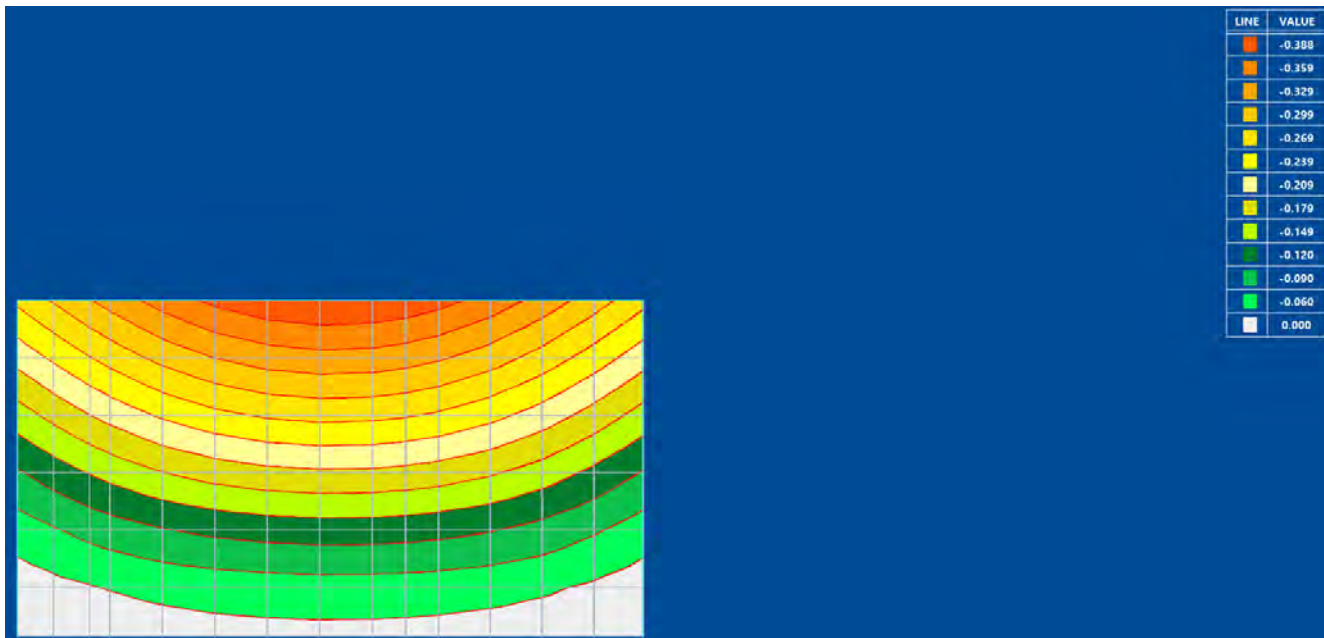
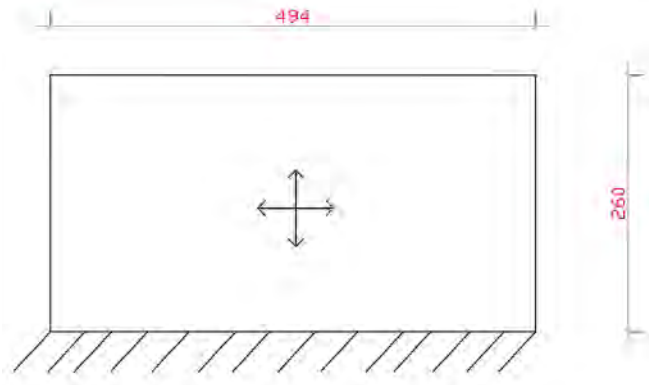


SLAB DEFLECTIONS COMB. NO. 1 Fser



$$a_{allow} = \frac{l}{250} = \frac{841}{250} = 3.364 [cm] > 1.74[cm] \rightarrow O.K$$

בנוסף נבדוק את השקיעה במרפסת העליונה:



$$a_{allow} = \frac{l}{250} = \frac{260}{250} = 1.04 [cm] > 0.388[cm]$$

O.K

מסקנה: לאחר שחושב הכפף המקסימלי בשדות הגמישים, ניתן לראות שאנו עומדים בדרישות התקן מבחינת כפף מותר ולכן גובה התקרה יהיה 22 ס"מ.

מידול המבנה:

מידול המבנה נעשה בשיטת אלמנטים סופיים ע"י תכנת STRAP.

המומנטים החיוביים לתכן לא חושבו ע"י מצבי העמסה אלא ע"י הכפלה במקדם 1.3 של המומנטים במצב העמסה אחיד של $F_{d,max}$.

21.8.4.2. חישוב הטבלה למצב גבולי של הרס

לצורך חישוב הכוחות הפנימיים בטבלה מקשית מותר להניח שהחתך לא סדוק. ניתן להזניח את תרומת הזיון לקשיחות החתך. קשיחות החתך תיוצג אפוא על ידי מודול האלסטיות של הבטון, גובה החתך ומקדם פואסון (ראו בת"י 466 חלק 1, פרק 3 - חומרים ותכונותיהם).

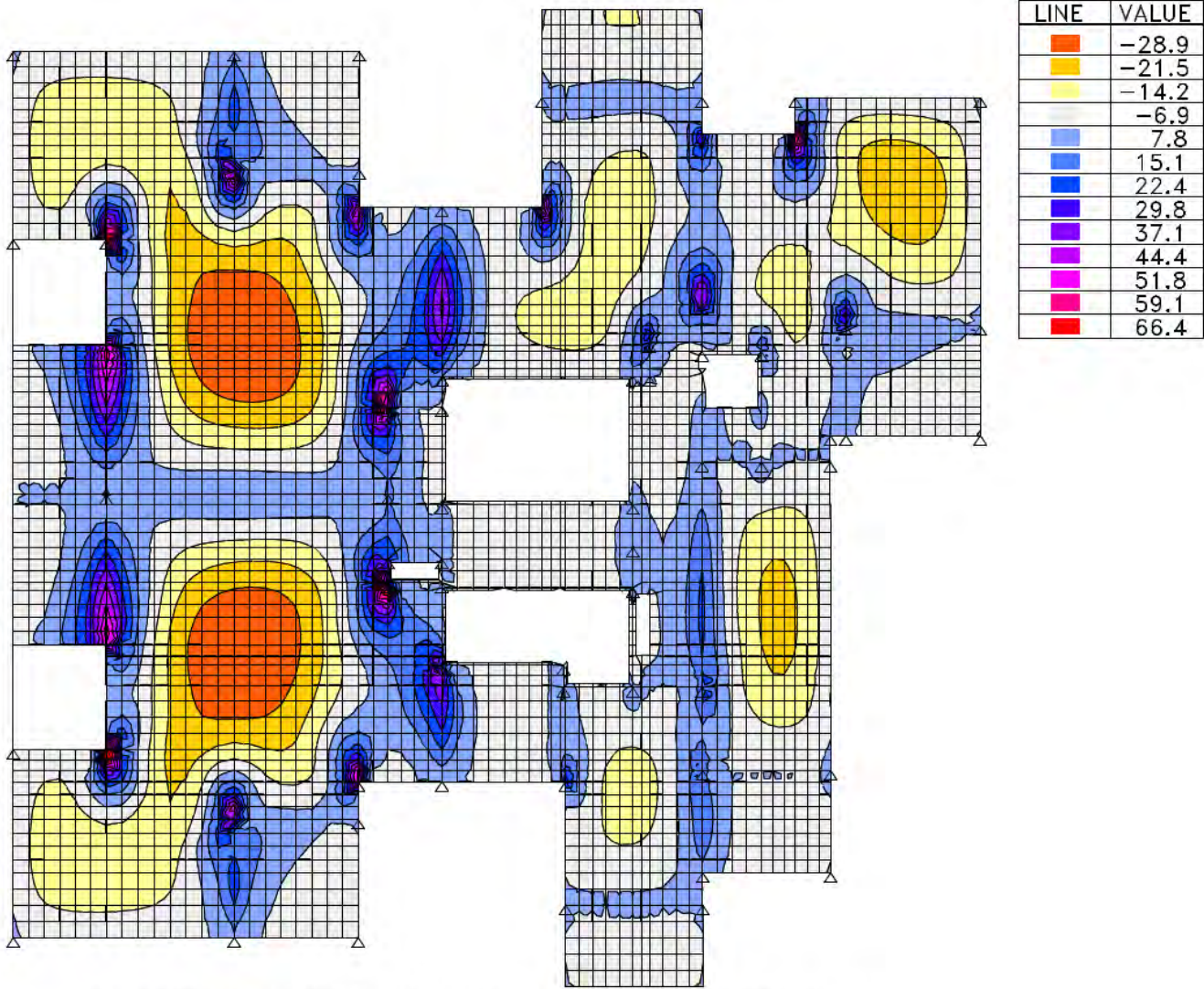
מניחים שהטבלה תועמס בעומסי התכן במצבי עמיסה מסוכנים, לצורך קבלת מעטפת הכוחות הפנימיים, המומנטים הפנימיים והראקציות.

בטבלות הנסמכות על קורות שבהן רוב העומסים (על הטבלה) מפורסים באופן אחיד, ושבהן העומס השימושי אינו גדול ממחצית סך כל העומסים הקבועים והיחס בין שני מפתחים סמוכים אינו גדול מ-4:3 - ניתן לחשב את הטבלה עבור מצב עמיסה אחד, שבו כל הטבלה עמוסה בעומס תכן מקסימלי $F_{d,max}$. במקרה כזה יוגדלו המומנטים החיוביים בכל שדה בשני הכיוונים במקדם 1.3 כתחליף לחישוב מצבי עמיסה מסוכנים.

תוצאות הסטראפ:

מהלך מומנטים בכיוון ציר X (כאשר נדרש ברזל בכיוון X כדי להתמודד עם המומנט):

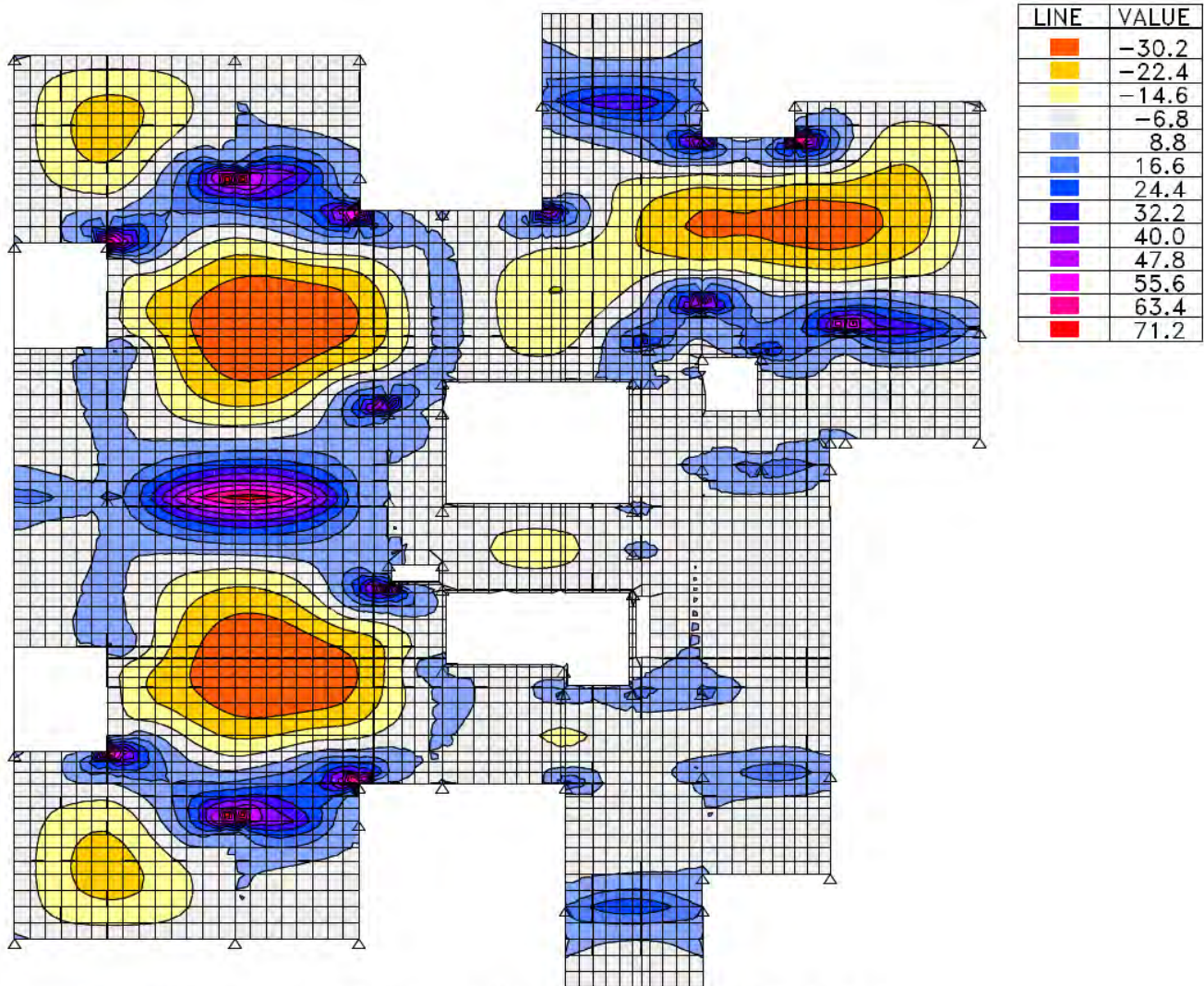
• יחידות: $\frac{kN \cdot m}{m}$



MX CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

מהלך מומנטים בכיוון ציר Y (כאשר נדרש ברזל בכיוון Y כדי להתמודד עם המומנט):

• יחידות: $\frac{kN \cdot m}{m}$



MY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

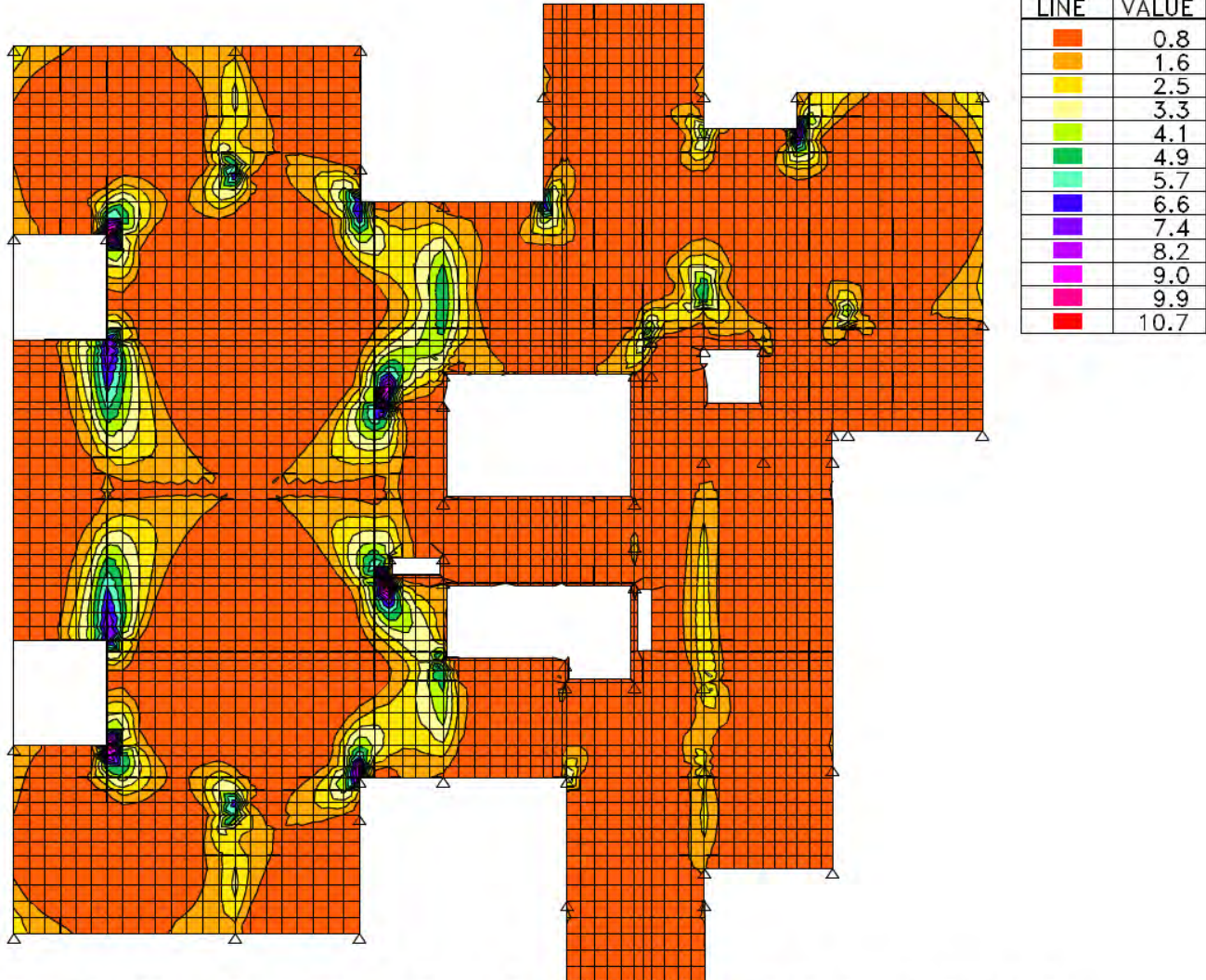
חישוב שטח זיון בעזרת סטראפ:

הערות:

- מוטות מסוג פ-500
- עובי כיסוי: 3 ס"מ
- בטון ב-30

שטח ברזל עליון בכיוון X:














יחידות: $\frac{cm^2}{m}$

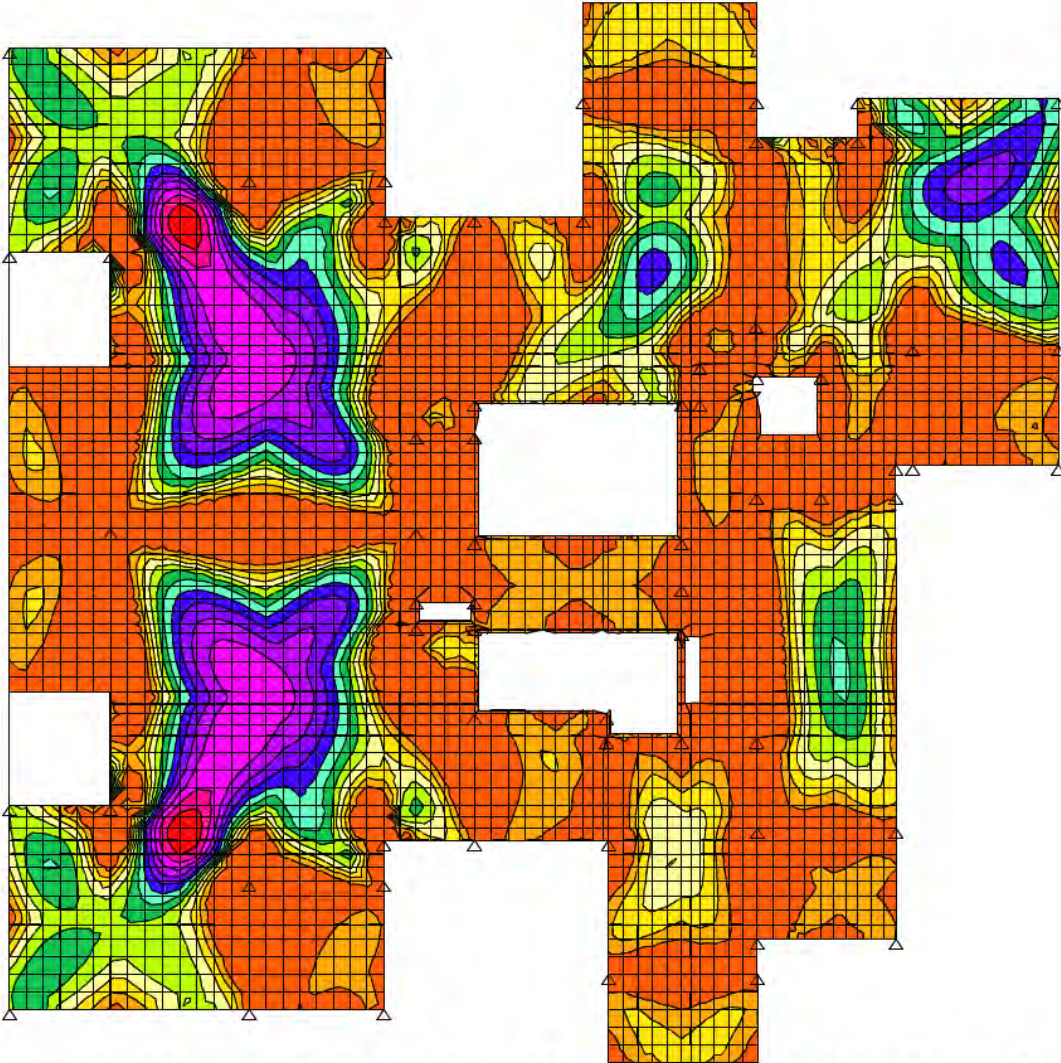


Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.²/meter)
 +AsX CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

שטח ברזל תחתון בכיוון X:

יחידות: $\frac{cm^2}{m}$

LINE	VALUE
	0.35
	0.69
	1.04
	1.38
	1.73
	2.08
	2.42
	2.77
	3.12
	3.46
	3.81
	4.15
	4.50

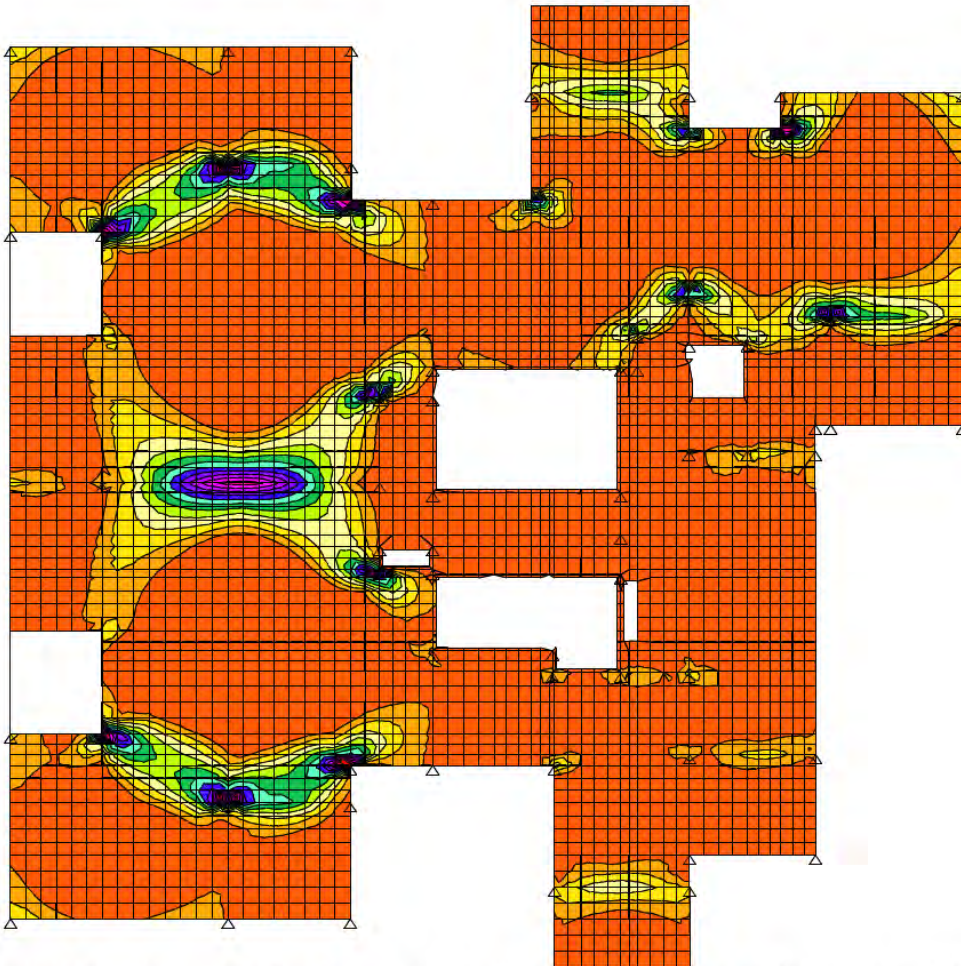


Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.²/meter)
 -AsX CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

שטח ברזל עליון בכיוון Y:

יחידות: $\left[\frac{cm^2}{m}\right]$

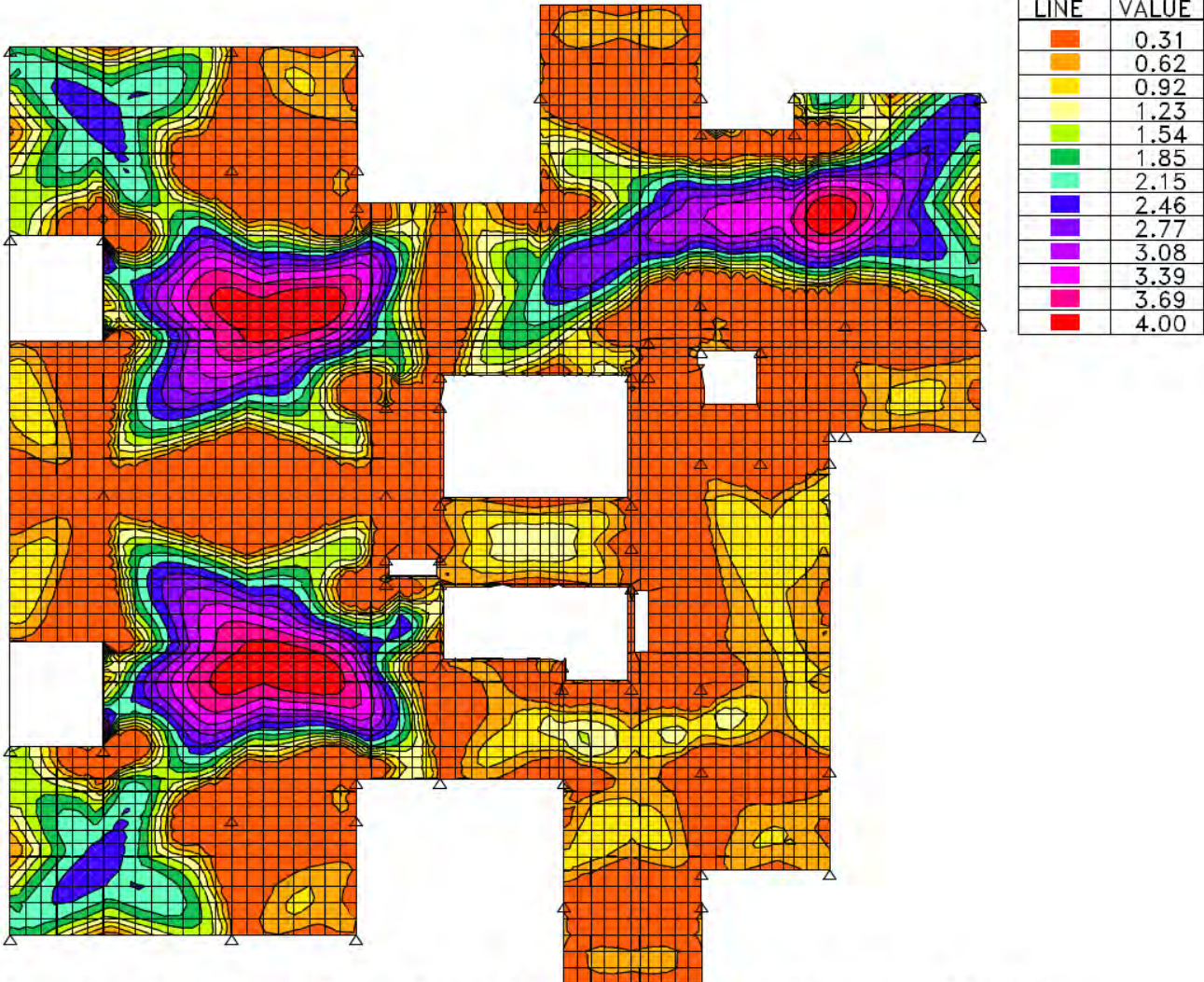
LINE	VALUE
0.76	
1.53	
2.29	
3.05	
3.82	
4.58	
5.34	
6.11	
6.87	
7.63	
8.40	
9.16	
9.92	



Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.²/meter)
+AsY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

שטח ברזל תחתון בכיוון Y:

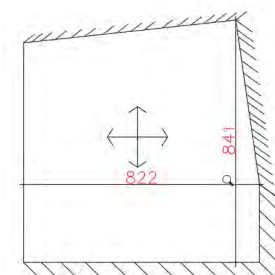
• יחידות: $\left[\frac{cm^2}{m}\right]$



Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.~2/meter)
-AsY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

חישוב ידני של ברזל זינן לדוגמא והשוואה לתוצאות תוכנת STRAP:

שדה הגמיש ביותר:



נחשב שטח זיון לברזל תחתון בשדה #1:

$$M_{d,x} = 28.9 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$M_{d,y} = 30.2 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$f_{ctm} = 2.3 \text{ Mpa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ Mpa} \quad f_{cd} = 13 \text{ Mpa}$$

$$f_{sk} = 500 \text{ Mpa} \quad f_{sd} = 435 \text{ Mpa}$$

$$d_y = h - d_{sy} = 22 - 3.6 = 18.4 \text{ cm}$$

$$d_x = h - d_{sx} = 22 - 4.8 = 17.2 \text{ cm}$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{d,i}}{b \cdot d_i^2 \cdot f_{cd}}}$$

$$\omega_y = 0.0711 < 0.1 \rightarrow z_y = z_{y,max} = 0.95d_y = 17.48 \text{ cm}$$

$$\omega_x = 0.078 < 0.1 \rightarrow z_x = z_{x,max} = 0.95d_x = 16.34 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = \max \left[0.28 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} = 0.001288 ; 0.0013 \right] = 0.0013$$

$$A_{min,i} = \rho_{min} \cdot b \cdot d_i \quad A_{min,y} = 2.4 \frac{cm^2}{m} \quad A_{min,x} = 2.24 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{max,i} = 0.04 \cdot b \cdot d_i \quad A_{max,y} = 73.6 \frac{cm^2}{m} \quad A_{max,x} = 68.8 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{s,i} = \frac{M_{d,i}}{z_i \cdot f_{sd}}$$

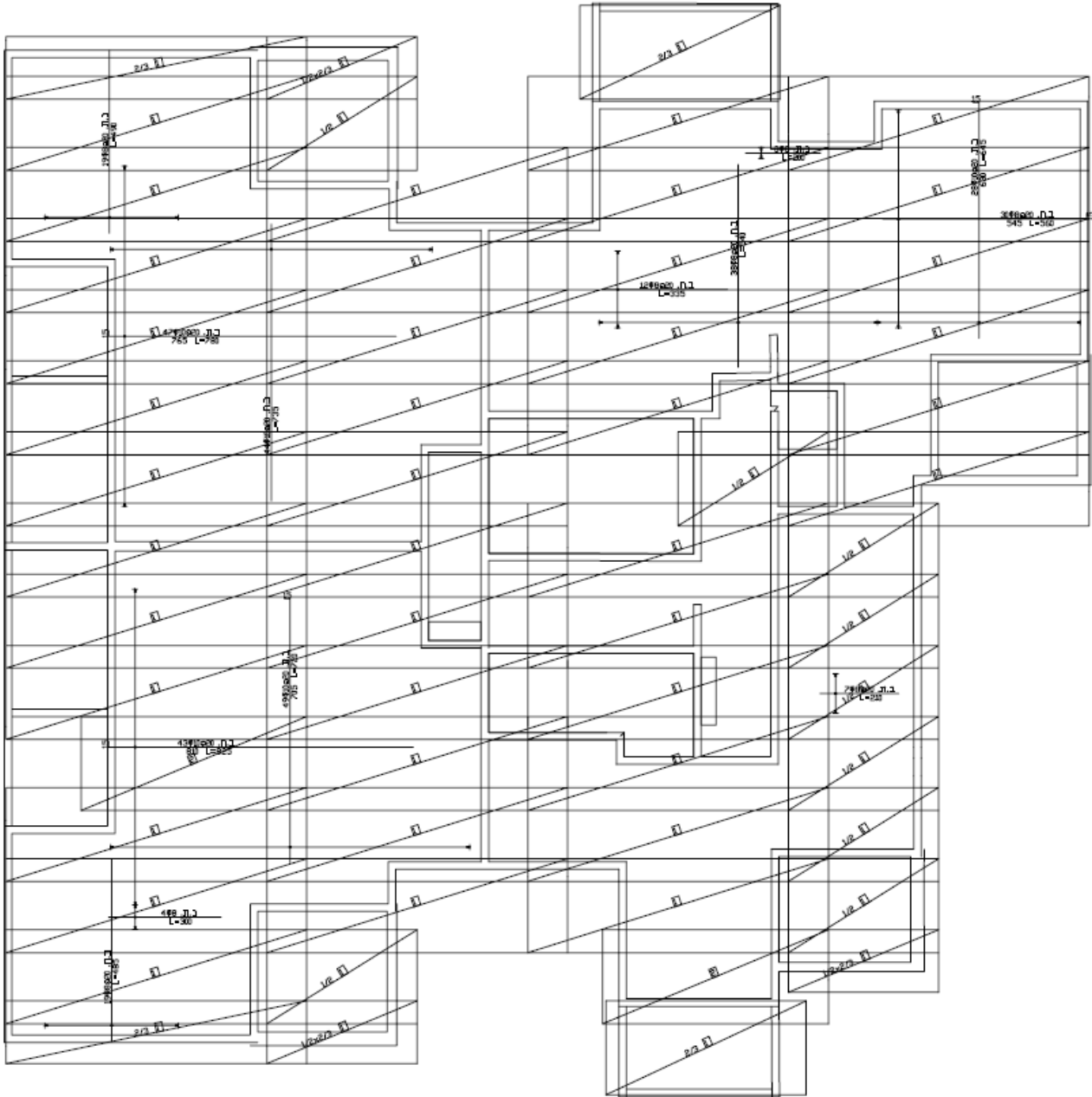
$$A_{s,y} = 3.971 \frac{cm^2}{m}, \quad A_{s,y,strap} = 4 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{s,x} = 4.065 \frac{cm^2}{m}, \quad A_{s,x,strap} = 4.15 \frac{cm^2}{m}$$

- מקבלים מהחישוב הידני תוצאות קרובות לתוצאות שחושבו בשיטת אלמנטים סופיים בתוכנת STRAP ולכן הזיון בתקרה תקין. נשים לב כי חלק משטחי הזיון המחושבים קטנים מהמינימום ולכן בפריסת המוטות אבחר שטחי זיון מינימאליים לפחות.

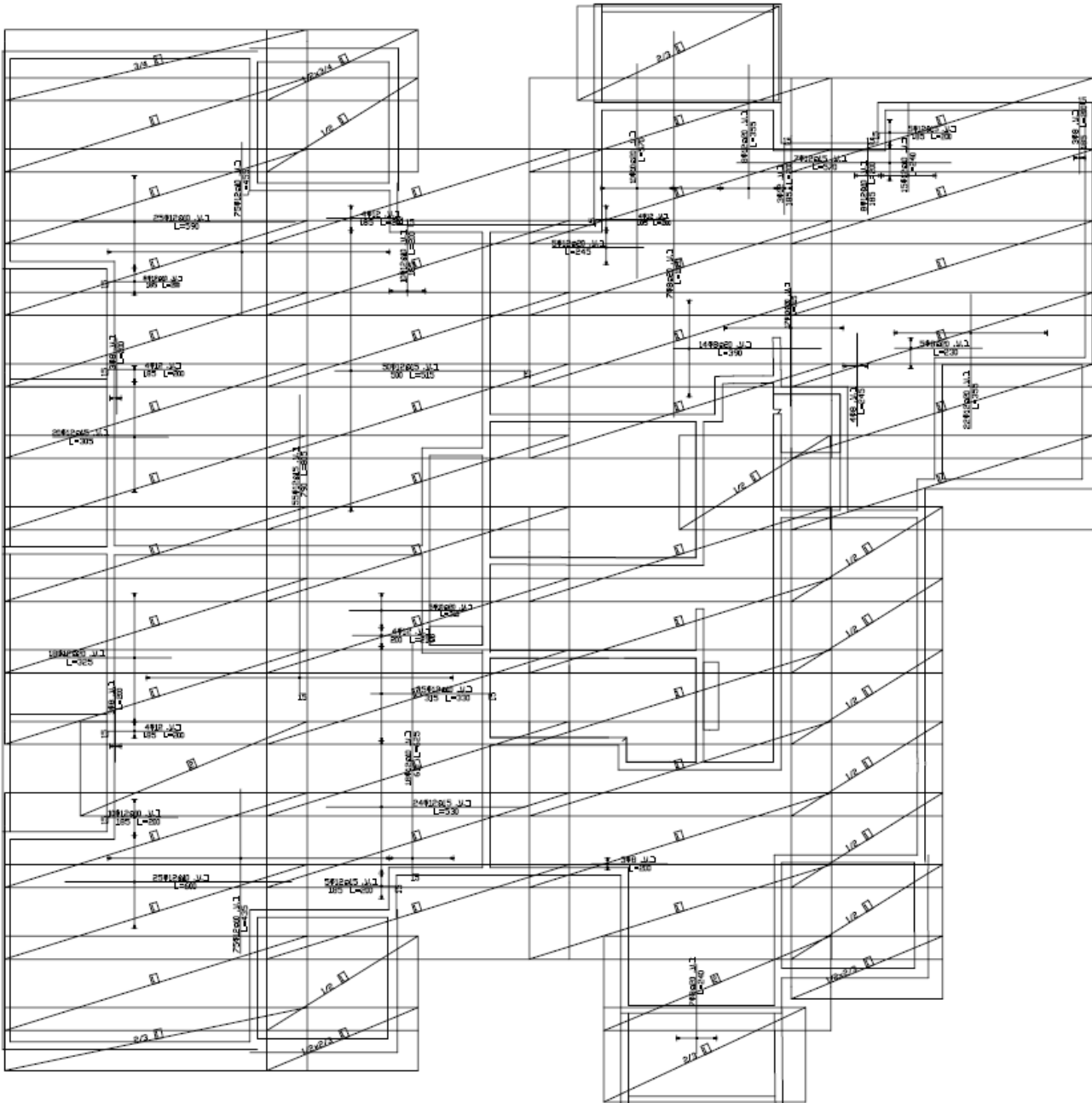
תכנית ברזל תחתון (חושב בתוכנת STRAP, נערך בתוכנת AutoCAD):

- תוכנית הברזל מתוארת בצורה ברורה יותר בתוכנת AutoCAD.



