

## דו"ח קרקע לביסוס מבנה בית כנסת

גוש מס' 13916  
חלקה מס' 18-37  
מגרש מס' 700  
מטולה



המזמין: המועצה המקומית מטולה

6 במאי, 2025

Eyad Tarabeih, M.Sc.  
Civil/Geotechnical Engineer  
Galil Elyon Mall - Hatzor Hagalilit  
Cellular: 0526-500557  
Email: [etarabeih@gmail.com](mailto:etarabeih@gmail.com)

טרביה איאד, M.Sc.  
מהנדס אזרחי, יועץ קרקע וביסוס  
קניון הגליל העליון - חצור הגלילית  
נייד: 0526-500557  
דואר אלקטרוני: [etarabeih@gmail.com](mailto:etarabeih@gmail.com)

## תוכן

3	1. <u>מבוא</u> .....
3	2. <u>חתך הקרקע</u> .....
3	3. <u>הנחיות לתכנון הביסוס</u> .....
6	4. <u>הנחיות לתכנון קירות מסד</u> .....
7	5. <u>הנחיות לתכנון קירות תומכים</u> .....
8	6. <u>הנחיות לתכנון הגדרות</u> .....
8	7. <u>הנחיות לתכנון משטחי אבנים משתלבות</u> .....
8	8. <u>כללי</u> .....
9	<u>נספח-א: מפה גיאולוגית</u> .....
10	<u>נספח-ב: חתך טיפוסי לקיר תומך (קיר כובד, קיר בטון מזוין)</u> .....

## 1. מבוא

דו"ח זה מתייחס לביסוס מבנה בית כנסת חדש במגרש מס' 700 (גוש/חלקות 18-37/13916) במטולה.

המבנה יהיה מקומה אחת מעל קומת מסד חלקית בשטח כולל של 361 מ"ר.

## 2. חתך הקרקע

זיהוי חתך הקרקע באתר מסתמך על:

- המפה הגיאולוגית לאזור "מטולה" המצורפת בנספח-א (המכון הגיאולוגי לישראל).
- מידע מעבודות ביסוס שבוצעו במגרשים סמוכים תחת פיקוח עליון של משרדנו.

השכבה העליונה בקרקע הינה שכבה של **חרסית רזה עם אבנים (Gravelly Lean Clay)** בעובי 1-1.5 מ'. מהעומק הזה והלאה מתחילה שכבת **סלע גיר סדוק תצורת כמון (Blocky Limestone - GSI≈65)** והשכבה מתמשכת לעומקים רבים.

## 3. הנחיות לתכנון הביסוס

בנתוני הקרקע באתר, ניתן לתכנן הביסוס באחת מהשיטות להלן:

### 3.1 פלטות ויסודות עוברים (Spread and Strip Footings).

להלן הנחיות התכנון:

א. עומק הביסוס לא יפחת מ-0.5 מ' בסלע (יציקה כנגד הסלע).

עומק הביסוס בקרבת הפרשי מפלסים יחושבו מתחת לקו תאורטי העולה בשיפוע 1:1 מנקודת דיקור תחתון של המתלול.

ב. מאמץ קרקע מותר 40 טון במ"ר.

ג. עובי מינימאלי של היסוד 40 ס"מ.

ד. המידות המינימליות לפלטת יסוד 100×100 ס"מ וליסוד עובר 60 ס"מ.

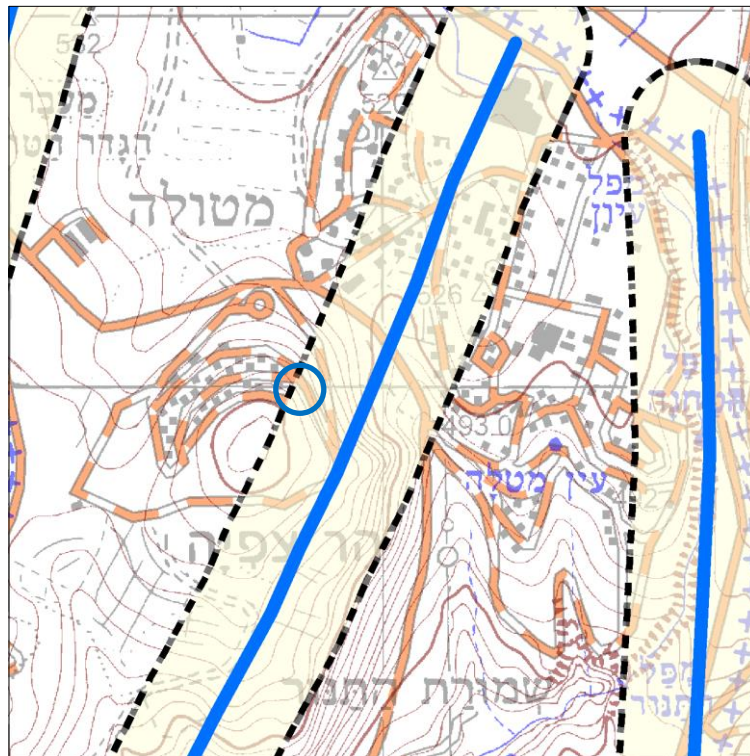
ה. המרחק האופקי בין שתי פלטות סמוכות לא יפחת מ-50% רוחב היסוד הגדול.

