

**הנחיות כלליות לתכנון עבודות עפר ותימוך  
שכונת מול ארבל  
טבריה**

דצמבר 2010

## תוכן העניינים:

1. כללי
2. טופוגרפיה כללית קיימת
3. פרויקט מתוכנן
4. עבודות עפר
5. גיאולוגיה
  - 5.1 כללי
  - 5.2 מיסלע
  - 5.3 העתקים
  - 5.4 גלישות
  - 5.5 שיפועים קיימים במסלע מההיבט הגיאוטכני
  - 5.6 הידרולוגיה
  - 5.7 רעידת אדמה
6. תוצאות בדיקות מעבדה
7. חישוב יציבות מדרונות
8. הנחיות לעבודות עפר
9. תכנון קירות תמך
10. קידוחים נוספים ואינקלינומטרים
11. הנחיות כלליות נוספות
12. מפרטים לביצוע

**1. כללי**

- א. מתוכננת בטבריה שכונת "מול ארבל" התחומה ע"י כביש 348, במזרח, מלון המועדון ומתלול הבזלת, במערב. בין תל רקת בצפון למתקן הטיהור של טבריה בדרום. הפרויקט תחום בין הקורדינטות המקורבות 745700-745050/ 250200-249600.
- ב. מטרת דוח זה הינה לתת:
- הנחיות כלליות לביצוע עבודות העפר הנדרשות בכל הפרויקט.
  - מתן הנחיות לתכנון התימוך הנדרש באזורי מילוי/חפירה תוך ביצוע חישובי יציבות כלליים לכל המדרון ולחפירות מקומיות.
  - ג. יש לתת כנויים לכל הקירות המתוכננים בפרויקט כדי שניתן יהיה להתייחס אליהם במסגרת עבודות העפר הנדרשות.
  - ד. דוח זה מסתמך על התוכניות הבאות:
    - תוכנית פיתוח כללית – אדריכל נוף שלמה גת- מס' תוכנית 1-1-1089 מתאריך 11.11.10
    - 4 חתכים נופיים אופיינים לרוחב – אדריכל נוף שלמה גת מס' תוכנית 1-1-1089 ו-2-1089 מתאריך 27.10.10
    - תכנון הכבישים של חב' גרונר-דאל.
- ה. הדוח מסתמך על המקורות הגיאולוגיים הבאים:
- סקר גיאולוגי הנדסי – מתחם מול ארבל טבריה – של ד"ר עוזי זלצמן משנת 2003 הכולל 7 קידוחי ניסיון בתחום המתחם המצורף כנספח לדוח זה.
- סקר גיאולוגי הנדסי לכביש 348- של ד"ר עוזי זלצמן מאוגוסט 2005.
- קידוחי ניסיון יוני-יולי 2004, עבור כביש 348, בפיקוח צמוד של ד"ר ע. זלצמן. בתחום הגלישה בוצעו הקידוחים מס' 9-14 כאשר קידוח 9 הינו הגבוה בין הקידוחים וקידוח 13 הנמוך. בדיקות מעבדה בוצעו ע"י הטכניון בדצמבר 2004 על מדגמים סלע וקרקע וכללו בדיקות אידיקטיביות, בדיקות גזירה ישירה, בדיקות גזירה מרחבית וקונסולידציה.
- מכון גיאולוגי- הערכת הסכנה לגלישות מדרון בזמן רעידת אדמה בשטח גליונות ארבל וטבריה- כרמי ציון, עודד כץ, צבי בן אברהם.
- ו. השכונה תשווק לקבלנים/יזמים, לאחר ביצוע עבודות העפר והתימוך הכללי הנדרשים בתחומים הציבוריים או בחצרות מתוכננות למבנים. בתחומי המבנים המתוכננים תבוצע חפירה מינימלית הנדרשת מהחלטות היציבות או בהתאם למצב בשטח. החפירות התת-קרקעיות והתמוך, הנדרשים בתחומי המבנים, יבוצעו ע"י יזמי המגרשים.
- ז. אין דוח זה עוסק בהנחיות לביסוס המבנים.
- ח. בגלל ההטרוגניות בחתך המסלע באתר והיות האזור בעל רגישות רבה לרעידות אדמה העבודה תלווה בפקוח גיאולוגי/הנדסי רצוף.

ט. הדוח יעודכן עם התקדמות עבודות העפר ולאחר בצוע קידוחי נסיון נוספים. בגלל מיעוט הקידוחים וההטרוגניות של המסלע בתחום האתר יש להביא בחשבון, בהערכה התקציבית, עלויות נוספות בלתי צפויות.

**2. טופוגרפיה כללית קיימת**

- א. השכונה ממוקמת על מדרון הנוחת באופן כללי ממערב למזרח - אל הכנרת. מפלס פני הקרקע העליונים בצד מערב נעים בין כ-139 מ' בצפון וכ-154 מ' בדרום, ונוחתים למפלס של כ-190 מ' בצפון לכ-170 מ' בדרום, בצד מזרח.
- ב. שיפועי המדרון משתנים בהתאמה עם סוגי המסלע השונים וניתן להבחין בשיפוע של כ-1v:1.5h, שיפוע של כ-1v:(3-5)h. אפיון השיפועים בהקשר לחתך הגיאולוגי יעשה בסעיף 5.
- ג. מספר " ערוצים" ניצבים לכינרת חוצים את האתר.
- ד. באזור מלון המועדון קיים מילוי שהוא פסולת סלע שנחצבה עבור המלון. המילוי בשיפועים תלולים, אינו מהודק ומראה תופעות גלישה שאובחנו בעבר באזור מגרשי הטניס והחניה של המלון. אין מידע מדויק על עובי המילוי.

**3. פרויקט מתוכנן**

- א. בשכונה מתוכננים מספר מקבצי בתים בעלי גובה ואפיון שונים:
- מגרשים 301-306 - מוגדרים כאזור מגורים ג' - המגרשים ממוקמים בצד המערבי של המתחם. המבנים מתוכננים כבעלי 6 קומות מעל קומת חניה. 2 הקומות התחתונות מדורגות וקומות 2-6 אנכיות.
  - מגרשים מס' 201-204 - מוגדרים כאזור מגורים ב'. המגרשים ממוקמים במרכז השטח קרוב יותר לצידו הצפוני של המתחם. המבנים מתוכננים כמבנים מדורגים בני 6 קומות מעל קומת חניה.
  - מגרשים מס' 101-117 מוגדרים כאזור מגורים א' וממוקמים בצד המזרחי והמרכזי של המתחם. המבנים מדורגים בני 2 קומות.
  - מגרש מס' 501- מבנה מסחרי.
  - מגרש מספר 401 - מבנה ציבורי.
- ב. בתוך השכונה מתוכננים כבישים כדלקמן:
- כביש מס' 1 - ברוחב של 11.5 מ' ומדרכות מ-2 צידיו ברוחב של 2.5 מ' כל אחת. מסלול הכביש בצד המערבי של המתחם ומוביל מכביש מס' 348 לתוך השכונה.
  - כביש מס' 8- כביש פנימי, ברוחב של 11 מ', העובר בתחום המרכזי של המתחם.
  - כביש מס' 5- כביש, ברוחב של 13.5 מ' הכולל 2 מדרכות ועובר בצד המזרחי של המתחם.
  - כביש מס' 4- כביש המחבר את כביש 8 ו-1 ברוחב של 14 מ'.

**4. עבודות העפר הנדרשות לעבודות הפתוח ( בהתאמה עם תוכניות אדריכל הנוף)**

תאור עבודות העפר להלן הינו בתחום המגרשים אך מביא בחשבון את עבודות העפר הנדרשות עבור הכבישים/מגרשי חניה ושטחים ציבוריים.

**מגרשים 301-304:**

חפירה בגבול המערבי של המבנים - קרובה לאנכי בעומק של כ- 7-8 מ' ב-2 מדרגות סמוכות. החפירה מרוחקת כ- 4-10 מקו בנין. החפירה מתבצעת בתוך מילוי קיים שהוא פסולת סלע שנחצבה עבור המלון והונחה בשטח ללא בקרה.

מילוי – במגרש מס' 301, הגובל במגרש 801 נדרש מילוי של כ-4 מ' מעל החפירה. יש לשקול נחיצותו של המילוי בתחום המגרש הציבורי.

**מגרשים מס' 305-306:**

חפירה בגבול המערבי של המבנים - חפירה אנכית של כ- 3-5 מ' בסמוך לכביש מס' 3 קיים.

**מגרשים מס' 203-204:**

חפירה בגבול המערבי של המבנים - קרובה לאנכי בעומק של כ- 8-12 מ' ב-2-3 מדרגות סמוכות. החפירה מרוחקת כ- 5 מ' מקו בנין.

**מגרשים מס' 201-202:**

מילוי וחפירה בצד המערבי של המבנים. המילוי הינו של כ-10 מ' ליצירת כביש מס' 8 והחפירה של כ- 4 מ' למפלס החצר של המבנים. המילוי/חפירה מרוחקים כ- 5 מ' מקו בנין.

**מגרש 501 – מסחרי:**

מילוי – בצמוד לדופן המערבית של המבנה לתמוך המילוי הנדרש למגרש החניה.