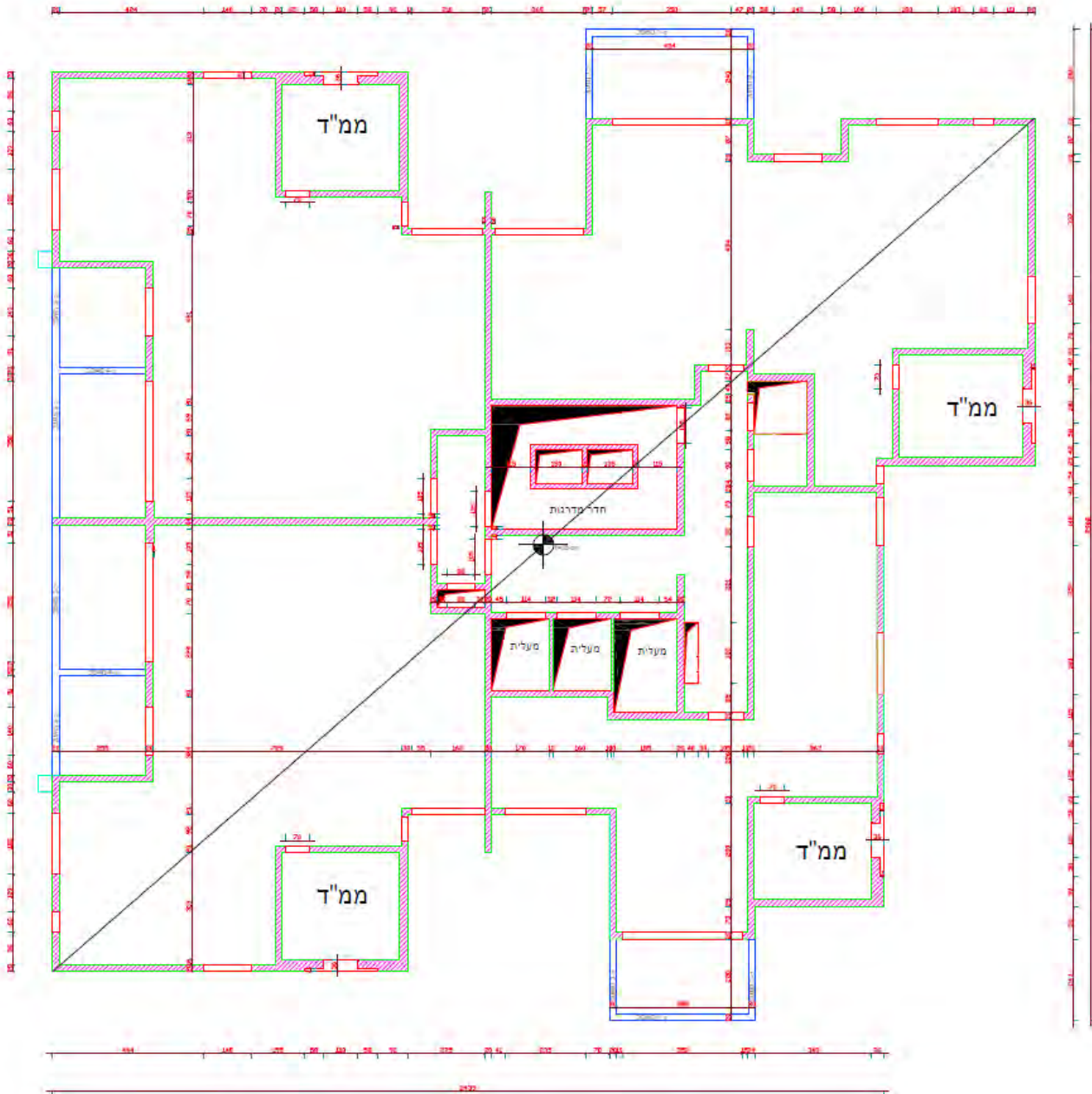
תכנית ברזל עליון (חושב בתוכנת STRAP, נערך בתוכנת AutoCAD):

- תוכנית הברזל מתוארת בצורה ברורה יותר בתוכנת AutoCAD.

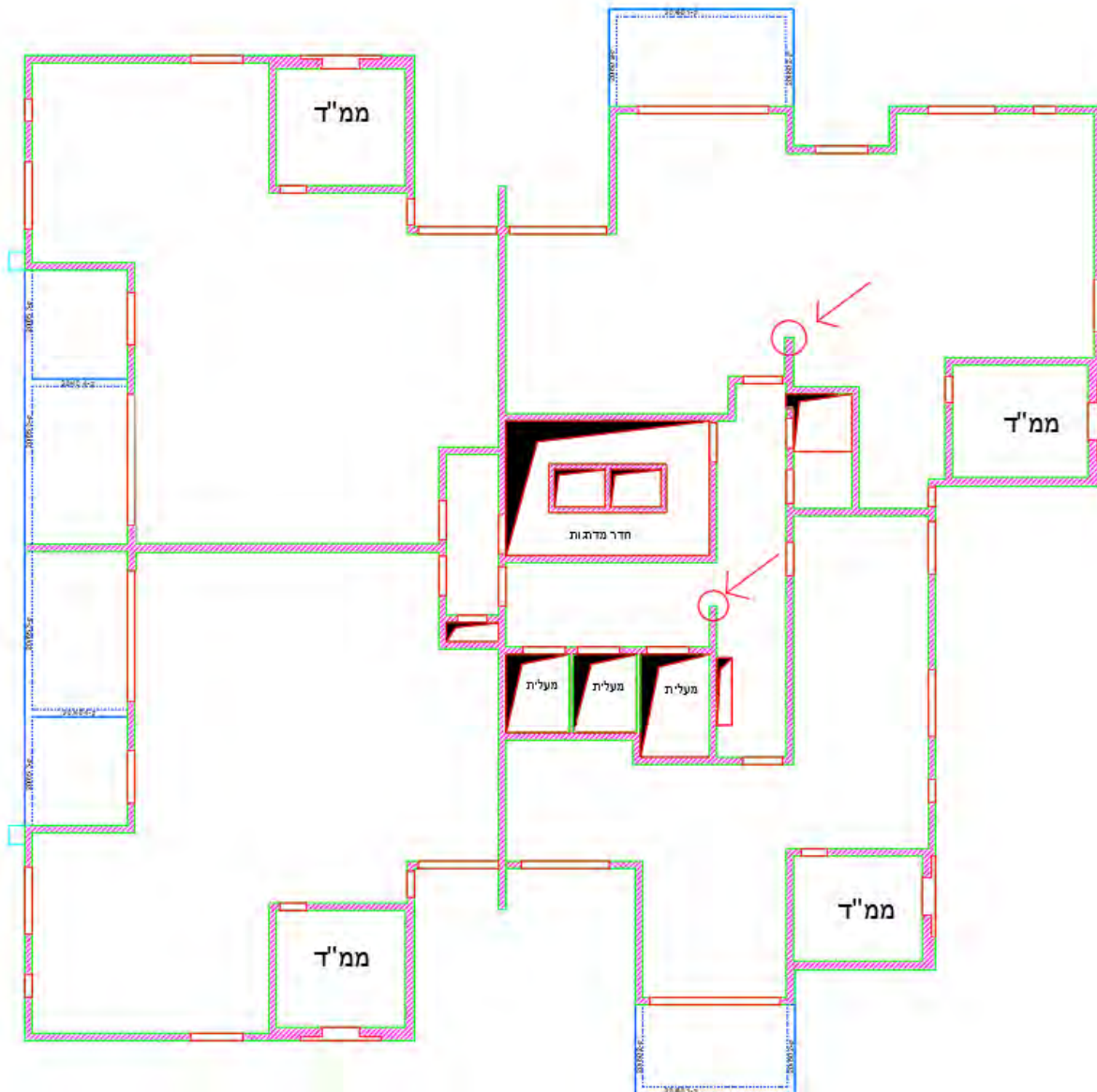


תוכנית מידות:

- תוכנית מידות מתוארת בצורה ברורה יותר בתוכנת AutoCAD.

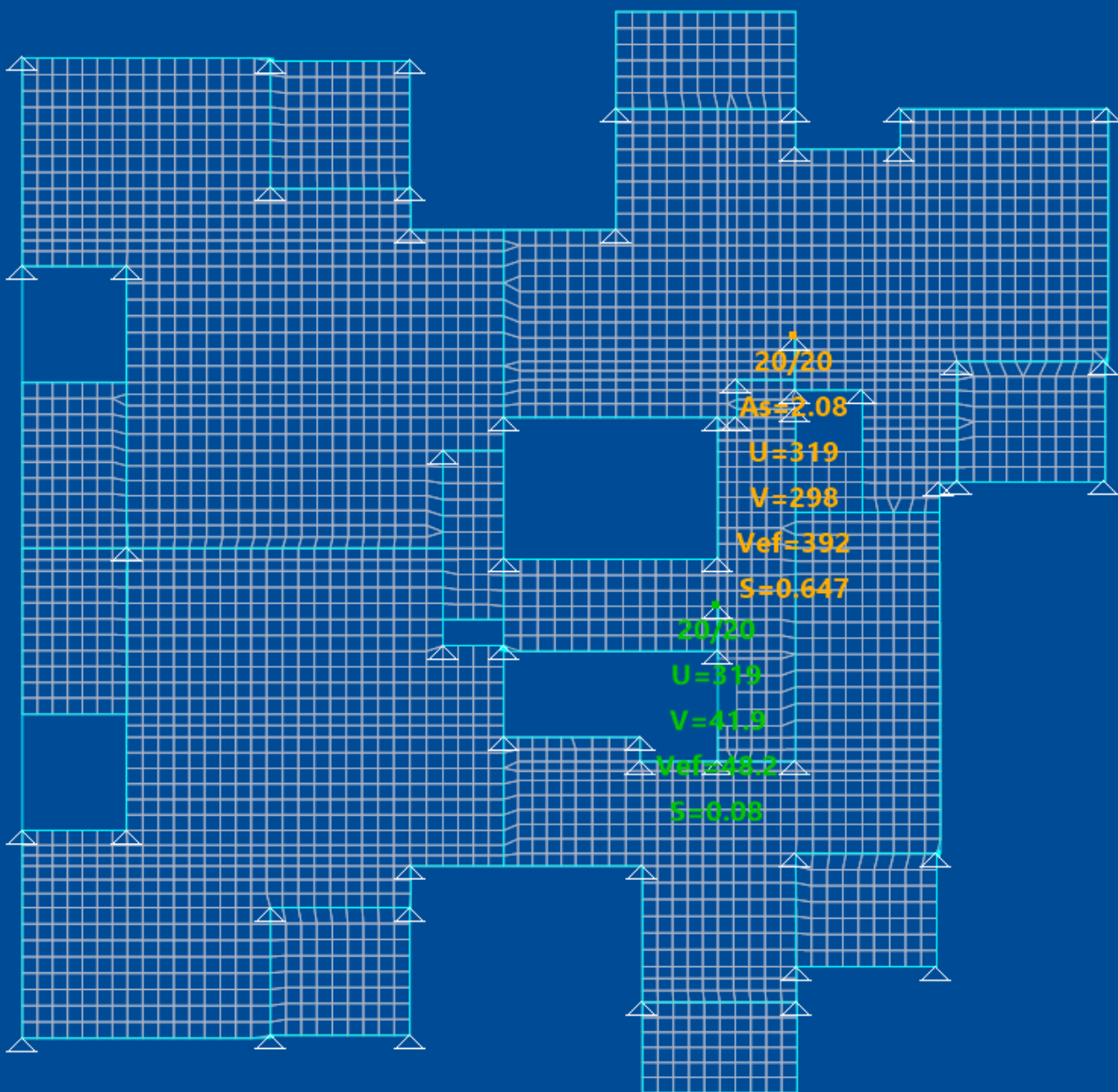


בדיקת חדירה בקירות:



נבדוק חדירה בקצות הקירות המסומנים באדום:

- לאחר התייעצות עם המנחה, נגדיר לסטראפ שיתייחס לקצות הקירות כאל עמודים במידות 20/20 ונחמיר ונבחר אחוז זיון השווה ל 0.



Punching: ■ = OK ■ = steel required ■ = exceeds allowable
 Punching: required steel area (cm²) , contour length (cm) , shear force (kN) , effective shear force (kN)

ניתן זיון לחדרה בקצה הקיר הנדרש ע"פ סטראפ:

Punching reinforcement details

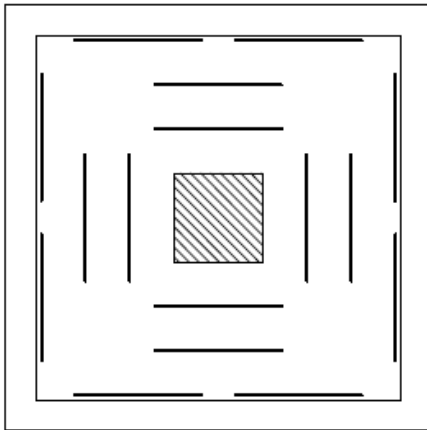
Punching at node 2794

$F_{ck} = 30$	$d_m = 19.0$	$F_{sd} = 435$	$\varphi = 0.0000$	
$\beta = 1.32$	$V_d = 297.8$	$V_{d,eq} = 392.0$	$M_1 = 0.0$	$M_2 = -50.6$
$u_0 = 80$	$u_1 = 319$	$a_1 = 20$	$b_1 = 20$	

$$V_{rd,max} = 2.71 V_{rd,c} = 0.45$$

$$391.99 = V_{d,eq} < V_{rd,max} * u_0 * d_m = 412.13 \text{ - OK}$$

$$391.99 = V_{d,eq} > V_{rd,c} * u_1 * d_m = 274.75 \text{ - Reinforcement needed}$$

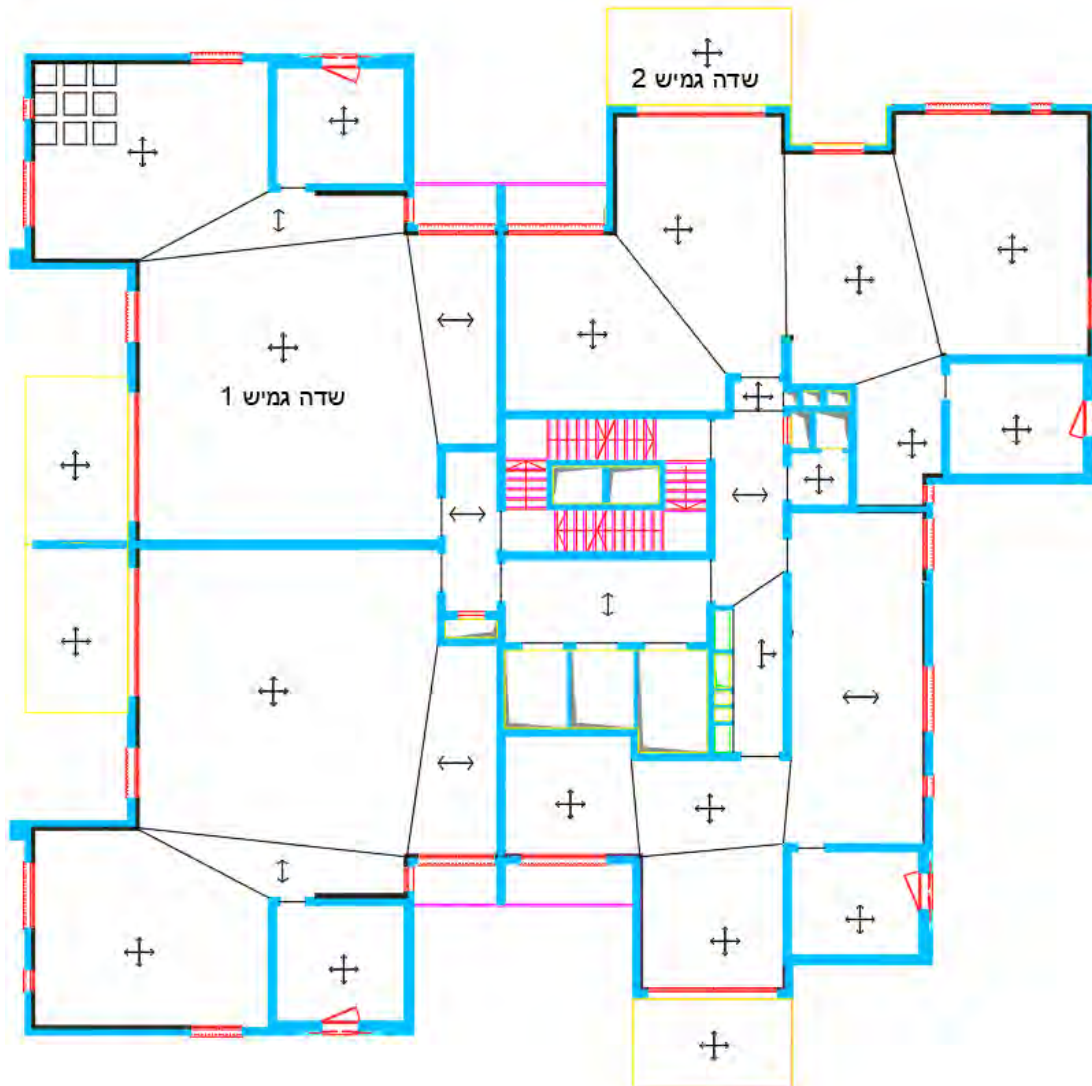


Diameter = 8	angle = 90	no. of legs per link = 2	
number of link contours = 3		distance between contours = 10.0 cm	
As in first perimeter = 4.0 cm ²		total As = 16.1 cm ²	
As needed in first perimeter = 2.2 cm ²		* 3 perimeters = 6.6 cm ²	
distance of u ₁ to column face = 38.0 cm			
distance of u to column face = 31.1 cm		(u = outermost perimeter)	

contour no.	no. of links	distance from column face	line length (cm)	As
1	4*1	10.0 cm	40.0	4.0cm ²
2	4*1	20.0 cm	60.0	4.0cm ²
3	4*2	30.0 cm	80.0	8.0cm ²

חלופה ב – תקרת ערוגות בלא קורות עם טבלה עליונה בלבד:

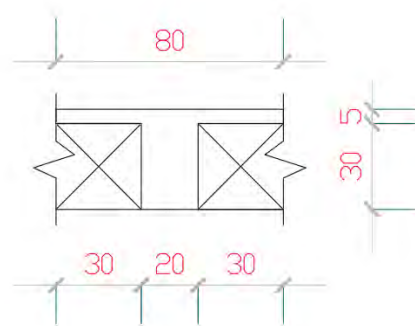
חלוקה לשדות:



גיאומטריה וחומרים:

- הצלעות והטבלה העליונה עשויים מבטון ב-30, אגרגט גירי.
- הערכת עובי תקרה ראשוני 35+5(30) ס"מ.
- גובה השלמת יציקה (t_f , טופינג) 5 ס"מ.
- רוחב בין הצלעות (b_w) 20 ס"מ.
- בלוקי המילוי, גודל בלוק סטנדרטי 60/30.
- ערוגה אחת מורכבת משני בלוקים וגודלה: 60/60.
- ממ"דים וגרעיני הקשחה- תקרות מקשיות דו-כיווניות או חד כיווניות (לפי כיווני מתיחה המופיעים בחלוקה לשדות). $h = 20 [cm]$.
- כל שאר השדות- תקרת ערוגות.

חישוב עובי שקיל:



- משקל מרחבי של הבלוק $\rho_b = 5 \frac{kN}{m^3}$
- משקל מרחבי של בטון מזוין $\rho_b = 25 \frac{kN}{m^3}$

$$t_b = \frac{(b_f - b_w)^2 \cdot (h - t_f)}{b_f^2} = \frac{(80 - 20)^2 \cdot (35 - 5)}{80^2} = 16.875 [cm]$$

$$t_c = h - t_b = 35 - 16.875 = 18.125 [cm]$$

חישוב משקלים

סוג העומס	פירוט	שם תקן ישראלי וסעיף בתקן	משקל מרחבי [ק"נ למ"ק]	עובי (שקיל) [ס"מ]	עומס לתקרה [ק"נ למ"ר]
משקל עצמי	בטון	ת"י 109 סעיף 3.3.1	25	18.125	4.53
	גופי מילוי		5	16.875	0.84
	סה"כ				5.37
עומס קבוע נוסף	מילוי חול	ת"י 109 טבלה 8	18	5	0.9
	מרצפת טראצו 30 מ"מ עם מלט 20 מ"מ (מס' 3)	ת"י 109 טבלה 5	22.8	5	1.14
	טיח ממלט סידי	ת"י 109 טבלה 5	18	1	0.18
	מחיצות	ת"י 412 סעיף 2.1.2	-	-	1.5
	סה"כ				3.72
עומס שימושי	לרצפה בבית מגורים (1)	ת"י 412 טבלה 1 סעיף 1.1	-	-	1.5
	למרפסות בבית מגורים (2)	ת"י 412 טבלת 1 סעיף 13.2	-	-	3.5

חישוב עומסים:

$$F_{ser,max,1} = 5.37 + 3.72 + 1.5 = 10.59 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

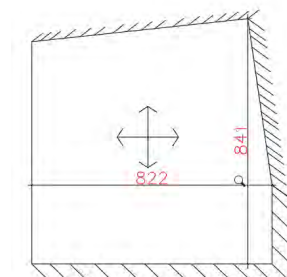
$$F_{ser,max,2} = 5.37 + 3.72 + 3.5 = 12.59 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

$$F_{sus,1} = 5.37 + 3.72 + 0.3 \cdot 1.5 = 9.54 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

$$F_{sus,2} = 5.37 + 3.72 + 0.3 \cdot 3.5 = 10.14 \left[\frac{Kn}{m^2} \right]$$

בדיקת הנחת עובי תקרה 35 ס"מ, בתנאי התקן, לפטור מחישוב כפף (466.1 נוסחה 6.18):

נבדוק לפי השדה הגמיש ביותר, שדה גמיש 1:



$$h \geq \frac{l_0}{k_{11} \cdot k_{12} \cdot k_{13}}$$

$$\left(\frac{l}{I_g}\right)_{max} \leq 1.5 \left(\frac{l}{I_g}\right)_{max} \rightarrow \frac{l_{max}}{l_{min}} = \frac{841}{822} = 1.023 < 1.5$$

$$\rightarrow l_0 = l_{0,max} = 822 \cdot 0.8 = 660 \text{ cm}$$

חישוב המקדמים k_{11}, k_{12}, k_{13} :

• k_{11} (יחס התמירות) 466.1 טבלה 6.11):

לתקרה ערוגות בלא קורות, בלי טבלה תחתונה, $k_{11} = 0.69$

• k_{12} (466.1 טבלה 6.12 או ע"י הנוסחה להלן):

$$k_{12} = 24.4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{F_{ser,max,1}}} = 24.4 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{10.59}} = 23.938$$

• k_{13} (466.1 טבלה 6.13):

עבור ב-30 ואגרנט גירי, $k_{13} = 1$

נציב את הערכים:

$$h \geq \frac{l_0}{k_{11} \cdot k_{12} \cdot k_{13}} = \frac{660}{0.69 \cdot 23.938 \cdot 1} = 39.958 \text{ [cm]} > 35 \text{ [cm]}$$

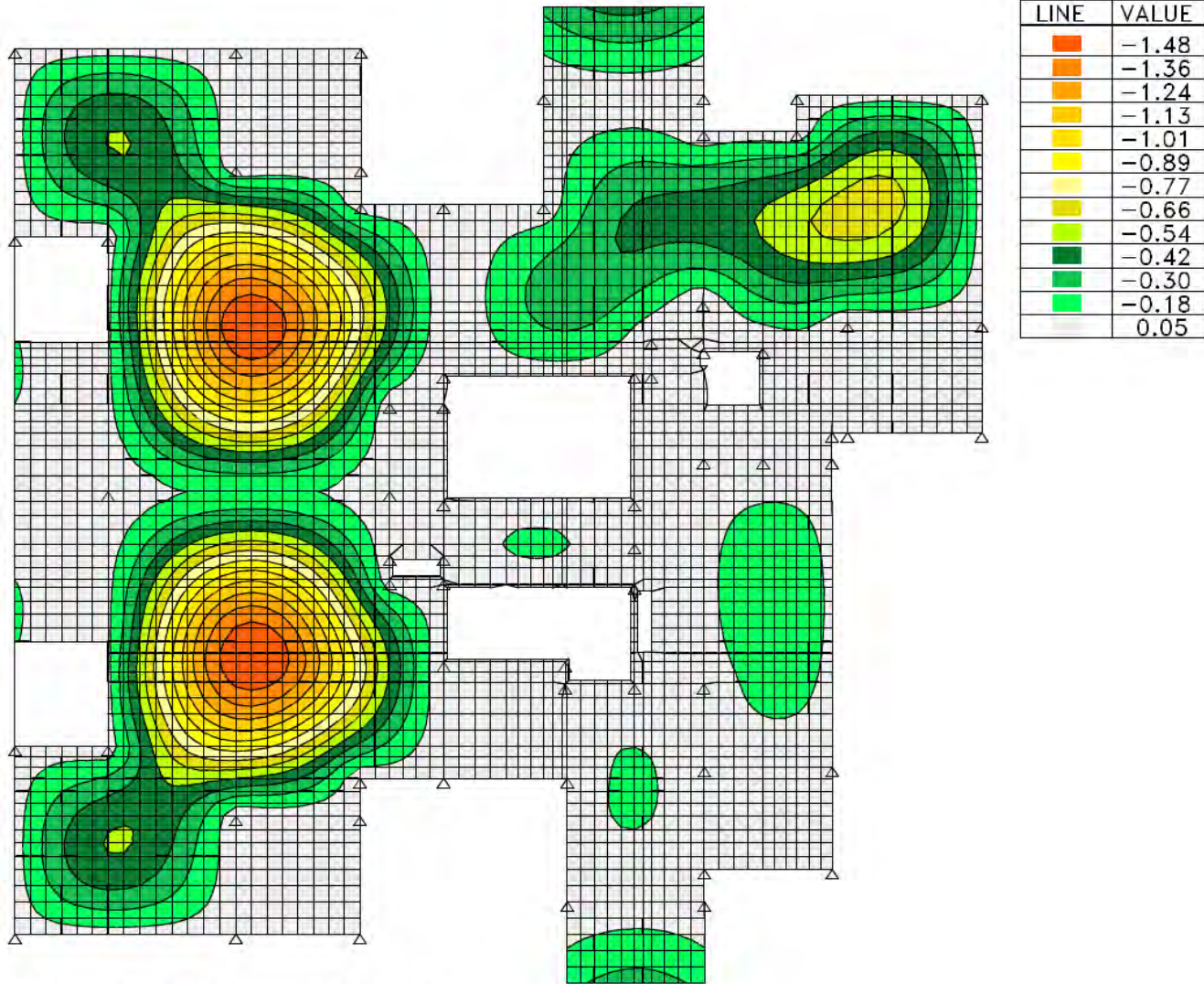
N.O.K

נצטרך לחשב כפף כולל לתקרה ולבדוק שמתקיים בשדה הגמיש:

$$a_{tot} \leq \frac{l}{250}$$

תוצאות חישוב שקיעות סופיות חלופה 2:

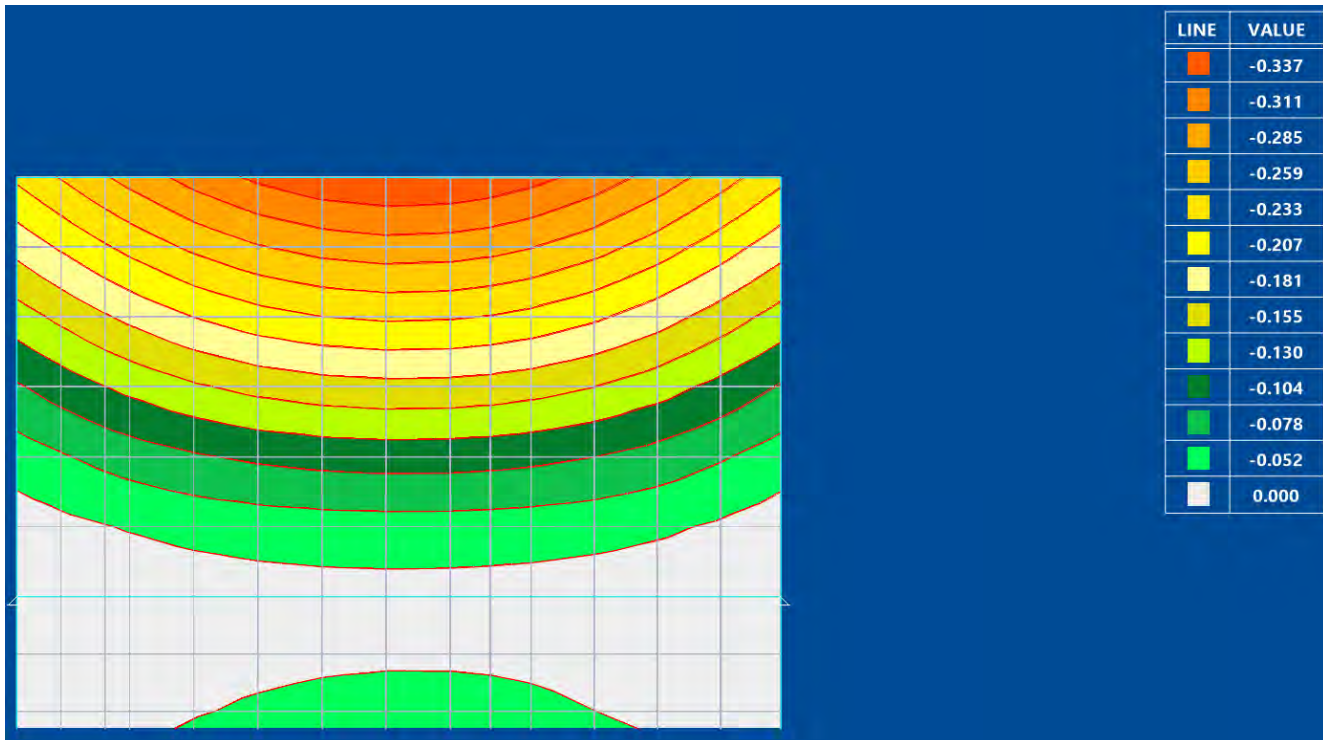
• יחידות: [cm]



SLAB DEFLECTIONS COMB. NO. 1 Fser

$$a_{tot,max} = 1.48 [cm] \leq a_{tot,allow} = \frac{l}{250} = \frac{822}{250} = 3.288 [cm] \rightarrow O.K$$

בנוסף נבדוק את כפף המרפסת העליונה :



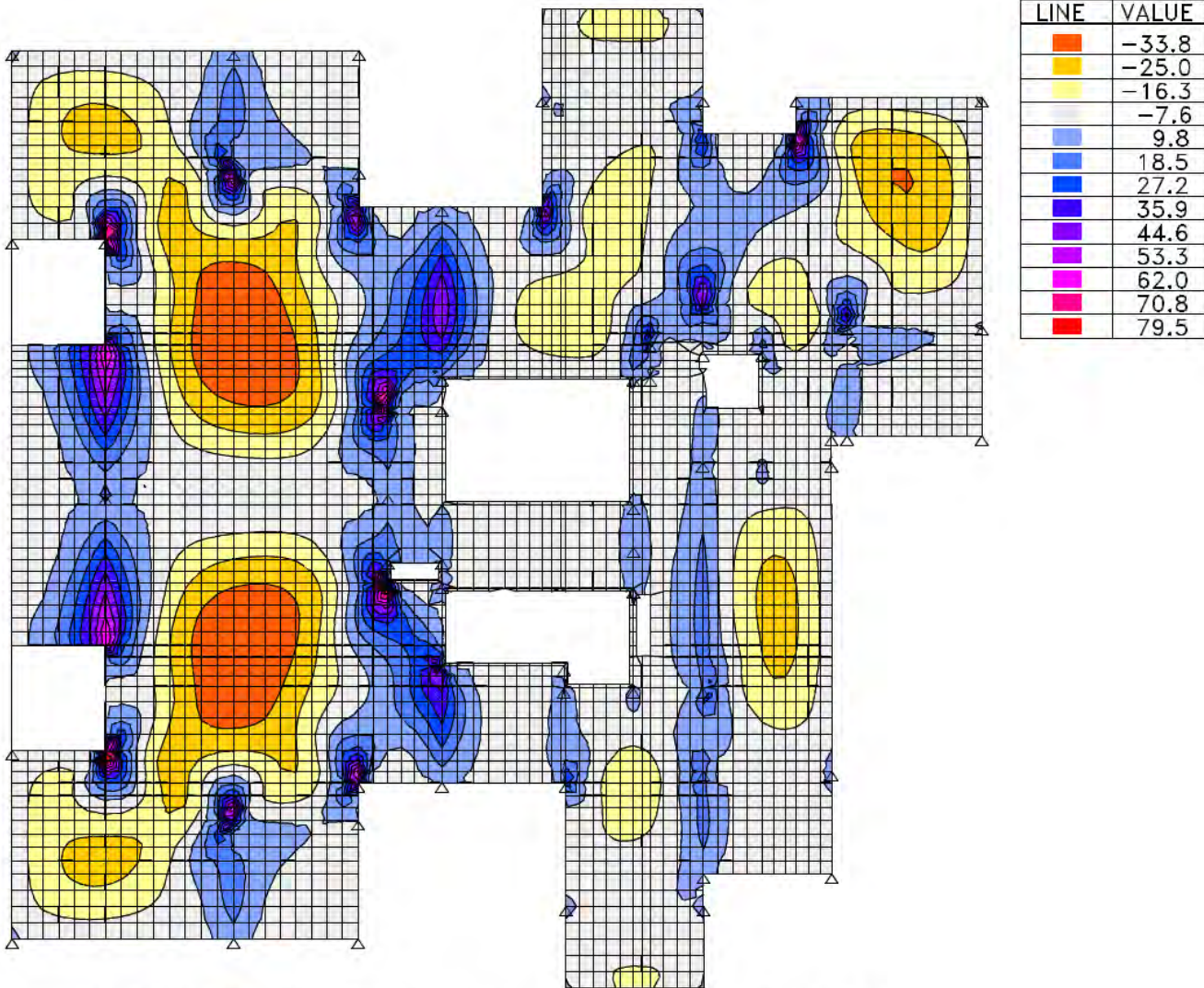
$$0.337 [cm] < \frac{l}{250} = \frac{260}{250} = 1.04 [cm] \rightarrow O.K$$

- ניתן לראות שהנחת עובי 20 ס"מ עבור תקרת ממ"דים ותקרת גרעיני הקשחה (מדובר בתקרה מקשית) הינה הנחה טובה שעומדת בתנאי התקן מבחינת כפף מותר.