ו. התזוזה האנכית הצפויה לעומסים אנכיים מותרים תהיה בשיעור של 2 מ"מ ליסוד בודד ו-3.5 מ"מ ליסוד עובר.

ז. לחישוב היסודות לכוחות אופקיים ומומנטים, יש לחשב המבנה לרעידת אדמה כאשר תאוצת הקרקע האופקית המירבית  $Z=0.23g$ , מקדמי תאוצה אופקית ספקטרית בזמן מחזור קצר ולשניה אחת  $S_s=0.57$  ו-  $S_1=0.11$  (הסתברות 10% ב-50 שנה) וסוג הקרקע B לפי ת"י 413.

הערכת סיכונים סייסמיים:

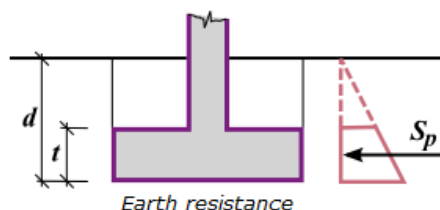
עפ"י מפת ההעתקים לאזור מטולה, האתר נמצא באזור העתק החשוד כפעיל לכן יש צורך בהגברת השתית!



מפת העתקים - אזור מטולה

ח. תסבולת אופקית של היסוד תחושב לפי המקדמים להלן:

- משקל מרחבי של השכבה עליונה 1.8 טון/מ"ק ושל הסלע 2.4 טון/מ"ק.
- מקדם לחץ קרקע פסיבי של השכבה העליונה 1.45 ושל הסלע 2.15 (מקדם ביטחון של 1.5).
- מקדם חיכוך הבטון עם הסלע 0.55 (מקדם ביטחון של 1.25).



ט. זיון היסודות יהיה עפ"י דרישות מהנדס הקונסטרוקציה ובהתאם לתקנים המתאימים.  
י. כיסוי הזיון המינימלי 5 ס"מ.

יא. הבטון ב-30 סומך 6" עם אגרגט מקסימלי של 19 מ"מ. הבטון יענה על דרגת חשיפה 3 לפי ת"י 118.

יב. מילוי חוזר מעל היסודות יהיה מחומר CLSM.

יג. צריך לקשור את היסודות לשני הכוונים ע"י מערכת של קורות קשר או רצפה, הכל עפ"י הנחיות מהנדס הקונסטרוקציה.

יד. קורות קשר ורצפה יופרדו מהקרקע ע"י תעלות וארגזי פוליביד בגובה 20 ס"מ עומדים בת"י 940.

טו. צריך להעתיק את קווי המים והביוב מתחת לרצפת המבנה למרחק מינימלי של 3 מ' מתחום היסודות.

טז. היסודות יבוצעו בהשגחת מפקח צמוד בעל הכשרה מקצועית נאותה, אשר יהיה נוכח באתר בכל מהלך העבודה וידאג למילוי ההוראות המובאות בדו"ח זה, יאשר יציקת כל יסוד וידווח למהנדס הביסוס.

### 3.2. כלונסאות בטון קדוחים בשיטת הקשה "מיקרופייל" (Cast In-Situ Piles).

להלן הנחיות התכנון:

א. קוטר הכלונס 40-45 סמ'.

ב. אורך מינימלי של הכלונס 7 מ' ועומקו לא יפחת מ-6 מ' בסלע.

