

דו"ח ייעוץ קרקע וביסוס מבנים  
שני גני ילדים חדשים – עין ראפה  
גוש 29962/1, גוש 29960/6, מגרש 601

עבור

ס.ל.ש עבודות הנדסיות בע"מ

הוכן ע"י:

אינג' חביב אללה מוחמד

משרד הנדסה אזרחית MSc.

ייעוץ קרקע וביסוס, פיקוח וניהול פרויקטים

עין מאהל, ת.ד. 533 מיקוד 17902



מאי 2023  
מהדורה 01

M.S.c. (Eng.) אינג' חביב אללה מוחמד  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית

דר"ח קרקע וביסוס  
שני גני ילדים חדשים – עין ראפה  
גוש 29962/1, גוש 29960/6, מגרש 601

תוכן עניינים

מבוא	1.	- 4 -
תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מוצעת	2.	- 6 -
תיאור הקרקע המקומית	3.	- 7 -
פרמטרי החוזק	4.	- 7 -
שיטת הביסוס המומלצת	5.	- 8 -
5.1. כללי		- 8 -
5.2. חלופת כלונסאות קטני קוטר - מיקרופייל		- 8 -
5.3. ביסוס רדוד ע"י פלטות בודדות		- 9 -
5.4. קירות תומכים		- 11 -
5.5. משטחי פיתוח		- 12 -
6. הנחיות כלליות		- 13 -
6.1. קורות מסד ורצפות המבנה		- 13 -
6.2. ניקוז הנגר העילי ומי הביוב		- 13 -
6.3. תכנון למצב רעידות אדמה		- 14 -
6.4. בטיחות		- 14 -
6.5. תכנון למצב רעידות אדמה		- 15 -

- 15 -	ביצוע בדיקות בקרה	6.6
- 15 -	פיקוח	7
- 15 -	סיכום	8
- 16 -	מפרט לתכנון וביצוע מיקרופיילים	9
- 18 -	נספח מס' 3 – חישוב כלונסאות לכוחות אופקיים	10

#### תפוצה

○ אינג' נאסר יעקובי, אדר' מוראד עתאמנה, אינג' חאזם אסמאעיל – חברת ס.ל.ש. בע"מ

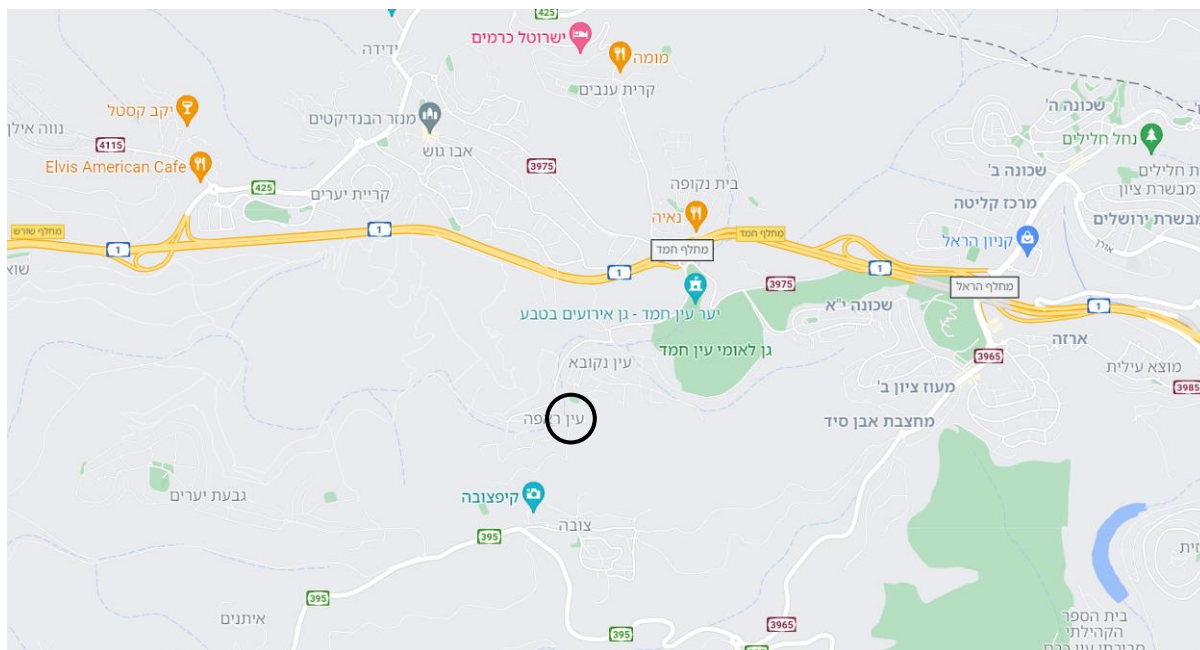
~~אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית~~