תוצאות הסטראפ:

מהלך מומנטים בכיוון ציר X (כאשר נדרש ברזל בכיוון X כדי להתמודד עם המומנט):

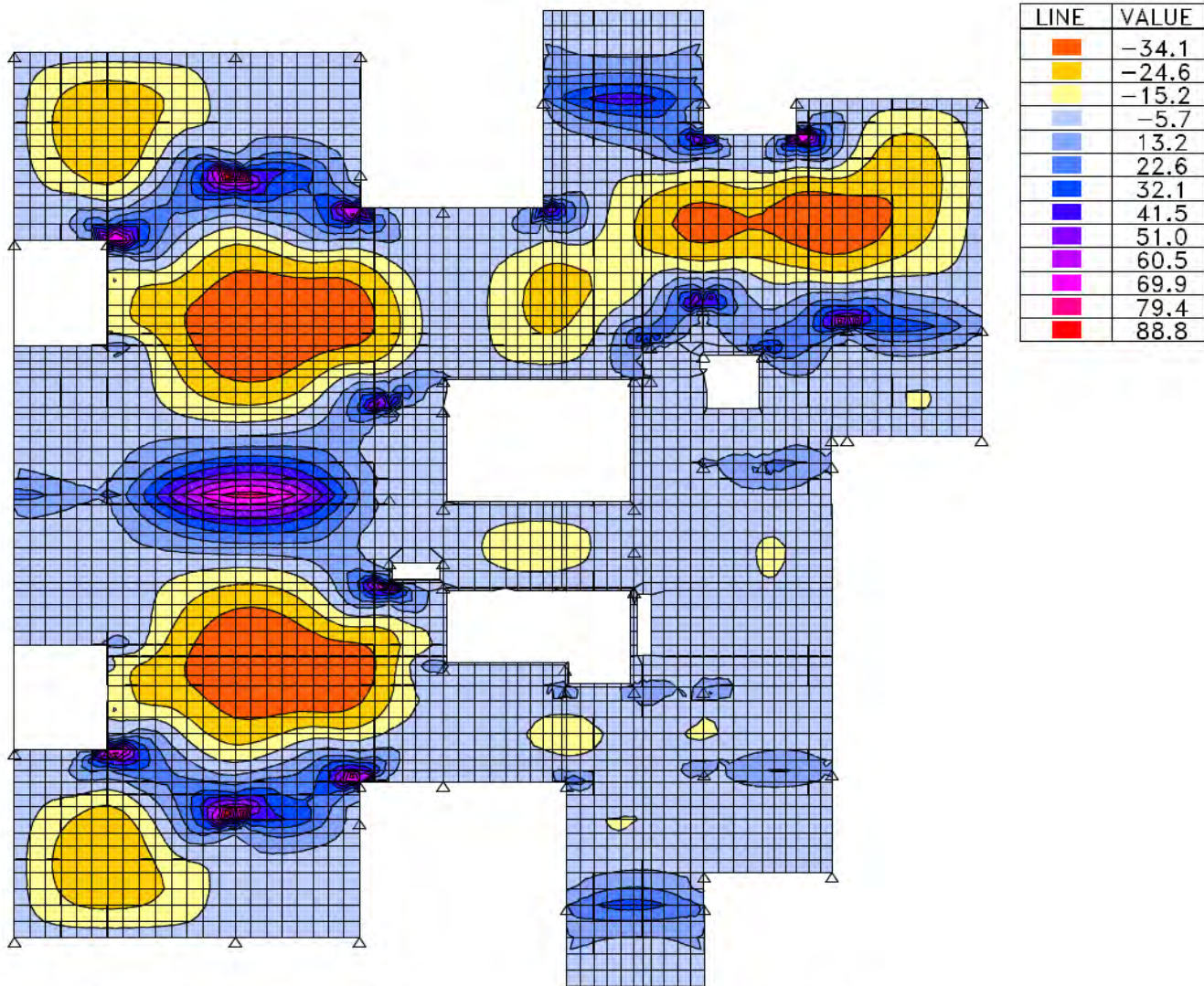
• יחידות: $\left[\frac{kN \cdot m}{m}\right]$



MX CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

מהלך מומנטים בכיוון ציר Y (כאשר נדרש ברזל בכיוון Y כדי להתמודד עם המומנט):

• יחידות: $\left[\frac{kN \cdot m}{m}\right]$



MY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

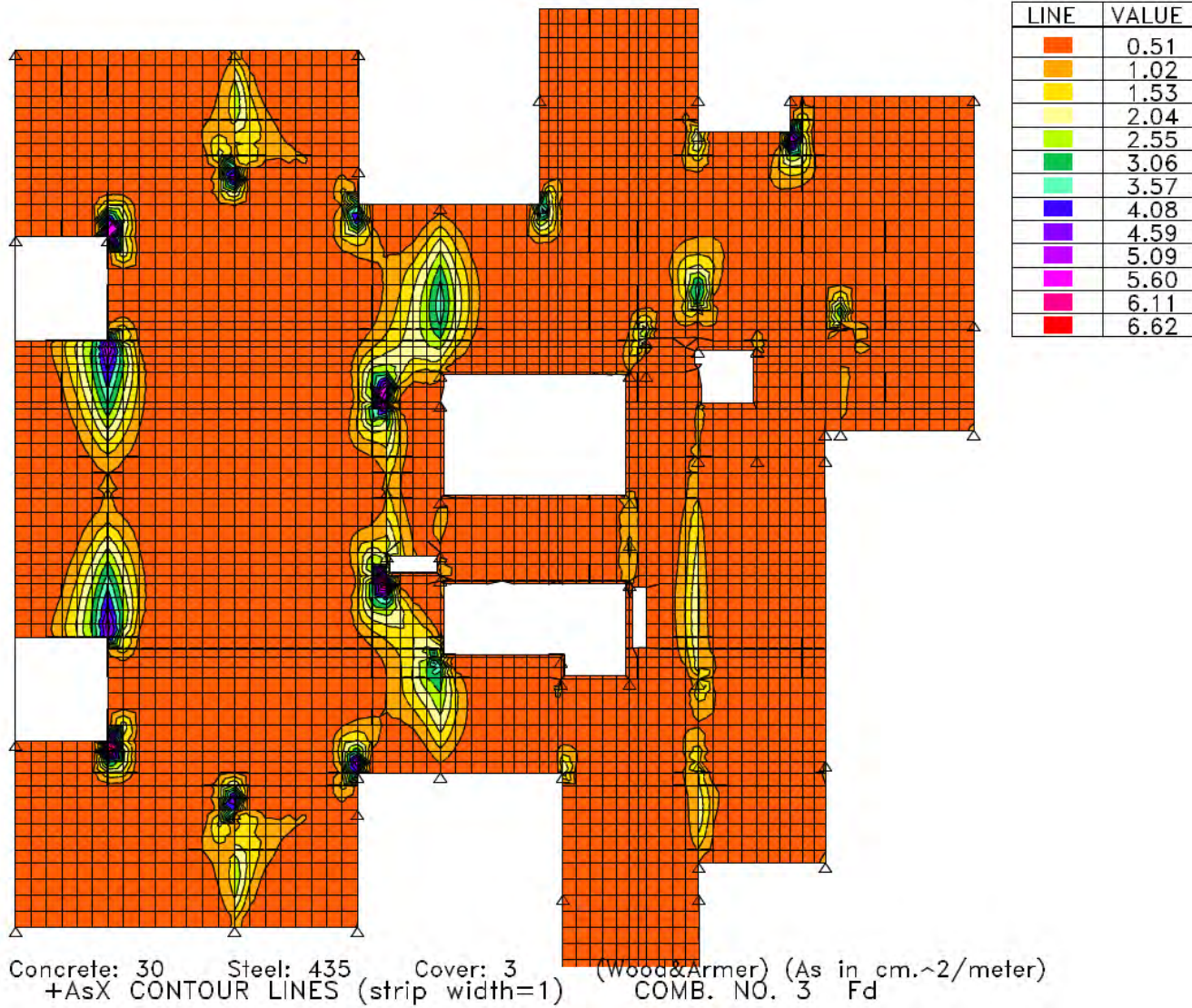
חישוב שטח זיון בעזרת סטראפ:

הערות:

- מוטות מסוג פ-500
- עובי כיסוי: 3 ס"מ
- בטון ב-30

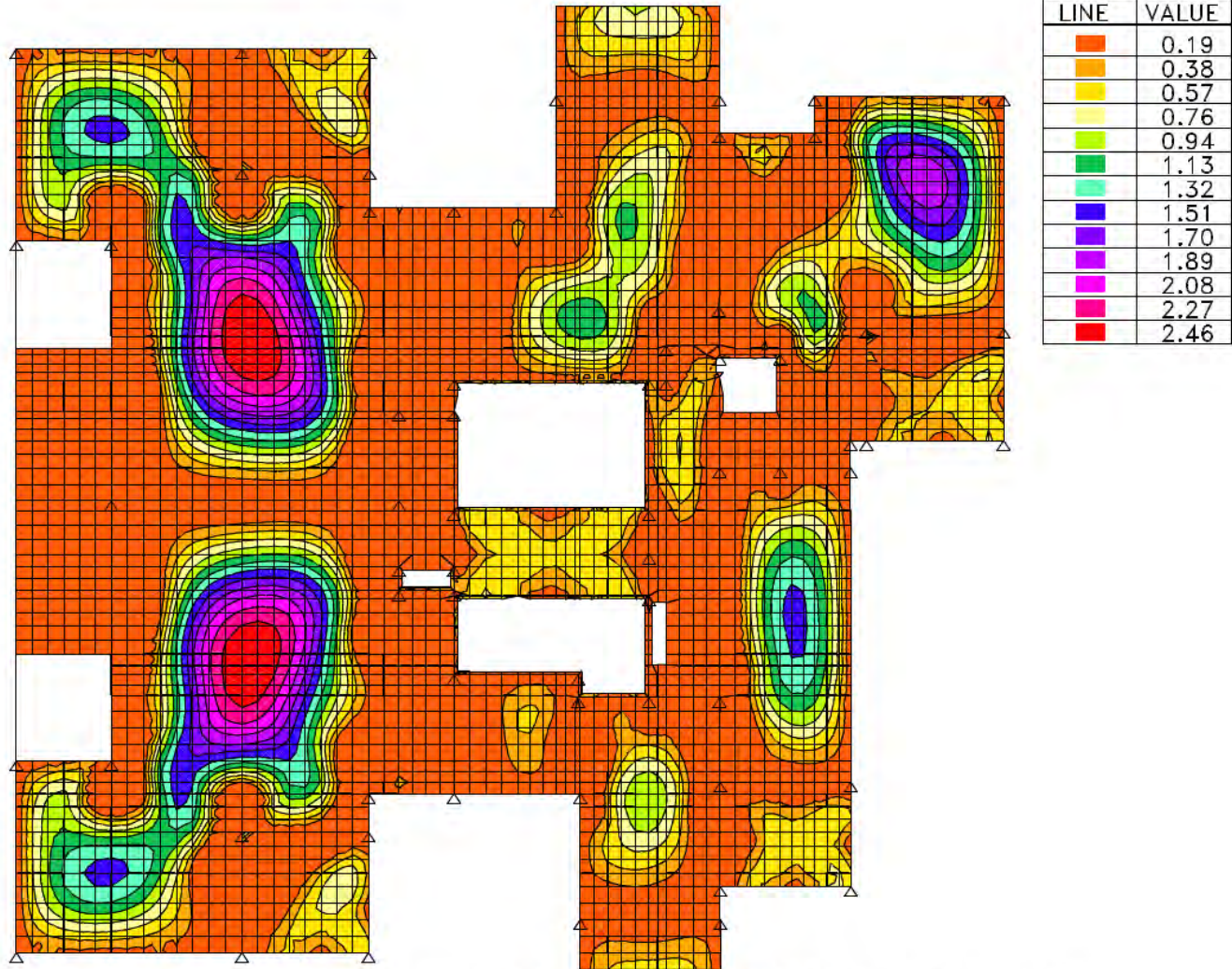
שטח זיון עליון בכיוון X:

- יחידות: $\left[\frac{cm^2}{m}\right]$



שטח זיון תחתון בכיוון X

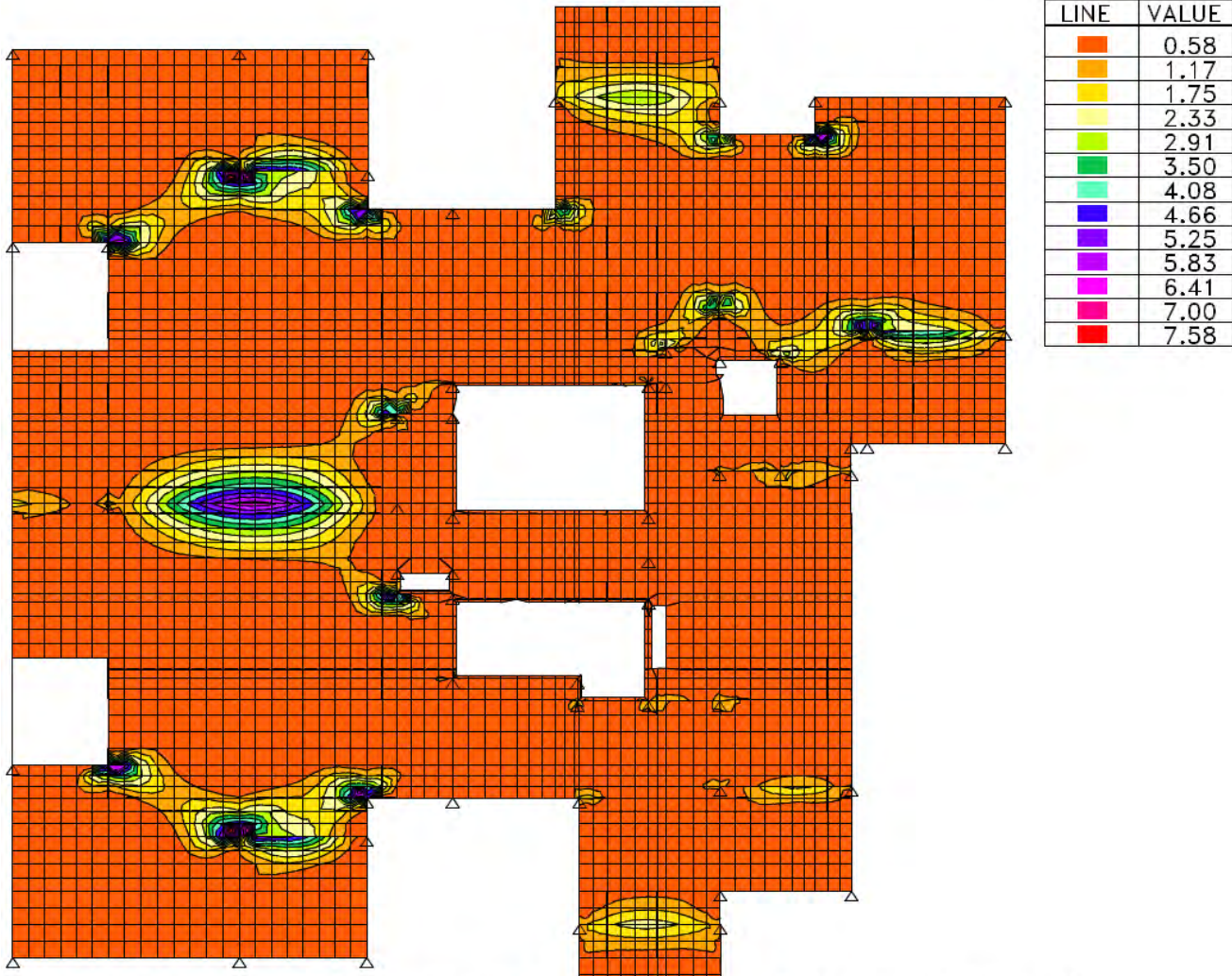
יחידות: $\frac{cm^2}{m}$



Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.²/meter)
 -AsX CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

שטח זיון עליון בכיוון Y

• יחידות: $\frac{cm^2}{m}$

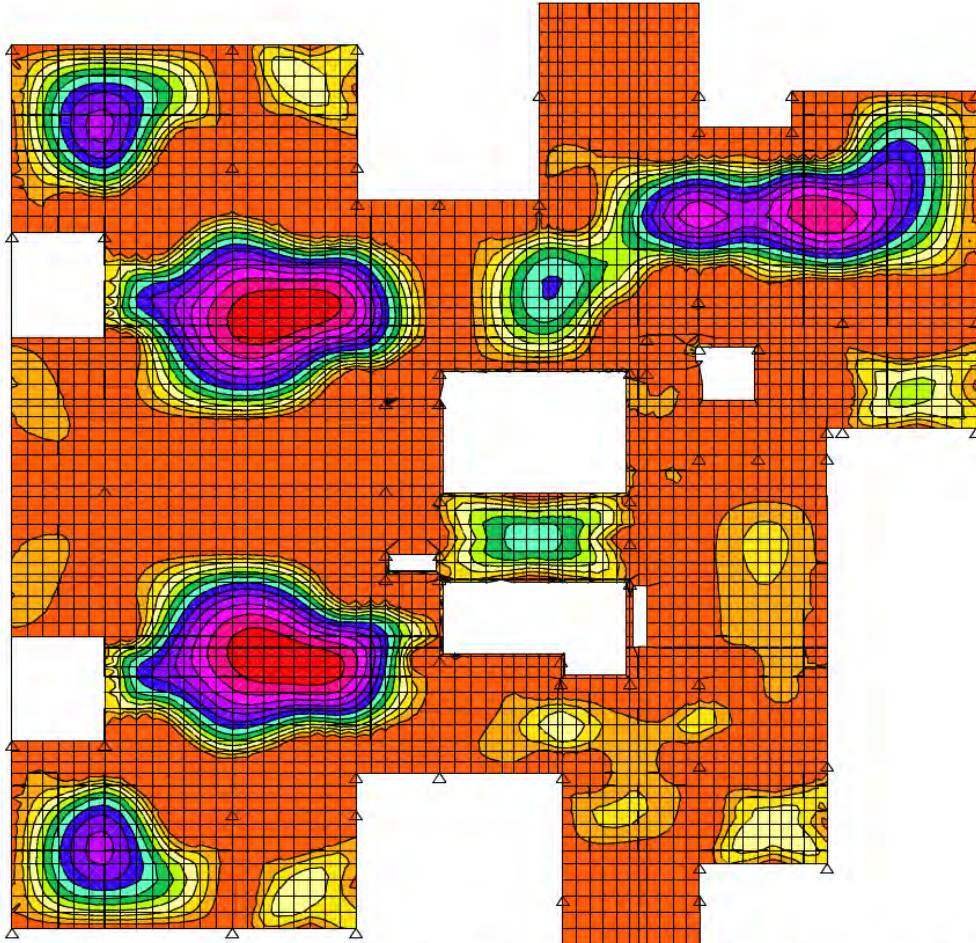


Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

שטח זיון תחתון בכיוון Y

יחידות: $\frac{cm^2}{m}$

LINE	VALUE
0.19	
0.38	
0.57	
0.76	
0.95	
1.15	
1.34	
1.53	
1.72	
1.91	
2.10	
2.29	
2.48	

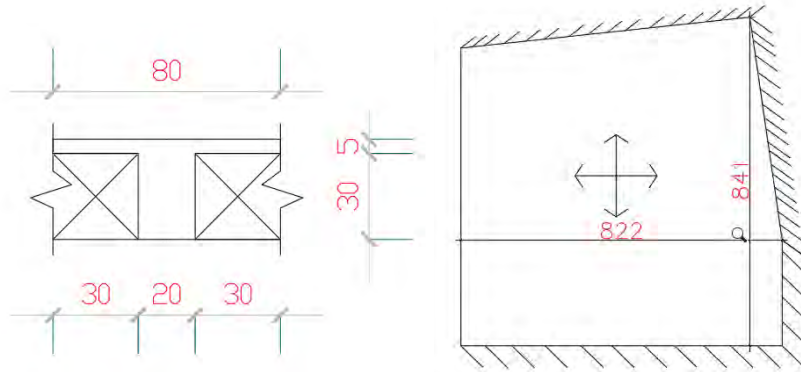


Concrete: 30 Steel: 435 Cover: 3 (Wood&Armer) (As in cm.²/meter)
-AsY CONTOUR LINES (strip width=1) COMB. NO. 3 Fd

חישוב ידני של ברזל זיון לדוגמא והשוואה לתוצאות תוכנת STRAP:

חישוב ברזל בשדה הגמיש ביותר:

• יחידות ב [cm]



$$f_{ctm} = 2.3 \text{ Mpa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ Mpa} \quad f_{cd} = 13 \text{ Mpa}$$

$$f_{sk} = 500 \text{ Mpa} \quad f_{sd} = 435 \text{ Mpa}$$

$$t_f = 5 \text{ cm} \quad b_f = 80 \text{ cm} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad h = 35 \text{ cm}$$

חישוב ברזל בכיוון Y:

$$M_{d,y} = 34.1 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \cdot b_f = 34.1 \cdot 0.8 = 27.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$d_y = h - d_{sy} = 35 - 4.5 = 30.5 \text{ cm}$$

$$M_{cd,max} = 0.64 \cdot \left[(b_f - b_w) \cdot t_f \cdot \left(d - \frac{t_f}{2} \right) + 0.5 \cdot b_w \cdot (d - t_f)^2 \right] \cdot F_{cd} = 123.988 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{cd,max} > M_{d,y}$$

נניח: $x < t_f$

$$x = d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{b_f \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0.872 \text{ cm} < t_f \rightarrow O.K$$

$$z_{max} = 0.95d = 28.975 \text{ cm} < z = d - \frac{x}{2} = 30.064 \text{ cm} \rightarrow z = z_{max} = 28.975 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = \max \left[0.28 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} = 0.001288 ; 0.0013 \right] = 0.0013$$

$$A_{min} = \rho_{min} \cdot b_w \cdot d \quad A_{min,y} = 0.793 \text{ cm}^2$$

$$A_{max} = 0.04 \cdot b_w \cdot d \quad A_{max,y} = 24.4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,y} = \frac{M_d}{z \cdot f_{sd}} = 2.164 \text{ cm}^2$$

$$A_{sy,strap} = 2.48 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \cdot b_f = 1.985 \text{ cm}^2$$

- מקבלים מהחישוב הידני תוצאות קרובות לתוצאות שחושבו בשיטת אלמנטים סופיים בתוכנת STRAP ולכן הזיון בתקרה תקין.

חישוב ברזל בכיוון X:

$$M_{d,x} = 33.8 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} \cdot b_f = 33.8 \cdot 0.8 = 27.04 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$d_x = h - d_{sx} = 35 - 5 = 30 \text{ cm}$$

$$M_{cd,max} = 0.64 \cdot \left[(b_f - b_w) \cdot t_f \cdot \left(d - \frac{t_f}{2} \right) + 0.5 \cdot b_w \cdot (d - t_f)^2 \right] \cdot F_{cd} = 120.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{cd,max} > M_{d,x}$$

נניח: $x < t_f$

$$x = d \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{b_f \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) = 0.88 \text{ cm} < t_f \rightarrow O.K$$

$$z_{max} = 0.95d = 28.5 \text{ cm} < z = d - \frac{x}{2} = 29.56 \text{ cm} \rightarrow z = z_{max} = 28.5 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = \max \left[0.28 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{sk}} = 0.001288 ; 0.0013 \right] = 0.0013$$

$$A_{min} = \rho_{min} \cdot b_w \cdot d \quad A_{min,x} = 0.78 \text{ cm}^2$$

$$A_{max} = 0.04 \cdot b_w \cdot d \quad A_{max,x} = 24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,x} = \frac{M_d}{z \cdot f_{sd}} = 2.181 \text{ cm}^2$$

$$A_{sx,strap} = 2.48 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \cdot b_f = 1.968 \text{ cm}^2$$

$$A_{sx,act} = 3.39 \text{ cm}^2 - 3\emptyset 12$$

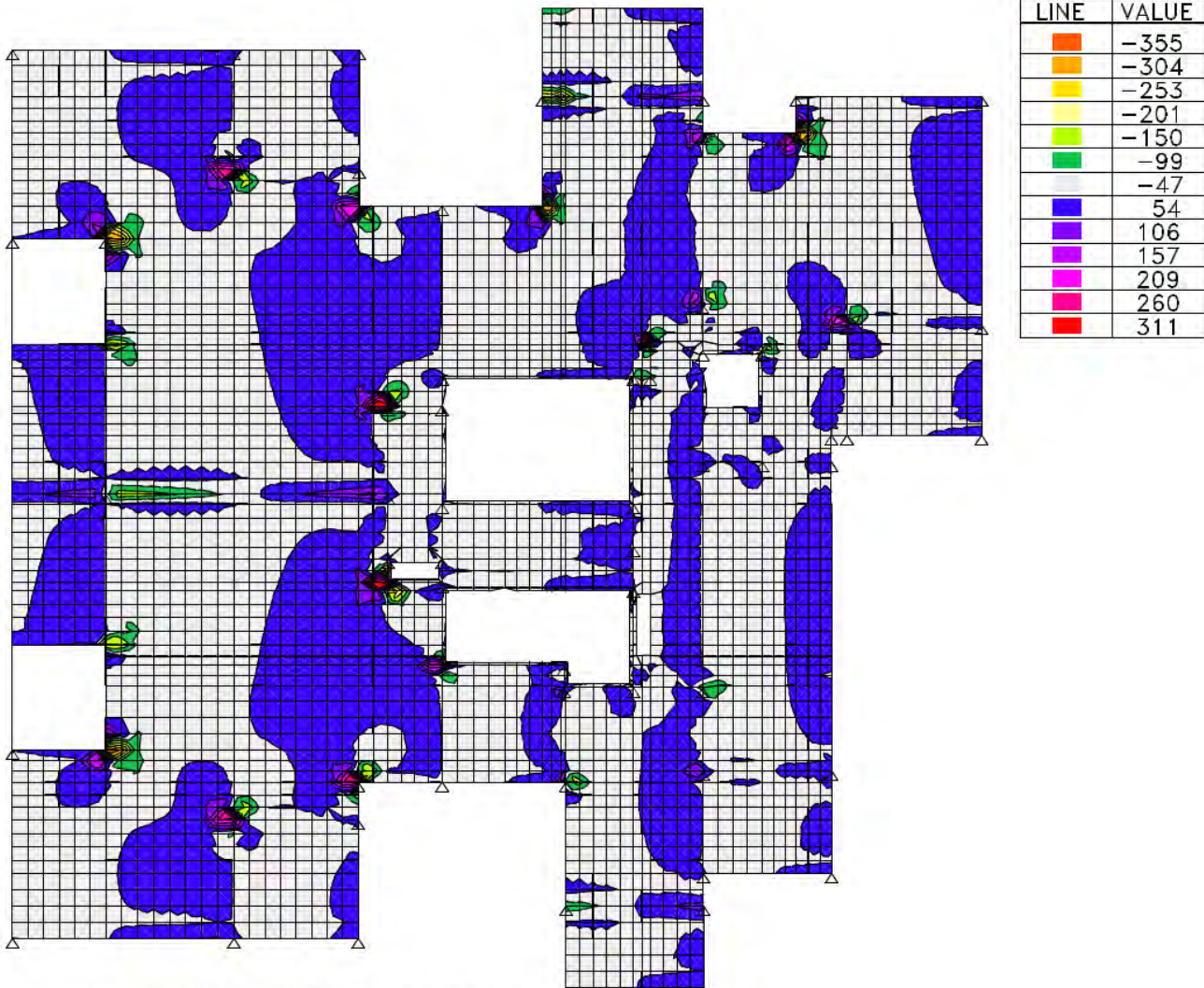
- מקבלים מהחישוב הידני תוצאות קרובות לתוצאות שחושבו בשיטת אלמנטים סופיים בתוכנת STRAP ולכן הזיון בתקרה תקין.

חישוב חישוב גזירה:

ראשית נציג את כוחות הגזירה בתקרה:

כוחות גזירה הנובע ממומנט בכיוון X:

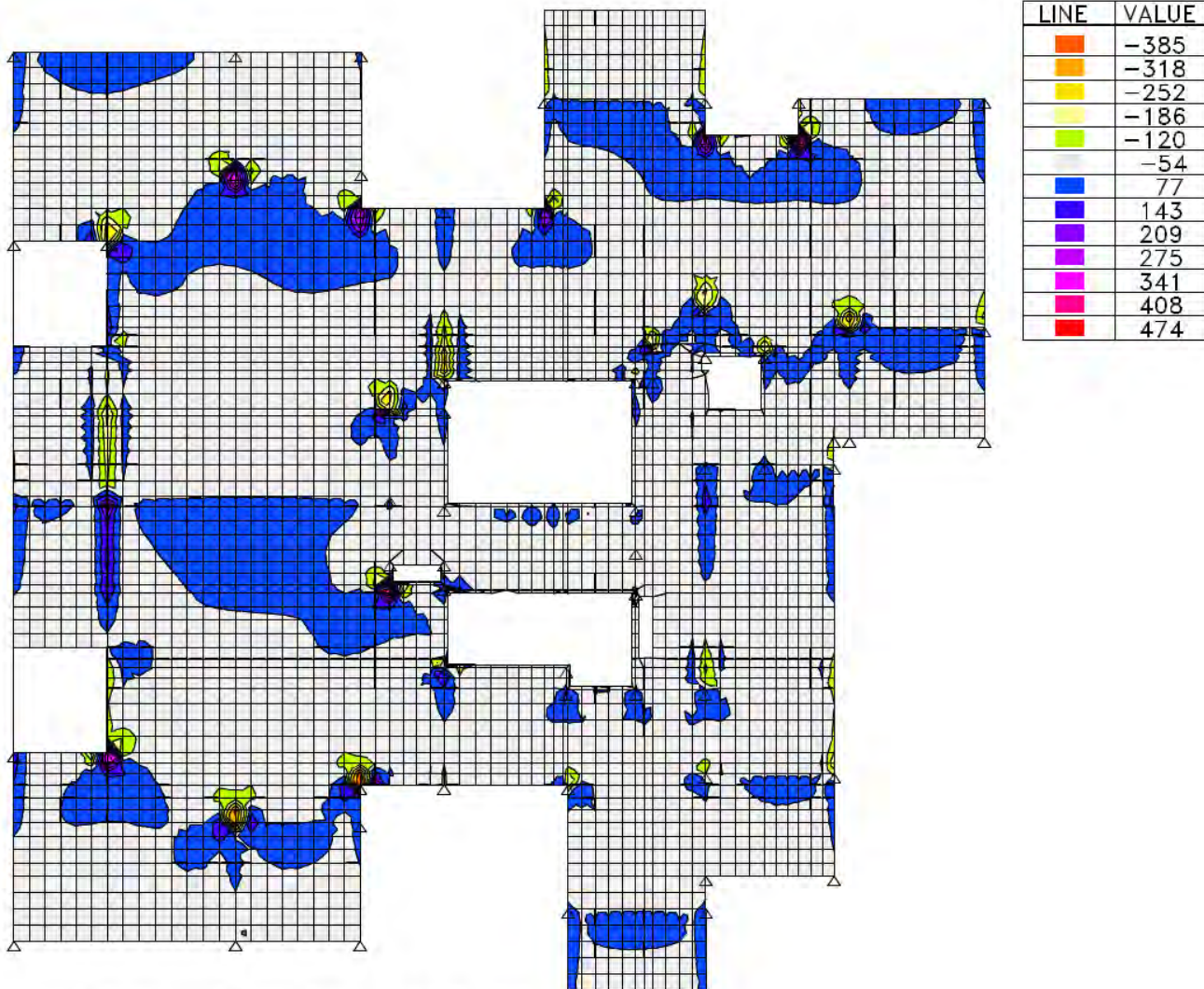
• יחידות: $\left[\frac{kN}{m}\right]$



QX CONTOUR LINES COMB. NO. 3 Fd

כוחות גזירה הנובע ממומנט בכיוון Y:

• יחידות: $\left[\frac{kN}{m}\right]$



QY CONTOUR LINES COMB. NO. 3 Fd

נראה חישוב של חישוב גזירה בשדה הגמיש ביותר:

נבצע חישוב אחד לפי כוח הגזירה הגדול מבין שני הכיוונים (כיוון X, כיוון Y) וניתן לפי חישוב זה חישובים בצלעות שבכיוון X וכיוון Y.

$$V_d = 77 \left[\frac{kN}{m}\right] \cdot 0.8 [m] \cong 62 [kN]$$

$$K = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_y}} = 1.809 < 2$$

$$\rho = \frac{A_{s,y}}{b_w \cdot d} = 0.00354 < 0.02$$

$$V_{Rd,c,1} = \left[0.12 \cdot K \cdot (100 \cdot \rho \cdot 0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] \cdot b_w \cdot d_y = 25.843 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rd,c,2} = \left[0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot (0.7 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{2}} \right] \cdot b_w \cdot d_y = 23.8048 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rd,c} = \max[V_{Rd,c,1}; V_{Rd,c,2}] = 25.843 \text{ [kN]} < V_d = 62 \text{ [kN]}$$

נדרש זיון מחושב לגזירה.

$$\alpha = 90^\circ, \quad \theta = 45^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 0.6 \left[1 - 0.7 \cdot \frac{f_{ck}}{250} \right] \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d_y \cdot \cot(\theta) \cdot \sin^2(\theta) = 196.124 \text{ [kN]}$$

$$V_{Rd,max} > V_d \rightarrow O.K$$

$$S_v = 0.75 \cdot d_y \cdot (1 + \cot(\alpha)) = 228.75 \text{ [mm]} \leq 300 \text{ [mm]}$$

$$S_{t,max} = 0.75 \cdot d_y = 228.75 \text{ [mm]} \leq 400 \text{ [mm]}$$

$$V_{Rd,s} = \frac{1}{s_v} \cdot A_{sv} \cdot 0.9 \cdot d_y \cdot f_{sd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)$$

בניח חישוב בקוטר 8 מ"מ בפסיעה של 150 מ"מ:

- הנחתי פסיעה של 200 מ"מ אך זה לא עמד בדרישות התקן.

$$A_{sv} = 101 \text{ [mm}^2\text{]}, \quad s_v = 150 \text{ [mm]}$$

$$V_{Rd,max} = 196.124 \text{ [kN]} > V_{Rd,s} = 80.401 \text{ [kN]} > V_d = 62 \text{ [kN]} \rightarrow O.K$$

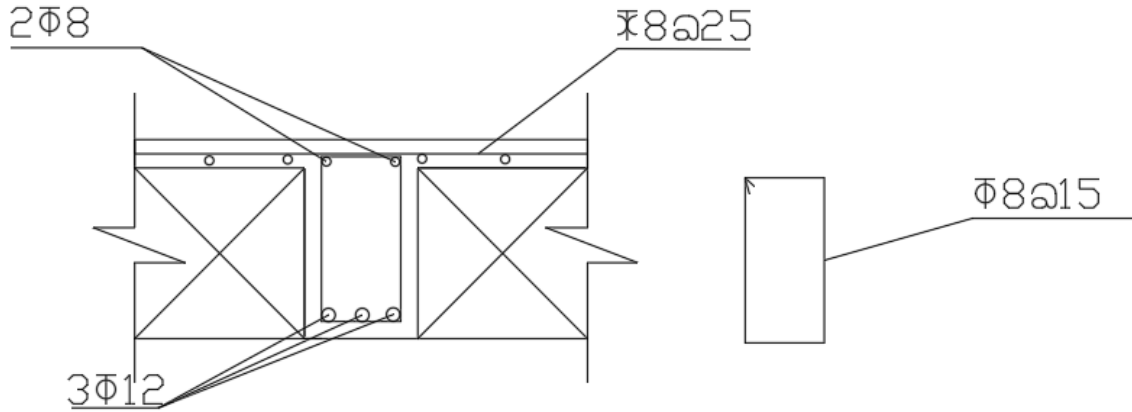
$$\rho_{v,min} = 0.1 \cdot \sqrt{0.7 \cdot f_{ck}} \cdot \frac{1}{f_{sk}} = 0.9165 \cdot 10^{-3} < 0.001 \rightarrow \rho_{v,min} = 0.001$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{b_w \cdot s_v \cdot \sin(\alpha)} = 0.0033$$

$$\rho_v > \rho_{v,min} \rightarrow O.K$$

חתך המייצג את ברזל בשדה הגמיש ביותר (עבור מומנט חיובי):

- חתך זה נכון גם עבור כיוון X וגם עבור כיוון Y:



בדיקת מרחק בין מוטות הזיון:

7.3 מרווחים מינימליים בין מוטות זיון בודדים

מוטות זיון מקבילים יסודרו בשורות אופקיות ואנכיות, באופן שיאפשר בעת ליציקת הבטון מעבר נוח לבטון בין מוטות הזיון, ריטוט יעיל ובלתי מופר, ויבטיח הידבקות נאותה בין הבטון לפלדה.

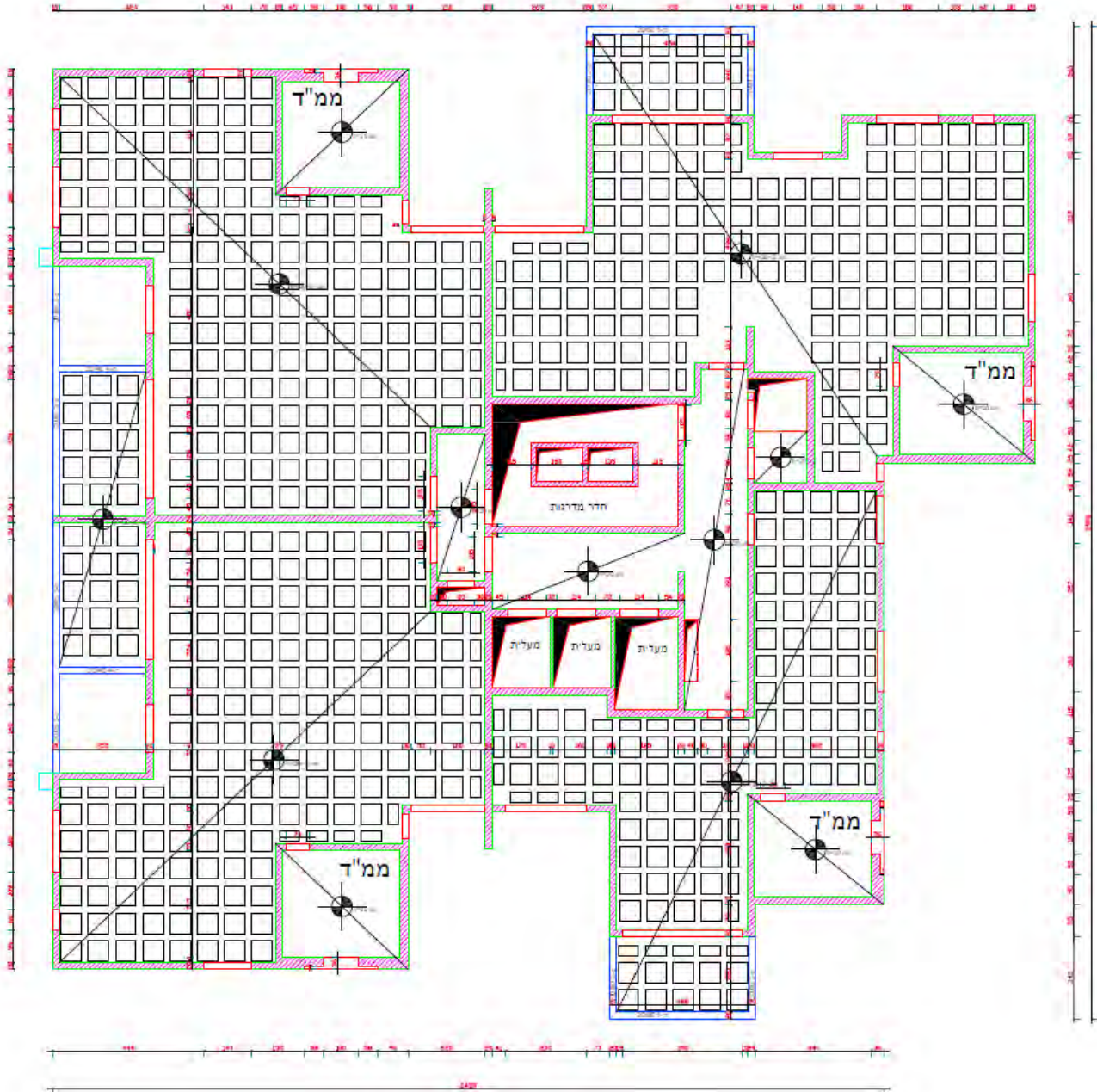
המרווח החופשי המינימלי בין מוטות זיון או קבוצות מוטות זיון, בכל הכיוונים, יהיה הגדול מבין:

- 20 מ"מ;
- קוטר מוט הזיון ϕ , העבה מבין המוטות בשכבות;
- $\frac{4}{3}$ גודל הגרגר המקסימלי באגרגאט שבבטון הנוצק.

$$e = \frac{200 - 2 \cdot 30 - 2 \cdot 8 - 3 \cdot 12}{2} = 44 [mm] > 20 [mm] \rightarrow O.K$$

תוכנית מידות וסידור בלוקים:

- תוכנית מידות מתוארת בצורה ברורה יותר בתוכנת AutoCAD.
- בנוסף בתוכנת AutoCAD מצורף תוכנית מידות לבלוקי מילוי



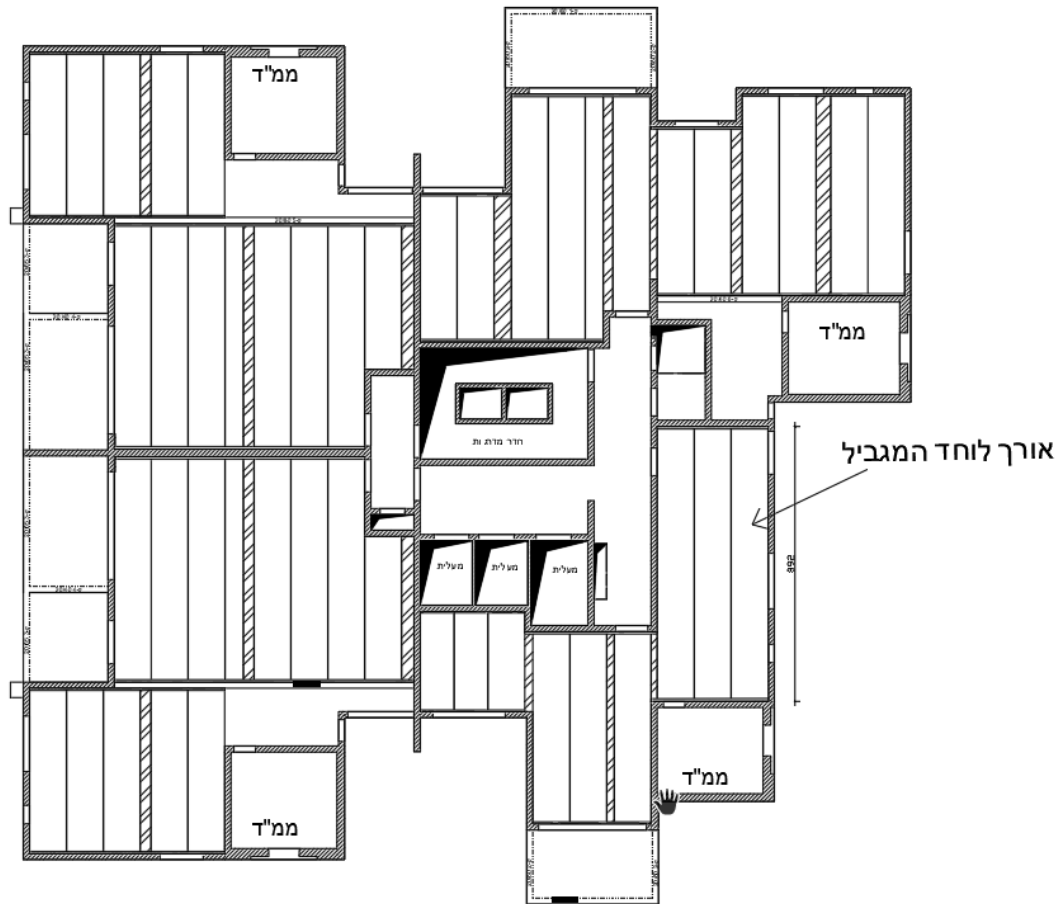
חלופה ג – תקרת לוח"דים :

עומס [ק"נ למ"ר]	עובי [ס"מ]	משקל מרחבי [ק"נ למ"ק]	שם תקן ישראלי וסעיף בתקן	פירוט	סוג העומס
0.9	5	18	ת"י 109 טבלה 8	מילוי חול	עומס קבוע נוסף
1.14	5	22.8	ת"י 109 טבלה 5	מרצפת טראצו 30 מ"מ עם מלט 20 מ"מ (מס' 3)	
0.18	1	18	ת"י 109 טבלה 5	טיח ממלט סידי	
1.5	-	-	ת"י 412 סעיף 2.1.2	מחיצות	
3.72				סה"כ	
1.5	-	-	ת"י 412 טבלה 1 סעיף 1.1	לרצפה בבית מגורים)1)	עומס שימושי
3.5	-	-	ת"י 412 טבלת 1 סעיף 13.2	למרפסות בבית מגורים)2)	

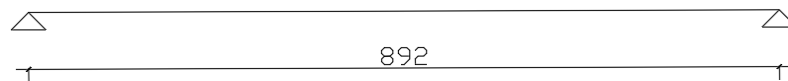
$$F_1 = \Delta g + q_{\text{מגורים}} = 3.72 + 1.5 = 5.22 \left[\frac{kN}{m^2} \right] = 522 \left[\frac{kg}{m^2} \right]$$

$$F_2 = \Delta g + q_{\text{מרפסת}} = 3.72 + 3.5 = 7.22 \left[\frac{kN}{m^2} \right] = 755 \left[\frac{kg}{m^2} \right]$$

- בחלופה זו מרפסות וגרעיני ההקשחה (כולל ממ"דים) יהיו מתקרה מקשית בעובי 20 ס"מ. נניח סידור לוח"דים בתקרה ונעריך את עובי התקרה לפי הלוח"ד המקביל (הארוך ביותר):



סכמה סטטית של הלוח"ד:



נבחר את עובי הלוח"ד והיציקה המשלימה לפי קטלוג אשקריט:

משקל עצמי לוחיים



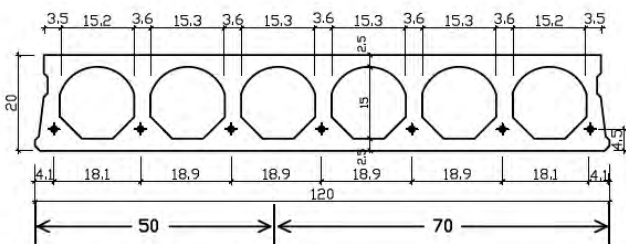
לוח"דים בעובי 20 ס"מ + טופינג 5 ס"מ
טבלאות עומס שימושי

318 kg/m לוחיד ברוחב 120 ס"מ
265 kg/m² לוחיד למיר
385 kg/m² לוחיד + טופינג בעובי 5 ס"מ, למיר

עמידות נבד אש למשך 120 דקות - מולי יציקה משלימה (טופינג)

עומס שירות (בנוסף למשקל עצמי) Kg/m²

11.00	10.75	10.50	10.25	10.00	9.75	9.50	9.25	9.00	8.75	8.50	8.25	8.00	7.75	7.50	7.25	7.00	6.75	6.50	6.25	6.00	5.75	5.50	5.25	5.00	טיפוס/מפתח	
								166	206	248	295	343	386	434	486	543	607	679	758	847	948	1062	1192	1341	1434	FR-20807
					152	188	228	271	318	368	424	485	551	625	706	796	897	1009	1130	1191	1258	1330	1410	1497	FR-20805	
151	183	217	255	295	338	384	434	489	548	613	683	760	845	939	1042	1107	1160	1218	1280						FR-20807	
193	227	264	303	345	391	440	494	552	614	683	758	840	930	1029	1086	1137	1191	1250	1313						FR-20807M	



נתונים נאומטריים

חתיך מרוכב	חתיך טרומי	cm	B	רוחב תקרה
120	120	cm	H	עובי תקרה
20+5	20	cm	A	שטח חתך
1720	1270	cm ²	I	מומנט ארציה
120,923	66,494	cm ⁴	Yt	מרכז כובד מסיב עליון
11.7	10	cm	Yb	מרכז כובד מסיב תחתון
13.3	10	cm	Bw	סכום רוחב צלעות
25.0	25.0	cm		
T3/8 " To = 7.2 ton				הערה - כח הדריכה
T1/2 " To = 11.4 ton				
(M) T1/2 " To = 12.4 ton				

עבור המפתח זה נבחר לוח"ד מסוג: FR-20807M

לפיכך עובי תקרת לוח"דים תהיה: 20+5 ס"מ, עובי לוח"ד יהיה 20 ס"מ ועובי יציקה המשלימה תהיה 5 ס"מ.