אורכי הכלונסאות בפועל צפויים לגדול לעומת המינימום בהתאם לעומסים ולתנאי הקרקע. האורך הסופי של הכלונסאות ייקבע באתר ע"י מהנדס הביסוס.

אורכי הכלונסאות בקרבת הפרשי מפלים יחושבו מתחת לקו תאורטי העולה בשיפוע 1:1 מנקודת דיקור תחתון של המתלול.

ג. תסבולת אנכית מותרת לכלונס:

כלונס	אורך 7 מ'	אורך 8 מ'	אורך 9 מ'
קוטר 40 סמ'	50 טון	60 טון	70 טון
קוטר 45 סמ'	56 טון	67 טון	80 טון

ד. לעומסים גדולים יותר מהמפורט בטבלה יתקבלו זוגות או קבוצות של כלונסאות בעלי פלטת ראש משותפת.

ה. התזוזה האנכית הצפויה לעומסים אנכיים בטבלה לעיל, תהיה בשיעור של 2.6 מ"מ ו-3 מ"מ לכלונסאות בקוטר 40 ס"מ ו-45 ס"מ, בהתאמה.

ו. לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים, יש לחשב המבנה לרעידת אדמה כאשר תאוצת הקרקע האופקית המירבית  $Z=0.23g$ , מקדמי תאוצה אופקית ספקטרית בזמן מחזור קצר ולשניה אחת  $S_s=0.57$  ו- $S_1=0.11$  (הסתברות 10% ב-50 שנה) וסוג הקרקע B לפי ת"י 413.

עפ"י מפת ההעתקים לאזור מטולה, האתר נמצא באזור העתק החשוד כפעיל לכן יש צורך בהגברת השתית כנ"ל בפרק (3.1) סעיף (ז)!

ז. תסבולת אופקית מותרת לכלונס:

כלונס	אורך 7 מ'	אורך 8 מ'	אורך 9 מ'
קוטר 40 ס"מ	3.6 טון	3.6 טון	3.6 טון
קוטר 45 ס"מ	4.8 טון	4.8 טון	4.8 טון

- ח. התוזה האופקית הצפויה לעומסים אופקיים בטבלה לעיל, תהיה בשיעור של 4 מ"מ ו-4.5 מ"מ לכלונסאות בקוטר 40 ס"מ ו-45 ס"מ, בהתאמה.
- ט. זיון הכלונס האורכי המינימום לכלונסאות קוטר 40-45 ס"מ יהיה 6 מוטות קוטר 16 מ"מ מצולע.
- י. החישוק הלוליני של הכלונס יהיה בקוטר 8 מ"מ מצולע, ויצופף לפסיעה של 10 ס"מ בשני המטרים העליונים ו 15 ס"מ בשאר האורך.
- יא. יש להוסיף שומרי מרחק "ספייסרים" לכלוב הזיון ולשמור על כיסוי זיון מינימלי של 5 ס"מ.
- יב. הבטון ב-30 סומך 6" עם אגרגט מקסימלי של 19 מ"מ. הבטון יענה על דרגת חשיפה 3 לפי ת"י 118.
- יג. יציקת הכלונס תהיה רצופה ותבוצע ביום הקדחה דרך משפך וצינור היורד עד 3 מ' מתחתית הכלונס.
- יד. מרחק צירי מינימלי בין כלונסאות סמוכים 3 פעמים קוטר הכלונס.
- טו. צריך לקשור את הכלונסאות לשני הכוונים ע"י מערכת של קורות קשר או רצפה, הכל עפ"י הנחיות מהנדס הקונסטרוקציה.
- טז. קורות קשר ורצפה יופרדו מהקרקע ע"י תעלות וארגזי פוליביד בגובה 20 ס"מ עומדים בת"י 940.
- יז. צריך להעתיק את קווי המים והביוב מתחת לרצפת המבנה למרחק מינימלי של 3 מ' מתחום היסודות.
- יח. הכלונסאות יבוצעו בהשגחת מפקח צמוד בעל הכשרה מקצועית נאותה, אשר יהיה נוכח באתר בכל מהלך העבודה וידאג למילוי ההוראות המובאות בדו"ח זה, יאשר יציקת כל כלונס, וידווח למהנדס הביסוס.