**ד"ר ח ייעוץ קרקע וביסוס מבנים**  
**שני גני ילדים חדשים – עין ראפה**  
**גוש 29962/1, גוש 29960/6, מגרש 601**

**1. מבוא**

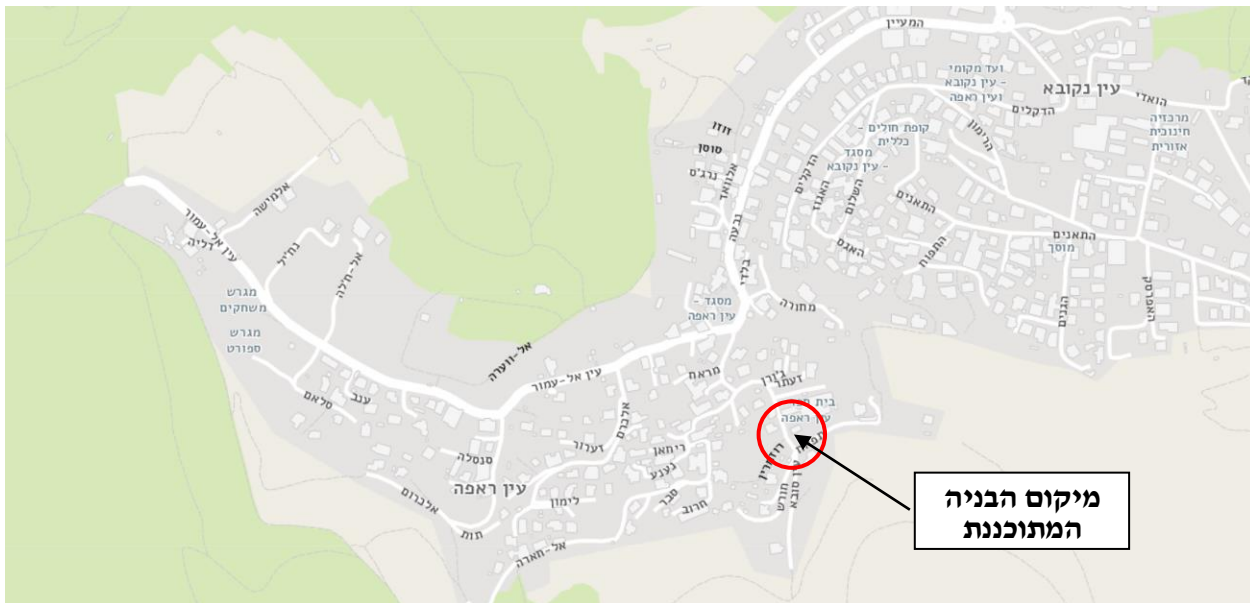
ד"ר ח זה עוסק בהנחיות והמלצות לביסוס מבנה שני גני ילדים חדש בן שתי קומות בסמוך לבית ספר יסודי עין ראפה הממוקם בכפר עין ראפה. המבנה החדש ממוקם בצד המזרחי של הישוב. המבנה ממוקם בגוש 29962/1 וגוש 29960/6 במגרש 601 בהתאם לתוכנית היתר הבניה. התכנון הינו באחריות אדר' מוראד עתאמנה וחברת ס.ל.ש עבודות הנדסיות בע"מ.

ציור מס' 1.1 מראה מפת סביבה של אזור הפרויקט המתוכנן.



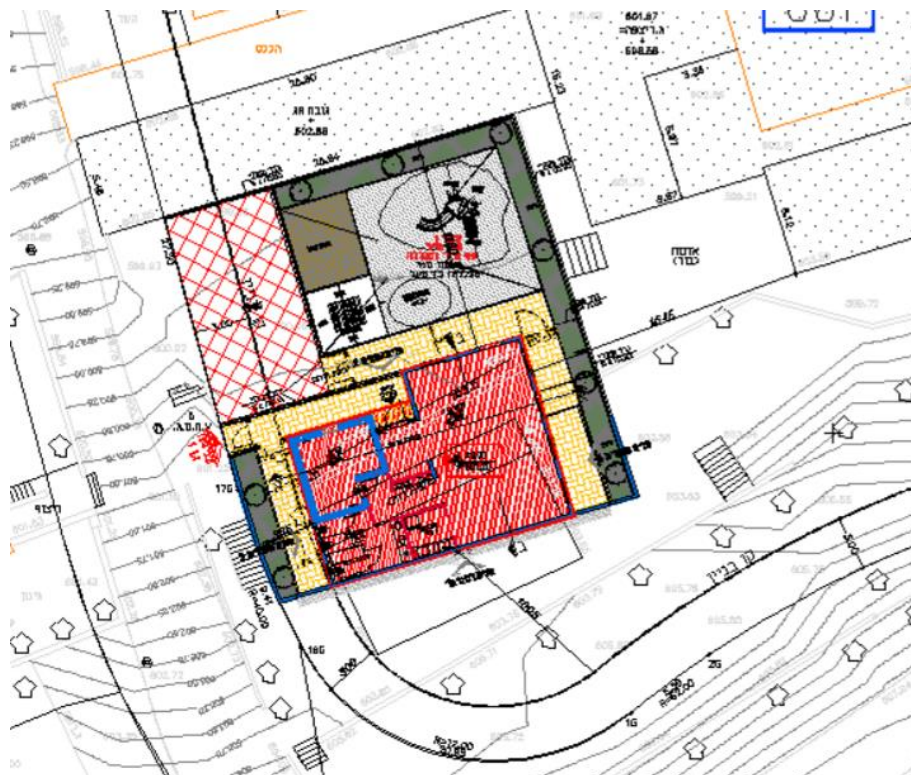
**ציור מס' 1.1: תמונת סביבה כללית לאזור הפרויקט – שני גני ילדים חדשים, עין ראפה**

~~אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים ייעוץ להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית~~



**ציור מס' 1.2: מפת סביבה מקורבת – שני גני ילדים חדשים, עין ראפה**

ציור מס' 1.3 מראה מפת העמדה של המבנה החדשה על גבי המצב הקיים:



**ציור מס' 1.3: העמדה של המבנה המוצע על גבי המצב הקיים – שני גני ילדים חדשים, עין ראפה**

הסביבה של הפרויקט מאופיינת כסביבה הררית באופן כללי כאשר הנטיה הכללית באזור המגרש הינה לכיוון צפון מזרח באופן כללי.