את עומק השענת הלוח"ד נבחר בהתאם לת"י 466 חלק 5:

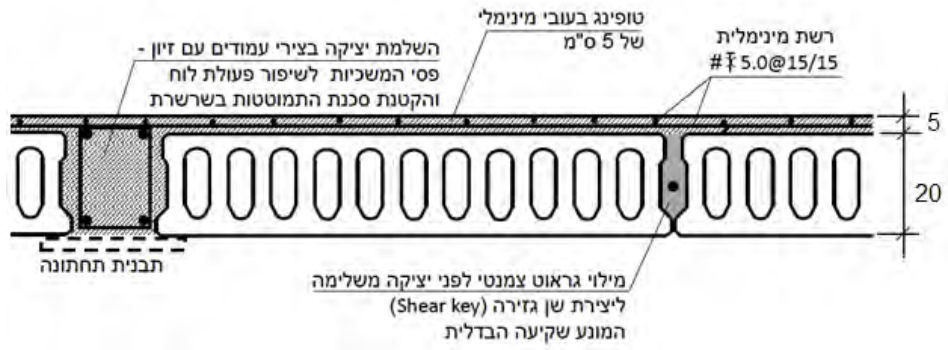
5.3. סמכים

א' - עומק ההשענה של הסבלות החלולות יהיה כנדרש בפרק "תקרות" בחלק 4 (2).
לטרות הנאמר בחלק 4, מותר השימוש בסבלות חלולות גם בהעדר זיון בולט מהטבלה החלולה לצורך עיגון, בתנאי שעומק ההשענה של הסבלה החלולה על הסמך יהיה לפחות כלהלן:

- 50 מ"מ - כשמיפתח הטבלה אינו גדול מ-4 מ' ;
- 70 מ"מ - כשמיפתח הטבלה אינו גדול מ-7 מ' ;
- 85 מ"מ - כשמיפתח הטבלה אינו גדול מ-10 מ' ;
- 100 מ"מ - כשמיפתח הטבלה אינו גדול מ-10 מ' .

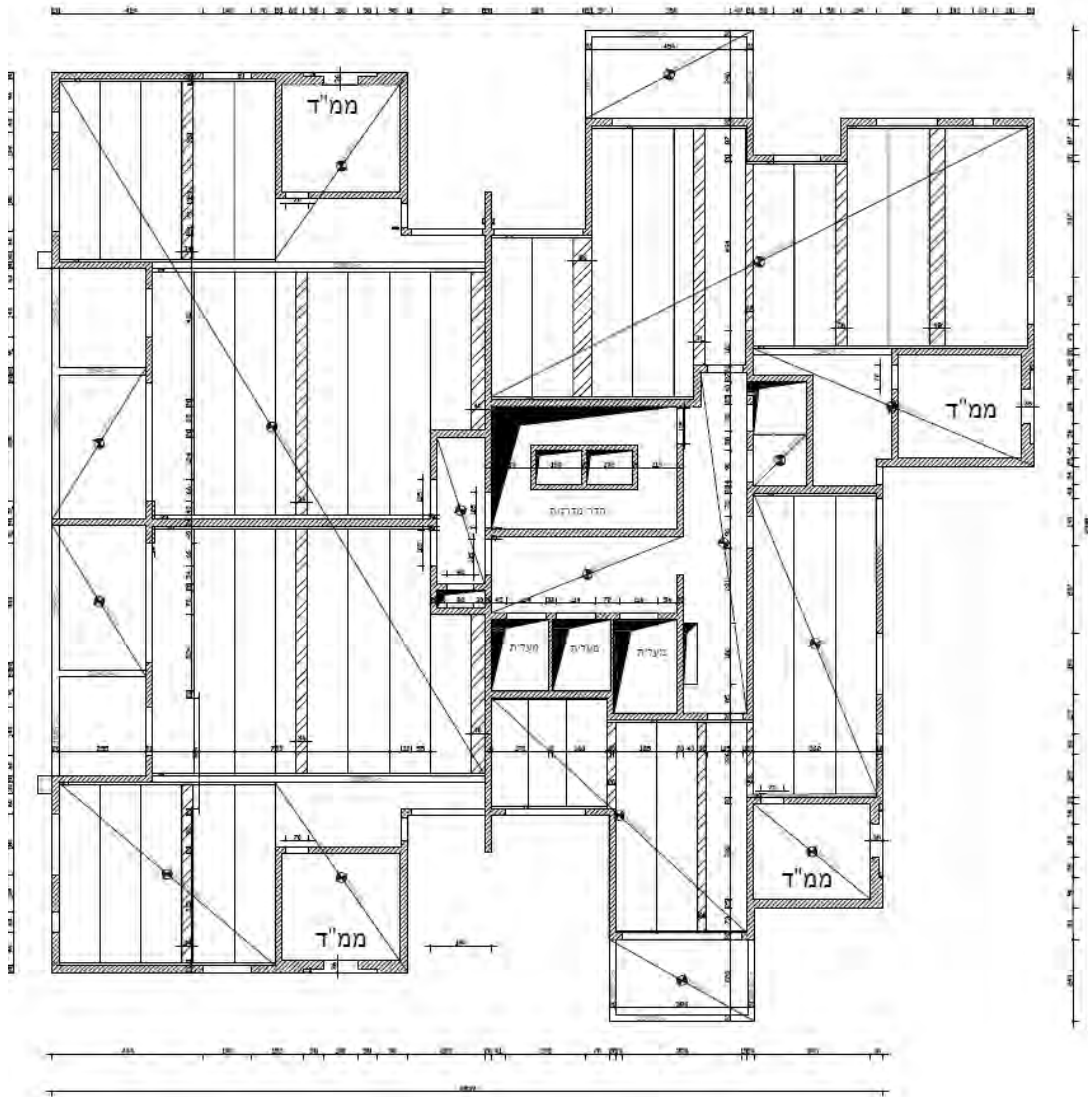
עבור מפתח זה נבחר עומק השענה של לפחות 8.5 ס"מ מכל צד

חתך טיפוסי של לוח"ד:



תוכנית לוח"דים :

- תוכנית לוח"דים מתוארת בצורה ברורה יותר בתוכנת AutoCAD.



השוואה חלופות:

קריטריונים לבחינת החלופות:

- אופן הביצוע.
- משך הביצוע.
- עובי תקרה.
- עלות התקרה.
- בידוד טרמי, אקוסטי.
- קבלת כוחות אופקיים.
- חלוקת עומסים.
- משקל עצמי.
- אדריכלות.

חלופה ראשונה תקרה מקשית שטוחה:

מאפיינים	שטח/כמות	עובי	מחיר	סעיף	עלות
שטח תקרה כולל	601 מ"ר	22	283.6 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ר}}$	02.081.0040 02.081.0050 (בוצע אינטרפולציה)	₪170,443
שטח ברזל מוטות	3.540 טון		4890 $\frac{\text{₪}}{\text{טון}}$	02.100.0011	₪17,310
שטח ברזל רשתות	8.05 טון		5100 $\frac{\text{₪}}{\text{טון}}$	02.100.0031	₪41,055
סה"כ					₪228,808

חלופה שנייה תקרת ערוגות בלא קורות בלי טבלה תחתונה:

מאפיינים	שטח/כמות	עובי	מחיר	סעיף	עלות
שטח תקרה עיקרי	498.272 מ"ר	30+5	285 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ר}}$	02.084.0050	₪142,007
ממ"דים וחלק מגרעין ההקשחה	102.728 מ"ר	20	266 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ר}}$	02.081.0040	₪27,325
שטח ברזל	נניח 6 טון (נתון זה הובא מסטראפ)		4890 $\frac{\text{₪}}{\text{טון}}$	02.100.0011	₪29,340
שטח ברזל רשתות (בטופינג)	נניח 1 טון		5100 $\frac{\text{₪}}{\text{טון}}$	02.100.0031	₪5,100
סה"כ					₪203,772

חלופה שלישית תקרת לוח"דים :

מאפיינים	כמות	עובי	מחיר	סעיף	עלות
שטח תקרה עיקרי	424 מ"ר	20	297 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ר}}$	03.030.0090	125,928 ₪
טופינג	424 מ"ר	5	940 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ק}}$	02.085.0010	19,928 ₪
ממ"דים + גרעין+מרפסות+ שטחים נוספים מבטון	178 מ"ר	20	266 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ר}}$	02.081.0040	47,348 ₪
שטח ברזל רשתות	נניח 1 טון		5100 $\frac{\text{₪}}{\text{טון}}$	02.100.0031	5100 ₪
תוספת קורות 20/80	3.12 מ"ק		1250 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ק}}$	02.071.0024	3900 ₪
תוספת קורות 20/40	0.325 מ"ק		1369 $\frac{\text{₪}}{\text{מ"ק}}$	02.071.0010 02.071.0020 בוצע אינטרפולציה	444.925 ₪
סה"כ					202,650 ₪

• לפי סעיף 3.0007, מחיר הלוח"ד כולל בתוכו את הובלת הלוח"ד והרכבתו באתר.

מאפיינים	תקרה מקשית שטוחה	תקרת ערוגות	תקרת לוח"דים
אופן הביצוע	בינוני	מורכב	מורכב מאוד
משך ביצוע	קצר	ארוך	ארוך מאוד
עובי תקרה	22 ס"מ	30+5 ס"מ	20+5 ס"מ
עלות התקרה	228,808 ₪	203,772 ₪	202,650 ₪
בידוד טרמי/אקוסטי	נמוך	טוב	גבוה
קבלת כוחות אופקיים	טובה	טובה	נמוכה
חלוקת עומסים	טובה	בינוני	נמוכה
משקל עצמי	גבוה	נמוך	נמוך
תשומות כוח אדם	נמוך	גבוה	בינוני

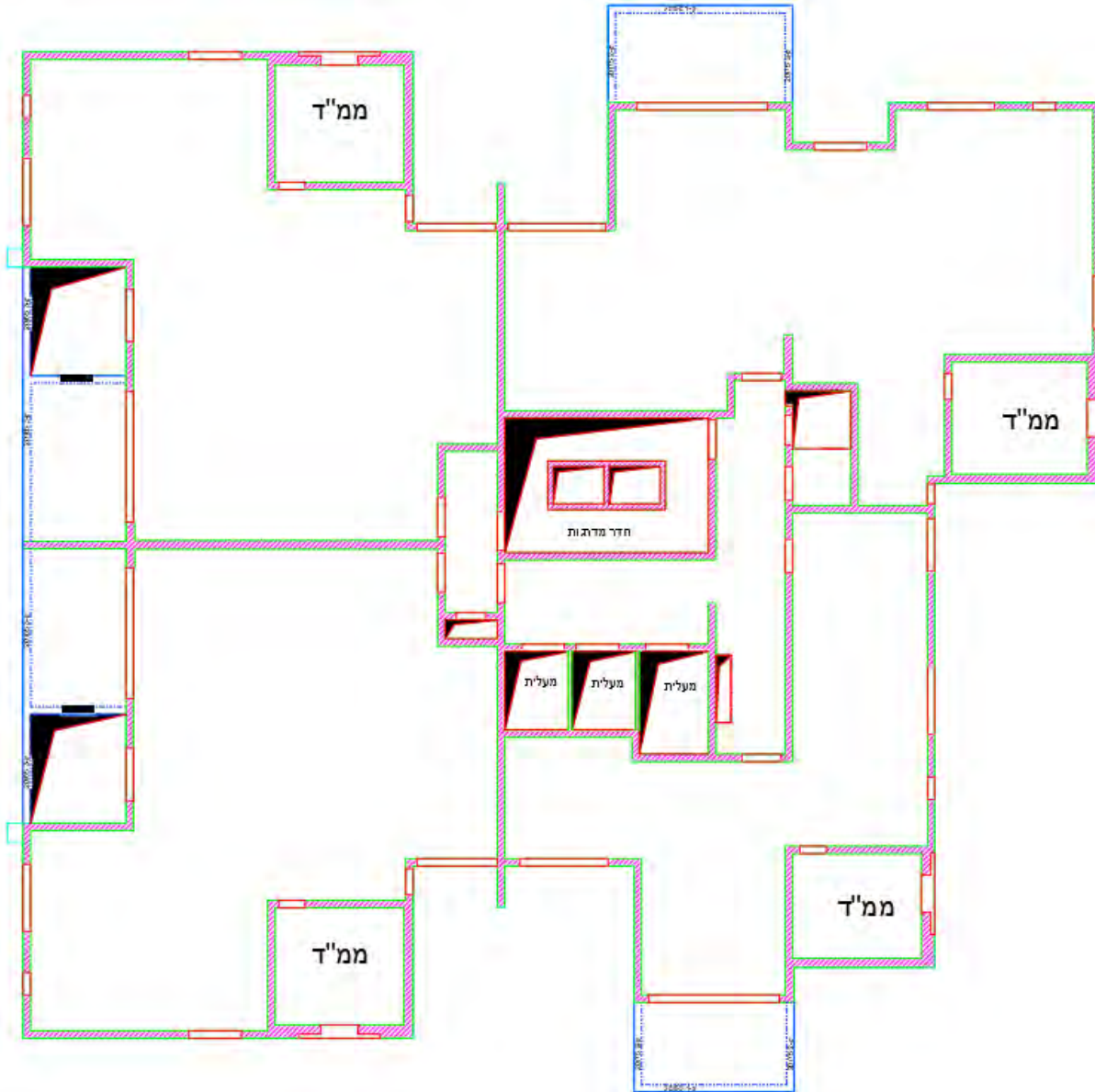
מסקנה:

חלופות מהזול ליקר : חלופה שלישית ← חלופה שניה ← חלופה ראשונה.

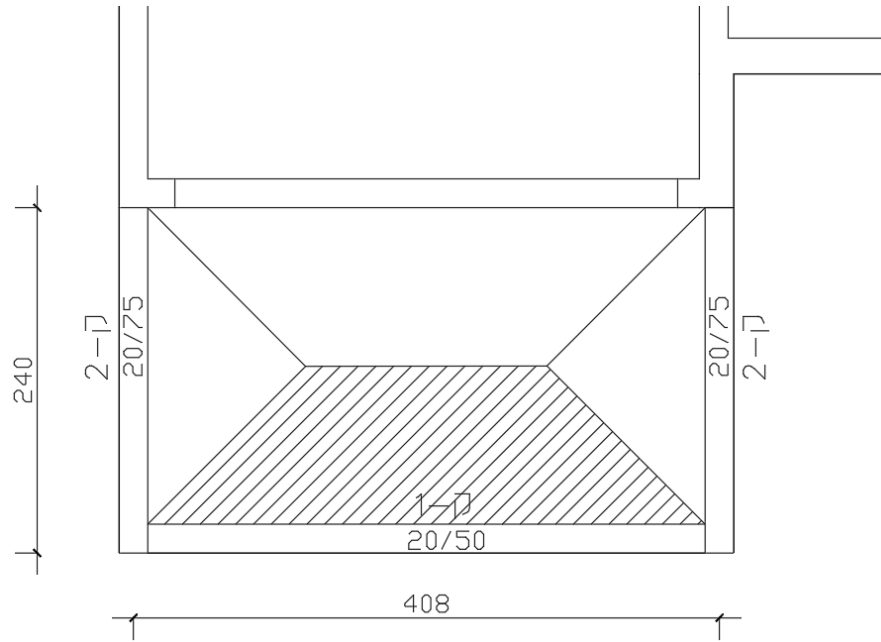
- יש לשים לב כי עלות החלופות בסדר זה, משום שאין התחשבות בתשומת כוח אדם ומורכבות ביצועית של החלופה.
- כאשר נתחשב בתשומות כוח אדם, משך הביצוע ואופן הביצוע חלופה הראשונה (תקרה מקשית שטוחה) תהיה החלופה הכלכלית ביותר והכדאית ביותר, בנוסף אציין שיש לחלופה הראשונה יתרון בקבלת כוחות אופקיים ולכן נבחר בחלופה זו.

תכן קורות:

העברת עומסים לקורה תבצע בעזרת השיטה הפלסטית "קווי שבר" לפי ת"י 466.2. אין טעם לבדוק את הקורה לכפף היות ובוצע על כל מבנה הקומה הטיפוסית מידול בתוכנת STRAP והתקבל שאין חריגה בשקיעות.



קורה ק-1:

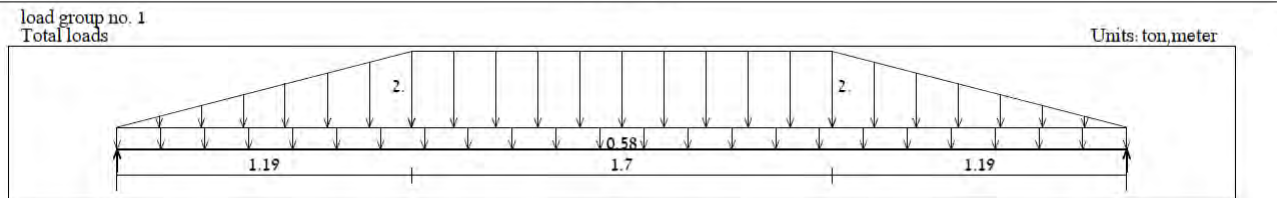


סכמה סטטית של הקורה:



עומסי תכן הפועלים על הקורה:

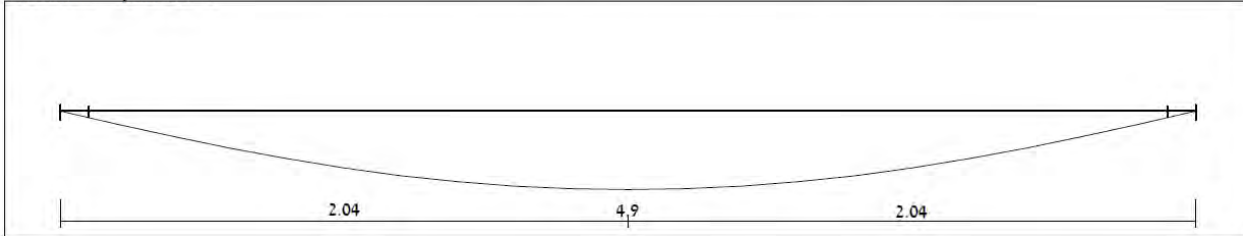
Loading



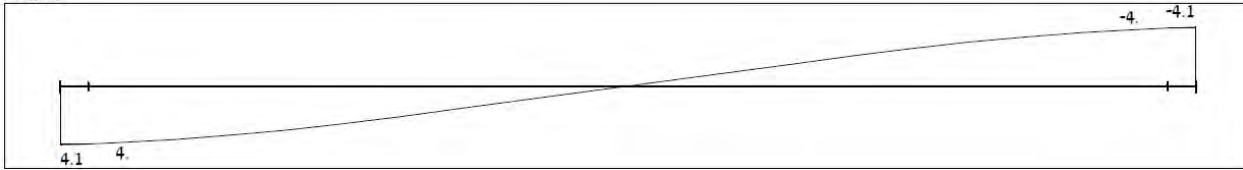
מהלך מומנטים וגזירה וראקציות:

Moment/Shear Envelope (Factored) Units: ton,meter

Moments: spans 1 to 1



Shear

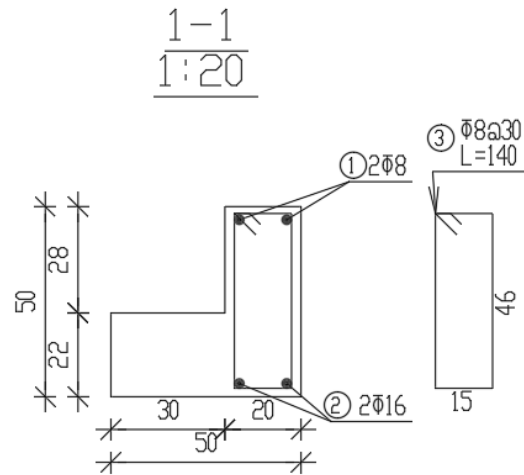
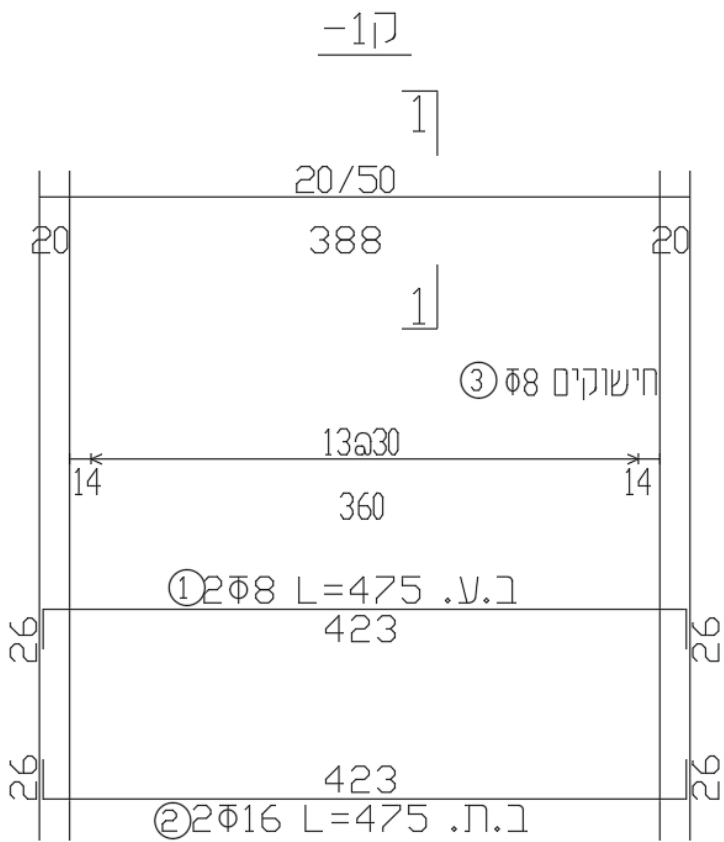
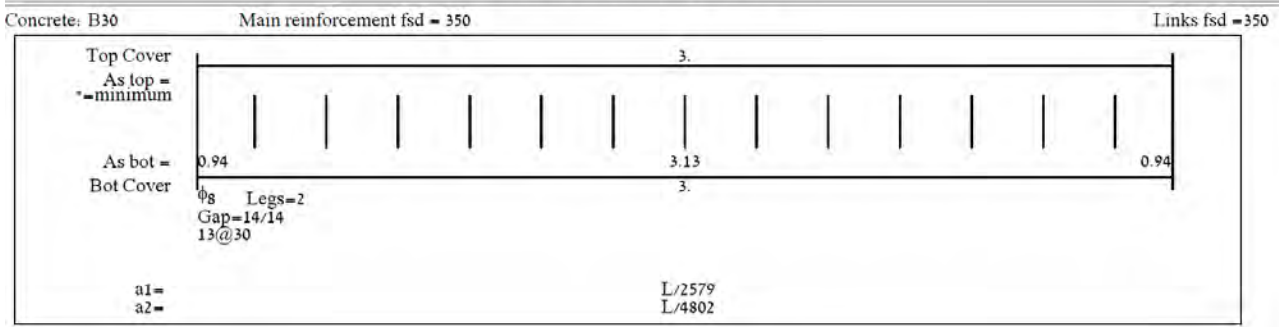


Reactions

Factored		
MaxR	4.08	4.08
MinR	4.08	4.08

תוכנית זיון לקורה ק-1:

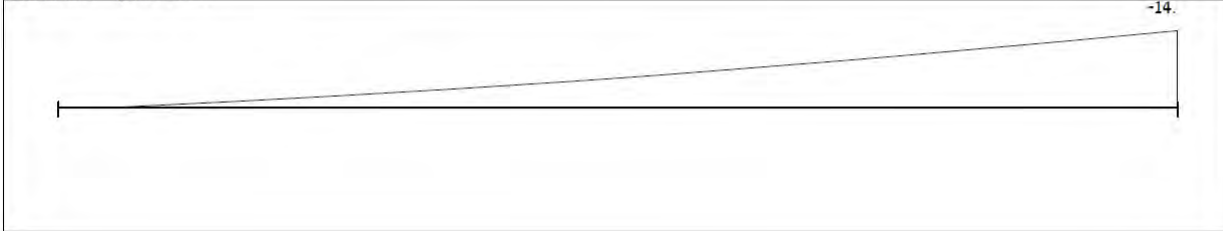
Reinforcement (cm²)



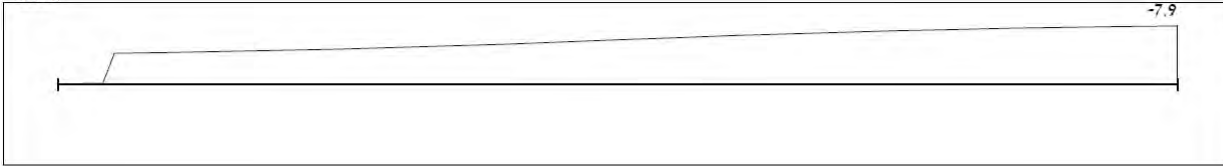
מהלך מומנטים וגזירה וראקציות:

Moment/Shear Envelope (Factored) Units: ton,meter

Moments: spans 1 to 1



Shear

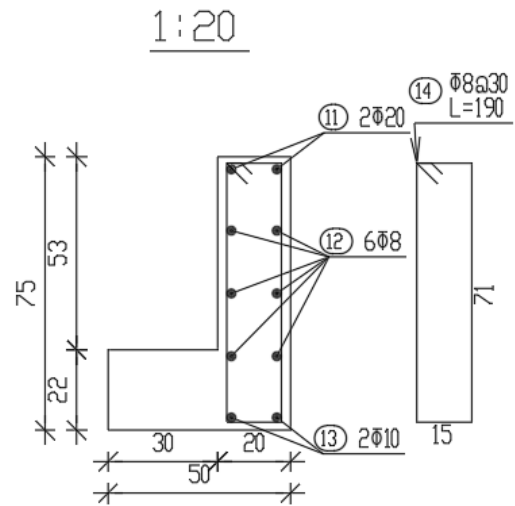
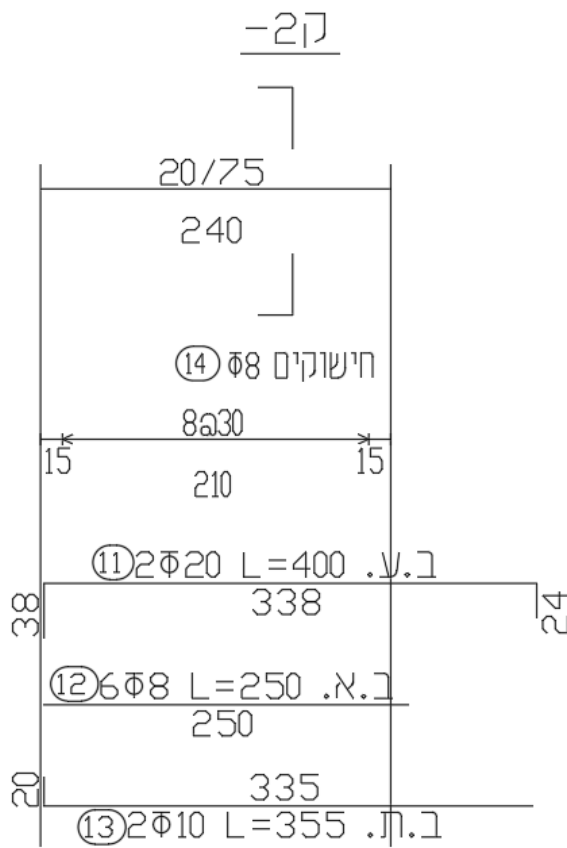
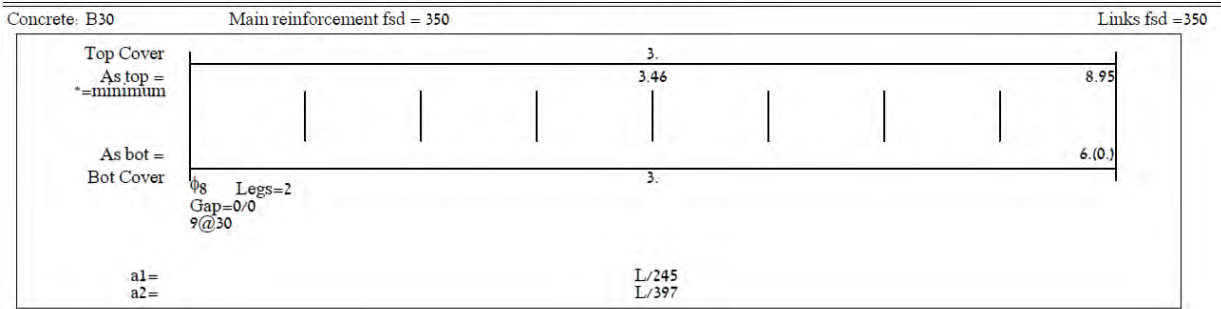


Reactions

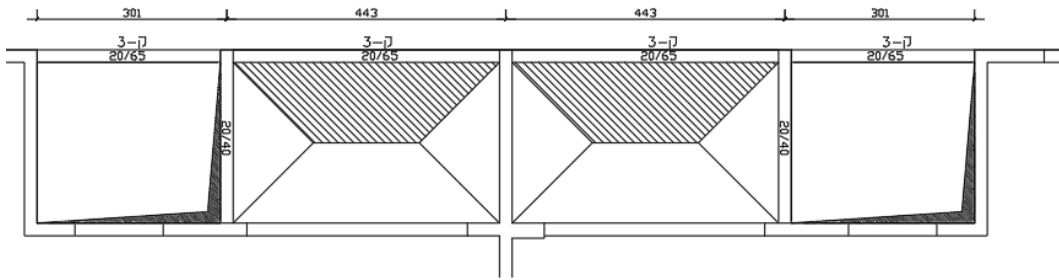


תוכנית זיון לקורה ק-2:

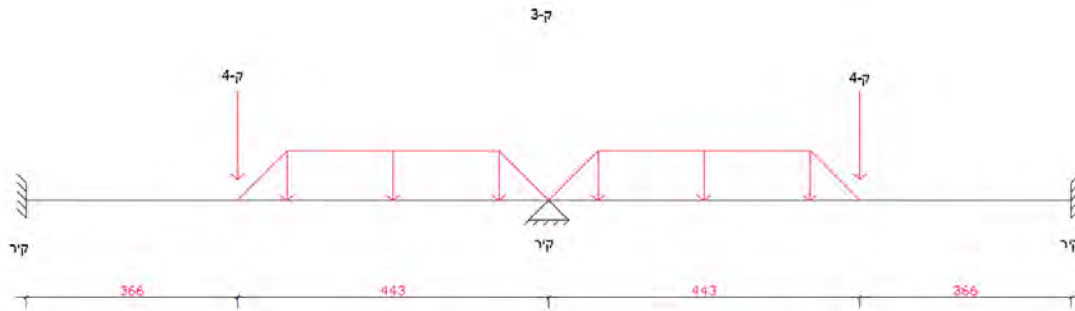
Reinforcement (cm 2)



קורה ק-3:

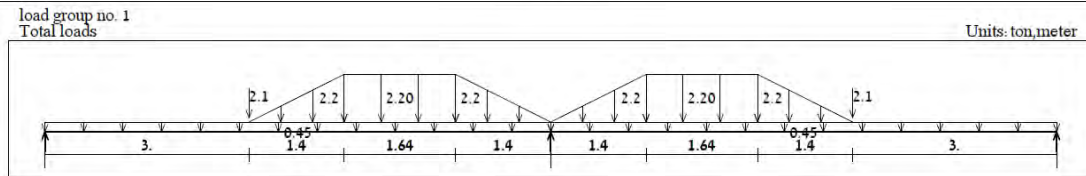


סכמה סטטית של הקורה:



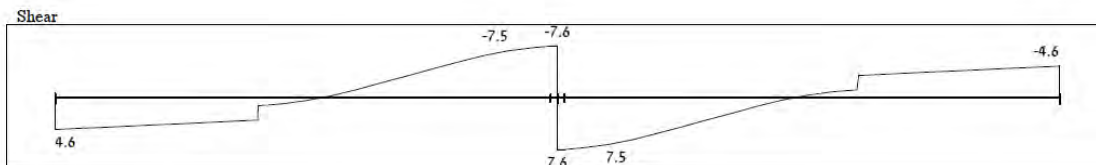
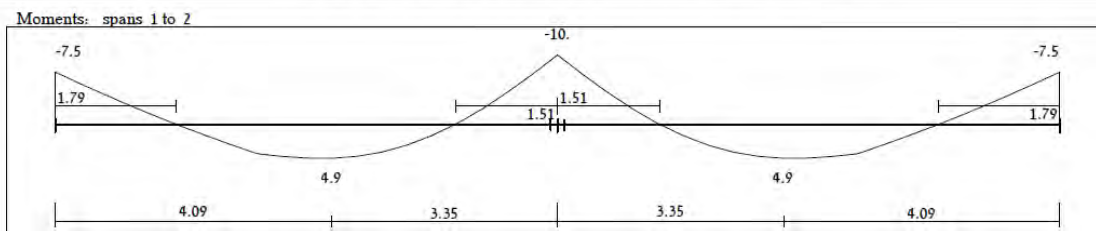
עומסי תכן הפועלים על הקורה:

Loading



מהלך מומנטים וגזירה וראקציות:

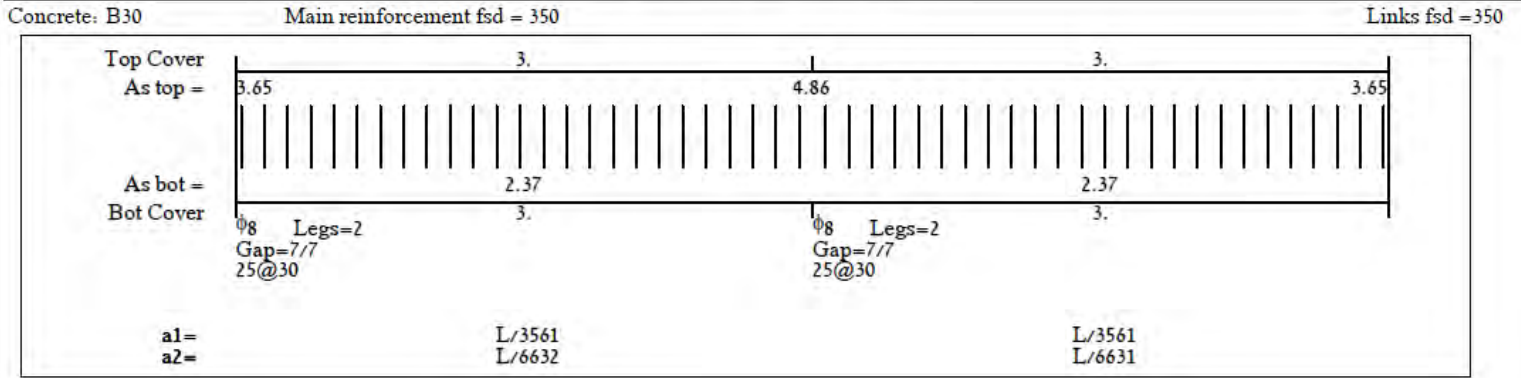
Moment/Shear Envelope (Factored) Units: ton, meter