4. הנחיות לתכנון קירות מסד

- א. חפירה זמנית פתוחה בסלע תבוצע בשיפוע של 1:2.8 (70 מעלות עם האופק).
- ב. קירות מסד יחושבו לפי המקדמים להלן:
- משקל מרחבי לחומר מילוי 2 טון/מ"ק.
  - מקדם לחץ קרקע אופקי במנוחה 0.50.
- ג. זיון הקיר יהיה בהתאם לת"י 466. קוטר מינימלי של מוטות הזיון 10 מ"מ.
- ד. הבטון יהיה ב-30 סומך 6".
- ה. המילוי בגב הקיר יהיה מחומר נברר (מצע סוג "ג") שיבוצע בשכבות בעובי עד 20 ס"מ והשכבות יורטבו ויהודקו בעדינות לצפיפות מינימלית של 96% מודיפיד אשטון.



ו. בגב הקיר, תבוצע מערכת איטום וניקוז באמצעות שתי יריעות ביטומניות (או לחילופין התזת אמולסיה ביטומנית בשתי שכבות) ויריעת ניקוז אנכית מסתיימים מעל לצינור שרשורי עטוף בבד גאוטכני שבהיקף תחתית קורות קשר עד לבורות הניקוז.

## 5. הנחיות לתכנון קירות תומכים

להלן הנחיות לתכנון קיר תומך מבטון מזוין (Cantilever Wall) או קיר כובד (Gravity Wall):

- א. עומק הביסוס לא יפחת מ-0.5 מ' בסלע (יציקה כנגד הסלע).  
 ב. רוחב בסיס הקיר לא יפחת מ-50% הגובה הנתמך (ראה חתך טיפוסי, נספח-ב).

קיר כובד		קיר בטון מזוין		גובה הקיר
עובי בסיס מינימלי	רוחב בסיס מינימלי	עובי בסיס מינימלי	רוחב בסיס מינימלי	
0.4 מ'	1.5 מ'	0.3 מ'	1.5 מ'	3 מ'
0.5 מ'	2 מ'	0.4 מ'	2 מ'	4 מ'
0.6 מ'	2.5 מ'	0.5 מ'	2.5 מ'	5 מ'

ג. הקיר יחושב לפי המקדמים להלן:

- משקל מרחבי לחומר מילוי 2 טון/מ"ק.
- מקדם לחץ קרקע אקטיבי סטטי 0.30.
- מקדם לחץ קרקע אקטיבי סייסמי 0.41 (חישוב לרעידות אדמה -  $Z=0.15g$ ).
- מקדם חיכוך הבטון עם הסלע 0.55.
- מאמץ קרקע מותר 40 טון למ"ר.

במצב סטטי (שרות), שקול כוחות אנכיים ביסוד יהיה בתוך הגרעין (1/6 רוחב היסוד). בעת רעידת אדמה מותרת אקצסנטריות עד 1/3 רוחב היסוד.

ד. מקדם ביטחון להחלקה 1.5 ולהיפוך 2.

ה. מקדם ביטחון סייסמי לרעידת אדמה 1.2.

ו. זיון הקיר יהיה בהתאם לת"י 466. קוטר מינימלי של מוטות הזיון 10 מ"מ ועובי בטון הכיסוי יהיה 5 ס"מ.

ז. הבטון ביסוד ובקיר יהיה ב-30 סומך 6" ויענה על דרגת חשיפה 3 לפי ת"י 118.

ח. המילוי בגב הקיר יהיה מחומר נברר (מצע סוג "ג") שיבוצע בשכבות בעובי עד 20 ס"מ והשכבות יורטבו ויהודקו לצפיפות מינימלית של 96% מודיפיד אאשטו.

ט. בגב הקיר, יתוכנן ניקוז באמצעות עמודת חצץ 2-4 ס"מ, ברוחב מינימלי של 60 ס"מ, שתחל ממפלס שורת הנקזים התחתונה ועד לכ-50 ס"מ מתחת לפני השטח העליון, ותופרד מיתרת המילוי ע"י בד גאוטכני בלתי ארוג במשקל 200 גרם למ"ר.

י. יתוכננו נקזים בקוטר 3" עד כל 3 מ"ר.

יא. יש לבצע תפר כל 4-5 מ"א של קיר.