בהתאם למפה הסיסמית של מדינת ישראל, האזור מוגדר כבעל מקדם סיסמי של 0.100g. זוהי תאוצת הקרקע האופקית המקסימלית שלגביה קיימת הסתברות של 10% לקבלת תאוצת שיא גבוהה יותר בסלע, בפרק זמן של 50 שנה. מתכנן השלד יתכנן את המבנה בהתאם לת"י 413 המעודכן שיכלול את התיקון מס' 5.

התכנון המפורט בהמשך מתייחס לאלמנטים הבאים:

- הנחיות ביסוס למבנה המוצע.
- הנחיות לביסוס מגרשי חניה ופיתוח כללי.

התכנון בשלב תכנוני זה מסתמך על הבא:

- סיורים בשטח הפרויקט ובסביבה הקרוב לצורך התרשמות כללית ולצורך אפיון הקרקע הטבעית הקיימת.
- מידע גיאוהנדסי מצומצם קיים מעבודות קודמות בסביבת הפרויקט.

לאור העדר מידע גיאוהנדסי מפורט וספיציפי באזור הפרויקט, אנו ממליצים לבצע חקירה גיאוהנדסית שתכלול ביצוע קידוחי ניסיון ומספר בדיקות חוזק ובדיקות אינדוקטיביות. הצורך בביצוע קידוחי ניסיון בא לצורך קביעת פרמטרי הקרקע בצורה מבוססת יותר. בנוסף לנ"ל, ניתן לשלב את קידוחי הכלונסאות המתוכננים (ראה בהמשך) שיהוו קידוחי ניסיון בסביבת הפרויקט.

## 2. תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מוצעת

כמוזכר לעיל, במסגרת הפרויקט הנוכחי טרם נקבעה או בוצעה תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מפורטת. יחד עם זאת, מומלץ לבצע קידוח/קידוחי ניסיון טרם תחילת עבודות הביצוע לצורך אימות הערכות חתך הקרקע בשטח המגרש. אי ביצוע קידוח הניסיון מחייב ליווי תחילת הקידוחים באתר עם סיכוי/סיכון לשינויים מסויימים בהתאם לממצאי הקידוחים בתחילת הביצוע. סיכון זה יילקח לקראת תחילת הביצוע.

### 3. תיאור הקרקע המקומית

חתך הקרקע הטבעית שמאפיינת את סביבת הפרויקט מאופיינת כחתך המורכב משכבת תכסית עליונה ורדודה. לעומק החתך, צפויה שכבת מעבר מסלע גיר קירטוני קשה עד מעט דולומיטי. סלע שמאופיין כסלע טוב לביסוס. בנוסף לפרמטרי התכנון והחוזק, להשתנות חתך הקרקע כמתואר לעיל יש השפעה ישירה בשני היבטים:

- קביעת שיטת הביסוס והציוד לביצוע מערכת הביסוס.
- השפעה רבה על חישובי היציבות של המדרון.

### 4. פרמטרי החוזק

כאמור, עד לשלב זה, לא בוצעה חקירה גיאוהנדסית שכוללת קידוחי ניסיון או בדיקות חוזק לצורך קביעת פרמטרי התכנון. בהתאם לכך, מוצגים ערכי החוזק המותרים בסוגי הקרקע/סלע השונים בהסתמך על הערכים המקובלים והערכים בספרות.

#### סלע קירטון גירי עד גיר קירטוני

לעומק החתך צפויה שכבת מעבר לסלע קירטון עד קירטון גירי קשה. מאמצי החיכוך והקצה המותרים בסלע מסוג זה באזור הפרויקט מוערכים להלן:

$$\tau = 7.0t / m^2 \text{ : תסבולת חיכוך}$$

$$\sigma \cong 70t / m^2 \text{ : תסבולת קצה של}$$

זווית חיכוך פנימית: 40 מעלות

לצורך התכנון הנוכחי, יש להזניח את תרומתה של שכבת החרסית העליונה או תכסית הקרקע הקיימת.

במידה ויתגלה בקידוחי הניסיון סלע חזק יותר או רך יותר, יוגשו הנחיות ודו"ח מעודכן שיכלול התייחסות מפורטת לכך.

## 5. שיטת הביסוס המומלצת

### 5.1. כללי

בהתאם לחתך הקרקע שהוצג לעיל, שיטת הביסוס המומלצת במקרה הנוכחי הינה ביצוע כלונסאות קטני קוטר – מיקרופיילים. יחד עם זאת, ניתן לשקול ביצוע חלופת יסודות בודדים. חלופה זו הינה חלופה פחות מועדפת לאור הטיפוגרפיה ההררית הכללית הקיימת בסביבה אך הסלע הקיים ומיקום המגרש הספיציפי הקיים מאפשרים שיקול חלופה זו.