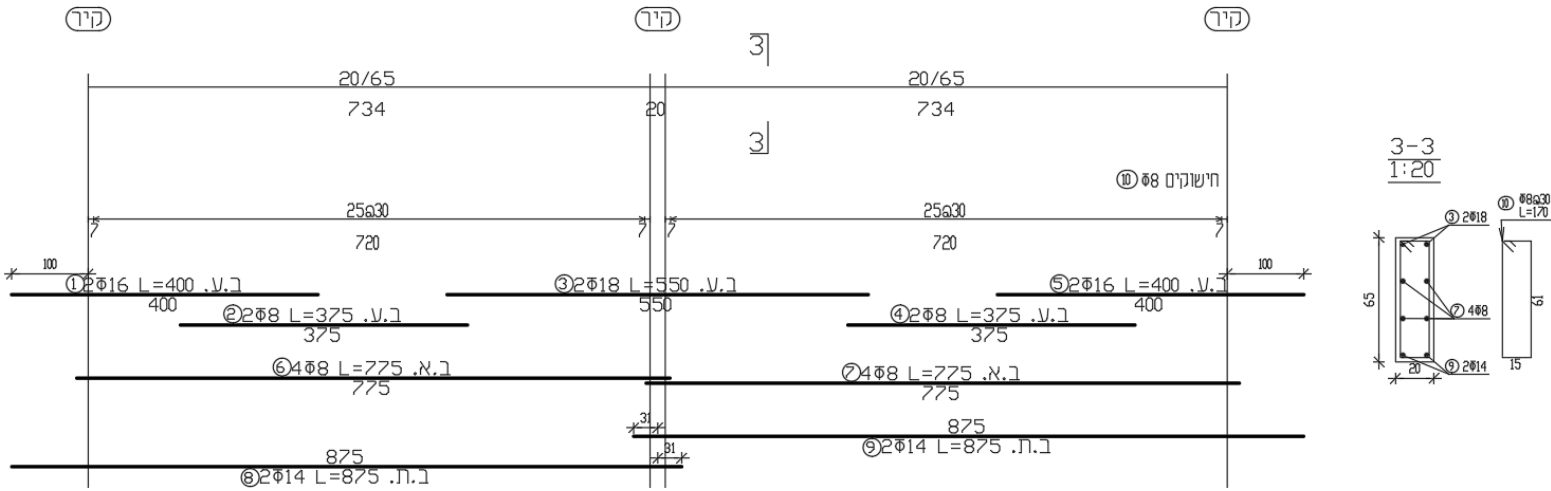
Reactions

Factored			
MaxR	4.61	15.12	4.61
MinR	4.61	15.12	4.61

Reinforcement (cm 2)

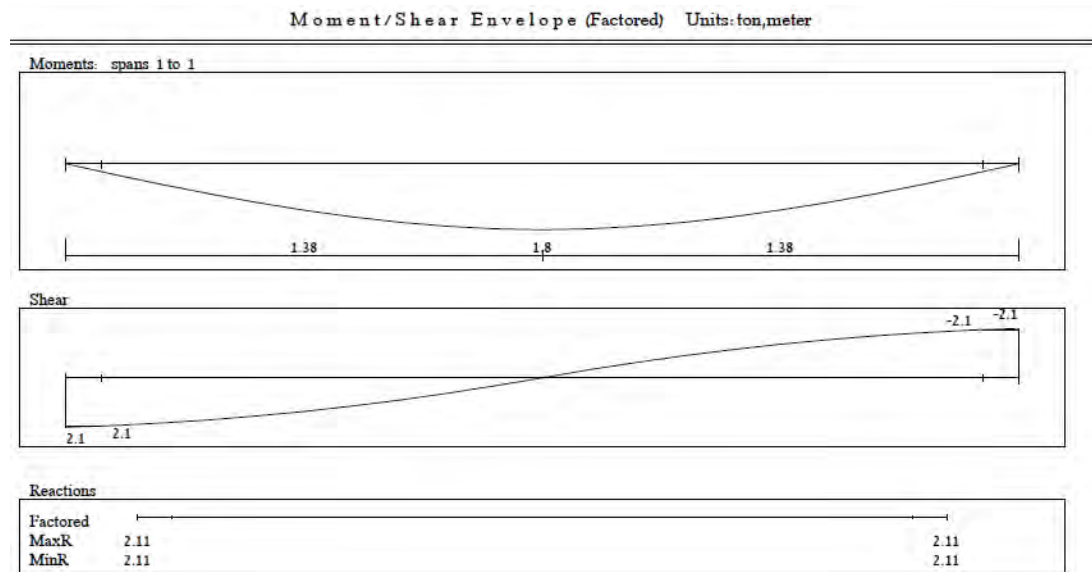


ק-3 קיר קיר



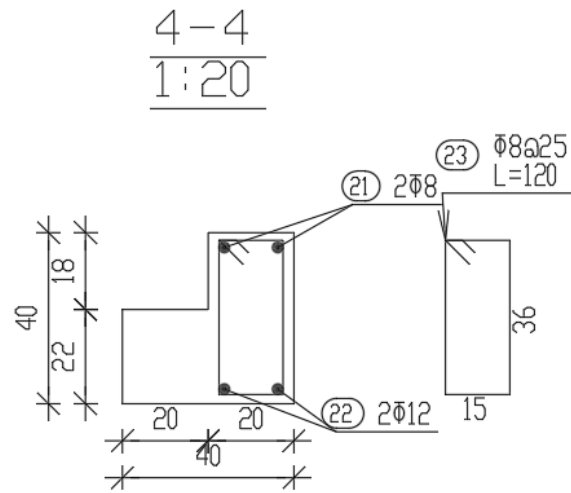
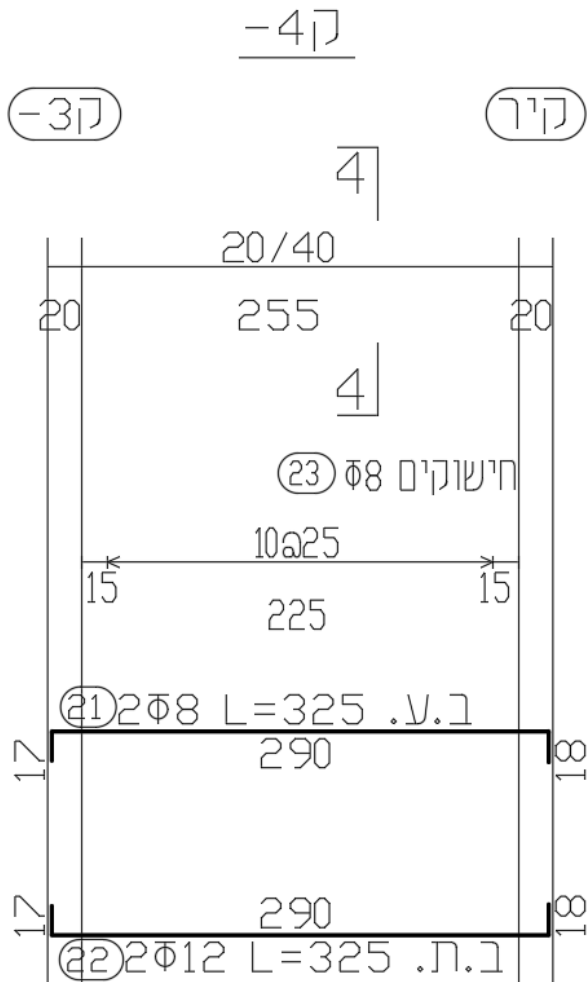
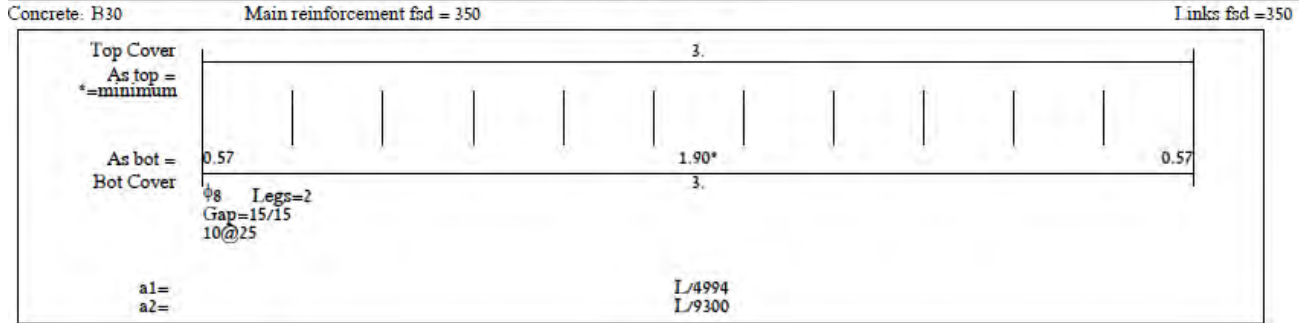
תוכנית זיון לקורה ק-3:

מהלך מומנטים וגזירה וראקציות:



תוכנית זיון לקורה ק-4:

Reinforcement (cm 2)



תכן לרעידות אדמה:

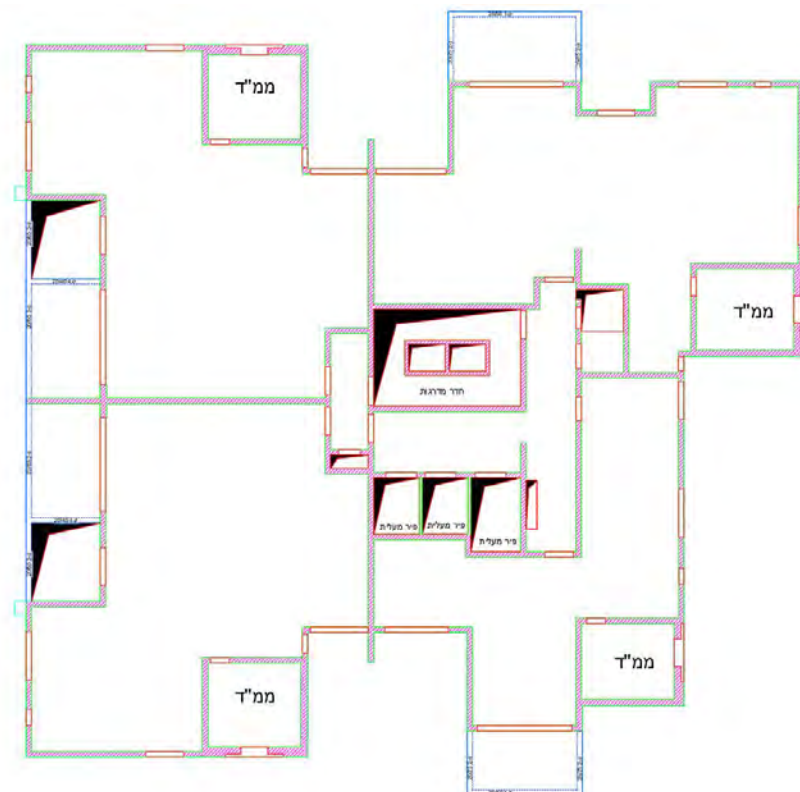
המבנה ממוקם בהוד השרון – מבנה מגורים מקבוצת חשיבות ג' מתוכנן לרמת משיכות בינונית.

עד לפרק זה, דנו וחישבנו את הכוחות הגרביטציוניים (האנכיים) הפועלים על המבנה וכיצד יש לתכנן את המבנה כך שיקבל עומסים אלו. בפרק זה, נעסוק בכוחות אופקיים הפועלים על המבנה כתוצאה מרעש סיסמי (רעידת אדמה). במבנה זה, תכן לרעידות אדמה חמור בהרבה מתכן לרוח ולכן נסתפק בתכן לרעידות אדמה. כוחות אופקיים אלו פועלים בקירוב טוב במפלסי התקררות שם מרוכזת רוב המסה הקומתית, כוחות מועברים דרך התקררות אשר משמשות כדיאפרגמה (לוח) קשיחה במישורה אל אלמנטי ההקשחה השונים במבנה, אשר מקבלים את העומסים ומעבירים אותם אל מערכת הביסוס ולקרע.

יציבות המבנה ברעידות אדמה – מערכת הקשחה:

במבנה קיימים מספר אלמנטי הקשחה עיקריים מסוג "גרעין הקשחה". גרעיני הקשחה הם אלמנטים רציפים לכל גובה המבנה היצוקים במקשה אחת וזיון המשכי, כתוצאה מכך ניתן להניח שסכמה הסטטית של המבנה היא ריתום זיז. הגרעינים במבנה זה הם פירי המעליות, חדרי מדרגות וממ"דים. בנוסף, המבנה כולו בנוי מקירות בטון מזויין הגורמים להקשחה נוספת במישורם.

ניתן לראות בסכמה המצורפת את הרכיבים העיקריים במערכת ההקשחה:



בשלב הראשוני נבדוק את הכוחות האופקיים הפועלים על המבנה והאם מערכת ההקשחה המוצגת מספקת מענה נאות ליציבות תקינה של המבנה. בשלב השני, נתכנן את גרעין המבנה לכוחות אותם הוא יקבל בפעול כרעש אדמה.

ישנם שני סוגי אנליזות לרעידות אדמה עפ"י ת"י 413:

1. אנליזה סטטית שקילה: אנליזה המתאימה למבנים סדירים.

בשל המגרעות הרבות הקיימות במבנה זה וחוסר הסימטריה לא ניתן להגדיר את המבנה סדיר. לכן לא ניתן להסתפק באנליזה סטטית שקילה בלבד.

2. אנליזה מודלית: אנליזה המתבצעת בעזרת תוכנות מחשב (STRAP) המתחשבת במבנה בעל דרגות חופש רבות (כנלמד בקורס התיאורטי דינמיקה של מבנים). אנליזה זו מתאימה לכל סוגי המבנים.

בפרויקט זה נבדוק את הכוחות הפועלים על המבנה בעזרת שתי הגישות, נערוך השוואה מספרית בין התוצאות ונתכנן את המבנה לפי אנליזה מודלית.

אנליזה סטטית שקילה

אציג אנליזה של מבנה מגורים רב קומתי, מבטון מזוין לעומסים סימיים לפי ת"י 413.

המבנה בן 13 קומות

אלמנטי ההקשחה הראשיים של המבנה הם פירי הממ"דים, מדרגות, מעלית שאר קירות המבנה.

אציג חישוב של המבנה בשתי סוגי אנליזות – סטטית שקילה ומודאלית, תוך השוואה בין

האנליזות ע"י תוצאות הכוחות בקומות.

תקרות בעובי 22 ס"מ מתנהגות כדיאפרגמה ומעבירות כוחות לאלמנטי ההקשחה.

בניית ספקטרום תגובה:

מקדם חשיבות

מדובר במבנה מגורים בעל 13 קומות ולכן יוגדר כמבנה בעל חשיבות ג'.

טבלה 4 - מקדמי החשיבות, I, של מבנים (עד שיוגדר אחרת בתקנות התכנון והבנייה)

מקדם החשיבות	סוג המבנה	קבוצה
1.4	מבנים בעלי חשיבות ציבורית גבוהה, האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה ולאחריה: מבני תחנות כוח, בתי חולים, תחנות מכבי אש, תחנות משטרה, מרכזות טלפון, תחנות עזרה ראשונה (לרבות כניסות ומעברים, וכן מבני השירות ומכלי המים המשרתים אותם)	א
1.2	מבנים בעלי חשיבות ציבורית, האמורים לאפשר מילוט אנשים ללא סכנת חיים, כגון: בתי ספר, מעינות יום, בתי קולנוע, בתי תפילה, אולמי שמחות וריקודים, בנייני ציבור, בתי סוהר ובניינים שצפויה בהם התקהלות, לרבות בניינים מרובי אוכלוסין, כפי שנקבע על ידי הרשות המוסמכת	ב
1.00	כל שאר המבנים, שלא נכללו בקבוצות א ו-ב	ג
הערה: ראו גם סעיף 202.1.1.		

תאוצת קרקע:

המבנה ממוקם בהוד השרון לפי טבלאות ת"י 413 עבור תקופת חזרה של 475 שנה (50y@10%):

$$z = 0.06$$

$$s_s = 0.16$$

$$s_1 = 0.04$$

רמת משיכות:

המבנה יתוכנן לרמת משיכות בינונית.

טבלה 5 – ערכים מרביים^(א) של מקדם הקטנת הכוח K למבנה בטון מזוין

מס'	מערכת הקשחה	רמת משיכות	
		נמוכה	בינונית
1	מסגרות מרחביות כפיפות מבטון מזוין	1.5	3.5
2	מסגרות מרחביות מוקשחות מבטון מזוין	1.5	3.0
3	קירות הקשחה או מערכות דואליות, מבטון מזוין	1.5	3.0

הערות לטבלה:
 (א) במבנים לא סדירים, ברמת משיכות בינונית וגבוהה, יוקטן ערך מקדם ההקטנה K ב-20%.
 (ב) מבנים קיימים יטופלו בכפוף להנחיות סעיף 108.

גרף ספקטרום התגובה:

202.2.2. תאוצות תכן ספקטריות ומקדמי אתר

מקדמי תאוצות התכן הספקטריות בהשפעת תנאי הקרקע באתר, S_{DS} ו- S_{D1} , יחושבו לפי נוסחות (1) ו(2), כאשר ערכי S_1 ו- S_3 ייקבעו לפי ההסתברות הדרושה (כגון 10% ב-50 שנה, 2% ב-50 שנה):

$$S_{DS} = F_a S_3 \quad (1)$$

$$S_{D1} = F_v S_1 \quad (2)$$

שבהן:

F_a - מקדם האתר בזמני מחזור קצרים כמפורט בטבלה 2

F_v - מקדם האתר בזמני מחזור ארוכים כמפורט בטבלה 3

לפי הדו"ח קרקע, בחתך הקרקע באתר נמצא סוג קרקע קשיחה ולכן נבחר בסוג D

טבלה 1 - סיווג הקרקע באתר

סוג הקרקע באתר	תיאור	מהירות גל הגזירה ב-30 מ' העליונים של קרקע השתית (מטר לשנייה)	התנגדות בבדיקת החדרה תקינית (SPT) ^(א)	חוזק גזירה לא מנוקז (קילופסקל) ^(א)
		\bar{V}_s	\bar{N}	\bar{s}_u
A	סלע קשה	> 1500	-	-
B	סלע	760 - 1500	-	-
C	קרקע צפופה מאוד או סלע רך	360 - 760	> 50	> 100
D	קרקע קשיחה	180 - 360	15 - 50	50 - 100
E	חרסית רכה (ראו גם סעיף 202.2.1)	< 180	< 15	< 50
F	תנאים לסיווג ראו בסעיף 202.2.1. במקרה זה יש לעשות אנליזת תגובת אתר ספציפית כמפורט בסעיף 202.2.3.			

הערות לטבלה:
 (א) במקרה של אי-התאמה בין בדיקת \bar{N} ל- \bar{s}_u , תסווג הקרקע באתר לפי הקרקע הרכה יותר.
 (ב) במבנים מקבוצות חשיבות ב-1 ו-2 הממוקמים באזור החשוד בהגברות חריגות, כמוצג במפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (נספח ט) ואשר עבורם לא נעשה סקר תגובת אתר ספציפי, תסווג הקרקע בדרגת קשיחות פחותה ברמה אחת מזו המתקבלת על פי הקריטריונים בטבלה (לדוגמה, סוג קרקע C יוגדר כסוג קרקע D).

טבלה 2 - מקדם האתר בזמני מחזור קצרים, F_a

תאוצה ספקטרית אופקית על סלע (סוג קרקע B) עבור זמן מחזור קצר, S_s (סעיף 202.1.1)					סוג הקרקע באתר
$S_s \geq 1.25$	$S_s = 1.0$	$S_s = 0.75$	$S_s = 0.5$	$S_s \leq 0.25$	
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	A
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B
1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	C
1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	D
0.9	0.9	1.2	1.7	2.5	E
סעיף 202.2.3					F

טבלה 3 - מקדם האתר בזמני מחזור ארוכים, F_v

תאוצה ספקטרית אופקית על סלע (סוג קרקע B) עבור זמן מחזור של שנייה אחת, S_1 (סעיף 202.1.1)					סוג הקרקע באתר
$S_1 \geq 0.5$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.2$	$S_1 \leq 0.1$	
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	A
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	B
1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	C
1.5	1.6	1.8	2.0	2.4	D
2.4	2.4	2.8	3.2	3.5	E
סעיף 202.2.3					F

$$F_a = 1.6$$

$$F_v = 2.4$$

$$S_{DS} = 1.6 * 0.16 = 0.256$$

$$S_{D1} = 2.4 * 0.04 = 0.096$$

א. בתחום שבו T קטן מ-T₀ :

$$S_a = S_{DS} (Z/S_s + (1-Z/S_s) T/T_0) \quad (א3)$$

כאשר :

T₀ - זמן מחזור בגבול בין התחום הראשון לתחום השני (שניות), שערכו :

$$T_0 = 0.2 (S_{D1} / S_{DS}) \quad (ב3)$$

$$T_0 = 0.2 * \left(\frac{0.096}{0.256} \right) = 0.075 \text{ sec}$$

$$S_a = 0.256 * \left(\frac{0.06}{0.16} + \left(1 - \frac{0.06}{0.16} \right) * \frac{T}{0.075} \right) = 0.096 + 2.133 * T$$

ב. בתחום שבו T בין T₀ ל-T_S :

$$S_a = S_{DS} \quad (ד3)$$

כאשר :

T_S - זמן המחזור בגבול שבין התחום השני לשלישי (הקרוי גם 'זמן המחזור הפינתי הקצר'),

שערכו :

$$T_S = S_{D1} / S_{DS} \quad (ה3)$$

$$T_S = \left(\frac{0.096}{0.256} \right) = 0.375 \text{ sec}$$

$$S_a = S_{DS} = 0.256$$

ג. בתחום שבו T בין T_S ל- T_L :

$$S_a = S_{D1} / T \quad (13)$$

כאשר :

T_L - זמן המחזור בגבול שבין התחום השלישי לרביעי (הקרוב גם לזמן המחזור הפינתי הארוך) (ראו נספח ח). ערכו גדול מ-4 שניות, והוא נקבע בהתאם למיקום האתר ומצוין במפות התקן עבור זמן המחזור הפינתי הארוך.

$$T_L = 6 \text{ sec}$$

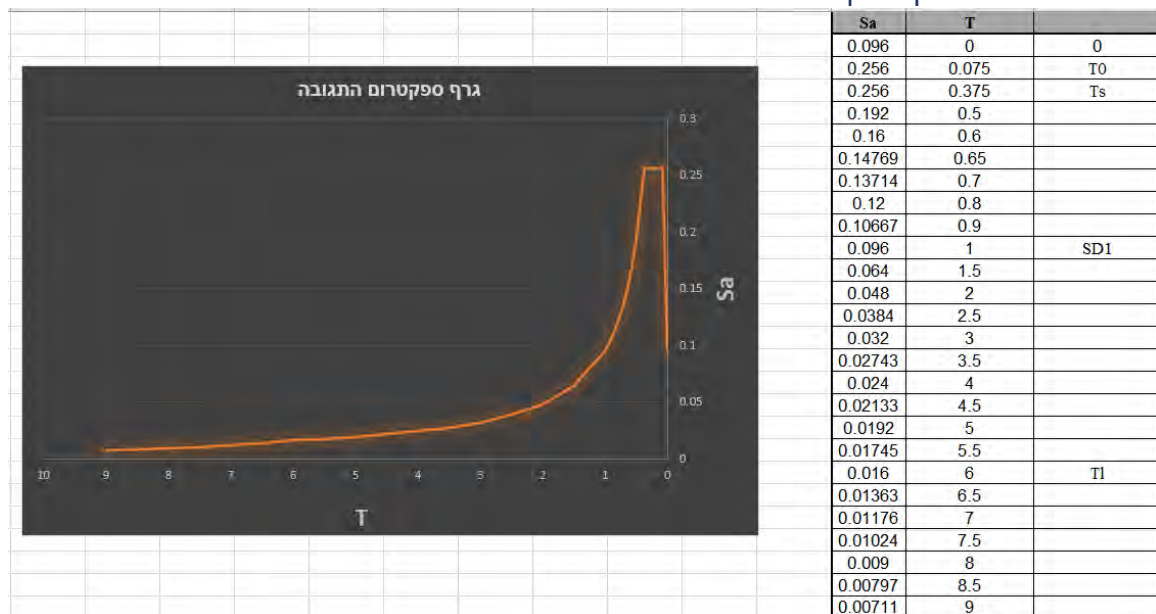
$$S_a = S_{D1} / T = 0.096 / T$$

ד. בתחום שבו זמני מחזור ארוכים מ- T_L :

$$S_a = S_{D1} (T_L / T^2) \quad (13)$$

$$S_a = 0.096 \frac{6}{T^2} = \frac{0.576}{T^2}$$

חישוב ושרטוט גרף ספקטרום התגובה:



זמן מחזור T:

חישוב זמן מחזור בסיסי של המבנה יחושב לפי ת"י 413 סעיף 203.4:

בשאר המבנים :

$$T = 0.050H^{3/4} \quad (ג6)$$

$$H = 3.05 * 13 = 39.65 [m]$$

$$T_{calc} = 0.05 * 39.65^{0.75} = 0.69 [sec]$$

$$T_s < T_{calc} < T_L \rightarrow 0.375 sec < 0.69 sec < 6.00 sec \rightarrow O.K.$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0.096}{0.79} = 0.12$$

I , מקדם חשיבות המבנה:

המבנה בפרויקט הינו מבנה מגורים.

טבלה 4 - מקדמי החשיבות, I, של מבנים (עד שיוגדר אחרת בתקנות התכנון והבנייה)

מקדם החשיבות	סוג המבנה	קבוצה
1.4	מבנים בעלי חשיבות ציבורית גבוהה, האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה ולאחריה: מבני תחנות כוח, בתי חולים, תחנות מכבי אש, תחנות משטרה, מרכזות טלפון, תחנות עזרה ראשונה (לרבות כניסות ומעברים, וכן מבני השירות ומכלי המים המשרתים אותם)	א
1.2	מבנים בעלי חשיבות ציבורית, האמורים לאפשר מילוט אנשים ללא סכנת חיים, כגון: בתי ספר, מעונות יום, בתי קולנוע, בתי תפילה, אולמי שמחות וריקודים, בנייני ציבור, בתי סוהר ובניינים שצפויה בהם התקהלות, לרבות בניינים מרובי אוכלוסין, כפי שנקבע על ידי הרשות המוסמכת	ב
1.00	כל שאר המבנים, שלא נכללו בקבוצות א ו-ב	ג
הערה: ראו גם סעיף 202.1.1.		

$$I = 1$$

מקדם תכן סיסמי

חישוב מקדם תכן סיסמי לפי ת"י 413 סעיף 204.2:

$$C_d = \frac{S_a I}{K} \quad (7)$$

C_d יהיה כפוף להגבלות אלה:

$$C_d \geq 0.2ZI \quad \text{א.}$$

$$C_d \geq 0.015I \quad \text{ב.}$$

$$C_d \geq 0.75S_1 I/K \quad : S_1 > 0.4 \quad \text{ג. באנליזה סטטית שקילה בלבד כאשר}$$

$$C_d = \frac{(0.12 * 1)}{3} = 0.04 [g]$$

$$0.2ZI = 0.2 * 0.06 * 1 = 0.012 < 0.03 \quad \text{O.K.}$$

$$0.015I = 0.015 * 1 = 0.015 < 0.04 \quad \text{O.K.}$$

$$S_1 = 0.04 < 0.4$$

$$C_d = 0.04 [g]$$

אנליזה סטטית שקילה:

את האנליזה הסטטית השקילה אבצע לקומה הטיפוסית.

עומסים אופייניים לקומה טיפוסית:

מקדם השכיחות לעומס שימושי במבנה מגורים על פי טבלה 8:

$$k_q = 0.2 \rightarrow \text{מבני מגורים ומבני משרדים}$$

חישוב שטחים:

שטח כולל לקומה כולל מרפסות:

$$A_{\text{קומה}} = 620 \text{ m}^2$$

שטח מרפסות:

$$A_{\text{מרפסות}} = 43.8 \text{ m}^2$$

שטח הקומה ללא מרפסות:

$$A_1 = 620 - 49.6 = 576.2 \text{ m}^2$$

גובה הקומה:

$$H_{\text{קומה}} = 3.05 \text{ m}$$

חישוב משקלים:

עומס	מרחב דירה KN/m ²	מרפסת KN/m ²	קורות KN/m
DL	3.72	2.5	10
LL	1.5	3.5	

$$W_{\text{מרחב דירה}} = \left(\underbrace{25 * 0.22}_{S,W} + \underbrace{3.72}_{DL} + \underbrace{1.5 * 0.2}_{LL} \right) * \underbrace{576.2}_A = 5485 \text{ kn}$$

$$W_{\text{מרפסת}} = \left(\underbrace{25 * 0.22}_{S,W} + \underbrace{2.5}_{DL} + \underbrace{3.5 * 0.2}_{LL} \right) * \underbrace{43.8}_A = 381 \text{ kn}$$

$$W_{\text{קורות}} = \left(\frac{0.2 * 0.75}{20/75} * \frac{10.4}{L} + \frac{0.2 * 0.5}{20/50} * \frac{8.34}{L} + \frac{0.2 * 0.65}{20/65} * \frac{14.8}{L} + \frac{0.2 * 0.4}{20/40} * \frac{5.1}{L} + \frac{0.2 * 0.6}{20/60} * \frac{57.4}{L} \right) * \frac{25}{\text{משקל מרחב}} + \frac{10}{DL}$$

$$= 300.35 \text{ kn}$$

$$W_{\text{קירות}} = \left(\underbrace{35.6}_{\text{שטח}} \right) * \underbrace{25}_{\text{משקל מרחב}} * \underbrace{3.05}_{\text{גובה קומה}} = 2715.85 \text{ kn}$$

$$W_{\text{משקל קומה}} = 5485 + 381 + 300.35 + 2715.85 = 8882.2 \text{ kn} = 888.2 \text{ ton}$$

$$W_{\text{כולל}} = 8882.2 * 13 = 115,468.6 \text{ kn} = 11,546.86 \text{ ton}$$

עומס תכן אופקי כולל:

$$F_H = C_d \cdot \sum W_i$$

$-C_d$ מקדם תכן סיסמי

$$F_H = 0.04 \cdot 115,468.6 = 4618.744 [kN] = 461.87 \text{ ton}$$

עומס מרוכז בראש המבנה:

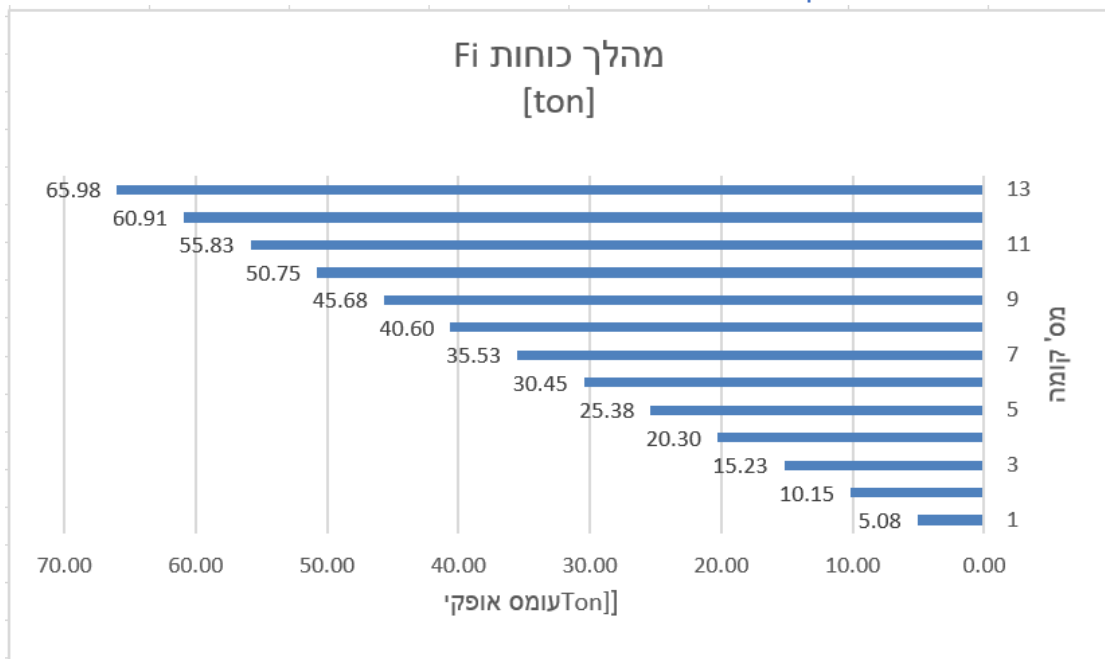
$$T < 0.7 [\text{sec}]$$

זמן מחזור קטן מ 0.7 שניות לכן אין תוספת של עומס מרוכז בראש המבנה.

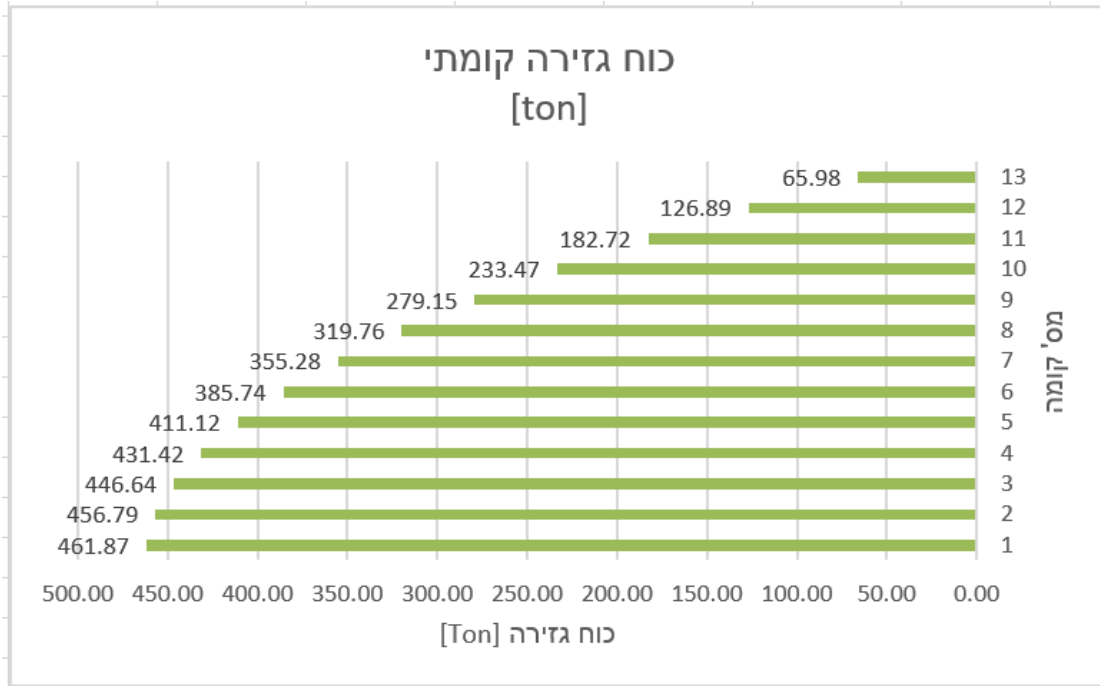
עומס תכן אופקי מחולק לגובה המבנה:
להלן טבלה מרוכזת לכלל הנוסחאות והנתונים לעיל:

Mi	Vi	עומס אופקי Fi	$W_i \cdot H_i / \sum W_i \cdot H_i$	Wi*Hi	משקל Wi	מפלס Hi	גובה	מס' קומה
[Ton*M]	[Ton]	ton		ton	ton	m	m	
12678.33	461.87	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
11269.63	461.87	5.08	0.01	2709.01	888.2	3.05	3.05	1
9876.40	456.79	10.15	0.02	5418.02	888.2	6.1	3.05	2
8514.14	446.64	15.23	0.03	8127.03	888.2	9.15	3.05	3
7198.32	431.42	20.30	0.04	10836.04	888.2	12.2	3.05	4
5944.42	411.12	25.38	0.05	13545.05	888.2	15.25	3.05	5
4767.92	385.74	30.45	0.07	16254.06	888.2	18.3	3.05	6
3684.30	355.28	35.53	0.08	18963.07	888.2	21.35	3.05	7
2709.05	319.76	40.60	0.09	21672.08	888.2	24.4	3.05	8
1857.63	279.15	45.68	0.10	24381.09	888.2	27.45	3.05	9
1145.54	233.47	50.75	0.11	27090.10	888.2	30.5	3.05	10
588.25	182.72	55.83	0.12	29799.11	888.2	33.55	3.05	11
201.24	126.89	60.91	0.13	32508.12	888.2	36.6	3.05	12
0.00	65.98	65.98	0.14	35217.13	888.2	39.65	3.05	13
		461.87	1	246519.91	11546.6	סה"כ		
			0.79	T	0	FT	461.87	FH

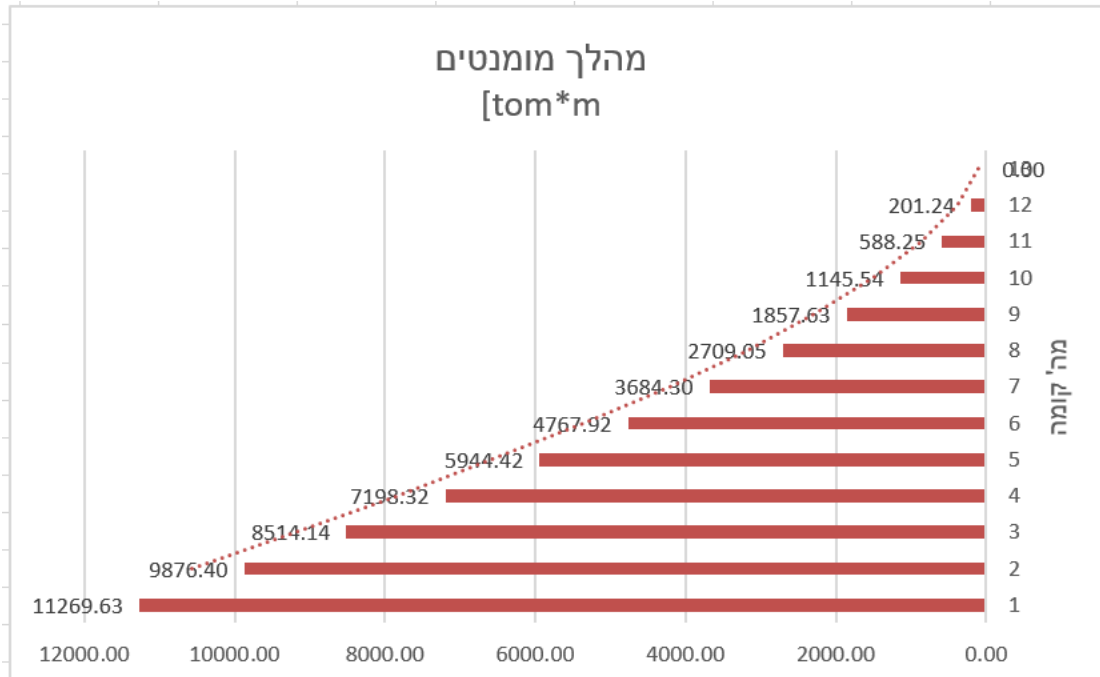
פירוט העומסים לפי קומות:



מהלך גזירה לפי חישוב ידני:



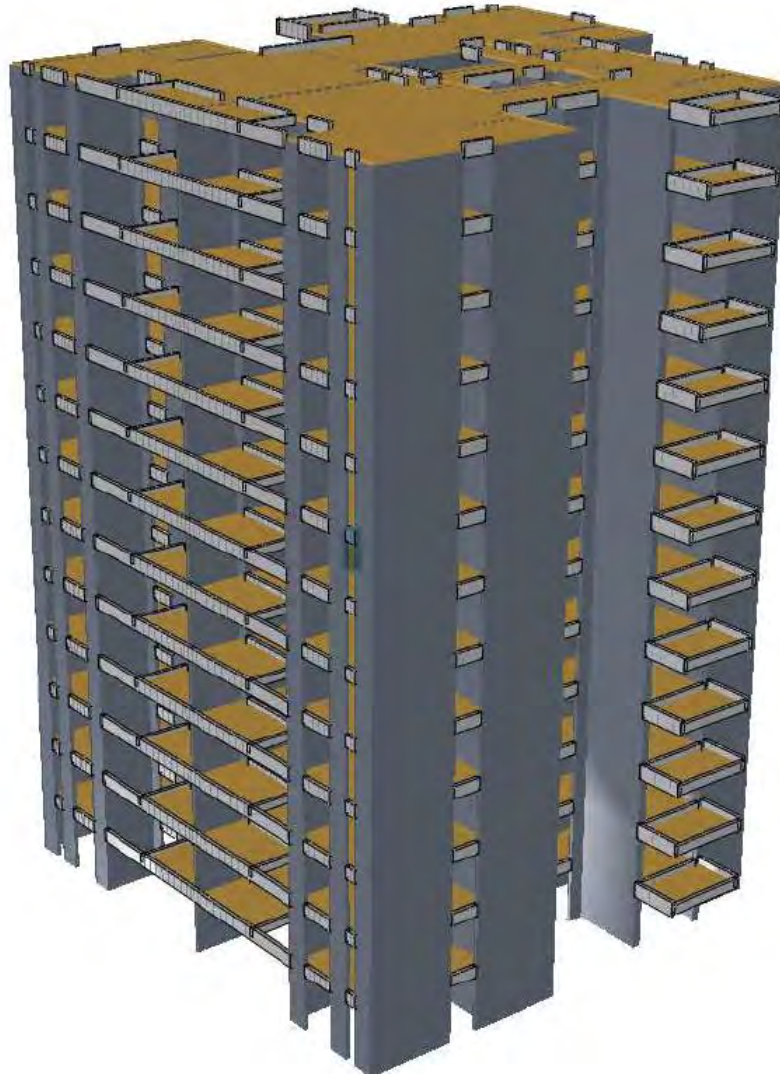
מהלך מומנטים לפי חישוב ידני:



אנליזה מודאלית

אנליזה מודלית בוצעה באמצעות תוכנת STRAP:

איזומטריה - Render:



להלן ניתונים מדוח הקרקע:

5. תכן סייסמי

בסעיף זה מובאים הפרמטרים הגיאוטכניים עפ"י ת"י 413 החדש (המהדורה המשולבת):

א. תאוצת הקרקע באתר תילקח עפ"י זו הניתנת ליישוב הוד השרון, נ.צ.מ: 673600/190500.