**מגרש מס' 401 – ציבורי:**

מילוי – של כ- 7 מ' בצד המזרחי למפלס של כ-174 מ'.

**מגרשים מס' 101-125:**

מילוי חפירה של עד כ-3 מ'.

**מגרש ציבורי 602:**

חפירה - בצד המזרחי המערבי של כ-5 מ'.

לדוח זה יוצרפו חתכים המפרטים את עבודות העפר/קירות נדרשים לצרכי פיתוח בלבד.

**5. גיאולוגיה****5.1. כללי**

- המבנה הגיאולוגי הבסיסי של האזור בנוי מגוש נטוי בזוית של כ-15-10 מעלות לכיוון דרום-מזרח. משמעות הדבר שאותו הרכב מיסלע הממוקם באזור מלון המועדון במפלס 120- מ' נמצא גם באזור מזח הדייגים של טבריה במפלס של 200- מ'.
- בכיוון הכללי של המדרון שיפוע השכבות אינו עולה על  $5^{\circ}$  ואין להתחשב בו בחישובי יציבות כללית.
- יש לבצע קידוחי ניסיון נוספים בתחומי המתחם בפקוח גיאולוגי. הקידוחים יבוצעו באזורים בהם מתבצעת חפירה עמוקה בשלב הנוכחי ו/או מתוכננת חפירה עמוקה בעתיד וכן באזור הטאלוס. המבנים. בחלק מהקידוחים יוכנסו אינקלינומטרים שתפקידם להתריע על תחילתה של זחילה/גלישה במדרון. הנחיות יינתנו עם התקדמות התכנון.

**5.2. המסלע**

- שלוש קבוצות מסלע עיקריות בונות את סביבות האתר .
- **קבוצה נמוכה- דולומיט ואבן גיר** מגיל קנומן וטורון. מיסלע זה נחשף בתל-רקת . הסלע משתייך לתצורת דולומיט סכנין ובענה . קידוחי הניסיון במתחם לא נתקלו בשכבה זו ובהתאם להערכה יימצא המיסלע דולומיטי/גירי בעומק של כ-100-50 מ'.
- **קבוצה תיכונה-** המיסלע הבונה את האתר משתייך ל"חבורת טבריה" שגילה ניאוגן. חבורת טבריה מחולקת ל-3 יחידות משנה כדלקמן ( בסדר מהנמוכה לגבוהה)
  - **קונגלומרט** – תצורת הורדוס- בנויה עדשות חלוקים טבועים במסה קרטונית /חווארית/ חרסיתית. חלקיו הגבוהים של השכבה הופיעו בקידוח מס' 7 מעומק של כ-10 מ' ועד לסוף הקידוח בעומק של כ-20 מ'. החל ממפלס מקורב של כ-197 מ'. בתחום הכינרת עובי השכבה כ-100 מ'. בקידוח מס' 7 מופיע בחלקיו העליונים של הקידוח חומר חרסיתי עם ריכוזי דולומיט. יתכן והחומר הוא גלישה מתקופה גיאולוגית ישנה.
  - **חואר עם שכבות ביניים קרטוניות** – השכבה נחדרה בקידוחים מס' 1, 2, 6 . המסלע כולל קרטון חלש עד בינוני (כ-1/3 מהמסה) , קרטון חוארי וחואר (כ-1/2 מהמסה) וקרטון חזק ואולי גירי ( ביתרת המסה). פה ושם יתכן תמצאנה שכבות של אבן גיר קרטונית בעובי של עד כ-0.5 מ'. עובי השכבות לפעמים מילימטרי ולפעמים מגיע למספר עשרות ס"מ. עובי היחידה לרוחב האתר נע סביב כ-50 מ'.
  - בגלל תזוזות טקטוניות, בזמן הרבדת הסלע, סובל החומר מתזוזות שלעיתים גורמות לקימוט או סידוק.
  - בקידוחים אלו נמצאת שכבת מים כלואים בעומק של כ-15-5 מ' . ( ראה סעיף הידרולוגיה) . יתכן ומיקום המים מאפיין שכבה רצופה של חואר בשיפוע של כ-10% כלפי מזרח. שכבת החואר גלויה בחפירות לכביש 348.

- **קרטון , קרטון גירי עם שכבות ביניים חוואריות-** השכבה נמצאת בקידוחים מס' 4, 3 . היחידה מגוונת בהרכבה ובנויה משילוב של כ-1/2-2/3 קרטון ובדרגות שונות של חוזק ואבן גיר קרטונית , ו-1/2-2/3 חוואר קרטוני. קיימת נוכחות של אבן חוואר ואבן חרסית. ייתכן וקיים אופק של אבן גיר בחלקים הגבוהים של היחידה.  
היחידה משוכבת , כאשר עובי השכבות נע בין מילימטרים ספורים לכ-1/2 מ'.

**קבוצה עליונה- בזלת** המשתייכת לתצורת בזלת הכיסוי- שכבת הבזלת אינה נמצאת בתחומי האתר אלא בצמוד לו ממערב, אופק בזלת המכסה על הרצף הקרטון-חוואר , בעובי של כ- 20-30 מ'. את אופק הבזלת בונים מספר קילוחי בזלת אשר מופרדים ע"י רובדי קרקע. בתוך השכבה קיימים סדקים בכיוונים שונים, רצועות "חזירה" וחרסית המקטינים את חוזק המסלע הכללי.

#### טאלוס

הטאלוס באתר בנוי מגושי בזלת מעורבים בקרקע חרסיתית ולעיתים בחומר קרטוני ואולי חווארי. הטאלוס , בתחום הנידון, מונח על גבי שכבת השכבה הקרטונית/חווארית, בעובי של כ- 5 מ' בקידוח עליון מס' 4 וכ- 15-17 מ' בקידוחים מס' 3 ו-5, הממוקמים בצד הדרומי של האתר.

#### מילוי

בחלק הגבוה של המדרון , באזור של מלון המועדון, הונח מילוי הבנוי פסולת חפירה של המלון והמבנים מסביב. המילוי בנוי שלוחות מתפצלות בתחום שטח של כ- 250\*300 מ'. גובה המילוי לא נבדק אך ניתן להעריכו בכ-10-5 מ'. המילוי אינו יציב ובעבר נצפו גלישות מקומיות במילוי של מגרש החניה והניסוס. בעונות גשומות נצפו מים הנובעים מתוכו, בקצותיו החשופים.

#### קרקע

קרקע מקומית- שנוצרה מבליה של סלע קרטוני או חווארי. עוביה בדרך כלל אינו עולה על 1 מ'. קרקע סחופה- דומה במרכיביה לשכבת הטאלוס אך ללא מרכיב גושי האבן שבו. עוביה כ-1-5 מ'.

**5.3. העתקים**

אזור טבריה מושפע מהקרבה לשבר הסורי-אפריקני.  
קשה לאבחן העתקים במסלע החלש אך נראה כי מספר העתקים ( מאובחנים ע"י שקעים בשטח) חוצים את האתר. כיוון מישור ההעתקה מצפון-מזרח לדרום-מזרח. יתכן ובעקבות ההעתק נוצר שקע מורפולוגי, באזור קידוח מס' 5, שהתמלא בטאלוס.

העתק פעיל עובר במרחק מספר מאות מטרים מחוף הכנרת והינו חלק מהשבר הסורי אפריקני. ההעתק חוצה את הכנרת מכיוון טבריה של גשר בנות-יעקב לכיוון צפון-מזרח. בעשרים השנים האחרונות זוהתה רעידה במגניטודה 4 לאורך ההעתק.

**5.4. גלישות**

בהתאם לדוח הגיאולוגי, לאחר סקירת תצלומי אויר, לא ארעו תזוזות של המדרון לפחות ב-40 השנה האחרונות.  
בשנות השמונים המאוחרות גלש מילוי שהונח לצורך בניית מגרשי חניה וטניס אך לא נתגלו סימנים לכך שמסת הסלע בתחום המילוי השתתפה בתאריך הגלישה.  
בקידוח מס' 7 יתכן והשכבה העליונה היא תוצאה של גלישה עתיקה.

**5.5. שיפועים קיימים במסלע מהיבט גיאוטכני**

מבחינת השיפועים הקיימים באתר, הן בחלק העליון והן בתת-הקרקע, ניתן להסיק ( לפני בדיקות המעבדה) על התכונות הגיאוטכניות הראשוניות של היחידות השונות :  
בזלת- 1 אנכי לכ-1.5-0.6 אופקי –  $35^{\circ}$ - $55^{\circ}$ .  
מיכלול דולומיט ואבן גיר של תל-רקת - 1 אנכי לכ-1.8-1.2 אופקי-  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$ .  
מיכלול קרטון חלש, קרטון חווארי, חוואר – 1 אנכי לכ-6-4 אופקי-  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ .  
רצועות קרטון גירי ואבן גיר קרטונית – 1 אנכי ל-2-1.5 אופקי -  $25^{\circ}$ - $35^{\circ}$ .  
טאלוס- 1 אנכי לכ-3-1.8 אופקי –  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$ .