### 5.2. חלופת כלונסאות קטני קוטר - מיקרופייל

כלונסאות קטני קוטר יהיו פתרון שמתאים לאזורי סלע קשה "ובריא" כמו סלע בזלתי, גירי או סלע דולומיטי. פרמטרי התכנון בסלעים מסוג זה הוצגו בפרק הקודם. להלן ריכוז ההנחיות לתכנון ולביצוע:

- קוטר הכלונס יהיה 45 ס"מ.
- הבטון יהיה בטון ב-40 או לפחות בכלונסאות מעל 70 טון.
- תסבולת אנכית מקסימלית מותרת הינה 100 טון. תסבולת זו עשויה לגדול וזאת בתלות במימדים הסופיים של המיקרופייל ובסוג הבטון.
- באחריותו של מתכנן מערבת הביסוס לבדוק את תסבולת הבטון מול תסבולת החיכוך של המיקרופייל. ההמלצה היא להשתמש בבטון בעל חוזק לחיצה גבוה תוך שימוש במקדם ביטחון מתאים.
- לאור ממצאי שכבות הקרקע שהתקבלו, אורך מינימלי יהיה 10.0 מ' כאשר עומק החדירה בתוך הסלע הקשה מסוג דולומיט, גיר או אבן גיר יהיה 9.0 מ' לפחות. בהתאם לממצאי השטח צפויים עומקים גדולים יותר הן בגלל שכבת תכסית הקרקע מחרסית רזה או מעודפי חפירה והן עקב העומסים האנכיים.
- אורך כלונס מינימלי יהיה 8 מ'.
- להלן פירוט העומקים לפי חלוקה על פי רמות עומס:

עומס כלונס, טון	עומק חדירה בסלע, מ'	אורך כלונס, מ'
עד 40 טון	7	8
40-60 טון	8	9
60-90	0	10
90-115	10	11

- יש להאריך את הכלונסאות בהתאם לעובי הסופי המתגלה של שכבת החרסית ולהבטיח 8 מ' בשכבה הקשה.
- האומדן המפורט לעיל עשוי להשתנות בהתאם לממצאי השטח. הנחיה מדויקת תינתן בזמן הביצוע על פי תנאי הקרקע. בכל מקרה, תסבול שכבת הקרקע והמילוי תזנח.
- לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים ראה נספח מצורף בסוף דוח זה.
- ביצוע העבודה תהיה בכפוף למפרט הביצוע המצורף ובהתאם לת"י 940 ו-ת"י 1378.
- יש לנקוט בצעדים ובשימוש בציוד מיוחד במידה וקיים חשש לסכנת מפלות בחור הקידוח עקב נוכחות המילוי ושכבות הקרקע. העבודה תתואם עם יועץ הקרקע.
- המרחק הצירי לא יפחת מ- 1.35 מ' בין שני כלונסאות סמוכים. עדיף לשאוף למרחק צירי מינימלי של 4 פעמים קוטר הכלונס.
- יש לקשור את הכלונסאות בשני הכיוונים ע"י מערכת קורות קשר או רצפה, הכל על פי הנחיות מתכנן השלד.
- בפרויקט המיוחד הנוכחי, מערכת הביסוס תכלול ראש כלונס משותף של כל המיקרופיילים ובהתאם לתכנון המפורט.
- כמות הזיון המינימלי במיקרופייל תהיה 8 מוטות בקוטר 16 מ"מ.
- החישוק הלוליאני יהיה בקוטר מינימלי של 8 מ"מ ובפסיעות של 10 ס"מ מראש הכלונס ועד לפחות 3.0 מ' מגג הסלע. בהמשך ועד לקצה כלוב הזיון הפסיעות יהיו במרווח של 15 ס"מ.
- כאשר גג הסלע מרוחק יותר מ- 3.0 מ' ממפלס ראש הכלונס, יש להגדיל את כמות הזיון המינימלית בכ- 30%.

### 5.3. ביסוס רדוד ע"י פלטות בודדות

באופן עקרוני, שיטת הביסוס ע"י יסודות רדודים מתאימה לסוג המסלע הקיים שמאופיין כמסלע קשה ובעל תסבולת גבוהה. אי העדפת שיטה זו במקרה הנוכחי הינו לאור המדרון הכללי שעליו מבוסס המבנה.

לצורך בדיקת ובחינת הביסוס הקיים, יש לבצע גישוש מקיף למימדי

- מימדי היסודות ייקבעו בהסתמך על מאמץ המגע המותר שהוצג לעיל.
- עומק ההטמנה של היסודות יהיה לפחות 80 ס"מ בתוך הסלע הטבעי היציב הבריא הקיים אך בכל מקרה לא יפחת מ- 80 ס"מ ממפלס הפיתוח ההיקפי המתוכנן.

- לאור מערכת הסדקים הקיימת בסלע הקשה, מומלץ להרחיב את היסודות במידה קלה ולפזר מוטות ברזל על מנת לגשר על סדקים אפשריים שיתגלו מתחת לשכבת תחתית היסוד.
- לאחר חפירת היסודות, יש לבצע יציקת שכבת בטון רזה מיישרת. לחילופין, ניתן לשלב שכבה זו יחד עם יציקת היסודות אך יש להקפיד על מרווח מספיק של שכבת זו מתחת לכלוב הזיון של היסודות.
- לאור התכנון הכללי של המבנה במפלסים שונים, יש לבסס את היסודות מתחת לקו דמיוני בזווית של 45 מעלות מהקצה הפנימי של היסוד במפלס הנמוך לכיוון המפלס הגבוה. יסוד מעל קו דמיוני זה אינו יציב.
- מקדם חיכוך מותר בתחתית היסודות הינו 0.55.
- אין להרשות הפרש גובה בין שני יסודות מעל 33% מהמרחק בין היסודות.
- שקיעת היסוד מחושבת לפי המשוואה הבאה:

$$\delta = \sigma * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * I$$

כאשר:

B - רוחב יסוד.