2%@50 years			5%@50 years			10%@50 years		
S ₁	S _s	Z	S ₁	S _s	Z	S ₁	S _s	Z
0.08	0.25	0.10	0.06	0.19	0.08	0.04	0.16	0.06

טבלה 1 - מקדמי תאוצת קרקע עפ"י מהדורה משולבת ת"י 413

- ב. עבור מקדם השתית באתר יילקח ערך של D.
- ג. עפ"י מפת העתקים פעילים וחשודים כפעילים (נספח ז' בג"ת 5), שטח האתר "נקי" מהעתקים פעילים או חשודים כפעילים.
- ד. עפ"י מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (נספח ט' בג"ת 5), תוואי האתר אינו עובר באזור עם חשד להגברת שתית חריגה.
- ה. ניתן להגדיל את ערכי תסבולת הביסוס ב- 50% בחישוב עבור רעידת אדמה ו- 33% בחישוב עומסי רוח.

$$S_1 = 0.04(g) \quad S_s = 0.16(g) \quad Z = 0.06(g)$$

אקסצנטריות:

302.6. השפעת פיתול

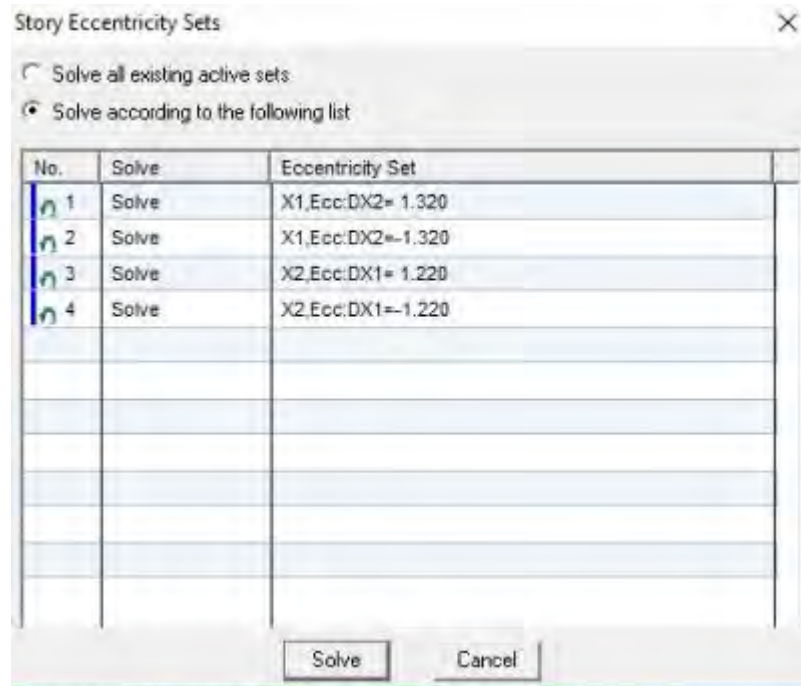
- בכל קומה מניחים שהמסה הכוללת התורמת לכוחות האינרצייה מוזזת ממקומה התחילי C_{Gi} למרחק $\pm e$ (כמתואר בציור 4), ומחשבים איזו משתי התזוזות גורמת להטרחה המסוכנת ביותר בכל אחד מהרכיבים הנבדקים. מידת התזוזה נקבעת לפי נוסחה (18) שלהלן:
- $$e = \pm 0.05 B \quad (18)$$
- שבה ובציור 4:
- e - אקסצנטריות אקראית של העומס F_i ביחס למרכז המסות, בניצב לכיוון הפעולה הסיסמית
 - B - מידת המבנה האופקית, בניצב לכיוון הפעולה הסיסמית
 - d - רוחק בין מרכז המסות לבין מרכז הקשיחות בניצב לכיוון הפעולה הסיסמית (ציור 4)
 - C_{Gi} - מרכז המסות בקומה i

$$e_{x1} = \pm 5\% \cdot B_{x2} = \pm 0.05 \cdot 26.4 = \pm 1.320 [m]$$

$$e_{x2} = \pm 5\% \cdot B_{x1} = \pm 0.05 \cdot 24.4 = \pm 1.220 [m]$$

$$B_{x2} = 26.4 [m]$$

$$B_{x1} = 24.4 [m]$$



I , מקדם חשיבות המבנה:

המבנה בפרויקט הינו מבנה מגורים.

טבלה 4 - מקדמי החשיבות, I , של מבנים (עד שיוגדר אחרת בתקנות התכנון והבנייה)

מקדם החשיבות	סוג המבנה	קבוצה
1.4	מבנים בעלי חשיבות ציבורית גבוהה, האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה ולאחריה: מבני תחנות כוח, בתי חולים, תחנות מכבי אש, תחנות משטרה, מרכזות טלפון, תחנות עזרה ראשונה (לרבות כניסות ומעברים, וכן מבני השירות ומכלי המים המשרתים אותם)	א
1.2	מבנים בעלי חשיבות ציבורית, האמורים לאפשר מילוט אנשים ללא סכנת חיים, כגון: בתי ספר, מעונות יום, בתי קולנוע, בתי תפילה, אולמי שמחות וריקודים, בנייני ציבור, בתי סוהר ובניינים שצפויה בהם התקהלות, לרבות בניינים מרובי אוכלוסין, כפי שנקבע על ידי הרשות המוסמכת	ב
1.00	כל שאר המבנים, שלא נכללו בקבוצות א ו-ב	ג
הערה: ראו גם סעיף 202.1.1.		

$$I = 1$$

k , מקדם הקטנת הכוח:

המבנה בפרויקט הינו בעל משיכות בינונית.

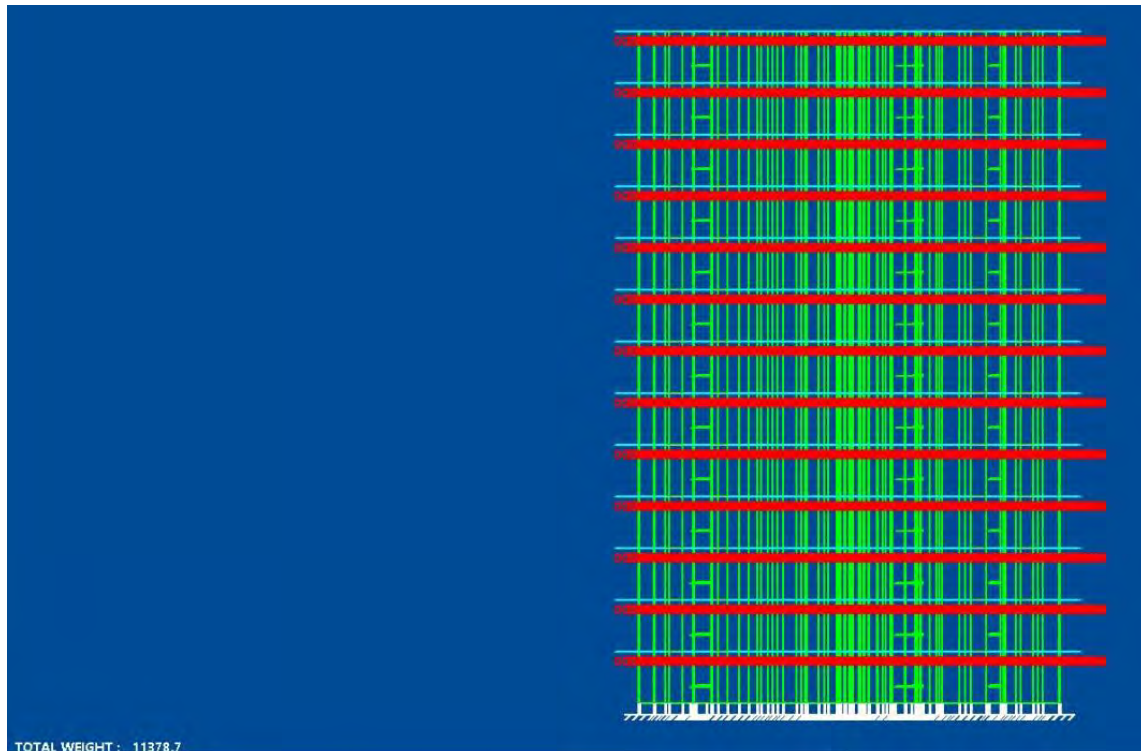
טבלה 5 – ערכים מרביים^(א) של מקדם הקטנת הכוח K למבנה בטון מזוין

מס'	מערכת הקשחה	רמת משיכות	
		נמוכה	בינונית
1	מסגרות מרחביות כפיפות מבטון מזוין	1.5	3.5
2	מסגרות מרחביות מוקשחות מבטון מזוין	1.5	3.0
3	קירות הקשחה או מערכות דואליות, מבטון מזוין	1.5	3.0

הערות לטבלה:
 (א) במבנים לא סדירים, ברמת משיכות בינונית וגבוהה, יוקטן ערך מקדם ההקטנה K ב-20%.
 (ב) מבנים קיימים יטופלו בכפוף להנחיות סעיף 108.

$$K = 3 * 0.8 = 2.4$$

משקל כולל לרעידה:



עומסים שנלקחו לרעידות אדמה:

Static Load

Select factors for load cases:

No.	Load case name	Factor
1	SW	1.
2	DEAD	1
3	LIVE	0.2

Addition mode :
 Add static load to nodal weights
 Replace nodal weights by static load

Apply option to :
 All model nodes
 Selected nodes

Static load component : X1 X2 X3

OK Cancel

פרמטרים שהוזנו בתוכנה:

Israeli Standard 413 - 2013

Select another code

Minimum no. of modes to consider : 7 of 15

Earthquake direction : X2

Site class [S] D

Importance factor [I] 1.0

Behaviour factor [K] 2.4

Cancel

OK

Mapped spectral response acceleration : 10%@50y

Acceleration ratio [Z] 0.06 (Amax/g)

At short periods [Ss] 0.16

At a period of 1sec [S1] 0.04

Long-period transition period [TL] 4

Spectrum correction factor [n] 1. (202.4 · (4))

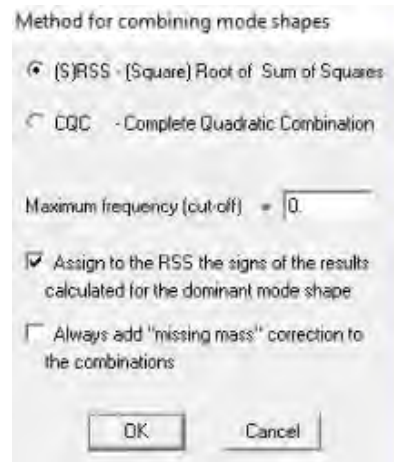
Scaling of results

No scaling Total seismic dead load [W] 11378.7

Scaling for regular structures (85%)

שיטת לחישוב כוחות והזזות מקסימליות:

בחרתי להשתמש בשיטת SRSS



בדיקת השפעות מסדר שני:

Stability Coefficient (theta)

Israeli Standard 413-2013

Reduction factor : 3

Height direction : X3

No.	Level (m)	Height (m)	Drift (mm)	Weight(ton)	Total Shear(ton)	Theta
✓ 1	3.05	3.05	0.2	11378.71	382.13	0.0067
✓ 2	6.10	3.05	0.4	10491.10	379.06	0.0121
✓ 3	9.15	3.05	0.6	9603.49	371.23	0.0147
✓ 4	12.20	3.05	0.7	8715.88	358.54	0.0160
✓ 5	15.25	3.05	0.7	7828.26	341.60	0.0163
✓ 6	18.30	3.05	0.7	6940.65	321.01	0.0159
✓ 7	21.35	3.05	0.8	6053.04	297.10	0.0151
✓ 8	24.40	3.05	0.7	5165.43	269.75	0.0138
✓ 9	27.45	3.05	0.7	4277.81	238.65	0.0124
✓ 10	30.50	3.05	0.7	3390.20	202.82	0.0109
✓ 11	33.55	3.05	0.6	2502.59	161.08	0.0094
✓ 12	36.60	3.05	0.6	1614.98	111.91	0.0080
✓ 13	39.65	3.05	0.5	727.36	54.25	0.0069

Exit

במבנה אין בעיות מסדר שני

ע"פ סעיף 302.7 (השפעות מסדר שני) – מקדמי היציבות $\theta < 0.1$ לכן אין צורך בהתחשבות בהשפעות מסדר שני.

302.7 השפעות מסדר שני

אין מתחשבים בהשפעות מסדר שני על כוחות הגזירה ועל המומנטים בקומות השונות, כשמתקיים תנאי (21) שלהלן:

$$\theta_i = \frac{W \Delta_{el,i} K}{V_i h_i} \leq 0.10 \quad (21)$$

מצבי עמיסה:

303. אנליזה מודלית

303.1. ספקטרום התכן

ספקטרום התכן לכל צורת תנודה ולכל תקופת תנודה יהיה ערך מקדם התכן הסיסימי לפי סעיף 204.2.

303.2. מודל חישובי

מחשבים מבנה, אם הוא מתנדנד בשני כיוונים ניצבים בלא צימוד משמעותי, בעזרת מודלים אנליטיים מישוריים נפרדים, אחד לכל כיוון ניצב.

כשתנאי אי-הצימוד לא מתקיים, יובאו בחשבון במודל האנליטי תנועות מרחביות (תלת-ממדיות) למבנה.

המבנה ורכיביו ייתכנו לעמידה בכוחות ובתזוזות העומדים בשילובי ההטרחות האלה:

א. 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;

ב. 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;

ג. 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;

כאשר הכיוונים X ו-Y הם אופקיים וניצבים זה לזה והכיוון Z הוא הציר האנכי.

התחשבות ברעידה בכיוון Z תיעשה רק במקרים הנדרשים לפי סעיף 204.1.2.

מצבי עמיסה שהוזנו בתוכנה:

service-1 , design-1 , sustain-1 , earthquake-32 סה"כ 35 מצבי עמיסה

Combinations definition

No.	Title	1:SW	2:DEAD	3:LIVE	4:RSS_X1.Ecc.DX2=1.320	5:RSS_X1.Ecc.DX2=-1.320	6:RSS_X2.Ecc.DX1=1.220	7:RSS_X2.Ecc.DX1=-1.220
1	Fser	1.	1.	1.				
2	Fd	1.4	1.4	1.6				
3	Fsur	1.	1.	0.3				
4	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+5*0.30	1.	1.	0.2	1.		0.3	
5	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+5*0.30	1.	1.	0.2	1.		-0.3	
6	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2	1.			0.3
7	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2	1.			-0.3
8	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		1.	0.3	
9	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		1.	-0.3	
10	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2		1.		0.3
11	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2		1.		-0.3
12	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2	0.3		1.	
13	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2	-0.3		1.	
14	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2		0.3	1.	
15	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2		-0.3	1.	
16	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2	0.3			1.
17	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2	-0.3			1.
18	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2		0.3		1.
19	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2		-0.3		1.
20	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2	-1.		0.3	
21	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2	-1.		-0.3	
22	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2	-1.			0.3
23	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2	-1.			-0.3
24	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		-1.	0.3	
25	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		-1.	-0.3	
26	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2		-1.		0.3
27	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+7*0.30	1.	1.	0.2		-1.		-0.3
28	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2	0.3		1.	
29	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+6*1.00	1.	1.	0.2	-0.3		-1.	
30	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		0.3	-1.	
31	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*1.00+6*0.30	1.	1.	0.2		-0.3	-1.	
32	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2	0.3			-1.
33	1*1.00-2*1.00+3*0.20+4*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2	-0.3			-1.
34	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2		0.3		-1.
35	1*1.00-2*1.00+3*0.20+5*0.30+7*1.00	1.	1.	0.2		-0.3		-1.
36								
37								

מרכז קשיחות ומרכז מסה:

RIGIDITY AND MASS CENTERS (Units: ton, meter)							
No.	Level	Mass		Rigidity		Difference	
		X1	X2	X1	X2	DX1	DX2
0	0.00						
1	3.05	13.581	13.430	16.361	12.656	2.780	-0.775
2	6.10	13.581	13.430	16.556	12.469	2.975	-0.961
3	9.15	13.581	13.430	16.539	12.428	2.958	-1.002
4	12.20	13.581	13.430	16.524	12.416	2.942	-1.014
5	15.25	13.581	13.430	16.507	12.420	2.926	-1.010
6	18.30	13.581	13.430	16.491	12.431	2.909	-0.999
7	21.35	13.581	13.430	16.475	12.445	2.894	-0.985
8	24.40	13.581	13.430	16.460	12.461	2.879	-0.969
9	27.45	13.581	13.430	16.445	12.477	2.863	-0.953
10	30.50	13.581	13.430	16.430	12.494	2.848	-0.936
11	33.55	13.581	13.430	16.414	12.510	2.833	-0.920
12	36.60	13.581	13.430	16.402	12.525	2.821	-0.905
13	39.65	13.391	13.569	16.387	12.536	2.996	-1.033

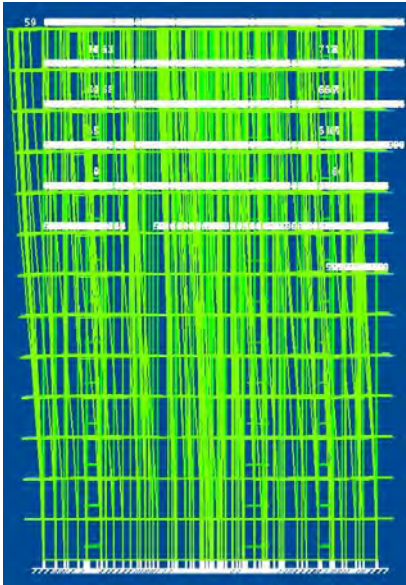
תוצאות אנליזה מודלית:

התוצאות כוללות את צורת התנודה, ומשקל היחסי שהשתתף בכל רעידה, מרכז מסה וקשיחות, ערכי גזירה ומומנט קומתיים ובדיקת קומה חלשה וגמישה.

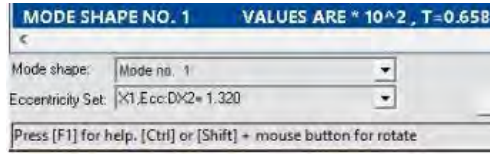
רעידה בכיוון X₁ אקסצנטריות חיובית בכיוון X₂:

MODAL RESULTS X1,Ecc:DX2= 1.320							
Mode	T	Wn/Wtot	Fn (ton)	Qn (m)	Vn (m/s)	An (m/s**2)	Fn/Wn (Cd)
1	0.6580	0.041	22.80	-0.0026	-0.0081	-0.0245	0.049
2	0.5471	0.303	201.63	-0.0049	-0.0180	-0.0661	0.058
3	0.4483	0.377	306.53	0.0059	0.0263	0.1177	0.071
4	0.1827	0.012	11.34	0.0002	0.0021	0.0231	0.085
5	0.1490	0.063	60.96	-0.0002	-0.0031	-0.0423	0.085
6	0.1235	0.082	79.31	-0.0002	-0.0040	-0.0643	0.085
7	0.0881	0.005	4.75	0.0000	0.0006	0.0136	0.085
8	0.0711	0.024	22.22	0.0000	-0.0008	-0.0215	0.083
Total sum		0.906	709.54			RSS(Fn)/Wtot	0.034
RSS results			381.82	0.0081	0.0333	0.1610	
Israeli Standard 413-2013 X1,Ecc:DX2= 1.320 S=D I=1.00 K=3.00 10%:Z=0.06 Ss=0.160 S1=0.040 Fa=1.600 Fv=2.400 n=1.00							

ניתן לראות ע"פ התוצאות כי מספיק רק 8 מודים בשביל להגיע ל-90 אחוז השתתפות.



צורת תנודה – המבנה זז בכיוון X1:



קומה חלשה:

103.27. קומה חלשה⁽¹⁾

קומה שחזקה הכולל בגזירה לכוחות אופקיים קטן באחד הכיוונים מחוזק הקומה שמעליה (באותו כיוון) כפול 0.8 (סעיף 203.1).

WEAK STORIES (Units: ton, meter)						
Height direction=X3						
Allowable shear stress(mPa):Concrete= 0.60,Steel= 150.00						
No.	Level m	Height m	X1-Shear ton	Ratio	X2-Shear ton	Ratio
1	0.00	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
2	3.05	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
3	6.10	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
4	9.15	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
5	12.20	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
6	15.25	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
7	18.30	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
8	21.35	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
9	24.40	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
10	27.45	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
11	30.50	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
12	33.55	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
13	36.60	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
14	39.65	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00

היחס הנבדק בין תסבולת
הגזירה הקומתית

לא נמצאו סימני חריגה

ע"פ הגדרת התקן והנתונים ע"פ התוכנה, ניתן לראות שאין במבנה קומה חלשה.
כלומר, התנאי אינו מתקיים –

$$V_i < 0.8 \cdot V_{i+1}$$

קומה גמישה:

103.26. קומה גמישה⁽¹⁾

קומה שקשיחותה האופקית קטנה מקשיחות הקומה שמעליה כפול 0.7, או מהקשיחות הממוצעת של שלוש הקומות שמעליה כפול 0.8.
הערכת הקשיחויות נעשית על ידי השוואת ההסטות הקומתיות היחסיות.

Soft stories

Israeli Standard 413-2013

Height direction: X3

No.	Level (m)	Height (m)	Stiffness(K)	0.7*Ku1	0.8*Ku123	Ratio	Remark
✓ 1	3.05	3.05	5686.5	2856.91	2940.85	1.93	
✓ 2	6.10	3.05	4081.3	2518.88	2703.25	1.51	
✓ 3	9.15	3.05	3598.4	2343.94	2563.38	1.40	
✓ 4	12.20	3.05	3348.5	2233.21	2464.68	1.36	
✓ 5	15.25	3.05	3190.3	2151.74	2384.34	1.34	
✓ 6	18.30	3.05	3073.9	2084.83	2308.32	1.33	
✓ 7	21.35	3.05	2978.3	2022.32	2230.65	1.34	
✓ 8	24.40	3.05	2889.0	1952.19	2142.29	1.35	
✓ 9	27.45	3.05	2788.8	1880.96	2033.92	1.37	
✓ 10	30.50	3.05	2687.1	1790.38	1880.55	1.43	
✓ 11	33.55	3.05	2557.7	1667.69		1.53	
✓ 12	36.60	3.05	2382.4	1478.38		1.61	
✓ 13	39.65	3.05	2112.0				

Note : stiffness values in ton/mm
K : story stiffness, Ku1 : upper story stiffness, Ku123 : average stiffness of 3 upper stories
Ratio = K / max [0.7*Ku1, 0.8*Ku123]

Exit

לא נמצאו סימני חריגה

יחסי קשיחויות נבדק

ע"פ הגדרת התקן והנתונים ע"פ התוכנה, ניתן לראות שאין במבנה קומה גמישה.
כלומר, התנאי אינו מתקיים –

$$K_i < \max \left\{ \begin{array}{l} 0.8 \cdot \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right) \\ 0.7 \cdot K_{i+1} \end{array} \right.$$

הזזה והסטה קומתית:

Story drift calculations

Israeli Standard 413-2013

Max. drift/h : 0.005 Code values Height direction : X3

User defined

No.	Level (m)	Height (m)	Drift (mm)	Max. Defl.	Min. Defl.	X1-Drift	X2-Drift	Weight(ton)
✓ 1	3.05	3.05	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	887.61
✓ 2	6.10	3.05	0.4	0.7	0.4	0.3	0.4	887.61
✓ 3	9.15	3.05	0.6	1.3	0.7	0.4	0.5	887.61
✓ 4	12.20	3.05	0.7	1.9	1.1	0.5	0.5	887.61
✓ 5	15.25	3.05	0.7	2.6	1.5	0.5	0.6	887.61
✓ 6	18.30	3.05	0.7	3.4	1.9	0.5	0.6	887.61
✓ 7	21.35	3.05	0.8	4.1	2.3	0.5	0.6	887.61
✓ 8	24.40	3.05	0.7	4.9	2.7	0.5	0.6	887.61
✓ 9	27.45	3.05	0.7	5.6	3.1	0.5	0.6	887.61
✓ 10	30.50	3.05	0.7	6.2	3.5	0.5	0.5	887.61
✓ 11	33.55	3.05	0.6	6.8	3.9	0.4	0.5	887.61
✓ 12	36.60	3.05	0.6	7.4	4.2	0.4	0.5	887.61
✓ 13	39.65	3.05	0.5	7.9	4.5	0.4	0.4	727.36

Exit

לא נמצאו סימני חריגה

הסטה קומתית אופקית

- כשהתקופה הבסיסית T קצרה מ-0.7 שניות, תחושב ההסטה לפי נוסחה (31) שלהלן:

$$\Delta_{i,lim} = \min \left[h_i / (40 K) ; h_i / 200 \right] \quad (31)$$

- ובכל המקרים האחרים, לפי נוסחה (32) שלהלן:

$$\Delta_{i,lim} = \min \left[0.75 h_i / (40 K) ; h_i / 250 \right] \quad (32)$$

שבהן:

- $\Delta_{i,lim}$ הסטה קומתית אופקית גבולית

- K מקדם הקטנת הכוח למבנה (טבלה 5 או טבלה 7)

- h_i גובה קומה i (מי) (מפני רצפה עד פני תקרה)

- כשמחזברים למבנה רכיבים פריכים, שוקלים אם להחמיר את הדרישות.

$$\Delta_{lim} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{3.05}{40 * 3} = 25.416 [mm] \\ \frac{3.05}{200} = 15.25 [mm] \end{array} \right.$$

$$\Delta_{lim} = 15.25 [mm]$$

ערכי מומנטים וכוחות גזירה:

SHEAR FORCES/MOMENTS (Units: ton, meter) X1,Ecc:DX2= 1.320							
No.	Level	Story forces		Base shear		Story moments	
		F1	F2	V1	V2	M2	M1
0	0.00			382.13	253.85	10343.29	6783.91
1	3.05	6.29	5.30	379.06	251.54	9216.30	6046.41
2	6.10	15.11	12.77	371.23	245.67	8104.80	5321.85
3	9.15	23.28	19.24	358.54	236.51	7019.29	4617.03
4	12.20	29.51	23.46	341.60	224.86	5970.27	3937.93
5	15.25	33.60	25.50	321.01	211.27	4967.38	3289.56
6	18.30	36.20	26.50	297.10	195.83	4019.81	2676.57
7	21.35	38.15	27.45	269.75	178.43	3137.04	2103.90
8	24.40	39.76	28.42	238.65	158.88	2329.83	1577.09
9	27.45	41.82	29.13	202.82	136.64	1610.83	1102.98
10	30.50	45.00	30.32	161.08	110.39	996.36	691.28
11	33.55	50.42	33.71	111.91	78.28	506.48	356.32
12	36.60	57.94	39.97	54.25	38.66	165.45	117.92
13	39.65	54.25	38.66				

נציג רעידה נוספת:

רעידה בכיוון X₂ אקסצנטריות חיובית בכיוון X₁:

MODAL RESULTS X2,Ecc:DX1= 1.220							
Mode	T	Wn/Wtot	Fn (ton)	Qn (m)	Vn (m/s)	An (m/s**2)	Fn/Wn (Cd)
1	0.6176	0.454	267.65	-0.0087	-0.0283	-0.0920	0.052
2	0.5458	0.217	144.93	0.0048	0.0175	0.0644	0.059
3	0.4787	0.043	32.89	0.0019	0.0078	0.0328	0.067
4	0.1705	0.072	69.94	0.0005	0.0053	0.0623	0.085
5	0.1494	0.072	70.32	0.0003	0.0040	0.0534	0.085
6	0.1319	0.011	10.90	0.0001	0.0014	0.0209	0.085
7	0.0820	0.023	22.10	0.0001	0.0013	0.0321	0.085
8	0.0712	0.030	28.16	0.0000	0.0010	0.0290	0.083
Total sum RSS results		0.923	646.88 323.97	0.0101	0.0349	RSS(Fn)/Wtot 0.1507	0.028
Israeli Standard 413-2013 X2,Ecc:DX1= 1.220 S=D I=1.00 K=3.00 10% Z=0.06 Ss=0.160 S1=0.040 Fa=1.600 Fv=2.400 n=1.00							

ניתן לראות ע"פ התוצאות כי מספיק רק 8 מודים בשביל להגיע ל90 אחוז השתתפות.

קומה חלשה:

103.27. קומה חלשה⁽¹⁾

קומה שחוזקה הכולל בגזירה לכוחות אופקיים קטן באחד הכיוונים מחוזק הקומה שמעליה (באותו כיוון) כפול 0.8 (סעיף 203.1).

WEAK STORIES (Units: ton, meter)						
Height direction=X3						
Allowable shear stress(mPa):Concrete= 0.60,Steel= 150.00						
No.	Level m	Height m	X1-Shear ton	Ratio	X2-Shear ton	Ratio
	0.00					
1	3.05	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
2	6.10	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
3	9.15	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
4	12.20	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
5	15.25	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
6	18.30	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
7	21.35	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
8	24.40	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
9	27.45	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
10	30.50	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
11	33.55	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
12	36.60	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00
13	39.65	3.05	1194.41	1.00	1282.96	1.00

לא נמצאו סימני חריגה היחס הנבדק בין תסבולת הגזירה הקומתית

ע"פ הגדרת התקן והנתונים ע"פ התוכנה, ניתן לראות שאין במבנה קומה חלשה.
כלומר, התנאי אינו מתקיים –

$$V_i < 0.8 \cdot V_{i+1}$$

קומה גמישה:

103.26. קומה גמישה⁽¹⁾

קומה שקשיחותה האופקית קטנה מקשיחות הקומה שמעליה כפול 0.7, או מהקשיחות הממוצעת של שלוש הקומות שמעליה כפול 0.8.
הערכת הקשיחויות נעשית על ידי השוואת ההסטות הקומתיות היחסיות.

Israeli Standard 413:2013

Height direction : X3

No.	Level (m)	Height (m)	Stiffness(K)	0.7*Ku1	0.8*Ku123	Ratio	Remark
	0.00						
✓ 1	3.05	3.05	5184.2	2414.23	2426.64	2.14	
✓ 2	6.10	3.05	3448.9	2066.44	2185.51	1.58	
✓ 3	9.15	3.05	2952.1	1889.26	2048.14	1.44	
✓ 4	12.20	3.05	2698.9	1781.27	1953.59	1.38	
✓ 5	15.25	3.05	2544.7	1705.85	1880.66	1.35	
✓ 6	18.30	3.05	2436.9	1641.07	1815.51	1.34	
✓ 7	21.35	3.05	2344.4	1589.81	1748.19	1.34	
✓ 8	24.40	3.05	2271.2	1534.83	1669.26	1.36	
✓ 9	27.45	3.05	2192.6	1464.36	1568.88	1.40	
✓ 10	30.50	3.05	2091.9	1382.62	1440.20	1.45	
✓ 11	33.55	3.05	1975.2	1271.34		1.55	
✓ 12	36.60	3.05	1816.2	1126.57		1.61	

Note: stiffness values in ton/mm
 K : story stiffness, Ku1 : upper story stiffness, Ku123 : average stiffness of 3 upper stories
 Ratio = K / max (0.7*Ku1, 0.8*Ku123)

Exit

לא נמצאו סימני חריגה

יחסי קשיחויות נבדק

ע"פ הגדרת התקן והנתונים ע"פ התוכנה, ניתן לראות שאין במבנה קומה גמישה.
 כלומר, התנאי אינו מתקיים –

$$K_i < \max \left\{ \begin{array}{l} 0.8 \cdot \left(\frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \right) \\ 0.7 \cdot K_{i+1} \end{array} \right.$$

הזזה והסטה קומתית:

Story drift calculations

Israeli Standard 413-2013

Max. drift/h : 0.005 Code values User defined

Height direction : X3

No.	Level (m)	Height (m)	Drift (mm)	Max. Defl.	Min. Defl.	X1-Drift	X2-Drift	Weight(ton)
✓ 1	3.05	3.05	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	887.61
✓ 2	6.10	3.05	0.6	0.9	0.4	0.4	0.5	887.61
✓ 3	9.15	3.05	0.8	1.7	0.7	0.5	0.7	887.61
✓ 4	12.20	3.05	0.9	2.6	1.1	0.5	0.8	887.61
✓ 5	15.25	3.05	1.0	3.6	1.5	0.6	0.8	887.61
✓ 6	18.30	3.05	1.0	4.6	1.9	0.6	0.8	887.61
✓ 7	21.35	3.05	1.0	5.6	2.3	0.6	0.8	887.61
✓ 8	24.40	3.05	1.0	6.6	2.7	0.5	0.8	887.61
✓ 9	27.45	3.05	0.9	7.5	3.1	0.5	0.8	887.61
✓ 10	30.50	3.05	0.9	8.4	3.5	0.5	0.7	887.61
✓ 11	33.55	3.05	0.8	9.2	3.9	0.4	0.7	887.61
✓ 12	36.60	3.05	0.7	9.9	4.2	0.4	0.6	887.61
✓ 13	39.65	3.05	0.7	10.6	4.5	0.4	0.6	727.36

Exit

לא נמצאו סימני חריגה

הסטה קומתית אופקית

- כשהתקופה הבסיסית T קצרה מ-0.7 שניות, תחושב ההסטה לפי נוסחה (31) שלהלן:

$$\Delta_{i,lim} = \min \left[h_i / (40 K) ; h_i / 200 \right] \quad (31)$$

- ובכל המקרים האחרים, לפי נוסחה (32) שלהלן:

$$\Delta_{i,lim} = \min \left[0.75 h_i / (40 K) ; h_i / 250 \right] \quad (32)$$

שבהן:

- $\Delta_{i,lim}$ הסטה קומתית אופקית גבולית

- K מקדם הקטנת הכוח למבנה (טבלה 5 או טבלה 7)

- h_i גובה קומה i (מ') (מפני רצפה עד פני תקרה)

- כשמחוברים למבנה רכיבים פריכים, שוקלים אם להחמיר את הדרישות.

$$\Delta_{lim} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{3.05}{40 * 3} = 25.416 [mm] \\ \frac{3.05}{200} = 15.25 [mm] \end{array} \right.$$

$$\Delta_{lim} = 15.25 [mm]$$

ערכי מומנטים וכוחות גזירה:

SHEAR FORCES/MOMENTS (Units: ton, meter) X2,Ecc:DX1= 1.220							
No.	Level	Story forces		Base shear		Story moments	
		F1	F2	V1	V2	M2	M1
0	0.00			183.55	324.15	4840.11	8649.49
1	3.05	4.34	7.03	181.60	321.13	4311.15	7707.19
2	6.10	10.24	16.87	176.83	313.51	3792.96	6781.36
3	9.15	15.16	25.19	169.64	301.71	3290.63	5880.78
4	12.20	18.21	30.34	160.79	286.82	2808.16	5013.20
5	15.25	19.49	32.58	150.76	269.46	2348.57	4185.17
6	18.30	19.96	33.64	139.62	249.62	1914.49	3403.06
7	21.35	20.44	35.04	127.26	227.09	1508.79	2673.61
8	24.40	20.92	36.54	113.54	201.86	1134.80	2004.05
9	27.45	21.13	37.56	98.04	173.38	796.91	1402.53
10	30.50	21.68	38.75	79.66	140.18	501.86	880.57
11	33.55	24.02	42.66	56.90	99.73	260.23	455.40
12	36.60	28.66	50.44	28.50	49.74	86.94	151.71
13	39.65	28.50	49.74				

השוואה בין אנליזה סטטית שקילה לבין אנליזה מודלית:

פרמטר	אנליזה סטטית שקילה	אנליזה מודלית
$W_{total}[kN]$	115,468.6	113,787.1
C_d	0.04	0.034
$F_H[kN]$	4618.7	3821.3
$M_{max}[kNm]$	112,696.3	103,432.9

ניתן לראות שהבדלים קטנים בין התוצאות.

תכן קירות:

כל קירות המבנה חושבו באמצעות תוכנת סטראפ עבור עומסים בשילוב המקסימי

טבלת שילובי העומסים שהוגדרו בתוכנה ע"פ תקן ישראלי 413 מהדורה משולבת 2013, סעיף 303.2:

303.2. מודל חישובי

מחשבים מבנה, אם הוא מתנדנד בשני כיוונים ניצבים בלא צימוד משמעותי, בעזרת מודלים אנליטיים מישוריים נפרדים, אחד לכל כיוון ניצב.

כשתנאי אי-הצימוד לא מתקיים, יובאו בחשבון במודל האנליטי תנועות מרחביות (תלת-ממדיות) למבנה.

המבנה ורכיביו ייתכנו לעמידה בכוחות ובתזוזות העומדים בשילובי ההטרחות האלה:

- א. 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;
- ב. 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;
- ג. 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון X עם 30% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Y עם 100% כוחות התכן בעקבות רעידה בכיוון Z;

כאשר הכיוונים X ו-Y הם אופקיים וניצבים זה לזה והכיוון Z הוא הציר האנכי.

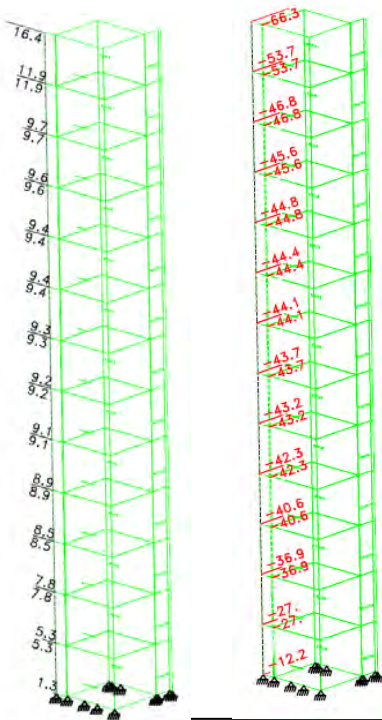
התחשבות ברעידה בכיוון Z תיעשה רק במקרים הנדרשים לפי סעיף 204.1.2.