## 6. הנחיות לתכנון הגדרות

- א. עומק ביסוס הגדר לא יפחת מ-40 ס"מ מפני קרקע סופיים.
- ב. מתחת ליסוד הגדר תבוצע שכבה אחת של מצע סוג "א" בעובי 20 ס"מ שתחרוג לפחות 30 ס"מ מצידי היסוד.
- ג. השתית קודם תורטב ותהודק לצפיפות מינימלית של 95% מודיפייד אאשטו.
- ד. שכבת המצע תורטב ותהודק לצפיפות מינימלית של 98% מודיפייד אאשטו.
- ה. רוחב היסוד לא יפחת מ-60 ס"מ.
- ו. לחילופין, הגדרות יבוססו על כלונסאות בקוטר 40 ס"מ ואורך 6 מ' (חדירה 4 מ' בסלע).

## 7. הנחיות לתכנון משטחי אבנים משתלבות

- א. עובי מיסעת משטחי אבנים משתלבות יהיה 52 ס"מ כולל:
  - ✓ אבנים משתלבות בעובי 8 ס"מ.
  - ✓ שכבת חול בעובי 4 ס"מ.
  - ✓ שתי שכבות של מצע סוג "א" בעובי כולל של 40 ס"מ.
- ב. השתית קודם תורטב ותהודק לצפיפות מינימלית של 95% מודיפייד אאשטו.
- ג. שכבות המצע יורטבו ויהודקו לצפיפות מינימלית של 98% מודיפייד אאשטו.
- ד. יש לדאוג לניקוז יעיל של המשטח באמצעות שיפועים ותעלות ניקוז שירחיקו את מי הנגר העילי במהירות.

## 8. כללי

- א. יש להעביר אלינו תכנית קונסטרוקציה של הביסוס לעיון ואישור.
- ב. יש לזמן אותנו לפיקוח עליון בתחילת ביצוע הביסוס ובהתראה נאותה של יומיים לפחות.

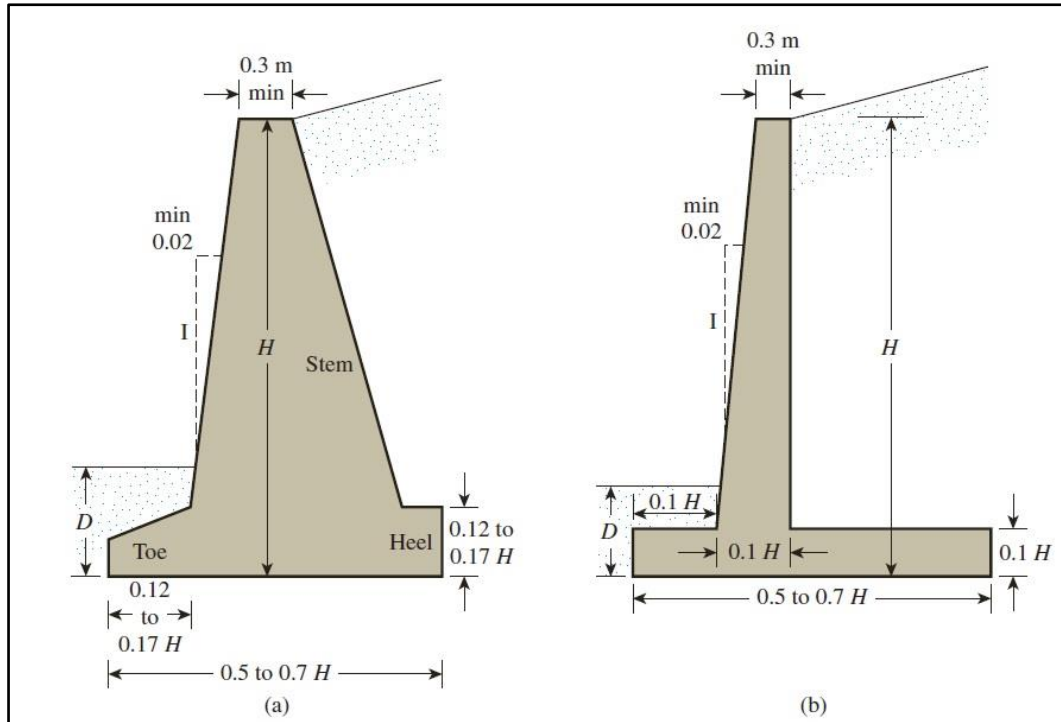
בכבוד רב,  
**טרביה איאד, M.Sc.**  
**מהנדס קרקע וביסוס**







חתך טיפוסי לקיר תומך



(a) קיר כובד, (b) קיר בטון מזוין