E - מודול אלסטיות של הקרקע.

$\mu$  - מקדם פואסון שווה ל- 0.3 בחול.

I - מקדם צורה: 1.3 ביסוד ריבועי/עגול ו- 1.0 ביסוד עובר.

- במקרה הנוכחי, השקיעה המיידית היא השקיעה העיקרית.
  - ככל שמעמיקים את היסוד, ניתן לצמצם את השקיעה המתקבלת.
- לאור המידע הכללי והראשוני הקיים בסביבה על חללים קריסטים, קיימות שתי שיטות לבחינת המידע הזה כדלקמן:
- ביצוע קידוחי דרילים בקטרים קטנים של כ- 60 מ"מ לעומק שלושה פעמים מידת היסוד המתוכנן.
  - ביצוע סקר גיאופיזי מקומי לבחינת פוטנציאל החללים באזור הספיציפי.
- יש לציין שבהתאם לחלופה הראשונה, הבדיקה היא בדיקה מקומית וצריך לבצע אותה מתחת לכל יסוד מאחר והחללים יכולים להיות מקומיים או אפילו נקודתיים.
- החלופה השנייה הינה חלופה כללית יותר שיכולה לזהות את החללים בסביבה כולה.

#### 5.4. קירות תומכים

כאמור, הפרויקט הנוכחי כולל ביצוע קירות תומכים בגובה משתנה וזאת בהתאם לתוכניות הפיתוח שנמסרו. גובה הקירות הינו משתנה. באופן עקרוני, ניתן לתכן קירות אלו כקירות מבטון מזוין עם רגל אחורית או כקירות כובד מבטון לא מזוין עם ציפוי אבן לקט בחזית הקיר. להלן הנחיות והדגשים לתכנון קירות אלו:

- עומק היסוד יהיה לפחות 120 ס"מ (בעיקר בגלל המדרון ומילוי שפך) בתוך הסלע או הקרקע הטבעית.
- בחתך העליון של הקרקע, קיימת שכבת קרקע חרסיתית בעלת פוטנציאל גבוה לתפיחה. בהתאם לכך, יש להבטיח החלפת קרקע לעומק של 120 ס"מ לפחות. לחילופין, ניתן לבצע ביסוס על גבי כלונסאות. (זה במקרה ועומק החרסית גדול – לאחר ביצוע קידוחי ניסיון או ביסוס המבנה)
- באזורי מדרונות, יש להבטיח מרחק אופקי של 2.5 מ' מהקצה החיצוני של יסוד הקיר ועד פני המדרון הטבעי. ייתכן ויידרש העמק הכלונסאות לצורך הבטחת דרישה זו. מומלץ לבצע בדיקות אישוש בשטח.
- הביסוס יעבור את שכבת מילוי שפך שיש לסלק ולהדק הידוק חוזר.
- במידה וביסוס הקירות יהיה בתוך קרקע טבעית ולא בשתית סלעית, יש לבצע החלפת קרקע ע"י שכבת מצע סוג א' או חומר נברר מאושר לצורך שיפור מקדם החיכוך בתחתית היסוד. אך לאור החתך הצפוי באזורים השונים, יש להשתדל להגיע לשתית סלעית בתחתית הקירות התומכים.
- תחתית היסוד תהיה בשיפוע נגדי של לפחות 5%.
- יש לתכנן מערכת ניקוז עם נקזים ושימוש בצינורות שרשוריים תקינים עם עטיפת חצץ שתעזור למערכת הניקוז לתפקד נכון.
- בהמשך לנ"ל, חומר המילוי החוזר יהיה מחומר מילוי גרנולרי לצורך ניקוז מי הנגר העילי.
- שכבות המילוי החוזר יהודקו בהתאם למפרט הכללי בשכבות של 20 ס"מ באופן מבוקר.
- קירות הכובד יבוצעו מבטון לא מזוין ואין להרשות שימוש בדבש או אבנים כחלק ממרכיבי הקיר למעט לצורך הציפוי.

לצורך חישוב קירות תומכים, מסלעות, שיפועי חפירה/חציבה ומילוי ובדיקת יציבות מדרונות מוצע מומלץ להשתמש בערכים הבאים:

מילוי אחר	מילוי מהודק ומבוקר בשכבות	חרסית/טין או חוואר	סלע בלוי	
2.2	2.3	1.8	2.3	משקל מרחבי כולל (טון/מ"ק)
0	0	0	0	קוהיזיה, (טון/מ"ר)
25	28	25	38	זווית חיכוך פנימית (מעלות)

#### טבלה מס' 6.2: ריכוז פרמטרי תכנון לחישוב קירות תומכים

- המילוי החוזר יבוצע מחומרים ממקור דולומיטי, גירי או קירטוני. גודל האבן המקסימלית יהיה 3" ואחוז עובר נפה #200 עד 20%.
- עובי השכבה המהודקת יהיה עד 20 ס"מ לאחר הידוק.
- הצפיפות הנדרשת מהידוק המילוי היא 96% מהצפיפות המקסימלית.
- אין הרשות חומר מילוי חוזר ממקור חרסיתי או חווארי.
- יש לנקוט באמצעי בטיחות במיוחד ומדובר במדרונות שבהם קיים חשש להתדרדרות של אבנים בזמן העבודה.
- במידה והקירות התומכים המתוכננים יהיו גבוהים, יש לשקול ביצוע קירות תומכים מקרקע משוריינת באחת השיטות המקובלות.