טבלת שילובי עומסים:

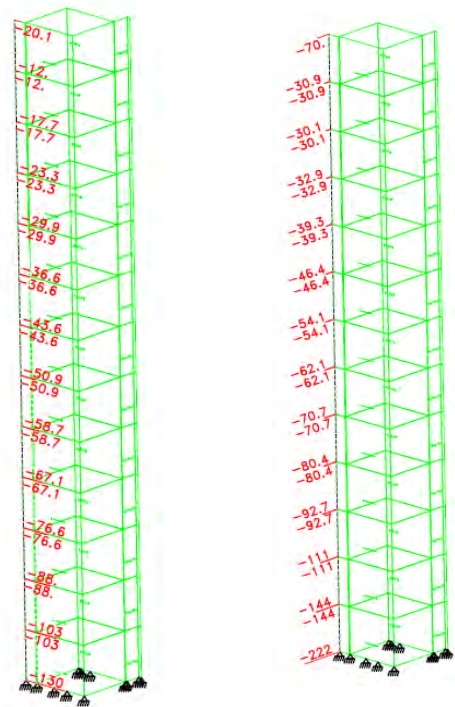
Combinations definition

No.	Title	1 SW	2 DEAD	3 LIVE	4 RSS_X1.Ecc.DX2= 1.320	5 RSS_X1.Ecc.DX2=-1.320	6 RSS_X2.Ecc.DX1= 1.220	7 RSS_X2.Ecc.DX1=-1.220
1	Fser	1	1	1				
2	Fd	1.4	1.4	1.6				
3	Fsus	1	1	0.3				
4	111.00-211.00+310.20+41.00-610.30	1	1	0.2	1		0.3	
5	111.00-211.00+310.20+41.00-610.30	1	1	0.2	1		-0.3	
6	111.00-211.00+310.20+41.00-710.30	1	1	0.2	1			0.3
7	111.00-211.00+310.20+41.00-710.30	1	1	0.2	1			-0.3
8	111.00-211.00+310.20+51.00+610.30	1	1	0.2		1	0.3	
9	111.00-211.00+310.20+51.00+610.30	1	1	0.2		1	-0.3	
10	111.00-211.00+310.20+51.00+710.30	1	1	0.2		1		0.3
11	111.00-211.00+310.20+51.00+710.30	1	1	0.2		1		-0.3
12	111.00-211.00+310.20+41.00-30+611.00	1	1	0.2	0.3		1	
13	111.00-211.00+310.20+41.00-30+611.00	1	1	0.2	-0.3		1	
14	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		0.3	1	
15	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-0.3	1	
16	111.00-211.00+310.20+41.00-30+711.00	1	1	0.2	0.3			1
17	111.00-211.00+310.20+41.00-30+711.00	1	1	0.2	-0.3			1
18	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		0.3		1
19	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-0.3		1
20	111.00-211.00+310.20+41.00-610.30	1	1	0.2	-1		0.3	
21	111.00-211.00+310.20+41.00-610.30	1	1	0.2	-1		-0.3	
22	111.00-211.00+310.20+41.00+710.30	1	1	0.2	-1			0.3
23	111.00-211.00+310.20+41.00+710.30	1	1	0.2	-1			-0.3
24	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-1	0.3	
25	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-1	-0.3	
26	111.00-211.00+310.20+51.00+710.30	1	1	0.2		-1		0.3
27	111.00-211.00+310.20+51.00+710.30	1	1	0.2		-1		-0.3
28	111.00-211.00+310.20+41.00-30+611.00	1	1	0.2	0.3		1	
29	111.00-211.00+310.20+41.00-30+611.00	1	1	0.2	-0.3		-1	
30	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		0.3	-1	
31	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-0.3	-1	
32	111.00-211.00+310.20+41.00-30+711.00	1	1	0.2	0.3			-1
33	111.00-211.00+310.20+41.00-30+711.00	1	1	0.2	-0.3			-1
34	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		0.3		-1
35	111.00-211.00+310.20+51.00+611.00	1	1	0.2		-0.3		-1
36								
37								

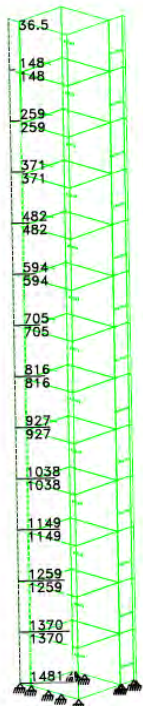
העומסים אשר חושבו בסעיפים הקודמים מתחלקים לרכיבי ההקשחה לפי יחסי הקשיחות. בחרתי להציג מהלכי כוחות על אחד הממדים.



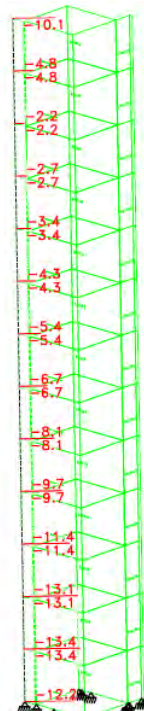
מהלך כוחות גזירה כיוון Y | מהלך כוחות גזירה כיוון X
(t)



מהלך מומנטים כיוון Y | מהלך מומנטים כיוון X
(t*m)



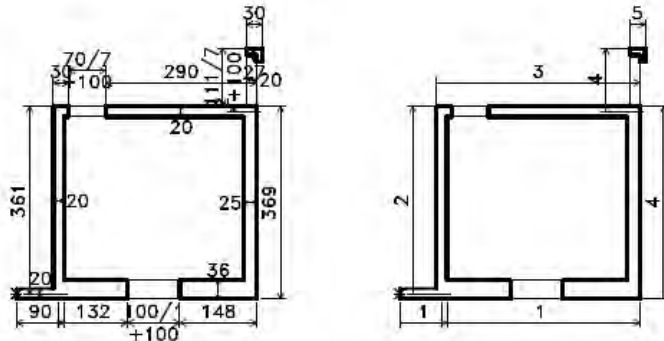
מהלך כוחות ציריים (t)



מהלך מומנטי פיתול (t*m)

תכנון חדר ממ"ד ע"פ תוכנת STRAP:

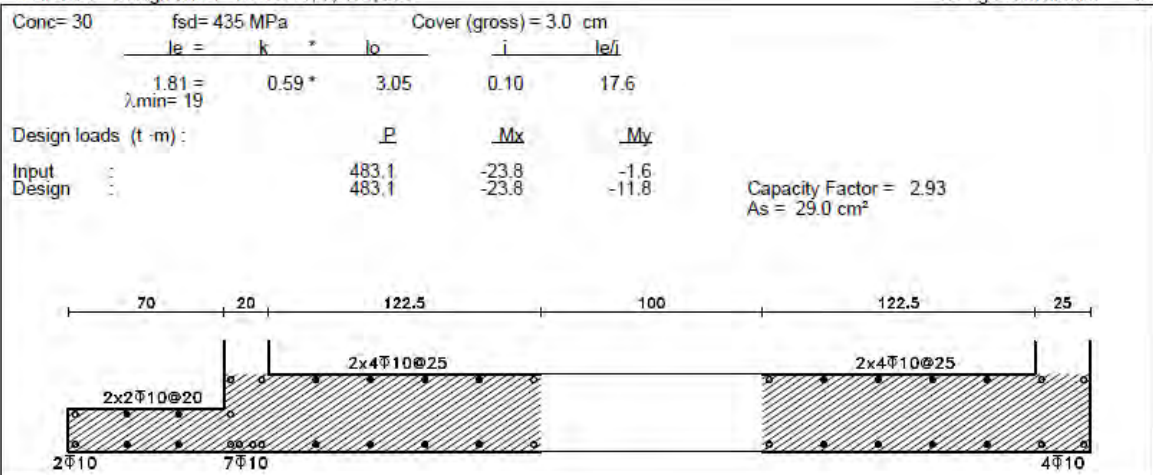
Detailed Results - Wall 2 (Wall section no. 2)



Total As in wall = 78.0 cm² (rounded spacing)
43φ10+88φ8

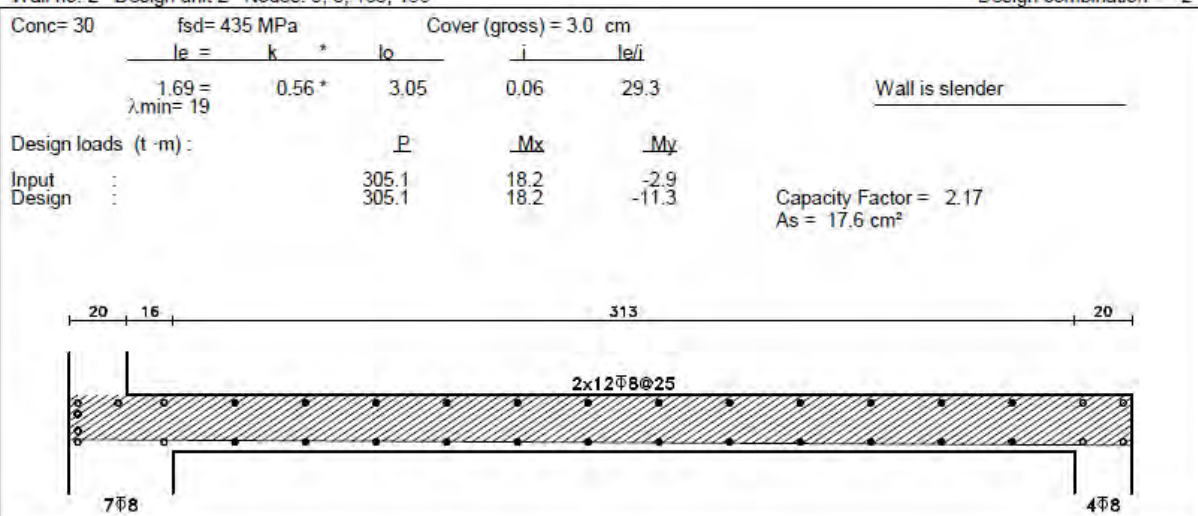
Wall no. 2 Design unit 1 Nodes: 4, 7, 164, 226

Design combination = 2



Wall no. 2 Design unit 2 Nodes: 5, 6, 165, 166

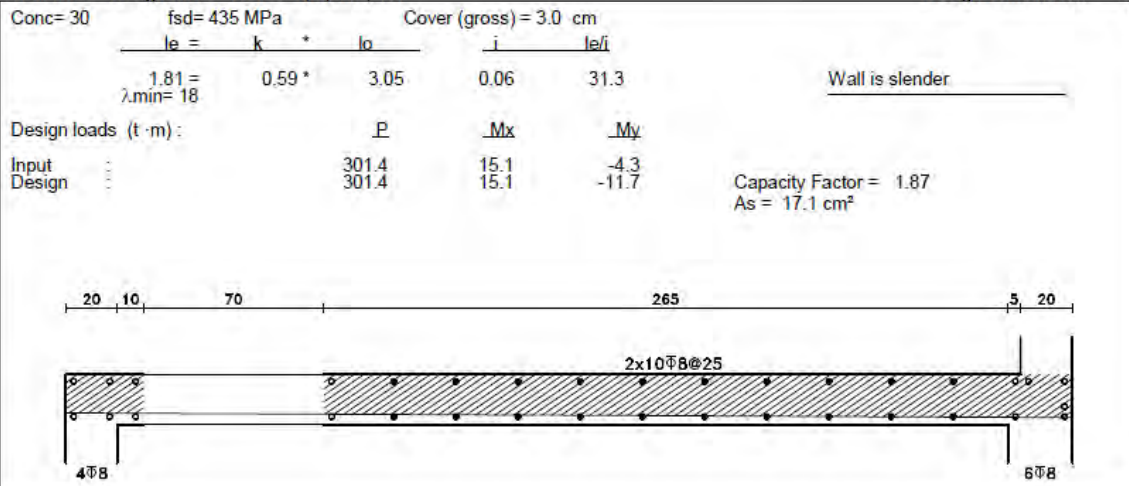
Design combination = 2



Detailed Results - Wall 2 (Wall section no. 2)

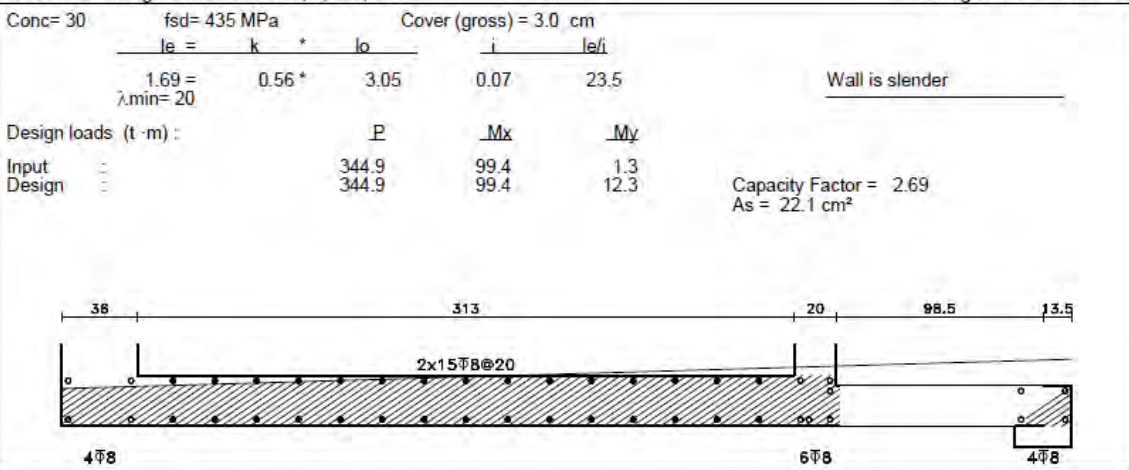
Wall no. 2 Design unit 3 Nodes: 6, 8, 166, 167

Design combination = 2

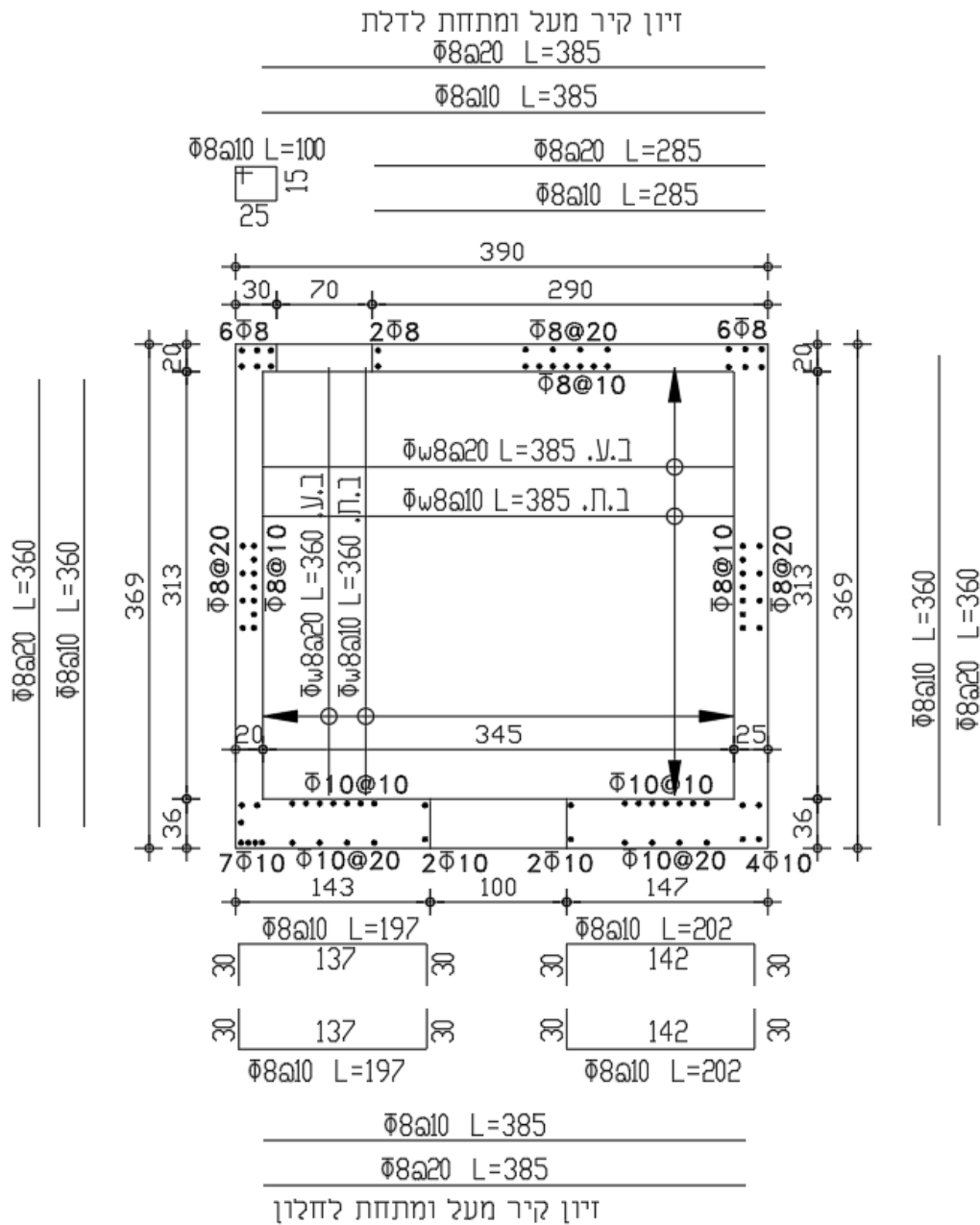


Wall no. 2 Design unit 4 Nodes: 7, 9, 226, 168

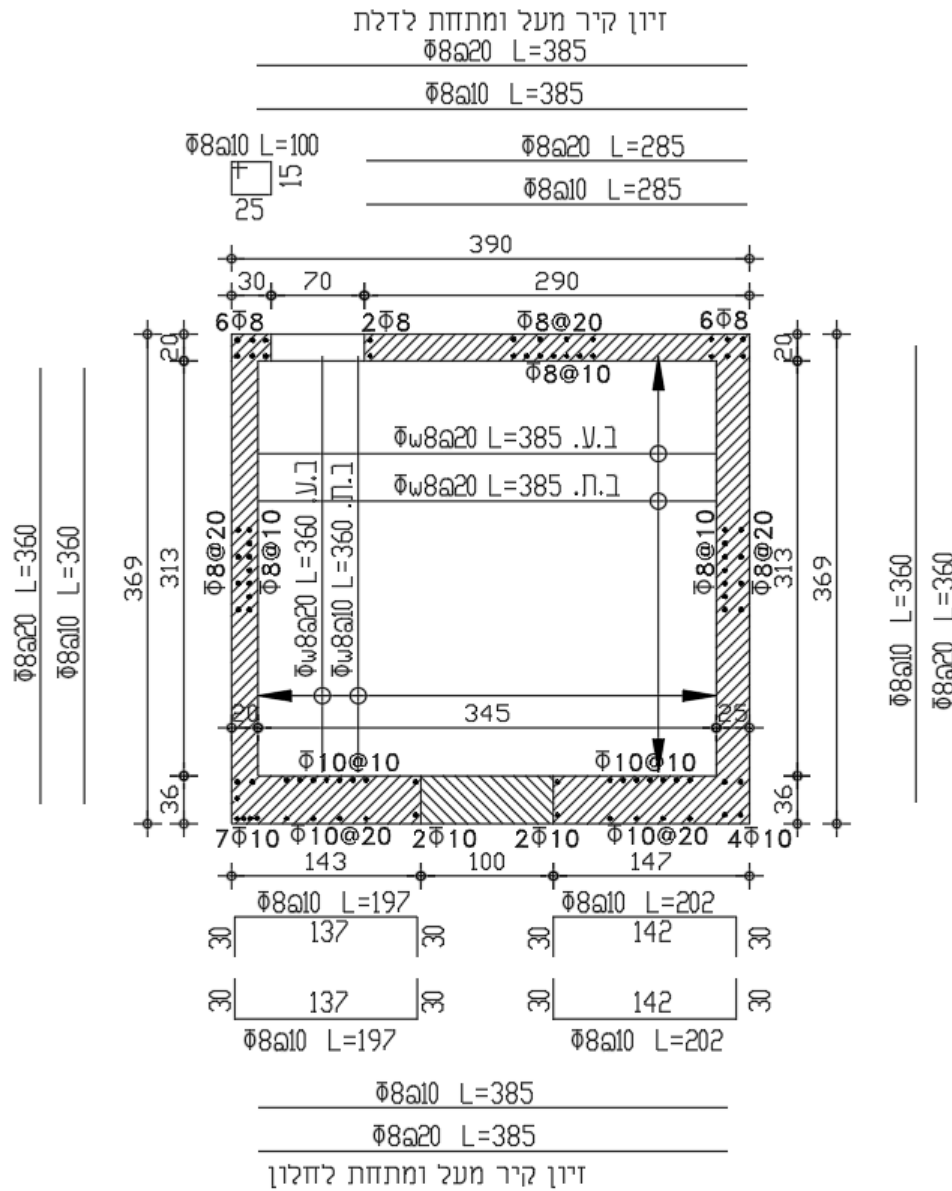
Design combination = 2



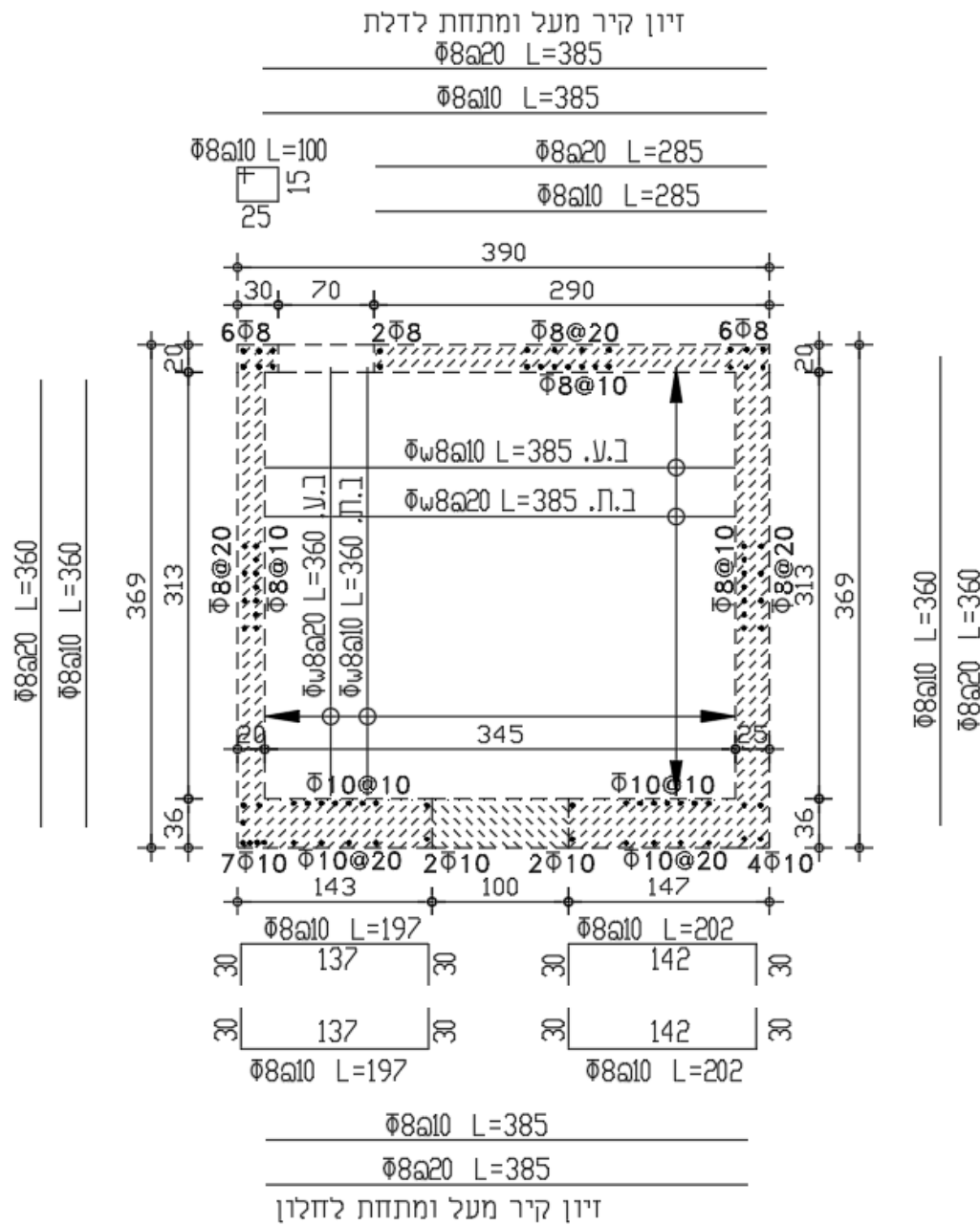
פירוט זיון הממ"ד בהתאם לתוצאות תוכנת סטראפ כולל תיקונים לפי הנחיות של פיקוד העורף:



תכנית תקרת ממ"ד



תכנית רצפת ממ"ד קומת ביניים

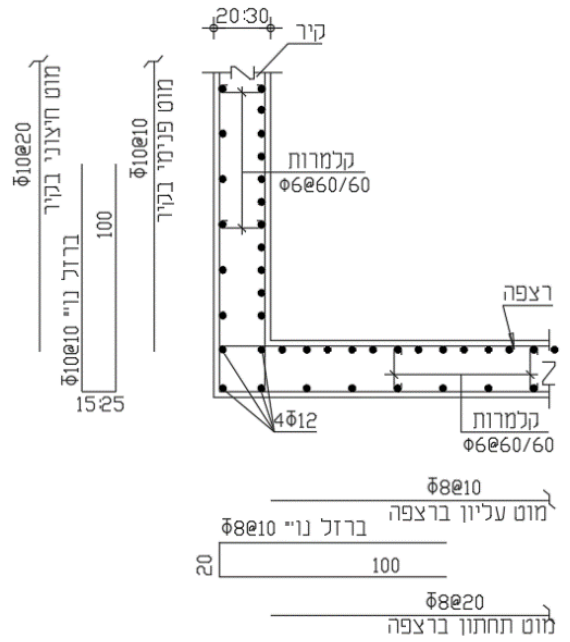


תכנית רצפת ממ"ד קומה ראשונה

פירוט טיפוסיים:

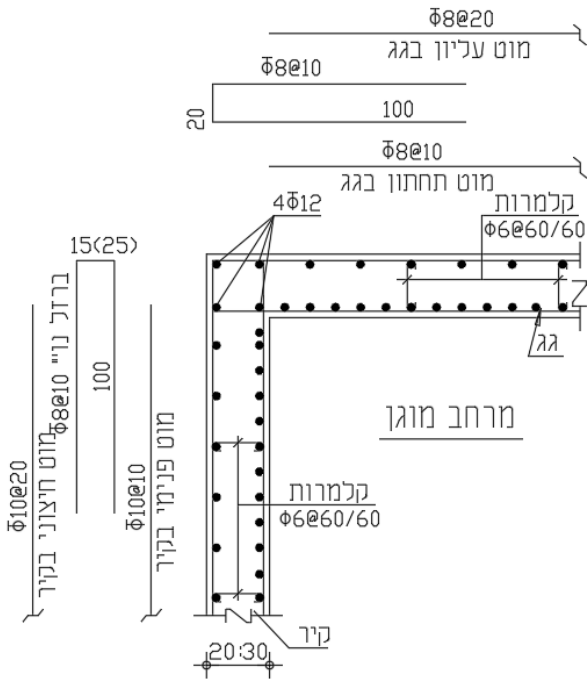
פרט A

פרט ריתום אנכי בין רצפה לקירות



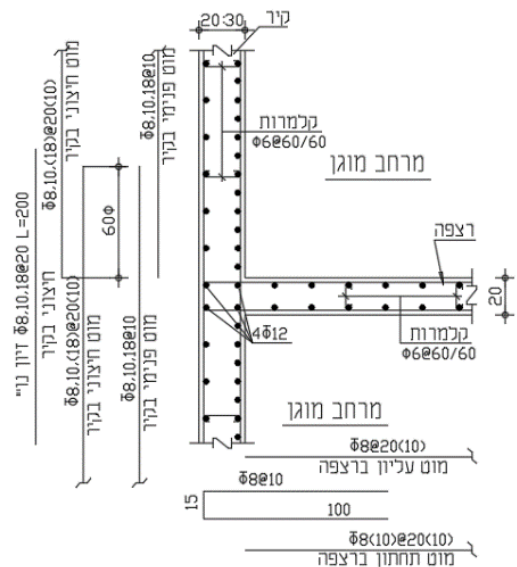
פרט B

פרט ריתום אנכי בין קירות לגג



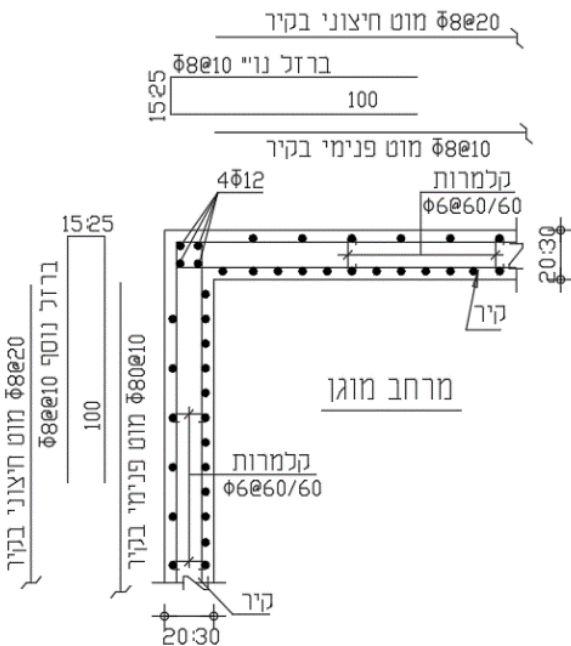
פרט E

פרט ריתום אנכי בין רצפה לקירות



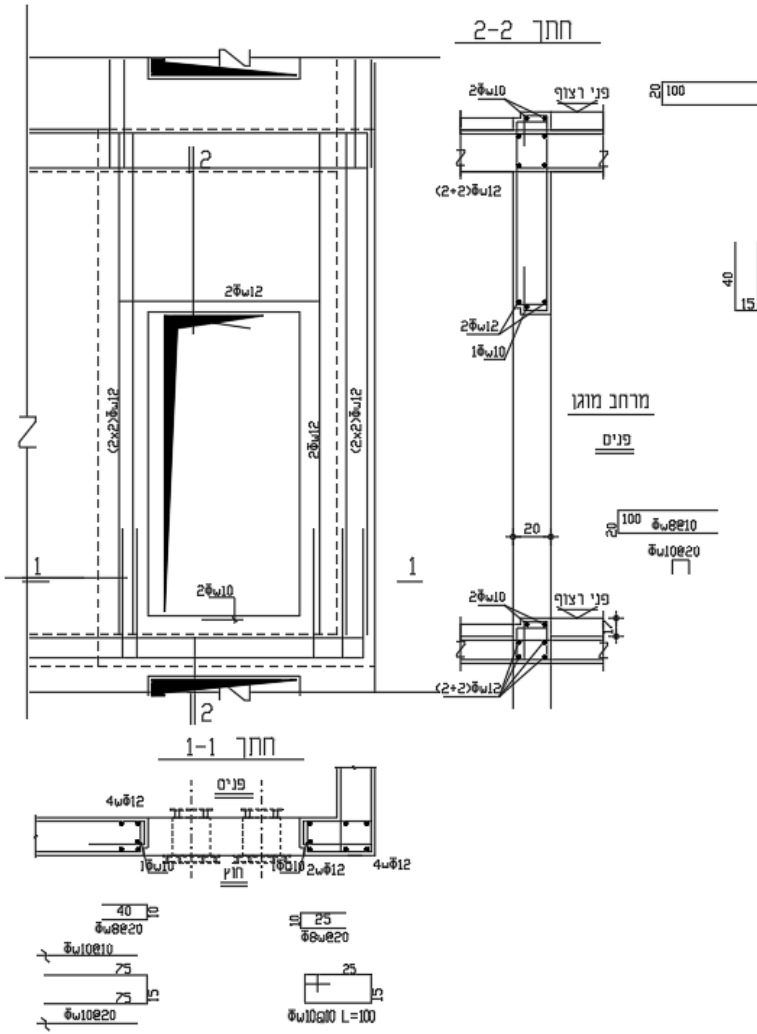
פרט C

פרט ריתום אופקי בקירות

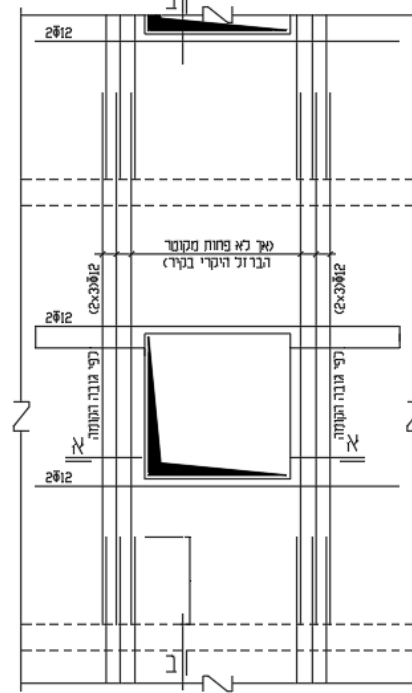


פרטים טיפוסיים:

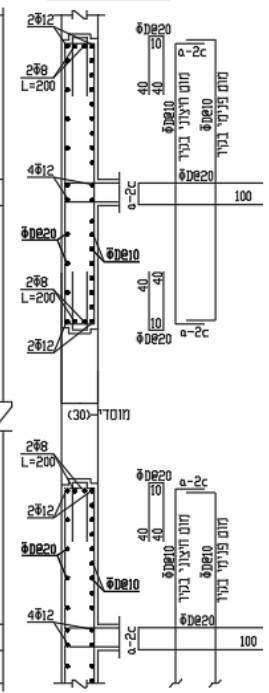
פרט פתח דלת



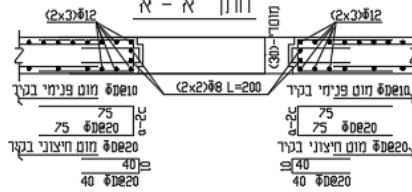
פרט פתח לחלון צירי (מוטות)



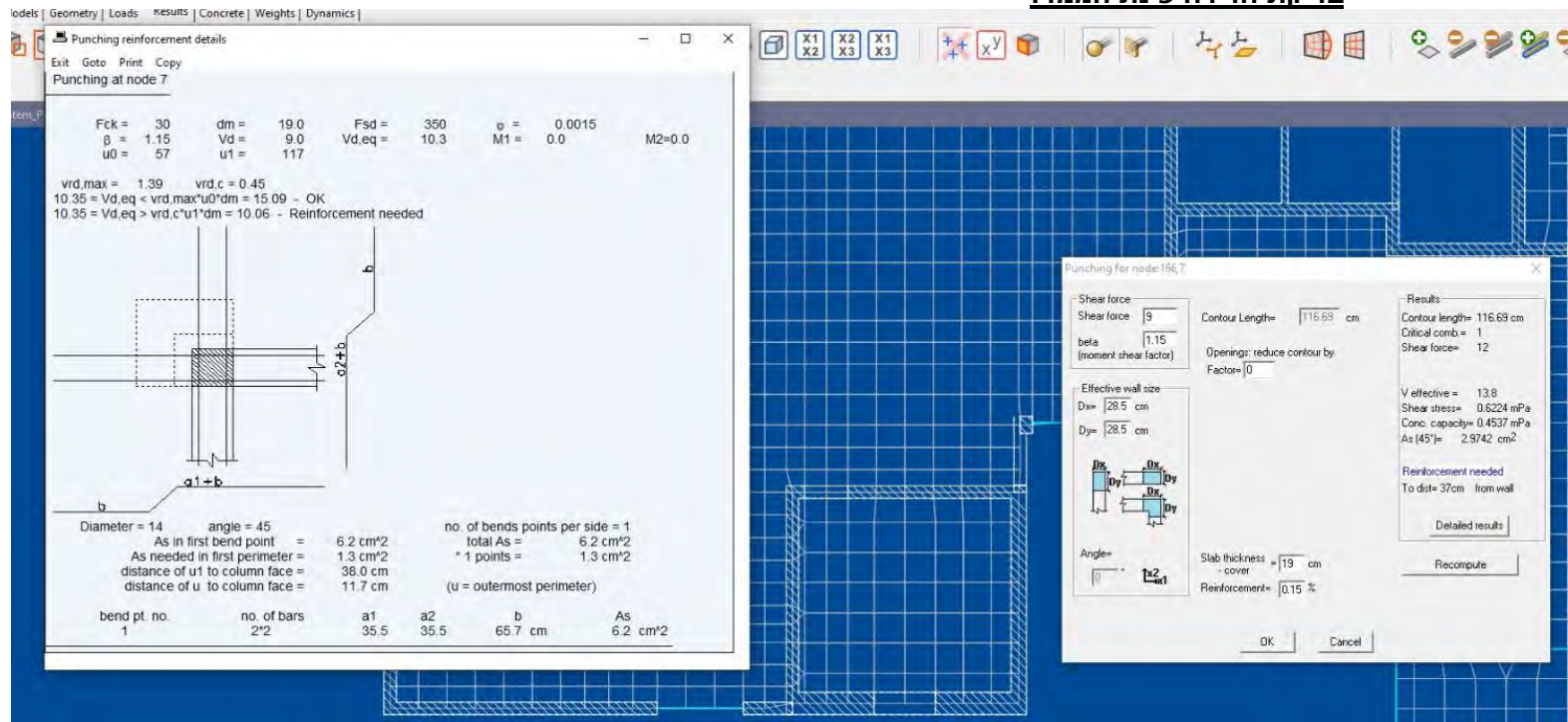
מרחב מוגן רב קומתי חתך ב-ב



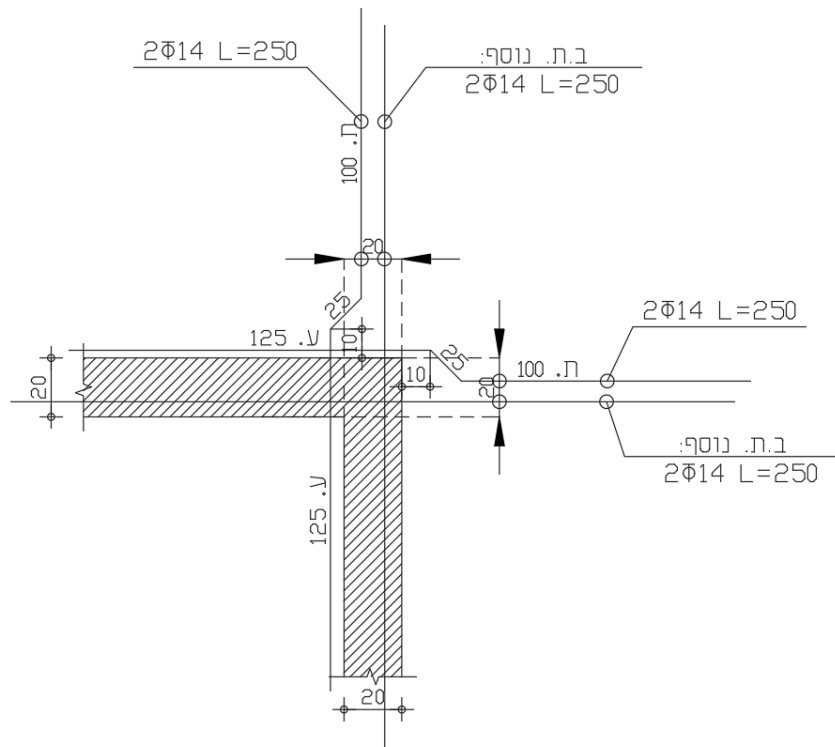
חתך א-א



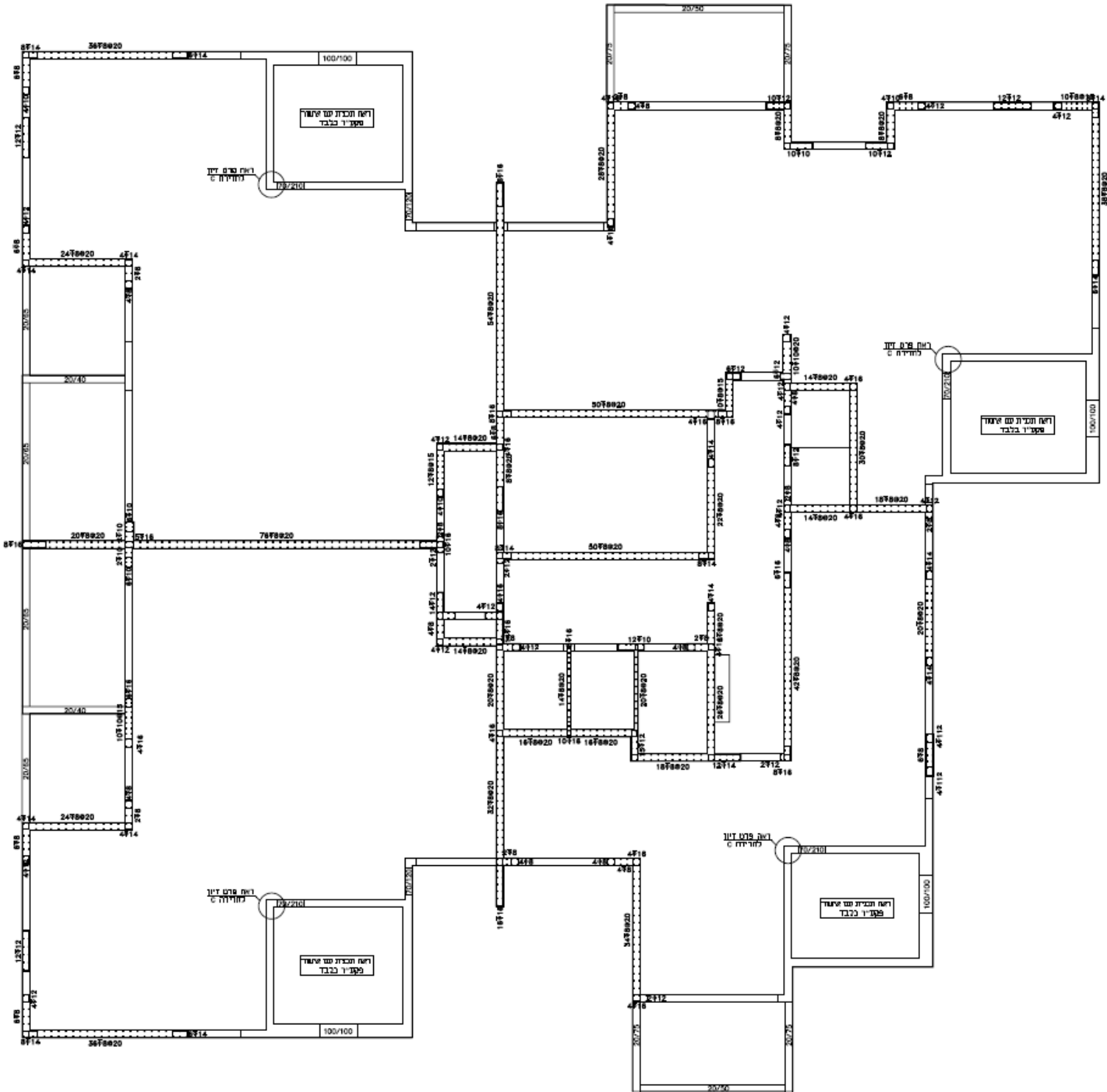
בדיקת חדירה פינת הממד:



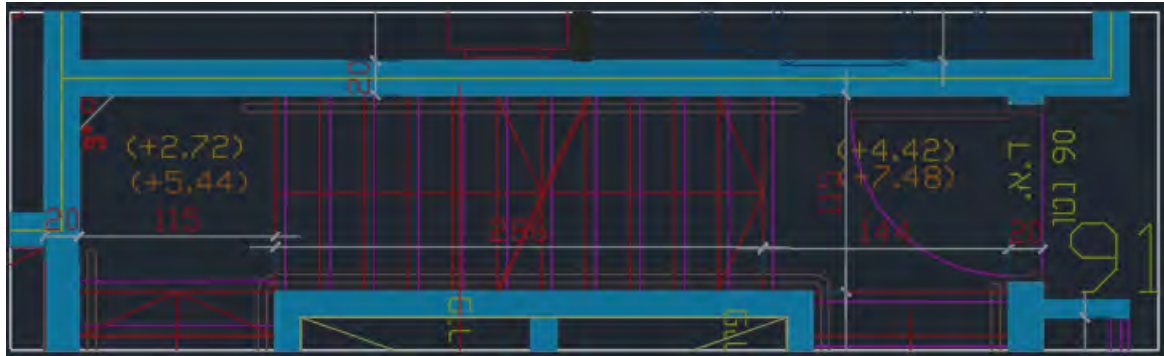
זיון לחדירה - פרט C



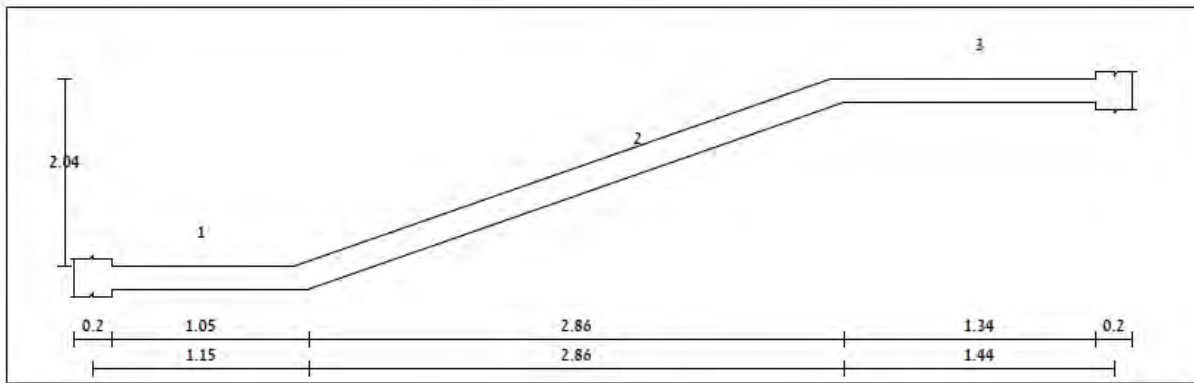
תוכנית זיון קירות (ניתן לראות בצורה ברורה יותר בקובץ של האוטוקאד):



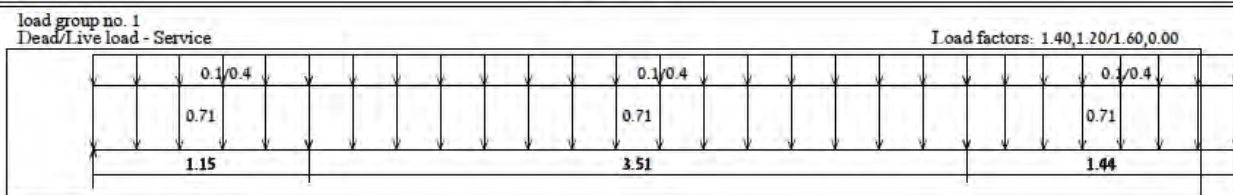
תכנ מדרגות:



Geometry Units: meter,cm

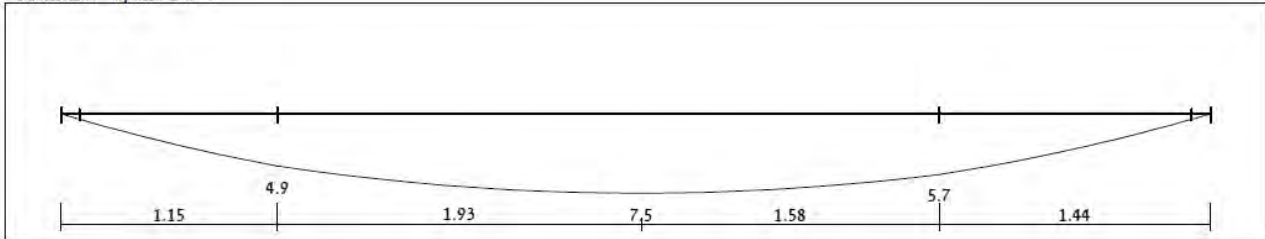


Loading

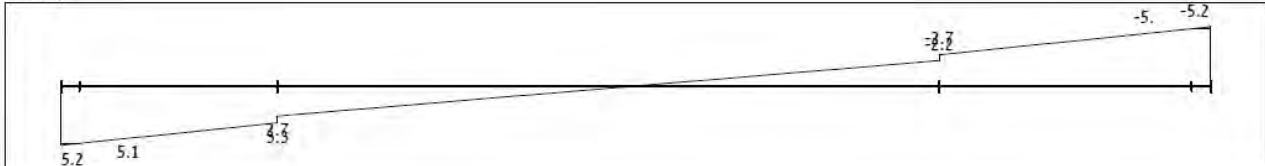


Moment/Shear Envelope (Factored) Units: ton,meter

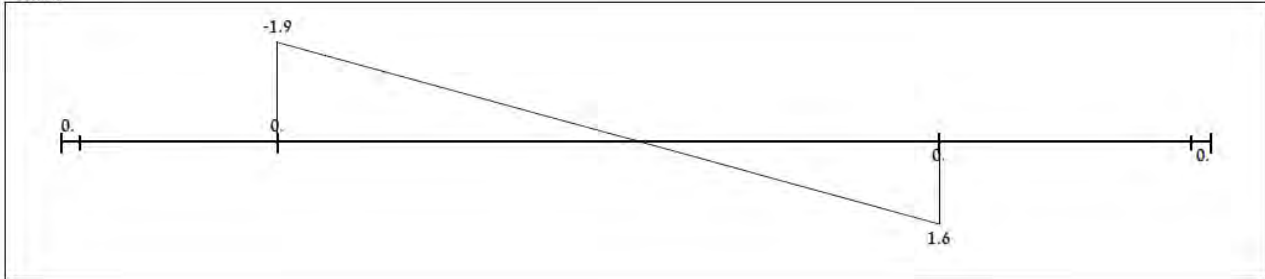
Moments: spans 1 to 3



Shear



Axial



Moment/Shear Envelope (Factored) Units: ton,meter

Reactions

Factored			
MaxR	5.24		5.18
MinR	3.02		2.98
Service			
MaxR	3.59		3.55
MinR	2.51		2.48

Reinforcement (cm²)

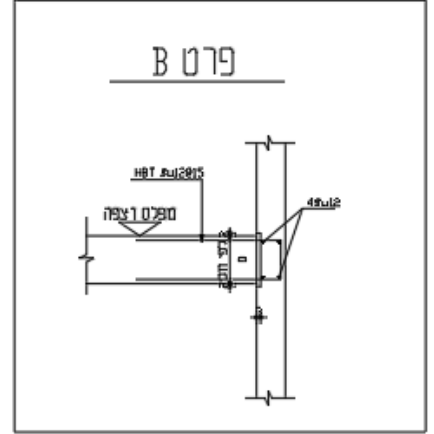
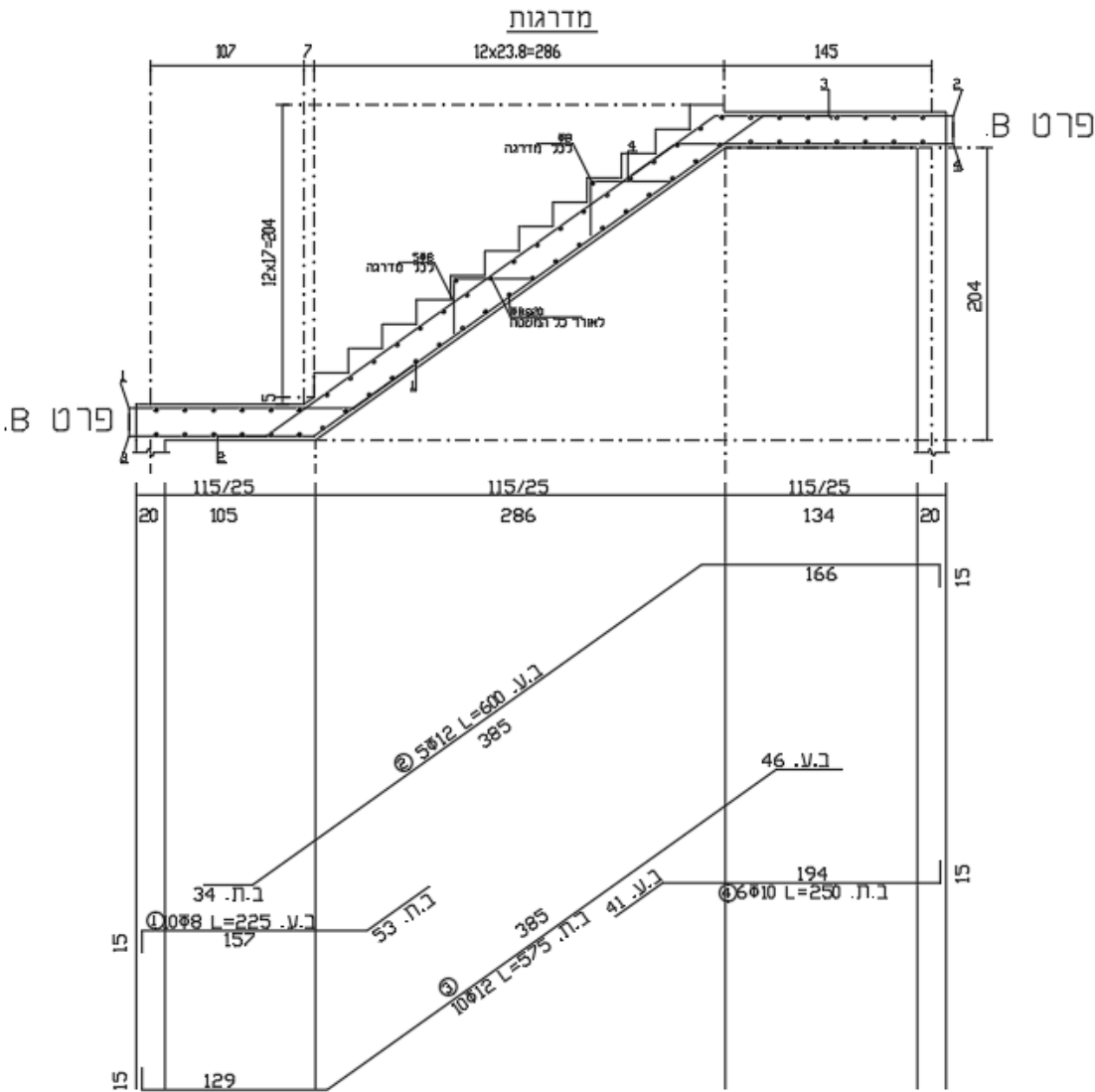
Concrete: B30

Main reinforcement fsd = 350

Links fsd = 350

Top Cover	3.		3.		3.		3.
As top =		5.(0)*		5.2(0.)		5.(0)*	
As bot =	1.21	4.03*	6.68	10.23	7.77	4.49	1.34
Bot Cover		3.		3.		3.	
a1=		L/308					
a2=		L/411					

פרט זיון מדרגות
מהלך טיפוסי
קנ"מ 1:20



ביסוס המבנה:

מטרת הביסוס הינה להעביר את העומסים הפועלים על המבנה (כולל רעידות אדמה) אל הקרקע, לכן אנו צריכים לדעת ולחקור את תכונות הקרקע באותו אזור שהמבנה עתיד להבנות עליו, לפי תכונות אלו נתכנן את סוג היסוד, מחקירת הקרקע אנו נדע את הנתונים שלפיהם נקבע את האלמנטים שידעו לקבל את העומסים שיורדים מהמבנה ובאיזו שיטה לבצעם.

הגדרות ופרמטרים:

אופי הקרקע:

קידוח מספר	עומק (מטר)	תיאור הקרקע	אחוז דקים	פלסטיות	צבע
1 רום קרקע ממוצע כ- +32.0 מטר	0.0-0.5	חול טיני עד חרסיתי עם סימני שורשים ובטון - מילוי	15-25	-	חום
	0.5-2.5	חרסית טינית חולית רזה		נמוכה	חום כהה
	2.5-3.0	חול חרסיתי, דק	20-30	-	חום - אדמדם
	3.0-5.0	חול חרסיתי, דק	15-25	-	חום - אדמדם
	5.0-9.0	חול חרסיתי, דק	30-40	נ.מאוד	חום - אדום
	9.0-10.0	חול דק עם דקים	5-10	-	חום בהיר - בז'
	10.0-14.38	חול דק נקי	1-4	-	חום בהיר - צהבהב
	לא התגלו מי תיהום בקידוח				
2 רום קרקע ממוצע כ- +33.7 מטר	0.0-1.0	חול טיני עד חרסיתי עם סימני צורות קטנים ובטון - מילוי	15-25	-	חום
	1.0-2.5	חול חרסיתי עד טיני	15-25	-	חום
	2.5-4.0	חרסית טינית חולית		נמוכה	חום כהה
	4.0-6.5	חרסית חולית		נ-ב	חום כהה - אדום
	6.5-8.0	חול חרסיתי, דק	30-40	נ.מאוד	חום - אדום
	8.0-10.3	חול חרסיתי, דק	15-25	-	חום - אדמדם
	10.3-12.4	חול חרסיתי עד טיני	20-30	-	חום אפרפר - אדמדם
	12.4-13.0	חול דק עם דקים	8-14	-	חום בהיר - בז'
	13.0-16.43	חול דק נקי	1-4	-	חום בהיר - צהבהב
לא התגלו מי תיהום בקידוח					

שיטת הביסוס:

לפי דו"ח הקרקע הקיים נבצע את ביסוס המבנה ע"י כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר בשיטה "יבשה".

דרישות דו"ח הקרקע וטבלת תסבולת הכלונס:

Eng. M.Yuger Ltd.



אינג' מ. יוגר בע"מ

Foundation & Geotechnical Consultancy
Geotechnical Technologies & Risk Management

ייעוץ לבסוס וגיאוטכניקה,
טכנולוגיות גיאוטכניות מתקדמות וניהול סיכונים

6.4 ביסוס

6.4.1 ביסוס המבנה

- בתנאי הקרקע השוררים באתר וסוג המבנים, מומלץ כי הביסוס יהיה עמוק באמצעות כלונסאות בטון מזוין קדוחים ויצוקים באתר כנראה בשיטה ה"יבשה". יש לקחת בחשבון את תנאי הקרקע במקום ולתכנן את הקידוחים ע"י מכונה מתאימה.
- א. קוטר מכסימלי של כלונס יהיה עד 100 ס"מ ועומק מינימלי יהיה 9.0 מ'.
 - ב. הכלונסאות יחדרו 1.0 מ' בשכבה חול דק נקי המכיל כ- 4%-1 דקים.
 - ג. טבלה מס' 1 שלהלן, מרכזת את עומסי השירות האנכיים המותרים בכלונסאות הביסוס, כפונקציה של הקוטר והעומק הנמדד מתחתית המרתף:

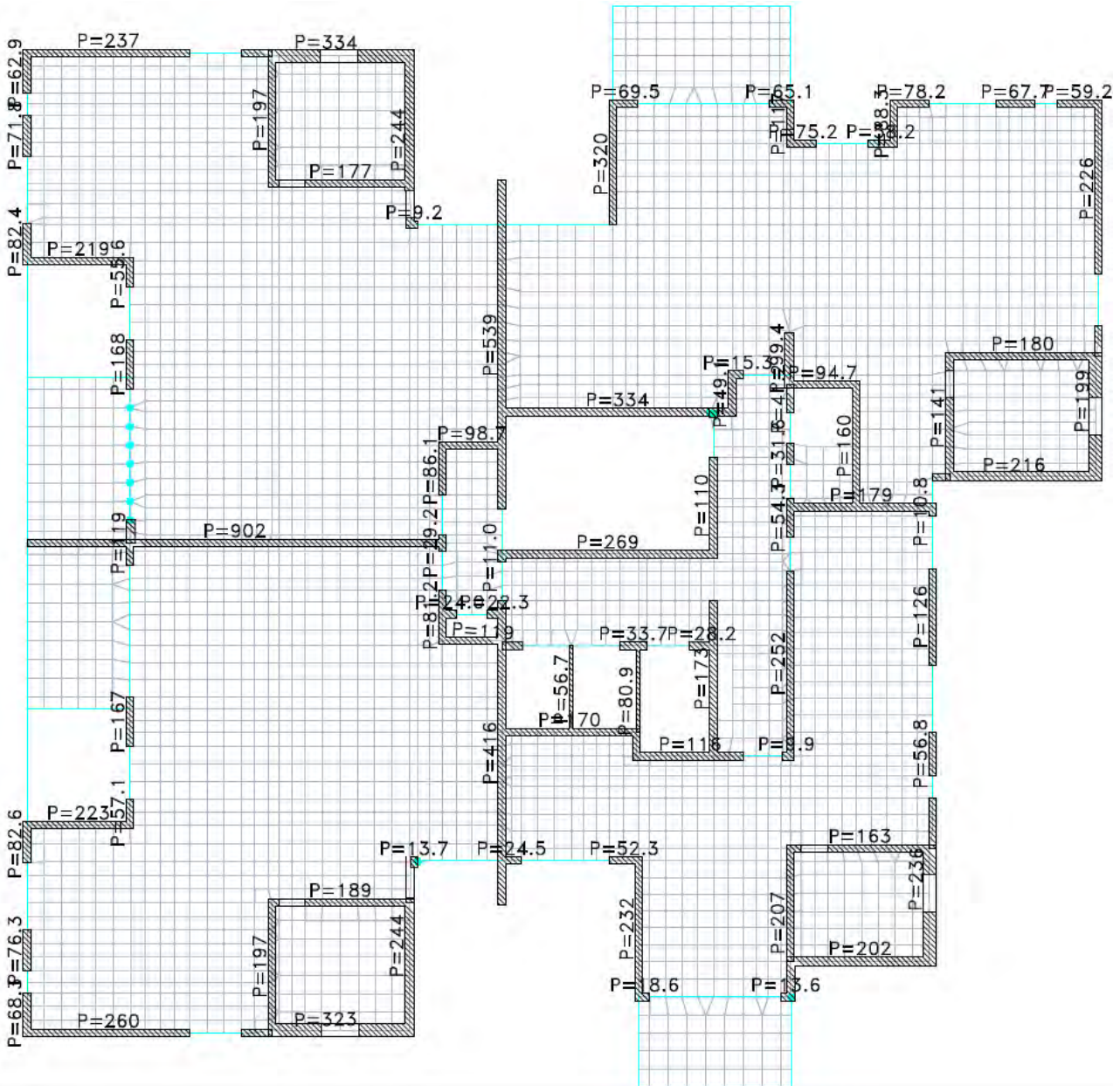
קוטר כלונס [ס"מ]	אורך כלונס [מטר]	עומס שירות אנכי מותר [טון]
40	9	עד 41
50	9	42-55
60	9	56-71
70	10	72-87
80	10	88-106
90	12	107-125
100	12	126-146

טבלה 1 –

- ד. תסבולת הכלונסאות בטבלה 1 חושבה לפי מאמץ חיכוך מותר של 3.0 טון/מ"ר, בהזנחת 1.0 מטר עליונים, ותסבולת קצה של 90 טון/מ"ר.
- ה. במידה ונדרש עומס גדול מהמפורט, יש להשתמש בצמדי כלונסאות, במרווח נטו מינימלי 30 ס"מ. סה"כ התסבולת במקרה זה יהיה 85% מתסבולת כלונסאות בודדים.

ריאקציות בשירות:

[ton]: יחידות:



קביעת קוטר כלונס:

נקבע את קוטר הכלונס בהתאם לטבלה:

קוטר כלונס [ס"מ]	אורך כלונס [מטר]	עומס שירות אנכי מותר [טון]
40	9	עד 41
50	9	42-55
60	9	56-71
70	10	72-87
80	10	88-106
90	12	107-125
100	12	126-146

טבלה 1 –

נוודא שהריאקציה בשירות תהיה קטנה מתסבולת הכלונס מופיע בטבלה – 1.
במידה ולא נוכל לתכנן כלונס 1, נפעל ע"פ הנחיות של דוח הקרקע:

ה. במידה ונדירש עומס גדול מהמפורט, יש להשתמש בצמדי כלונסאות, במרווח נטו מינימלי 30 ס"מ. סח"כ התסבולת במקרה זה יהיה 85% מתסבולת כלונסאות בודדים.

חישוב הזיון:

חישוב ע"פ זיון מינימלי של 0.5% משטח הכלונס:

• ע"פ דרישות התקן 466 חלק 2 סעיף: 31.2.2.2) עמוד 71)

$$A(D = 60) = \pi * r^2 = \pi * 30^2 \cong 2828_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{calc} = \frac{0.5}{100} * 2828 = 14.14_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{act} = 8\emptyset 16 = 16.08_{\text{cm}^2}$$

$$A(D = 70) = \pi * r^2 = \pi * 35^2 \cong 3848_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{calc} = \frac{0.5}{100} * 3848 = 19.24_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{act} = 10\emptyset 16 = 20.1_{\text{cm}^2}$$

$$A(D = 80) = \pi * r^2 = \pi * 40^2 \cong 5046_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{calc} = \frac{0.5}{100} * 5026 = 25.13_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{act} = 10\emptyset 18 = 25.45_{\text{cm}^2}$$

$$A(D = 90) = \pi * r^2 = \pi * 45^2 \cong 6362_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{calc} = \frac{0.5}{100} * 6362 = 31.81_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{act} = 13\emptyset 18 = 33.02_{\text{cm}^2}$$

$$A(D = 100) = \pi * r^2 = \pi * 50^2 \cong 7853_{\text{cm}^2}$$

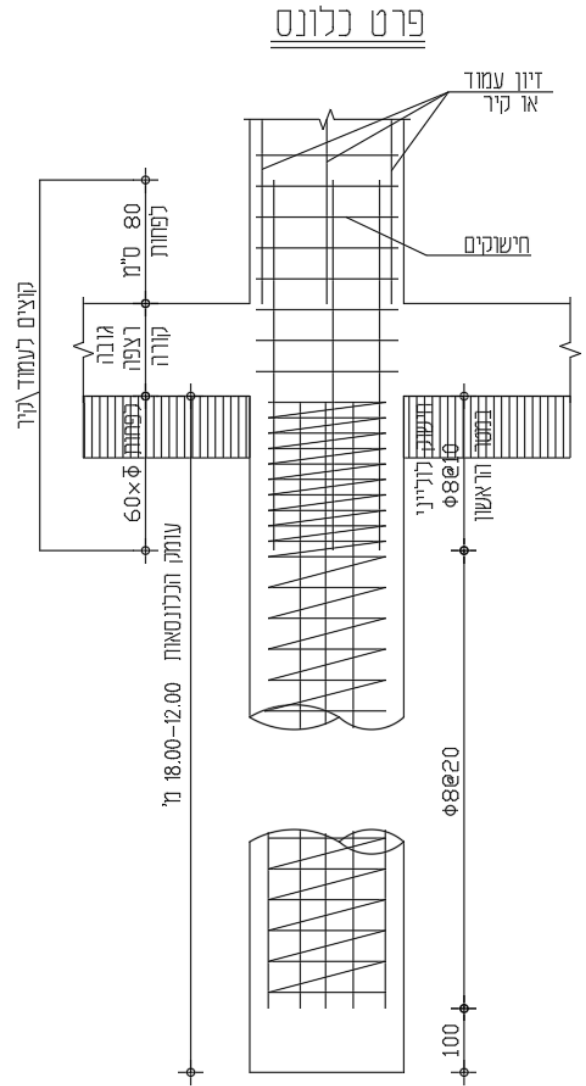
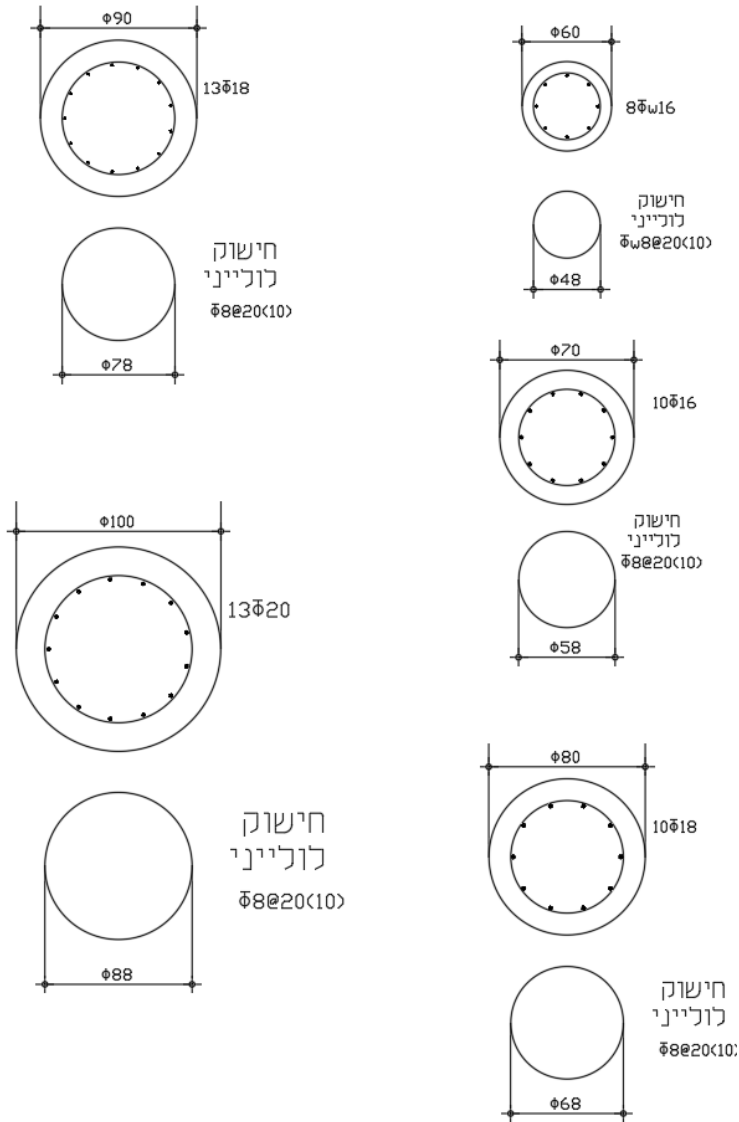
$$As, \text{calc} = \frac{0.5}{100} * 7853 = 39.26_{\text{cm}^2}$$

$$As, \text{act} = 13\emptyset 20 = 40.08_{\text{cm}^2}$$

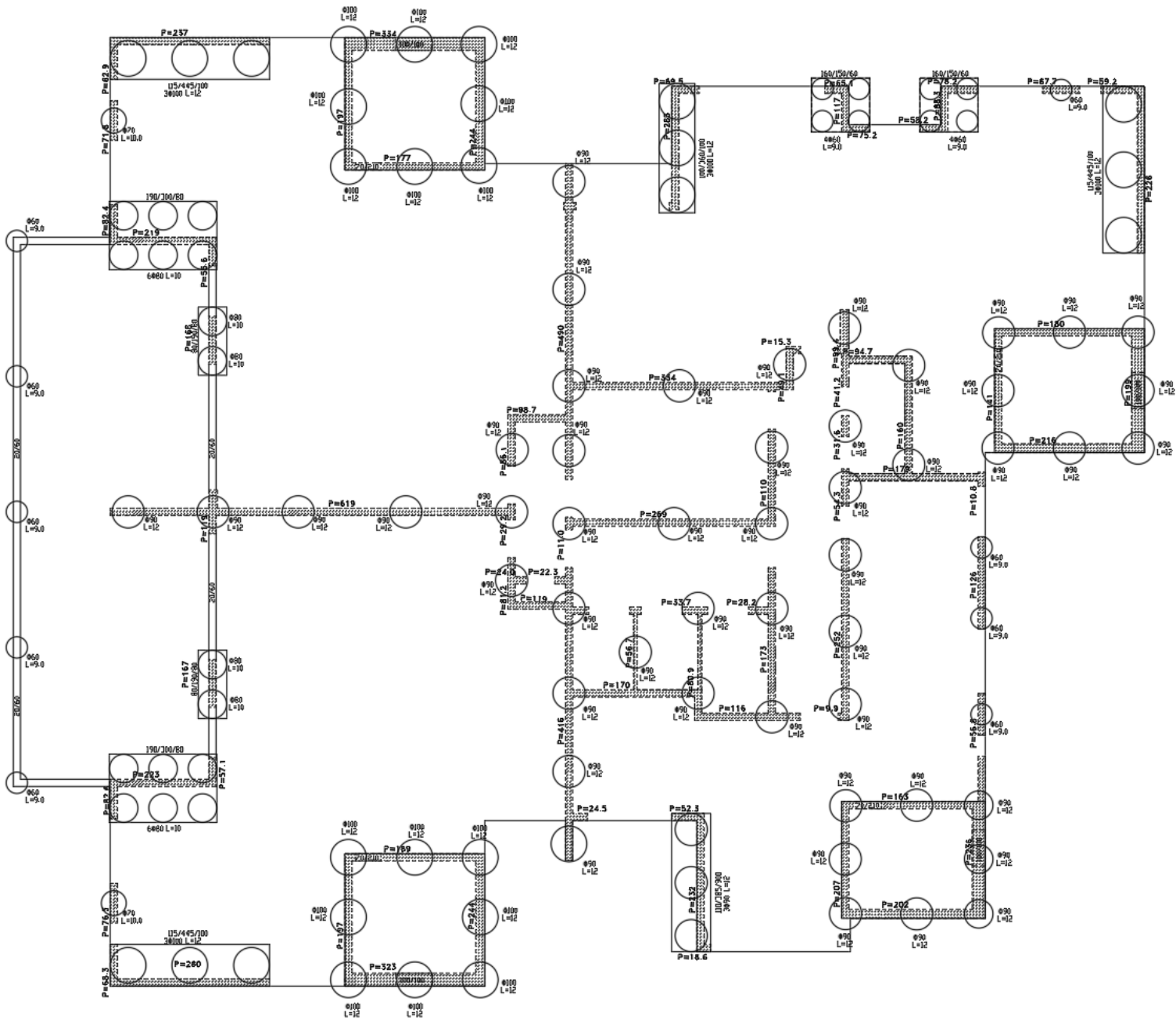
כמו-כן, חישוב לולייני בכל הכלונסאות: $\emptyset 8@200$

ב-2 מ' העליונים: $\emptyset 8@100$

זיון לכלונס לפי הוראות יועץ קרקע:



תוכנית יסודות (ניתן לראות בצורה ברורה יותר בקובץ של האוטוקאד):



6.4.3 הנחיות לתכנון – ביצוע, לרישום על גבי תוכנית היסודות (יישלה ב- Email לפי בקשה)

- א. קידוח הכלונסאות יבוצע באמצעות מכונת קידוח חזקה מסוג M 150 לפחות, מצוידת במקדחים סגורים למעבר שכבות חוליות. במקרה של מפולות בשכבת חול תחתונה יש להעריך לשינוי בשיטת הקדחתה.
- ב. הכלונסאות יחדרו 1.0 מ' בשכבה חול דק נקי המכיל כ- 1-4% דקים.
- ג. מיקום הכלונסאות ייעשה עם אבטחות לשני הכיוונים.
- ד. אין לקדוח כלונס במרחק של פחות מ- 4 פעמים קוטר הקידוח (הקוטר הגדול יותר) מבור קידוח פתוח. ניתן לקדוח בסמוך לכלונס רק לאחר 24 שעות מיציקתו.
- ה. מרכז כלונס לא יסטה יותר מ- 10% קוטר הכלונס מהמרכז המתוכנן.
- ו. הזיון ייעשה מברזל מצולע, בכמות לפי דרישות ת"י, ואורכו נטו בקידוח יהיה קצר ב- 0.5 מטר מעומק הבור.
- ז. קוטר כלוב הזיון יהיה קטן ב- 10 ס"מ מקוטר הקידוח, והוא ימורכז בקידוח באמצעות 3 שומרי מרחק (ספייסרים) בתוך, לפחות בשני חתכים לאורך הכלוב. מרחק מקסימלי בין חתכים הוא 3 מטר.
- ח. הבטון בכלונס יהיה ב- 30 בעל שקיעת קונוס של 6" הנחוצה לעטיפה נאותה של הזיון.
- ט. יציקת הכלונסאות תיעשה באמצעות צינור משאבה ממתכת, חלק וללא חיבורים בקוטר "4, שיורד בבור הקידוח 6.0 מ' לפחות.
- י. יציקת הכלונסאות תבוצע ביום הקידוח ותהיה רציפה ללא הפסקות.
- יא. יש למנוע היווצרות "פטריית בטון" בראש הכלונס. בכל מקרה, סיתות עודפי הבטון יהיה בפרק זמן של עד 48 שעות מהיציקה.
- יב. כל הכלונסאות ייבדקו בבדיקות סוניות להוכחת רציפותם. תוצאות הבדיקה תועברנה למשרדנו לעיון ואישור להמשך העבודה. **ללא קבלת אישור המהנדס הגיאוטכני, בכתב, לתקינות הכלונסאות, אין להמשיך בעבודה.**

סיכום:

במהלך העבודה על הפרויקט גמר למדתי רבות כשנפגשתי עם מגוון רחב של נושאים ובעיות בתכנון המבנה – עומסי כבידה, תכן לרעידות אדמה, תכנון אלמנטי הקשחה, תכנון יסודות וכד'. כמו כן, התמודדתי עם קריאת תוכניות אדריכליות בצורה מדויקת ובהתאם להן התנסיתי בתכנון מבנה השלד.

בעבודתי נעזרתי רבות בתוכנות מחשב, כגון: סטראפ ואוטוקאד.

לתחושתי לפרויקט זה נוקזו כל החומרים שלמדתי לאורך התואר וזכיתי לראות כיצד הם נקשרים זה בזה.

בנוסף אני מעוניין להודות למנחה שלי, מהנדס וינד דניאל, שעזר לי רבות בכל שלבי תכנון הפרויקט והוצאתו לפועל.

ביבליוגרפיה:

1. תקנים ישראליים:

- ת"י 466 חלקים – 1,2,3 חוקת הבטון
- ת"י 412 – עומסים אופייניים שימושיים
- ת"י 413 ג"ת 3- תכן מבנים לרעידות אדמה
- ת"י 109 – משקלי חומרי בניה וחלקי מבנה
- ת"י 940 – תכן ביסוס

2. ספרי לימוד:

- "עמידות מבנים ברעידות אדמה" – פרופ י.איסחקוב
- "הספר האפור" – ספר סטטיקה, חוזק חומרים ובטון מזוין – המרכז לחינוך טכנולוגי

3. תוכנות מחשב:

- Strap –by atir
- Beamd –by atir
- Word, Excel, Power Point, Paint –by Microsoft
- AutoCAD –by adobe