**5.6. הידרולוגיה**

מים שעונים נמצאו באזורים שונים בתת- הקרקע.  
בקידוח מס' 4 נמצא אזור נזילות מים בין הטאלוס לבין הסלע בעומק של כ-4 מ', במפלס של כ-136 מ'.  
בקידוח מס' 1, בעומק של כ-5 מ', במפלס מקורב של כ-140 מ'.  
בקידוח מס' 6, בעומק של כ-15 מ', במפלס מקורב של כ-162 מ'.  
בקידוח מס' 2, בעומק של כ-15 מ', במפלס מקורב של כ-185 מ'.

המים השעונים שנמצאו בקידוחים מצביעים על שכבה חווארית ככל הנראה רציפה מכיוון מערב לכיוון מזרח בשיפוע של כ- 10%. השכבה קיימת גם במפלס התחתון של כביש 348. בבסיס השכבה הבזלתית בקידוחים מס' 4 ו-5 קיימים אופקי מים מקומיים. יתכן למצוא מים שעונים נוספים באופן אקראי על השכבות האטימות של החוואר והקרטון ואין אפשרות לאתר במדויק את כיווני הזרימה. על פני השטח הובחנו עדויות לזרימת מים בערוצים וליד קידוח מס' 5. ( צמחיית קנה צפופה) על פני השטח קיים נגר שפוני בעונות גשומות. יועץ ההידרולוגי בפרויקט הוא מהנדס פולק שמואל המוסמך לטפל בנביעות הקיימות בשטח ובבעיות הקשורות למי נגר עילי.

**5.7. רעידת אדמה**

- א. בהתאם למפה של התאוצות המעודכן התאוצה באיזור טבריה היא 0.26. דוח שנעשה ע"י המכון הגיאופיזי מראה מקדם הגברה ששיעורו עד 2.5-3.
- ב. מקדם אתר, בהתאם לתקן 413, הוא 1.5

**6. תוצאות בדיקות מעבדה****6.1. כללי**

בדיקות המעבדה מסתמכות על בדיקות שבוצעו עבור הקידוחים במתחם זה וכן מקידוחים שבוצעו עבור כביש 348. הבדיקות כללו: בדיקות אינדיקטיביות, תכולת רטיבות, קרבונטים, תפיחה חופשית, דרוג כולל שטיפה, לחיצה בלא כלוא, חוזק למתיחה, גזירה ישירה לאחר קונסולידציה והרוויה, קונסולידציה, גזירה מרחבית לאחר קונסולידציה. גזירה מרחבית בתא הוק, לחץ תפיחה.

**6.2. מיון בהתאם לספרות**

א. מיון המסלע עפ"י תכולת קרבונטים (PETTIJOHN):

95%<CaCO <sub>3</sub>	קרטון -
95%>CaCO <sub>3</sub> >85	קרטון מעט חווארי
85%>CaCO <sub>3</sub> >65	קרטון חווארי -
65%>CaCO <sub>3</sub> >35%	חוואר -
35%>CaCO <sub>3</sub>	חרסית -
	Caco <sub>3</sub> -
	תכולת קרבונטים באחוזים.



קידוח	עומק	מיפס	רטיבות	LL	PL	PI	תפיחה	עובר 200	קרבונט
	מ'	מ'	%	%	%	%	%	%	%
4	8			83	26	57	110		
	14			45	20	25	50		
	6.8-17.2			58	22	36	60		
	8.5-19.0			56	24	32	55	58	
5	15.5			47	23	24	40		
	9.3-19.65			43	18	25	35		
6	4		18.6						
	5		16						
	6		21.3	64	25	39		99.9	חואר
	7		13						
	8		15.8						
	9		19.4						
	10.0		19.4	54	22	32		99.9	חואר
	11.0		17.2						
	12.0		19.4						
	13.0		22.1						
	14.0		21.7						
	15.0		14						
	16.0		22.8	68	22	46		99.9	חואר
	17.0		19.1						
	18		19.1	52	19	33		99.6	חואר
	19		187						
	20		23.8						
	21		28.5						
	מים בעומק 15 מ'								
7	10.5			34	15	30			קרטון חוארי
	14							58	חואר

6.4. תוצאות בדיקות חוזק בלא כלוא

קידוח מס'	עומק מ'	חוזק לחיצה בלא כלוא קפ"ס	צפיפות יבשה ק"ג/מ"ק	משקל מרחבי ק"ג/מ"ק	אפיון החומר
4	17	1545	1743	2100	חואר
	18.5	1560	1629	2020	חואר
5	15.5	994	1574	2000	חואר קרטוני
	17.5	1100	1736	2080	חואר קרטוני
	19.3	123	1664	2000	חואר קרטוני
7	10.5	820	1973	2220	חואר קרטוני
	14	270	1957	2210	חואר קרטוני

בהתאם לתוצאות בדיקות החוזק הסלע מוגדר כסלע רך עד רך מאד.

6.5. תוצאות בדיקות גזירה

תאור	קידוח מס'	עומק מ'	מיפסל מקורב	גזירה ישירה (לאחר הרוויה וקונסולידציה)		גזירה מרחבית	
				זזית חיכוך ק"ג/מ"ר	זזית חיכוך (°)	זזית חיכוך ק"ג/מ"ר	זזית חיכוך (°)
חואר	1	8		65	0		
חואר עד חואר קרטוני	1	11		47	100		
חואר	7	14		42	20		
חואר	2	12			24	31	10
חואר	6	18			27	28	20

6.6. תוצאות בדיקות גזירה עבור כביש 348

להלן ריכוז תוצאות בדיקות החוזק בהתאם לסוג המסלע וסוג הבדיקה

גזירה מרחבית בתא הוק		גזירה מרחבית לאחר קונסולידציה		גזירה ישירה (לאחר הרוויה ונסולידציה)		מיפס מקורב	תאור
קוהזיה ק"נ/מ"ר	זווית חיכוך ( <sup>0</sup> )	קוהזיה ק"נ/מ"ר	זווית חיכוך ( <sup>0</sup> )	קוהזיה ק"נ/מ"ר	זווית חיכוך ( <sup>0</sup> )		
				50	44	-190	חואר
				45	40	-184-	
		30	29			-223	חואר במגע טאלוס
700 (?)	20.6					-184	חואר
1200 (?)	8.1					-193	חואר
				150	40	168-	חואר קרטוני
				110	54	227-	חואר קרטוני
				33	40	224-	
				200	28	221-	
				0	24	211-	אבן חרסית
800 (?)	27.7					-168	קרטון חוארי

7. חישובי יציבות מדרונות

7.1. קביעת הפרמטרים לחישובי היציבות

להלן הפרמטרים הגיאוטכניים לחישובי היציבות:

משקל מרחבי	קוהזיה	זוית חיכוך	תאור השכבה
ק"נ/מ"ק	ק"נ/מ"ר	מעלות	
23	50	40	בזלת עליונה
22	10-15	18-23	טאלוס- תחום גלוש (ק-5,7)
21	15	28	טאלוס/קרקע עליונה
21	20	20-23	חואר עד חואר קרטוני (ק-2,6)
22	50	35-28	חילופין קרטון/קרטון גירי/חואר/אבן חרסית
21	0	24-26	מילוי ליד מלון המועדון
21	50	30-33	קונגלומרט

להלן טבלה של פרמטרים שנתנו בדוח של המכון הגיאולוגי

משקל מרחבי	קוהזיה	זוית חיכוך	תאור השכבה	יחידה גיאוטכנית
ק"נ/מ"ק	ק"נ/מ"ר	מעלות		
24	500	40	סלע מסיבי	I
22	50	30	גירי , קרטוני-גירי	II
21	30	24	חילופין קרטון וחואר	III
21	20	20	חואר/חרסית	IV
18	0	17	חומר גלוש	V

7.2. קביעת אזורים בעלי אפיון גיאוטכני דומה בפרויקט

א. ניתן לחלק את אזור הפרויקט ל-4 אזורים ראשיים , לתכנון יציבות מדרונות וקירות תומכים , בהתאמה עם המפה המצורפת:

- אזור 1- מאופיין ע"י קידוח מס' 7 . חתך קרקע חרסיתי עד עומק של 10 מ' וקונגלומרט מתחת (חתך 4-4).

- אזור 2 – מאופיין ע"י קידוחים מס' 1,6,2- חתך קרקע חרסיתי עד עומק של כ-5 מ' ושכבה חווארית מתחת. מים בעומק של כ-4 מ' בקידוח מס' 1 וכ-15 מ' בקידוחים מס' 2 ו-6 ( חתך 3-3 וחתך 4-4).
- אזור 3 – מאופיין ע"י שכבת טאלוס עליונה ומתחתיה קרטון/קרטון חווארי/חוואר קרטוני/אבן חרסית. באזור קידוח 4 עובי שכבת הטאלוס כ- 4-6 מ' ובגבול בין השכבות קיימים ככל הנראה מים כלואים. באזור קידוחים 3 ו-5 עובי שכבת הטאלוס כ-14 מ' ( חתכים מס' 1 ו-2).
- אזור 4- איזור המילוי בלבד ליד המלון ( קיר התמך המערבי בחפירה בצמוד למילוי).

ב. הגבול בין האזורים יקבע באמצעות תוספת קידוחי ניסיון ובמהלך הבצוע בשטח.

### 7.3 כללי

- א. חישובי היציבות בוצעו בהתאמה עם חתכי האדריכל 1-1 עד 4-4 ועם איפיון חתכי הקרקע.
- ב. חישובי היציבות בוצעו עבור מצב קיים (פני הקרקע הקיימים) ועבור עבודות העפר השונות הנדרשות בפרויקט.
- ג. החישובים בוצעו תוך בחינת רגישות הפרמטרים הגיאוטכניים ליציבות כללית.
- ד. מקדמי הביטחון הנדרשים ליציבות כללית יהיו כ-1.3-1.5 ולרעידת אדמה 1.1.
- ה. חישובי היציבות והתמיכות הנדרשות יקבעו בעיקר למצב של רעידת אדמה בגלל הערך הגבוה של התאוצה באזור.

### 7.4 חתך מס' 1-1 וחתך 2-2

א. כללי

- בחתך זה המסלע הקיים מורכב מטאלוס בעובי של כ-15 מ' ומתחתיו שכבת קרטון/קרטון חווארי/חוואר קרטוני. בהתאם לגיאולוג ד"ר ע. זלצמן יתכן ושכבת הטאלוס הינה גלושה.
- בחישובם מקורבים ליציבות המדרון ובהרצות המחשב נבדקה רגישות המדרון לשינוי בפרמטרי הקרקע בעיקר למצב של רעידת אדמה.
- בהרצות למצב מתוכנן בחתך 1-1 בוצעה הרצה עם ובלי ללא שכבת הבזלת העליונה. שכבת הבזלת לא נלקחה בחשבון בחתך 2-2.
- חתך 1-1 וחתך 2-2 דומים מבחינת הטופוגרפיה הכללית וחתך הקרקע ולכן בוצעה הרצה אחת למצב קיים ו-2 הרצות נפרדות למצב מתוכנן.

ב. חישוב מקורב

חישוב מקורב יעשה על פי הנוסחא

$$FS = \frac{c}{t * \gamma * \sin \alpha} + \frac{\tan \phi}{\tan \alpha}$$

מקרא:

c- קוהזיה : t- עובי הלוח הגולש :  $\phi$  - זווית חיכוך פנימית :  $\alpha$  - זווית המדרון

נתונים:

- זווית חיכוך של 23 מעלות: קוהזיה של 15 ק"נ/מ"ר: זווית מדרון -12 מעלות:  
עובי לוח גולש ( עובי שכבת הטאלוס) -15 מ'

מקדם הביטחון המתקבל:

$$FS = \frac{15}{15 * 21 * \sin 12} + \frac{\tan 23}{\tan 12} = 0.13 + 2 = 2.13$$

- תאוצה מכסימלית שתגרום לאי-יציבות במדרון תחושב על פי הנוסחא (Newmark)
- $a_c = (FS - 1) * \sin \alpha = (2.1 - 1) * \sin 12 = 0.23$
- התאוצה המכסימלית באזור טבריה היא 0.26.
- מקדם בטחון עבור זווית חיכוך של 18 מעלות וקוהזיה של 10 ק"נ/מ"ר הוא 1.5 והתאוצה שתגרום לאי יציבות במדרון היא 0.1.

ג. הרצה למצב קיים - חישוב על פי larix

מס' נספח	מקדם הביטחון	מקדם תאוצה	תכונות הקרקע	שכבה	מצב
1	1.7	-	$\phi = 18, c = 10$ $\phi = 30, c = 50$	טאלוס	סטטי
א1	0.8	0.26		קרטון/קרטוןגיר/חוואר	רעידת אדמה
ב1	1.1	0.12	$\phi = 23, c = 10$ $\phi = 30, c = 50$	טאלוס	סטטי
ג1	2.1	-		קרטון/קרטוןגיר/חוואר	רעידת אדמה
ד1	1	0.26			
ה1	1.1	0.22	$\phi = 23, c = 15$	טאלוס	רעידת אדמה
ו1	1.1	0.26			

מסקנות:

- ישנה התאמה בין התוצאות לחישוב מקורב לבין החישוב בתוכנת larix.
- מצב סטטי – מקדמי הביטחון גדולים מ-1.5 ואין בעיה במצב הקיים ומצב שירות .
- רעידת אדמה- ישנה רגישות במקדמי הביטחון בהתאמה להערכת הפרמטרים ולגודל הרעידה.
- הפרמטרים הגיאוטכניים של שכבת הטאלוס שייקחו בחשבון לחישוב היציבות והתמיכות יהיו : זזית חיכוך  $23^{\circ}$  וקוהזיה של 15 ק"נ/מ"ר מתוך התחשבות בהגדלת מקדם הביטחון עקב כלונסאות המבנים.

ד. חתך 1-1 הרצה למצב מתוכנן

מס' נספח	מקדם הביטחון	מקדם תאוצה	תכונות הקרקע	שכבה	מצב
2	2.5	-	$\phi = 23, c = 15$ $\phi = 30, c = 50$	טאלוס קרטון/קרטוןגירי /חוואר	סטטי
א2	1	0.26			רעידת אדמה קירות תמך קונבנציונליים
ב2	1.1	0.26			רעידת אדמה – קירות דיפון או קירות על כלונסאות

ה. מסקנות:

- מצב סטטי- מקדמי הביטחון גדולים מ-1.5.
- רעידת אדמה – יש להשתמש בחפירות בקירות דיפון , עם או בלי עוגנים , החודרים מתחת למפלס החפירה לפחות 6 מ' או בקירות קונבנציונליים על גבי כלונסאות.
- מקדמי הביטחון ליציבות כללית יגדלו עם תוספת הכלונסאות לביסוס המבנים.
- פרמטרים לחשוב יהיו בהתאם לעומק כדלקמן:
- טאלוס – עד עומק של 15 מ' – זזית חיכוך פנימית 23 מעלות וקוהזיה – 15 ק"נ/מ"ר.
- חילופין קרטון/קרטון גירי/חוואר- מעומק של 15 מ' – זזית חיכוך פנימית 33 מעלות וקוהזיה 50 ק"נ/מ"ר.
- קרבת שכבת הבזלת לחפירות מגדילה את מקדם הבטחון הכללי , ברעידת אדמה לכ-1.2.

1. חתך 2-2 – הרצה למצב מתוכנן

מס' נספח	מקדם הביטחון	מקדם תאוצה	תכונות הקרקע	שכבה	מצב
3	2.5	-	$\phi = 23, c = 15$ $\phi = 30, c = 50$	טאלוס קרטון/קרטוןגירי	סטטי -
א3	1.1	0.26			רעידת אדמה

2. מסקנות:

- במרבית החתך החפירה הנדרשת או המילוי הינם נמוכים. החפירה המשמעותית היא בגבול עם מגרש 801 ונדרש קיר דיפון עם עוגנים. ניתן לשקול הורדת מפלס הקרקע בתחומי מגרש 801 וע"י כך להקטין את גובה התמיכה. קיר הדיפון הנדרש לחפירת המבנה תתוכנן ע"י היזם.
- מצב סטטי- מקדמי הביטחון גדולים מ-1.5.
- רעידת אדמה – מקדם הבטחון הינו כ-1.1.
- פרמטרים לחשוב יהיו בהתאם לעומק כדלקמן:  
טאלוס – עד עומק של 15 מ' – זווית חיכוך פנימית 23 מעלות וקוהזיה – 15 ק"נ/מ"ר.  
חילופין קרטון/קרטון גירי/חוואר- מעומק של 15 מ' – זווית חיכוך פנימית 33 מעלות וקוהזיה 50 ק"נ/מ"ר.

7.5 חתך מס' 3-3

א. כללי

- חתך 3-3 עובר בעיקרו במסה חווארית/חוואר קרטוני מתחת ל-5 מ' עליונים של קרקע. בעומק של כ-15 מ' ( או בעומק של 4 מ' ) נמצאו מים כלואים.
- החישובים בוצעו בחישוב מקורב ובאמצעות תוכנת המחשב larix. ההרצה בוצעה בשיטת krey (מעגל החלקה).
- ההרצות בוצעו עבור שכבה חווארית בעיקרה מתחת לשכבת קרקע וכן נבדק מקדם הבטחון עבור הקטנת פרמטרי החוואר במפלס המים הכלואים.

ב. חישוב מקורב למדרון קיים

חישוב מקורב יעשה על פי הנוסחה דלעיל (סעיף 7.4)

$$FS = \frac{c}{t * \gamma * \sin \alpha} + \frac{\tan \phi}{\tan \alpha}$$

זווית חיכוך ממוצעת של 20 מעלות: קוהזיה של 15 ק"נ/מ"ר: זווית מדרון 10- מעלות:  
עובי לוח גולש ( עובי עד לשכבת המים הכלואים- חוואר רווי) -15 מ'

$$FS = \frac{20}{15 * 21 * \sin 10} + \frac{\tan 20}{\tan 10} = 0.36 + 2 = 2.36$$

תאוצה מכסימלית שתגרום לאי-יציבות במדרון תחושב על פי הנוסחה (Newmark)

$$a_c = (FS - 1) * \sin \alpha = (2.3 - 1) * \sin 10 = 0.22$$

ג. הרצה למדרון קיים בתוכנת larix

מצב	שכבה	מקדם תאוצה	מקדם בטחון	נספח מס'
סטטי (krey)	חוואר		2.4	4
רעידת אדמה	חוואר ( $\phi=20$ )	0.21	1.1	
	חוואר ( $\phi=20$ )	0.26	1~	ב4
	חוואר ( $\phi=23$ )	0.26	1.1	ג4

מסקנות:

- ערכי מקדמי הביטחון בהרצות המחשב דומות למקדם הביטחון בחישוב המקורב.
- ישנה רגישות גבוהה של פרמטרי החוזק ליציבות המדרון בזמן רעידת אדמה. עבור ערכים של  $20^0$  ו-20 ק"נ/מ"ר המדרון יהיה יציב עד רעידה בערך תאוצה של 0.21.
- בהתאם לדוח הגיאולוגי קיימות שכבות קרטוניות בתוך המסה החווארית ה"משריינות" את השכבה ולכן ניתן להתחשב בזווית חיכוך של  $23^0$  ו-20 ק"נ/מ"ר, קוהזיה.
- לא התקבלו במשרדנו תאורים מפורטים ( לוגים) של קידוחים מס' 6 ו-2 ותיאורם הכללי נלקח מתוך החתכים הגיאולוגיים.
- יש לבצע קידוחי ניסיון באזור זה על מנת לוודא את שכבות הקרקע. בחלק מהקידוחים יוכנסו אינקלינומטרים.

**ד. הרצה למדרון מתוכנן**

- עבודות העפר והתמוך הנדרשים באזור חתך 3-3, בשלב הפתוח כוללים :
  - קיר דיפון ( עם עוגנים) בגבול עם המגרש הציבורי 801. ניתן לשקול להוריד את המילוי הקיים ולהקטין את עומק החפירה הנדרשת.
  - חפירות של כ- 2-5 מ' בגבולות המגרשים והחצרות הבתים.
  - בין תחום מגרש 114 לבין תחום מגרש 146 יתוכנן קיר דיפון שיביא בחשבון את החפירה הסמוכה הדרושה למבנה.
  - מילוי בגובה של עד 7 מ' באזור מגרש 114 ומילוי בגובה של עד כ- 3.5 מ' בכביש מס' 5.
  - ההרצה נבדקה כאשר בוצע קיר דיפון עם עוגנים בגבול המערבי ובוצעו קירות דיפון או קירות על כלונסאות לחפירות העולות על 3-4 מ'.

מצב	שכבה	מקדם תאוצה	מקדם בטחון	נספח מס'
סטטי (krey)	חואר ( $\phi=23$ )		2.9	ד4
רעידת אדמה		0.26	1.1	ה4

**7.6. חתך 4-4**

א. כללי

- חתך 4-4 עובר בחלקו העליון במסה חוארית/קרטונית ( ק-1) מתחת לשכבת קרקע ובחלקו התחתון במסת קונגלומרט. מים כלואים בעומק של כ-4 מ' בחלקו העליון של החתך.
- החישובים בוצעו בחישוב מקורב ובאמצעות תוכנת המחשב larix. ההרצה בוצעה בשיטת בשיטת krey. ( מעגל החלקה )

**ב. חישוב למדרון מתוכנן**

• במדרון יש לתכנן

מצב	שכבה	מקדם תאוצה	מקדם בטחון	נספח מס'
סטטי (krey)	קרקע, חואר ( $\phi=23$ )		1.7	5
רעידת אדמה		0.26	1.1	א5

**8. הנחיות לעבודות עפר****8.1. כלי**

- עבודות העפר הנדרשות במתחם הינם עבור הפיתוח בלבד וכוללים כבישים, מגרשי חניה וחצרות הבתים ובדרך כלל ולא יכללו חפירות או מילויים נדרשים מתחת למבנים.
- החפירות הנדרשות הן של כ-12 מ' והמילויים של כ-10 מ'.
- עבודות המילוי והחפירה ידרשו קירות תומכים מסוגים שונים כפי שיפורטו בהמשך. הבחירה בין האלטרנטיבות תעשה הן משיקולים כספיים והן משיקולים קונסטרוקטיביים.
- השתית הטבעית הצפויה לאחר החפירה אינה אחידה בתחומי הפרויקט וניתן למצוא מילוי ( בעיקר באזור המלון), קרקע חרסיתית/ טאלוס, קרטון עד קרטון חווארי, חוואר עד חוואר קרטוני.
- בצוע עבודות העפר יעשה בהתאמה עם המפרט הבין-משרדי ו/או מפרט 51 של חב' מע"צ. מפרטים לבצוע כלונסאות, עוגנים קבועים מצורפים כנספחים לדוח זה.
- בגלל מורכבות חתך הקרקע יש להעמיד מפקח צמוד בעל ידע בגיאוטכניקה שיפקח על העבודה.
- יש לבצע בשלב הראשון את התעלה העליונה המתוכננת לניקוז השטח כדי לאפשר עבודה גם בתקופות גשומות. יש לדאוג בנוסף, לניקוז מקומי של שטחי העבודה בגלל האטימות של שכבות הקרקע העליונות.
- תוכנית עבודות העפר תוכן ע"י מתכנן הנוף בשילוב עם יועץ הכבישים ותוכניות התימוך והערכת העלויות ע"י הקונסטרוקטור.
- העבודה תבוצע בהתאם לכללי הבטיחות המקובלים. יתכן הצורך בגדרות/מעקות בטיחות באזורי חפירה ויש להראותם בתוכניות האדריכל/קונסטרוקטור.

**8.2. חפירה זמנית פתוחה**

- בתכנון חפירה זמנית לצורך ביצוע קירות תמך יש להביא בחשבון מרווחי עבודה מתאימים.
- חפירה זמנית בקרקע/חוואר/טאלוס תבוצע בשיפוע של 1:1, עד לעומק של 7 מ'.
- חפירה זמנית בקרטון/קרטון חווארי תבוצע בשיפוע של 1.5v:1h, עד לעומק של 7 מ'.
- מעל עומק של 7 מ' יש לבצע ברמות.
- לפני בצוע החפירות יש לוודא שלא קיימים בשטח תשתיות תת-קרקעיות ובמידת הצורך יש לדאוג להעתקתם.
- אין לאפשר לאנשים לעבוד בשיפועים תלולים מהנ"ל.

**8.3. חפירה קבועה**

- חפירה קבועה תעשה בשיפוע של  $1v:3h$ . עדכון השיפועים יעשה במהלך החפירות.
- יש צורך לדאוג להגנה מפני ארוזיה בחפירה בדומה להנחיות בסעיף 8.5.

**8.4. עיבוד השתית**

- לפני ביצוע עבודות העפר, יש לבצע חישוב בפני השטח אשר יבטיח סילוק של כל הפסולת, צמחייה, בולדרים ומכשולים נוספים הקיימים.
- לפני ביצוע מילויים נדרשים, השתית תורטב (לפי דרישת המפקח), ותהודק בהידוק רגיל באמצעות 6 – 8 מעברים של מכבש ויברציוני בעל עומס סטטי קווי של לפחות 35 ק"ג לכל ס"מ אורך תוף. מהירות המכבש במהלך ההידוק תהיה 2 עד 3 קמ"ש ותדירותו לפחות 1200 ויברציות בדקה (20 הרץ). נתוני המכבש ייבדקו ויאושרו על ידי המפקח. במידת הצורך יעשה שימוש במכבש רגלי כבש. (בגלל השכבות החרסיתיות).
- לאחר גמר ההידוק יש לוודא כי השטח חלק ללא חריצים, שקעים או מדרגות. המילוי הנוסף יונח מיד לאחר סיום הידוק השתית על מנת לשמור על רטיבות הקרקע הטבעית.
- ייתכן ובתקופת החורף יהיה צורך לייצב את הקרקע, למעבר המכבשים, ע"י השקעת שכבה אחת או שתיים של שברי אבן דולומיט/גיר קשה בגודל של 15-20 ס"מ ("בקלש").
- במידה ושיפוע המדרון עולה על 10% יש לבצע מדרגות, בתחום מילוי מתוכנן, ברוחב של כ-2 מ' ובגובה של כ-1.5-1 מ'.

**8.5. מילוי**

- המילוי הנדרש באתר כולל:
  - מילויים בתחומי דרך וחניות.
  - מילויים למפלס האפס של המבנים, היכן שנדרש במסגרת דוח זה.
  - מצעים להחלפת קרקע מתחת לקירות תומכים.
  - מילויי בסמוך לקירות תמך או כחלק מקירות תמך מקרקע משוריינת.
- המילוי הנדרש בתחומי הדרך (עד למפלס מבנה הכביש) ומילוי למפלס האפס של המבנים יבוצע ממילוי קרטוני מקומי (ללא שימוש בחוואר) או מילוי נברר (מצע סוג א' למבנים, בהתאם למפרט מע"צ) ויענה על הדרישות הבאות:
  - גודל אבן מכסימלית 12 ס"מ, גבול נזילות עד 40%, תכולת רטיבות לא תעלה על 26% ואינדקס פלסטיות קטן מ-10%.
  - המילוי יונח בשכבות של 20 ס"מ ויהודק ע"י מכבש ויברציוני כבד לצפיפות שלא תפחת מ-96% מודיפייד א.א.ש.טו.

- מילוי נדרש מאחורי קירות תמך – המילוי יבוצע כמילוי נברר. המילוי יונח בשכבות של 20 ס"מ עד למרחק מהקיר, השווה לפחות ל-2/3 מגובה הקיר. המילוי יהודק במכבש וברציוני קטן. אין לקרב מכבש כדי 0.5 מ' מהקיר.
- מילוי נדרש למצעים והחלפת קרקע – המילוי יבוצע ממילוי נברר. המילוי יונח בשכבות של 20 ס"מ ויהודק לצפיפות שלא תפחת מ-98% מודיפיצי א.א.ש.טו. עובי המילוי יקבע בהתאמה עם גובה הקירות וחתך הקרקע המתגלה בעת החפירות. המילוי יונח מיד לאחר סיום הידוק השתית על מנת למנוע יבוש השכבה.
- מילוי לקירות תמך מעפר משוריין – ראה בסעיף תכנון קירות עפר משוריין.
- יש להביא בחשבון תוספת של יריעות גיאוטכניות בתוך המילוי.
- בדרך כלל, בהתאם לתוכניות, תמיכת המילוי תבוצע באמצעות קירות תמך. שיפוע המילוי, מחומר קרטוני או ממילוי נברר ללא קיר תמך, לא יעלה על 1v:2h עד גובה של 5 מ'. אין בשיפוע הנ"ל משום מענה לבעיית הארוזיה. טיפול במדרונות כנגד ארוזיה יכלול את אחד או יותר מהאמצעים הבאים:
  - צמחיה מתאימה שתתוכנן בשילוב עם אדריכל הפרויקט.
  - תאי כוורת הממולאים בקרקע ומשולבים בצמחיה מתאימה. מתחת לכוורת הגיאואוב יש לפרוס בד גיאוטכני לא ארוג מסוג "אורים" במשקל של 250 גר' /מ"ר לפחות שימשיך למרחק של 1.5 מ' לפחות מרגל המדרון.
  - יריעות אורגניות כדוגמת יריעת קוקוס בשילוב עם צמחיה.
  - תעלות מים עליונה ותחתונה שיאספו את המים ויורידו בצורה מוסדרת לכיוון הטופוגרפיה (בנוסף לנ"ל).
- יש לבצע בדיקות צפיפות שדה בכל שכבה באמצעות מעבדה מוסמכת על מנת לאשר את שיטת ההידוק והצפיפות הנדרשת. בדיקות הצפיפות ישלחו למשרדנו לעיון ואישור.

9. תכנון קירות תמך

9.1 כללי

- א. קירות דיפון יבוצעו מכלונסאות מבטון מזוין עבור חפירה קבועה אנכית גבוהה מ-3-4 מ'. הקירות ישמשו חלק מיציבות כללית של המדרון לרעידת אדמה.
- ב. ניתן לשקול ביצוע קירות תמך קונבנציונליים תוך ביסוסם על כלונסאות.
- ג. ההחלטה על סוג הקירות תקבע עם התקדמות התכנון ע"י הקונסטרוקטור/יועץ קרקע.
- ד. בהתאם לתוכנית אדריכלית החפירות בצד המערבי מתוכננות ב-1-3 מדרגות. בגלל המילוי הקיים יש צורך בביצוע קיר דיפון מכלונסאות ולכן על האדריכל להביא בחשבון חפירה אנכית ללא מדרגות, בצמוד לקירות הדיפון.

9.2 אזורי תכנון- מבחינת פרמטרי קרקע צפויים

א. להלן טבלה לאיפיון סוגי המסלע השונים. הפרמטרים לתכנון יהיו בהתאמה עם סעיף 7.

אזור	חתך קרקע	עומק ( מ' )	איפיון עפ"י טבלה בסעיף 7
1	קרקע חרסית	0-10	$\phi = 28; c = 15kn / m^2$
	קונגלומרט	>10	$\phi = 32; c = 50kn / m^2$
2	קרקע חרסית	0-5	$\phi = 28; c = 15kn / m^2$
	חואר/חואר קרטוני	>5	$\phi = 23; c = 15kn / m^2$
3	טאלוס	0-4 ( ק-4 ) 0-15 ( ק-5,3 )	$\phi = 23, c = 15$
	קרטון/קרטון חוארי	>4 או >15	$\phi = 30, c = 50$
4	מילוי ליד המועדון	0-10	$\phi = 25$

- ב. הגבולות בין האזורים אינם ברורים ומומלץ לאבחנם ע"י קידוחי ניסיון נוספים. יש לוודא, באמצעות הגיאולוג / קידוחים/חפירות באם הטאלוס בקידוחים באזור קידוח 3 ו-5 הינו טאלוס "גלוש".

9.3 קירות דיפון

- א. תכנון הקיר יעשה כקיר זיזי או קיר מעוגן כפונקציה של חתך הקרקע ועומק החפירה הנדרשת.
- ב. עיגון הקיר יבוצע באמצעות עוגנים קבועים. ניתן לשקול קירות מסמרים עבור חפירות מקומיות עד כ-6 מ' ( שלא בתחומי המילוי הקיים ו/או טאלוס גלוש).
- ג. בתכנון בצוע כלונסאות הדיפון יש להביא בחשבון:
  - אפשרות של מים כלואים במפלסים שונים בחתך.
  - ביצוע באמצעות מכונת כלונסאות חזקה ומקדחי וידיה ומקומית שימוש במכונת קידוח "מיקרופיילים" עפ"י הצורך.

- קדיחה בשכבה בזלתית באזור הגבוה.
- קדיחה בטאלוס הכולל אבני בזלת בגדלים שונים.
- ד. מומלץ לפני תחילת הביצוע לבצע קידוחי ניסיון, במכונת כלונסאות חזקה, בקוטר הנדרש (יום עד יומיים עבודה), כדי לוודא יכולת קדיחה. הקידוחים ישמשו גם כהשלמת המידע על חתך הקרקע לאורך תוואי הקירות.
- ה. בתכנון עומק החפירה יש להביא בחשבון את המצעים הנדרשים כתשתית לכביש/מגרש חניה.
- ו. ניתן לשקול ביצוע קיר דיפון בחזית המערבית לאורך מגרשים מס' 301-303 ( בסמוך לאלמנטי המלון) ובהמשך לבצע חפירה פתוחה קבועה.
- ז. מפרטים לבצוע מצורפים לדוח זה.

#### 9.4 הנחיות לתכנון לחץ העפר על קירות דיפון

- א. בתכנון לחץ העפר על קיר התמך יש להביא בחשבון עומס נוסף בשיעור מינימלי של 1 טון/מ"ר.
- ב. חישוב מקדם לחץ עפר אקטיבי יחושב בהתאם לנוסחה להלן ולזווית חיכוך פנימית בכל אזור ואזור בהתאמה עם סעיף 9.2 וסעיף 7.

$$Ka = \tan^2(45 - \theta/2) \quad \text{פני קרקע אופייים בראש}$$

- ג. במידה ופני השטח, מאחורי הקיר, עולים בשיפוע של כ- 1v:2h יש להגדיל את מקדם לחץ בכ-30%.
- ד. עבור קיר זיזי וקיר עם עוגן אחד יחושב לחץ העפר על הקיר בצורה של משולש.
- ה. עבור קיר עם יותר משורת עוגנים/מסמרים אחת יחושב לחץ העפר בצורה של מלבן כאשר האורדינאטה בתחתית הקיר תחושב

$$p = 0.65 * \gamma * H * Ka$$

- ו. משקל מרחבי של הקרקע 2.1 טון/מ"ק. מקדם לחץ עפר פסיבי מותר 1.75.
- ז. בתכנון הקיר ליד קידוח מס' 1 יש להביא בחשבון מים כלואים במפלס של כ- 150 מ'.
- ח. תכנון כלונסאות הדיפון יהיה עפ"י חישוב הקונסטרוקטור בהתאם לחישובי היציבות וההטרחות הצפויות כאשר בכל מקרה :

- קוטר הכלונסאות לא יפחת מ-50 ס"מ.
- עומק ההטמנה של כלונסאות קונזוליים לא יפחת מ-1.5 פעמים הגובה החופשי של קיר הדיפון.
- עומק ההטמנה של קירות מעוגנים לא יפחת מ-4 מ' ולא פחות מהדרוש עפ"י ההטרחות הצפויות.
- ט. תכנון הקיר יעשה גם למצב של רעידת אדמה למקדם בטחון שלא יפחת מ-1.2.
- י. ביצוע הכלונסאות יהיה בדירוג ולסירוגין, "אחד כן, שלוש לא". רק לאחר 24 שעות מתום היציקה של כלונס, מותר יהיה לקדוח בסמוך לו. המרחק בין הכלונסאות יהיה 20 ס"מ ויאפשר הכנסת עוגן קבוע. ביצוע הכלונסאות יהיה בהתאמה עם המפרט לבצוע.

- יא. מיד לאחר גמר ביצוע החפירה וניקוי הקיר מעפר, יש לסגור את המרווחים בין הכלונסאות במילוי בטון ולאחר מכן באמצעות יציקת קיר משלים מבטון מזוין, בעובי הנדרש שייקבע ע"י הקונסטרוקטור לפי התכנון הסטרוקטוראלי, על מנת למנוע "זליגה" של חומר דרך המרווחים ביניהם, שעלולה לגרום לשקיעות וסידוק בתשתית שמעל ראש הקיר. חיפוי הקיר יהיה בהתאמה עם פרט אדריכלי.
- יב. יש לתכנן פרטי ניקוז תחתון לקיר למניעת לחצי מים הידרוסטטיים על קיר הציפוי.
- יג. חישובי יציבות הקיר יעשו באמצעות תוכנת מחשב כדוגמת Larix או שוות ערך. חישובי תזוזות יבוצעו באמצעות תוכנת Plaxis, או ש"ע.

### 9.5 הנחיות לתכנון כללי של עוגנים

- א. יש לבדוק מיקום מערכות תת-קרקעיות עתידיות ולהתחשב בהם, במידת הצורך, במיקום העוגנים/מסמרים.
- ב. העוגנים וקורת העוגנים יתוכננו למצב קבוע ( מקדם בטחון, הגנה כנגד קורוזיה וכד'). כוח השרות המכסימלי לתכנון העוגנים יהיה 50 טון תוך שימוש, במידת הצורך, בטכנולוגיה של הזרקות לחץ, להגדלת תסבולת ומניעת זחילה.
- ג. תכנון העוגן יהיה באחריות הקבלן המבצע ולכן מומלץ לשלב את קבלן העוגנים בשלב מוקדם של התכנון, כולל ביצוע ניסיונות שליפת עוגנים ניסיוניים.
- ד. העוגן יבוצע בדרך כלל בשיפוע של 20 מעלות מתחת לאופק. במקרים של הגבלת מרחק, משיקולים שונים, ניתן לשקול שיפוע תלול של העוגנים שיחייב הגדלת כמותם, אורכם ובדיקת תסבולת הקיר לעומסים אנכיים, שיועברו ע"י העוגנים.
- ה. אורך העוגן לא יפחת מ-12 מ' ובכל מקרה אורך התפיסה יהיה מחוץ לכל מעגל הרס אפשרי, כולל מקדם ביטחון, תוך חדירה לשכבת מסלע טבעי.
- ו. יש להביא בחשבון אפשרות של מים כלואים באזור ביצוע העוגן.

### 9.6 קיר מסמרים

- א. ניתן לתכנן קיר ציפוי מבטון עם מסמרי קרקע בתנאים הבאים:
- באזורי חפירה בגובה של עד כ-6 מ', שאינם בתחומי המילוי הקיים ו/או טאלוס גלוש.
  - בצוע חישוב יציבות כללית שתמנע התפתחות מעגלי הרס מעבר לקו המסמרים.
  - חישוב למצב סטטי ולרעידת אדמה.
- ב. הבטון יוצק בתבנית או יותז והחיפוי יהיה בהתאמה עם תוכניות האדריכל. החלטה על ביצוע הקיר יעשה לאחר חפירות נסיון, שלא בתחומי הקירות, על מנת להבטיח יציבות החזית בכל שלב מהביצוע.
- ג. הקיר יתוכנן בהתאמה עם חישובי יציבות כלליים.
- ד. המסמרים יתוכננו ממוטות פלדה לזיון מגולוונים שייוחדו לתוך קדח בקוטר של "4-6". קוטר המוטות ואורכם יהיה בהתאם לחישובים.
- ה. המסמרים יחושבו בהתאם לפרמטרים הבאים:

- פרמטרים גיאוטכניים המתאימים לטאלוס /קרקה עליונה . יתכן קיצור המסמרים והתאמתם לחתך המסלע שיתקבל בעת החפירה.
- מאמץ חיכוך גבולי בין הקרקע לדייס הצמנט –7.5 טון/מ"ר .
- משקל מרחבי – 20 ק"נ/מ"ק.
- עומס נייד של כביש בשעור של 10 ק"נ/מ"ק.
- אורך המסמר לא יפחת מ-0.8H מ' .
- מרחק מכסימלי בין מסמרים 2\*2 מ'.
- כח השרות המכסימלי לתכנון יהיה בהתאם לקוטר המוט ולקוטר הקדח .
- קוטר המוט לתכנון יהיה 25-36 מ"מ. בתכנון קוטר המוט האפקטיבי יש להתחשב בעובי מוקרב של 2 מ"מ (בהקטנת הקוטר ב- 2 מ"מ).
- מקדמי הביטחון הנדרשים יהיו כדלקמן:
  - מקדם בטחון ליציבות כללית לא יפחת מ-1.5 עבור מצב סטטי ו-1.15 לרעידת אדמה.
  - מקדם הביטחון על חוזק המוט וההידבקות דייס/מסלע -2.
- 1. הקידוח יתבצע בשפוע של כ- 15° מתחת לאופק . ציוד קדיחה יהיה מסוגל לקדוח בסלע בשיטת הגלעין/קדוח בהקשה וסבוב או קדוח מסוג של self-drilling באופן שיטיח העדר התמוטטות בקדח.
- 2. הדרישות מדייס הצמנט והמסמרים יהיו בהתאמה עם ת"י 940 חלק 4.1 "חיזוק וייצוב – מסמור קרקע ובירוג סלע".
- 3. החדרת מוטות הפלדה המגולוונים לתוך הקדח תהיה תוך שמוש בשומרי מרחק מפלסטיק אשר ימקמו את המוט במרכז הקדח. שומרי המרחק יאפשרו זרימת הדייס הצמנטי.
- 4. הדייס יוזרם לקדח בצינורית באופן שמילוי הקדח בדייס יהיה מקצה הקדח לכיוון חזית הקיר. יש להביא בחשבון כי כמות הדייס תהיה גדולה מהמתוכנן, במיוחד באיזורי סלע סדוק וזרימות מים.
- 5. בדיקות מדגמיות לשליפה, לאחר גמר הביצוע , יעשו בתדירות של אחד לכל שורה לעומס של 150% מהעומס הקבוע המתוכנן במוט. הנחיות לביצוע והבדיקות הנדרשות יהיו בהתאמה עם ת"י 940 חלק 4.1 "חיזוק וייצוב – מסמור קרקע ובירוג סלע". ו – ASTM-D-4435.
- 6. לפני תחילת הביצוע יש לבצע 3 בדיקות לאימות התכנון ע"י שליפת המוט מהמסלע . בדיקות האימות יתחשבו גם בזחילה.
- 7. חזית הקיר תבוצע ע"י חזית בטון (ב-30) מצופה אבן , בעובי מינימלי של 15 ס"מ. היציקה תבוצע כנגד תבנית חיצונית בלבד או חזית בטון מותזת. הזיון יהיה רשת פלדה בהתאם לחישובי הקונסטרוקטור.
- 8. ניקוז- הקיר ינוקז ע"י קידוחי ניקוז בשיפוע עולה של 5°, שיקדחו למלא עובי מסת העפר השמורין. תפקיד הנקזים למנוע לחץ הידרוסטטי על חזית הקיר. הנקזים יבוצעו בין שורות המסמרים . הנקזים בחזית הקיר יהיו מצינורות HDPE מחוררים בקוטר של 4" שיעברו את ציפוי הבטון ויוחדרו לתוך קדח בתדירות של נקז כל כ-7-8 מ"ר. בזמן ביצוע ההתזה יש לדאוג שהקדח לא יסתם. לחילופין ניתן לפרוס בגב הקיר יריעת

ניקוז לדוגמה אנקה-דריין או שווה ערך בדומה לסעיף 8.5, ולנקז את המים דרך נקזים בחזית התחתונה של בטון לצינור שרשורי בחזית הקיר שיאסוף את המים ויובילם לכיוון הטופוגרפיה.

יד. בחתכים חווארים יהיה צורך בנקזים נוספים שאורכם גדול מאורך המסמרים לפחות ב-1 מ' והם יבוצעו מצינורות קשיחים מחוררים בקוטר של 4" עטופים בבד גיאוטכני בתדירות של כ-12 מ"ר לנקז.

**9.7 תכנון קירות קונבנציונליים**

- א. ההמלצות וההנחיות להלן מתייחסות לתכנון וביצוע קירות תומכים קונבנציונליים מבטון מזוין, שאינם מחוברים למבנים, כך שמתאפשרת תזוזה לצורך התפתחות מצב פלסטי אקטיבי בקרקע שבגב הקיר.
- ב. בכל מצב, אין לבסס קיר במילוי קיים/מתוכנן באתר.
- ג. עומק ההטמנה של בסיס הקיר יהיה 60 ס"מ לפחות מפני קרקע סופיים. בעומק ההטמנה יש להביא בחשבון חפירות ומדרונות סמוכים.
- ד. בסיס החפירה יחדור לפחות 30 ס"מ בקרקע טבעית ויביא בחשבון את עובי החלפת הקרקע.
- ה. הקירות יבוססו על החלפת קרקע או על כלונסאות בהתאם לגובה הקיר. במתחם זה קירות הגבוהים מ-3 מ' יבוססו על כלונסאות.
- ו. הקירות, עד גובה של 3-4 מ', יבוססו על החלפת קרקע בעומק של 80 ס"מ לפחות, במידות בסיס הקיר ובתוספת של 60 ס"מ לפחות לכל צד. המילוי החוזר יהיה מצע נברר, כהגדרתו לפי המפרט הכללי, שיהודק בהרטבה ובבקרה מלאה בשכבות של עד 20 ס"מ (עובי סופי לאחר ההידוק) במכבש ויברציוני לצפיפות מינימלית של 98% מהצפיפות המירבית, עפ"י בדיקת Mod. AASHTO. בתנאי זה, מקדם החיכוך הגבולי הוא 0.50.
- ז. הידוק תחתית החפירה יהיה "הידוק רגיל" כנ"ל.
- ח. עבור חומר מילוי נברר לפי המפרט הכללי, המונח בגב הקיר ביתד של 45°, הפרמטרים הגיאוטכניים המתאימים לחישוב הכוחות הפועלים על הקיר הם: משקל מרחבי של קרקע המילוי-2.1 טון/מ"ק; זווית חיכוך פנימי-33°; זווית חיכוך בין גב הקיר התומך והקרקע-22°;
- ט. יש לבדוק ולהבטיח את היציבות הכללית של המבנה התומך.
- י. יש להפסיק את הויברציה במרחק של 0.5 מטר מגב הקיר התומך.
- יא. במצב שירות, המאמץ הנורמלי הממוצע בבסיס הקיר לתכנון יהיה 20 טון/מ"ר. בהעמסת רעידת אדמה, מאמץ המגע הממוצע המותר בבסיס הקיר הוא 30 טון/מ"ר.
- יב. במצב שרות, שקול הכוחות האנכיים בבסיס הקיר יהיה בתוך הגרעין (שליש אמצע הבסיס). בהעמסת רעידת אדמה, מותרת אקסצנטריות של עד 1/3 מרחב היסוד.
- יג. מקדם הביטחון המינימלי להחלקה למצב שרות הוא 1.5, בהעמסת רעידת אדמה-1.15.
- יד. יש לבצע תפרי התפשטות בקיר כל 8 מטר. התפרים ימשכו לכל גובה הקיר.
- טו. יציקת בסיס הקיר תהיה רציפה ללא הפסקות.

- ז. יש לנקז את הקיר התומך ע"י נקזים אופקיים בקוטר "4", כשבקצה הפנימי של כל נקז יונח "כדור" חצץ גם רחוף עטוף ב בד גיאוטכני "לא ארוג" בקוטר 30 ס"מ. נקז בכל 4 מ"ר קיר, כאשר שורת הנקזים התחתונה תבוצע בגובה של 0.5 מ' מתחתית הקיר.
- ז. לחילופין, ניתן לנקז את הקיר התומך באמצעות יריעות מסוג "אנקדריין" מדגם B8 או שווה ערך המוצמדת לגב הקיר. היריעות הנ"ל ינקזו את המים לצינור ניקוז "6" המותקן בתחתית הקיר, ומסלק את המים בגרוויטציה מתחום הקיר. היישום יהיה לפי מפרט היצרן.
- ח. יש להסדיר ניקוז נאות בסביבת הקיר, כך שלא תיווצר חתירה עקב זרימת מים באזור ביסוס הקיר.

**ביסוס בכלונסאות**

- א. ביסוס הקירות באמצעות כלונסאות בטון מזוין יעשה באמצעות כלונס בודד או זוג כלונסאות. (שליפה ולחיצה).
- ב. תסבולת הכלונסאות ללחיצה תחושב עפ"י מאמץ חיכוך מותר של 2.5 טון/מ"ר תוך הזנחת 2 מ' עליונים, תסבולת קצה השווה ל-50 טון/מ"ר.
- ג. תסבולת הכלונסאות לשליפה תחושב בהתאם ל-2 טון/מ"ר בתוספת משקל הכלונס מחולק במקדם בטחון של 1.2.
- ד. הטרחות אופקיות עפ"י יחושבו מודול מצע אופקי בשיעור של 1.5 ק"ג/סמ"ק.

**9.8 תכנון קירות עפר משוריין****כללי**

- א. בתחומי מילוי הגובה מ-3 מ' ניתן לשקול בצוע קיר עפר משוריין.
- ב. שריון הקרקע יעשה מרכיבים גמישים כדוגמת גיאוגרידים.
- ג. תכנון הקיר, כולל חומר המילוי ואורך היריעות יהיה בהתאם לתקן 1630.
- ד. עומס השימושי נוסף הפועל מעל הקיר יהיה 1 טון/מ"ר.

**הנחיות כלליות לתכנון קיר עפר משוריין**

- א. רוחב היריעות יקבע על פי תקן 1630 ולא יפחת מרוחב הקיר.
- ב. עומק הביסוס לא יפחת מ-60 ס"מ מפני קרקע סופיים והדרישות עפ"י התקן. בכל מקרה יש להתחשב במפלט חפירה מתוכנן.
- ג. מתחת לקיר וליסוד תבוצע החלפת קרקע בהתאם למידות הקיר ובתוספת של לפחות 1 מטר. החפירה להחלפת הקרקע תהיה לעומק של 80 ס"מ לפחות. המצע יהיה מחומר מילוי המתאים למילוי הקיר, שיהודק בהרטבה ובבקרה מלאה בשכבות של 20 ס"מ (עובי סופי) במכבש ויברציוני לצפיפות מינימלית של 98% מהצפיפות המירבית, על פי בדיקת Mod. AASTHO. בין המצע לפני הקרקע הטבעיים יש להניח יריעה סטבלינקה בחוזק שלא יפחת מ-200 ק"ג/מ"א או 2 יריעות (שתי וערב) גיאוגריד בחוזק שלא יפחת מ-110 ק"ג/מ"א. הנחיה זו תשקל לאחר בצוע החפירות בשטח.

ד. מאמץ המגע הממוצע המותר בבסיס שכבת החרסית לא יעלה על 2 ק"ג/סמ"ר.  
ה. מקדם החיכוך בין בסיס הקיר לבין המילוי יחושב עפ"י זווית של 30 מעלות במקדם בטחון של 1.5 לפחות.

ו. מקדם החיכוך בין המילוי לבין הקרקע הטבעית יחושב עפ"י זווית של 24 מעלות במקדם בטחון של 1.5 לפחות.

ז. באזור חתך 4-4, ליד כביש מס' 8, מתוכנן קיר בגובה של כ-10 מ'. יש לבדוק ביסוס הקיר על כלונסאות.  
ח. מפרט לביצוע מופיע כנספח לדוח זה.

**10. קידוחים נוספים וביצוע אינקלינומטרים**

א. 3-4 קידוחי ניסיון נוספים יבוצעו תוך תאום עם הגיאולוג ויקבעו את המעבר בין האזורים השונים בפרויקט ויבדקו באם קיימת שכבה רציפה של חוואר רווי המקטינה את מקדמי הביטחון ויתכן ומחייבת חיזוק המדרון.

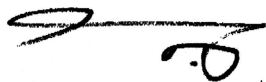
ב. בתוך הקידוחים יוכנסו אינקלינומטרים באופן שיעברו את השכבה הבלתי יציבה ויחדרו לפחות 10 מ' לשכבת המסלע היציב. העומק הצפוי הוא כ-25 מ'.

**11. הנחיות כלליות נוספות**

- א. המתכננים יעברו על דוח הביסוס ויעבירו הערותיהם לח"מ להתייחסות.
- ב. יש ליידע את המהנדס הגיאוטכני על כל שינוי או סטייה מהתכנון הידוע ומפורט בדוח זה. עדכון הדוח, במידת הצורך, יעשה עם התקדמות בעבודות העפר/קידוחים.
- ג. התוכניות תועברנה לבדיקה והערות המהנדס הגיאוטכני.
- ד. הפרויקט ילווה בפיקוח גיאוטכני מוגבר כדי שיאפשר לקבוע סוגי המסלע, הפרמטרים הנדסיים, הצורך בשיטות ניקוז ופתרון בעיות מיוחדות. מומלץ לבצע סדרה של בדיקות מקדימות כגון קידוחי נסיון, בדיקת שלפית מסמרים על מנת להקטין את אי-הודאות הקיימת בשלב הנוכחי.
- ה. יש לזמן בכתב את המהנדס הגיאוטכני לאתר לתחילת עבודות הביסוס, בהתראה נאותה של יומיים לפחות.
- ו. אין לצקת יסודות לקירות תומכים או כלונסאות ללא אישור בכתב מהמהנדס הגיאוטכני.
- ז. בכל מקרה, בו מתגלות סטיות מחתך הקרקע המתואר לעיל ובכלל זה הופעה של מים תת קרקעיים, ו/או חוואר/חרסית או מילוי עמוק יש ליידע מיידית ולהיוועץ במהנדס הגיאוטכני.

בכבוד רב

אינג' מ. יוגר



נ.ז.

**לוטה:** הרצות מחשב – יציבות מדרונות

מפרטים לביצוע

**עותק:** מהנדס דוד ניסים

גיאולוג ע. זלצמן

אדריכל אוהד גת