חשוב לסלק את מילוי השפך מאחורי הקירות וטיפול מתאים על פי המפרט הכללי במילוי שפך זה. מילוי שפך עלול להביא לעומסים כפולים בגב הקירות ולשקיעות מתמשכות עד כדי התמוטטות הקיר במידה ולא טופל או תוכנן נכון.

#### 5.5. משטחי פיתוח

- בהתאם לתוכנית הפיתוח, מתוכננים משטחי פיתוח למיניהם. משטחים אלו מתוכננים באזורי חפירה ומילוי בהתאם למיקום המתוכנן ובהתאם לתנאי הטיפוגרפיה. חשוב לציין את ההדגשים הבאים במסגרת ביצוע עבודות העפר:
- יש לבצע חישוף לעומק של 30 ס"מ מפני השטח ולסלק חומר זה.

- באזורי המילוי, המילוי המאושר יהיה מילוי מקומי מסוג A-2-4 המתקבל מעודפי החפירות. חומר זה יותאם למילוי עם גודל אגרגט מקסימלי של "3, אחוז עובר נפה #200 מקסימלי של 20%, גבול נזילות מקסימלי של 35%.
- המילוי יהודק בשכבות של 20 ס"מ בהידוק רגיל עד מינוס 80 ס"מ מפני הפיתוח
- 80 ס"מ עליונים יהיו מחומר מילוי נברר מהודק בבקרה מלאה.
- באזורים עם שיפוע ואזורים מדרוניים, חיבור שכבת המילוי תהיה במדרגות עד גובה 80-100 ס"מ ורוחב מדרגה זהה לגובהה.
- במידה ומתגלים אזורים שבהם מתקבל סלע רך במיוחד (בעיית נארי) או באזורי חוואר, יהיה צורך לבצע החלפת קרקע במידה ומפלס הפיתוח מעל שכבות אלו הינו פחות מ- 1.5 מ'

## 6. הנחיות כלליות

מובא להלן הנחיות כלליות לביצוע קורות המסד, רצפות ולבעיות מיוחדות בביצוע. במידה ומתעוררות הבהרות כלשהן, יש לפנות ליועץ הקרקע להתייעצות טרם תחילת הביצוע.

### 6.1 קורות מסד ורצפות המבנה

כל האלמנטים הנ"ל יופרדו מהקרקע במידה מינימלית של 20 סמ' לפחות (הרצפות יתוכננו כרצפות תלויות). ההפרדה ויצירת המרווח יבוצעו ע"י ארגזי פוליביד (חיתוך סכין) ברוחב 20 סמ', הקירות והקורות יתוכננו כנ"ל. יש לשים לב לצורך במערכת קורות קשר או קורות שתקשור כל יסוד לשני הכוונים, ניתן לפי שיקול דעת מתכנן השלד/קונסטרוקציה, להחליף חלק מהאלמנטים הנ"ל בקשירה ע"י הרצפה התלויה בלבד.

מומלץ לבצע הגנה נוספת ע"י שימוש בלוחות PVC שיפרסו מסביב לחתך הקורות החיצוניות. בכל מקרה, מומלץ לבצע קשירת קורות המסד המתוכננות בשני הכוונים.

### 6.2 ניקוז הנגר העילי ומי הביוב

בכל מקרה, מומלץ ניקוז מי הנגר העילי הצפויים בעונת הגשמים, מים ממקורות אחרים ו/או מי ביוב קרובים ע"י תכנון שיפועי קרקע אשר מבטיחים הרחקת המים/הביוב אל מחוץ לאזור ההשפעה של המבנה המתוכנן.

עובדה זו מקבלת חשיבות מיוחדת בפרויקט הנוכחי כתוצאה מהמיקום הגיאוגרפי של שטח המבנה המתוכנן שאליו מתנקזים חלק ניכר מי הנגר העילי.

מי מרזבים ו/או צינורות קווי המים ו/או הביוב יורחקו למרחק של 3.0 מ' מאזור ההשפעה של הכלונסאות.

### 6.3. תכנון למצב רעידות אדמה

- כאמור לעיל, אזור כפר **עין ראפה** מוגדר כבעל תאוצת קרקע של  $a=0.100g$  לפי ת"י 413 לרעידות אדמה. בהתאם, להלן המלצות כלליות לצורך תכן המבנה:
- מומלץ להימנע מקומות עמודים מפולשות ללא הקשחה מתאימה ולהימנע מעמודי יסוד.
  - הבטון יהיה מסוג ב-30 לפחות וקוטר החישוקים יהיה 8 מ"מ מסוג זיון מצולע אשר יצופף למרחקים של 10 ס"מ או בהתאם לשיקול דעתו של מתכנן שלד הבניין.

### 6.4. בטיחות

- בנוסף לכללי הבטיחות הנדרשות מהקבלן המבצע ושאר הגורמים, להלן מספר הערות נוספות:
- יש לבצע בדיקה קפדנית למיקום הכלונסאות המתוכננים. הסימונים יבוצעו ע"י מודד מוסמך.
  - מאחר והמבנים מתוכננים בסביבת מבנים קיימים ובאזורי טיפוגרפיה קשה, יש להיזהר מפני פגיעה או נזקים כלשהם למבנים הקיימים בסביבה או למערכות תת-קרקעיות קיימות בעת כניסת מכונת הקידוח והתארגנותה, במהלך הקדיחה או במהלך הכנסת כלוב הזיון לקדח.
  - בהמשך לנ"ל, יש לערוך סקר נזקים ואיתור כל המערכות התת-קרקעיות והמערכות העיליות ולהתריע את הגורם המבצע.
  - באזורים שבהם תתגלה שכבת חוואר רכה שעלולה להתמוטט תוך כדי הביצוע, יש לייצב אותה טרם תחילת הביצוע. ההמלצה היא שבמהלך עבודות החפירה הראשונית לבצע את החפירה בשלבים ובשיפועים מתונים תוך התייעצות עם יועץ הקרקע לצורך איתור מיקום שכבות חלשות ובלתי יציבות.
  - יש להיזהר מפני התדרדרות אבנים או בולדרים במעלה המדרון. התדרדרות סלעים אלו עלולה לפתח תאוצה בעת הנפילה מה שיכול לגרום לפגיעה בנפש וברכות. יש לייצב את פני המדרון מפני סלעים רופפים ובלתי יציבים טרם תחילת הביצוע.
  - יש לפנות את עודפי הקדיחה מסביבת חור הקדח לאחר סיום עבודות הקדיחה על מנת להימנע מנפילת עודפי החומר המופר אל תוך חור הקדח.
  - במידה וקיים חשש להתמוטטות חור הקדח, יש לבצע יציקה מיידית לאחר סיום עבודות הקדיחה. במקרים אחרים יהיה חובה להשתמש בצינור מגן לצורך ייצוב החלק העליון של בור הקדח.

#### 6.5. תכנון למצב רעידות אדמה

כאמור לעיל, אזור הפרויקט מוגדר כבעל תאוצת קרקע של  $a=0.100g$  לפי ת"י 413 לרעידות אדמה.

מקדם ההגברה שיש להתייחס אליו בהתאם למידע הקיים ובהעדר חקירה גיאואוהנדסית מפורטת הינו בשיעור של 1.5

#### 6.6. ביצוע בדיקות בקרה

לאור המורכבות של הפרויקט הנוכחי, יש לבצע בדיקות בקרת איכות לכלונסאות לאחר הביצוע.

בהתאם לחתך הקרקע הקיים, מומלץ לבצע בדיקות אולטר-סוניות בכל הכלונסאות לצורך אישור הכלונסאות טרם המשך הביצוע.

#### 7. פיקוח

על הגורם היוזם למנות פיקוח צמוד של איש מקצוע ובעל ניסיון בסוג עבודות אלו. בכל מקרה יש לשתף את יועץ הקרקע בהתפתחויות המתרחשות ובמיוחד כאשר נדרשת חוות דעת מקצועית בנושא הקרקע והביסוס. יש להודיע ליועץ הקרקע על מועד תחילת עבודות החישוף ומועד ביצוע הקדיחה מספר ימים לפני תחילת העבודה.

#### 8. סיכום

תוכניות הביסוס יועברו ליועץ הקרקע לעיון לפני הביצוע במספר ימים כדי לבקר את התוכניות. כמוזכר לעיל, יש להודיע על מועד תחילת העבודה לצורך מעקב מקרוב במיוחד ולא בוצעה חקירה כוללת בשטח.

הביקורת נחוצה למטרתה המקובלת – דהיינו בדיקה באם העבודות מבוצעות באופן נכון ומקצועי, והן למטרה נוספת הנובעת מאופי מסת הקרקע/סלע אשר בד"כ אינה הומוגנית ואז יהיה ניתן לתת פתרון מקצועי מיידי ובמיוחד אם חתך הקרקע ישתנה באופן קיצוני.

מטרה נוספת לפיקוח בזמן הביצוע תפקידה גם להשלים את סקר הקרקע ולוודא התאמת הממצאים בשטח לחזוי בד"ח. במקרה הצורך יערכו שינויים בהנחיות כמתבקש מהממצאים בשטח.

מומלץ מאד להעמיד פיקוח צמוד לפחות לביצוע הביסוס על מנת לרשום ולבקר את הביצוע ואת השינויים.

בכבוד רב,

אנג' חביב אללה מוחמד MSc.

מהנדס יועץ לביסוס מבנים

## 9. מפרט לתכנון וביצוע מיקרופיילים

- יש להבטיח שעומק הביסוס הפעיל של הכלונסאות יימדד מתחת לקו שיפוע של  $45^{\circ}$  העולה מתחתית מפלס שכן נמוך (למשל תחתית מדרון סמוך או מקלט חפור או הפרש מפלס).
- הפרש הגובה בין תחתית כלונסאות שהמרחק האופקי ביניהם אינו עולה על 2 מ' לא יעלה על המרחק החופשי ביניהם.
- הבטון במיקרופיילים יהיה ב-30 בעל שקיעה של 6" ובעל אגרגט מקסימלי של 0.75". היציקה תבוצע תוך שימוש בויברציה ובפיקוח הנדסי.
- קורות קשר תבטחנה קבלת המומנטים הצפויים מאקסצנטריות הביצוע של הכלונסאות.
- הסטייה המותרת של המרכז המבוצע מהמרכז המתוכנן תהיה 3 ס"מ ואין לגשת ליציקה לפני ביקורת מרכזיות הכלונס.
- זיון לולייני יינתן בפסיעה של 15 ס"מ וכל 10 ס"מ ב-2 מ' עליונים. קוטר כלוב הזיון יהיה קטן ב-8 ס"מ מקוטר הקידוח והוא ייתלה במרכז הקידוח כאשר גלגלי פלסטיק מבטיחים מרווח נאות.
- אורך קטעי סלע לסכום תסבולת הכלונס לא יפחת מ-1 מ' ואורך חדירה בסלע לא יפחת מ-4 מ'.
- אין להרטיב/לשפוך מים בקידוח ללא אישור מההנדס הגיאוטכני.
- בכל מקרה של היתקלות בשכבה תופחת רדודה יש להבטיח חדירה של הכלונס לעומק 3 מ' מתחתיה וזאת במטרה להבטיח רתום נאות כנגד תפיחה. המידה ועומק החוואר עולה על 4 מ', מפני הקרקע הנמוכים ביותר, ניתן לוותר על דרישה זו.
- יש להקפיד על מניעת היווצרות "פטריית בטון" בראש הכלונס ועל מניעת "תפיסת" בולדרים של נארי ע"י בטון בחלק הכלונס העליון. לצורך כך יש להכין, במידת הצורך, תבנית מפח גמיש באורך 1.0 מ' שתבטיח קוטר אחיד.
- העומק הסופי של הכלונסאות יאושר באתר על ידי מהנדס הביסוס בעת קדיחת כלונסאות ראשוניים.
- במקרה היתקלות במערה או שכבה חרסיתית, יש לדווח מיד לח"מ לקבלת הנחיות מתאימות.
- ביצוע מיקרופיילים יהיה תחת פיקוח הנדסי צמוד למשך כל תקופת הביצוע. לפי ממצאים המתגלים בזמן הקדיחה ולפי החלטת המפקח, באישור הח"מ, ייקבע עומק הקידוחים בעת הביצוע.
- יש לסלק את החומר הקדוח מקרבת הבור במהלך הקידוח. אין להעביר את המכונה מהקידוח, לפני שמוודאים שהבור וסביבתו נקיים מחומר הקידוח.

- קוטר כלוב הזיון יהיה קטן ב- 10 ס"מ מקוטר הקידוח, והוא ימורכז בקידוח באמצעות 3 שומרי מרחק (ספייסרים) בחתך, לפחות בשני חתכים לאורך הכלוב. מרחק מקסימלי בין חתכים הוא 3 מטר.
- אנכיות המקדח תימדד באמצעות פלס חיצוני. הסטייה המותרת בשיפוע כלונס אנכי היא 1% כלפי האנך.
- בקידוח במילוי גבוה ו/או עבור כלונס משופע במילוי, כאשר מתברר כי המילוי או כל חומר אחר אינו יציב, ייתכן ויהיה צורך לבצע קידוח מקדים במילוי/חומר אחר בקוטר של 50 - 60 ס"מ לפחות, ולצקת אותו בבטון קילוף, ולקדוח שוב למחרת לקוטר הנדרש.

**10. נספח מס' 3 – חישוב כלונסאות לכוחות אופקיים**

אינדקס סימונים:

F - מקדם התלוי בסוג הקרקע  $F = 0.60 kg / cm^3$

E - מודול אלסטיות – מודול יאנג לבטון מוערך ב-  $300000 kg / cm^2$

B, A – מקדמים

D – קוטר הכלונס.

T - פרמטר הקשיחות.

$L_{min}$  - אורך מינימלי של הכלונס.

$L_{max}$  - מיקום מומנט  $M_{max}$  מקסימלי מתחת לפני האדמה.

$\Delta$  - תזוזת ראש הכלונס בס"מ.

P - כוח אופקי הפועל על ראש הכלונס ב- טון.

M – מומנט הפועל על ראש הכלונס ב-  $ton \cdot m$ .

$M_{max}$  - המומנט המקסימלי בכלונס ב-  $ton \cdot m$ .

$$\Delta = A1 \cdot P + A2 \cdot M$$

$$M_{max} = B1 \cdot P + B2 \cdot M$$

$Z_{max}$	$L_{min}$	T(m)	B2	B1	A2	A1	D(cm)
2.150	6.65	1.65	0.80	1.29	0.054	0.145	50
2.487	7.65	1.91	0.80	1.50	0.034	0.108	60
2.875	9.0	2.21	0.80	1.73	0.025	0.085	70

חישוב זה הוא חישוב אלסטי, המקדם F הוערך באופן גס והוא יכול להשתנות בתוך מסת הקרקע. התזוזות עשויות לגדול עד לשלשה פעמים כתוצאה מתהליך הזחילה וכו'.

בכבוד רב,

אנג' חביב אללה מוחמד MSc.

מהנדס יועץ לביסוס מבנים ותכן דרכים

- סוף מסמך -

M.S.c. (Eng.) אינג' חביב אללה מוחמד  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית