

עיריית מעלה אדומים

פארק שמיר

המלצות גיאוטכניות

פברואר 2015

3967-0

דורון אשל – מהנדסים יועצים בע"מ הנדסת קרקע, תשתיות ואסוס

תוכן עניינים

1.	הקדמה	3
2.	תנאי השתית	3
2.1	רקע גיאולוגי	3
2.2	רצף יחידות המיפוי	4
2.3	מבנה	4
2.4	מי תהום	5
2.5	סביבה סייסמית	5
2.6	תצפיות מקומיות	5
2.7	סיכום ומסקנות	5
3.	המלצות לתכנון - עבודות עפר	7
1.3	כללי	7
2.3	הידוק ועיבוד שתית	7
3.3	הידוק מצעים	7
3.4	מילויים	7
3.5	מילוי חוזר מעל תשתיות תת קרקעיות	8
3.6	שיפועי מדרונות	8
4.	פרמטרים ראשוניים לתכנון קירות תומכים	9
5.	מסלעות	9
6.	בסוס מבנים	10
7.	טיפול בשורשים	11
8.	המלצות לתכנון - תכינת מבנה מיסעות	11
1.8	מת"ק תכנוני ותחזית תנועה	11
2.8	נפח תנועה לתכנון	11
3.8	עובי מבנה מומלץ – כבישי אספלט	11
4.8	עובי מבנה מומלץ מדרכות ושבילי אופניים מאספלט	12
5.8	מדרכות משולבות	12
9.	מעקב	13

26.2.15

3967-0

מעלה אדומים- פארק שמיר

סמך: תכניות תנוחה על רקע מצב קיים

1. הקדמה

להלן מובאות המלצות גיאוטכניות ראשוניות בהקשר בסוס מבנים ועבודות פתוח באתר הנדון. מדובר בתוספת דרך גישה, קירות וטריבונות בתחום פארק שמיר הקיים בסמוך לזרוע הכניסה המרכזית למעלה אדומים.

העבודה כוללת התקנת שבילים להולכי רגל עם אפשרות מעבר רכבי חירום, קירות תומכים, טרסות, אמפי ומתקנים שונים וכן דרך גישה.

2. תנאי השתית

ההמלצות המובאות להלן מבוססת על סקירה חזותית של קרקעות וחתכי קרקע במחשופים ומחפורות במתחם, כפי שנצפו על ידי בסיורים שערכתי במתחם וכן ממצאי סקר גיאולוגי שנערך עבור מחלף מעלה אדומים.

יש להביא בחשבון עדכונים להמלצות המובאות בדו"ח זה, בהתאם לממצאים בפועל, עם תחילת ביצוע עבודות באתר.

2.1. רקע גיאולוגי

אזור הפארק מצוי בחלק מהאגף המזרחי המתון של קמר ירושלים - רמאללה כשבתחומו נחשפים סלעי משקע מגיל טורון עד סנון בהרכב הכולל קרטון גירי, קרטון חוארי וצור.

כללית, הפארק מצוי בצדו הדרום מזרחי של רכס הר הצופים – הר הזיתים כך שהינו במעבר בין המסלע הגירי/ דולומיטי (גג טורון) הקשה המאפיין את החלק הנמוך והמורדי של אזור הרכס, לבין חלקו העליון ומורדותיו המזרחיים בהם נפוץ מסלע קרטוני רך (מגיל סנון).

2.2. רצף יחידות המיפוי

הרצף הרלוונטי של יחידות המיפוי מתואר בטבלה שלהלן:

טבלה 1 – רצף יחידות מיפוי

יחידות המיפוי	טיפול מקוצר	עובי, מ'	תיאור מוכלל	נפוצות ונוכחות
מילוי	f	טעון בדיקה	שפך סלעי המכיל גיר, קרטון ומעט צור, כשברי סלע בגודל משתנה ועם כמות משתנה של דקים	קטעים מקומיים
אלוביום	al	עד כ- 10	חרסית אלוביאלית, לרוב שמנה, עם כמות משתנה של צורות ושברי סלע, ההולכים ומתרבים עם העומק על פני המדרונות קרקע קרבונטית	נפוץ בוואדי נזל ובערוצים צרים
פרט עליון מנוחה, תצורה	m ₃	75-80	קרטון, במוקמות מעט קרטון חוארי, לבנבן, בינוני קושי עד חזק בינוני עד נמוך, לרוב מסיבי, נארי.	בונים חלק ארי של המדרונות. לרוב קשה להבחין בחלוקה בין הפרטים
פרט תיכון	m ₂		קרטון חוארי חלש וקרטון בינוני כיסוי נארי נפוץ. יתכנו רובדי ניר קשה ו/או צור. יש ודומה ל-m ₄ אך יותר חוארי/חרסיתי	

2.3. מבנה

הנטייה האזורית של השכבות הינה לכוון כללי מזרח-דרום מזרח, בשיעור של עד כ- 10°, אולם בשל הפרעות מקומיות, עיקרן מבני קימוט, נמדדו נטיות חריפות יותר ולכוונים משתנים, חלקם תוצאות העתקים או שיכוב גלי.

מספר העתקים קצרים ובעלי שיעור זריקה מועט, המוערך בכמה עשרות מטרים ופחות, זהו בתחום הנסקר. כן יתכנו נוספים שאיתורם קשה בשל כיסוי הנארי המסתיר אותם. בסמוך להעתקים זהו הפרעות מקומיות שבטוין בשינויי נטייה, ריסון, בלייה והתפוררות. בחלקם מופיעה גם ברקציה. רוחב אזורי ההעתקה מגיע לכדי מספר מטרים ויותר.

סידוק נפוץ מאד. הוא זוהה כמערכת סיסטמיתית בסלעים הקשים של תצורת בינה כשחלקה לעיתים פתוח, בעוד שבתצורת מנוחה הצפיפות גדלה וחל ריבוי בכוונים ובמקומות יש שנראו כאזורי ריסוק, כן יש לצפות גם סידוק אי-רגולרי כשמהערכת בכללה לרוב סגורה.

2.4. מי תהום

בהתבסס על מידע אזורי, מפלס מי-תהום מצוי בעומק ניכר, כך שאינו רלוונטי. גרדיינט הזרימה הינו למזרח. במפה הטופוגרפית הרגיונלית לא אותרו מעיינות, עם זאת, שכבות ביניים של חואר יכולות אולי ליצור זרימות/טפטופים עונתיים שמקורה בחדירה מקומית ומוגבלת של נגר עילי.

2.5. סביבה סייסמית

על פי נספח ב' לתקן הישראלי 413 (עדכון מאי 2004) מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה (Z) נקבע באזור מעלה אדומים כ- 0.15g. בהקשר זה ראוי לציין כי ווקס ולויטה (1983) שכחנו המכניזם של גלישות ברכס הר הזיתים, העריכו כי גלישות מתפתחות במדרגות בעלי שיפוע גדול מ- 15°, במיוחד.

2.6. תצפיות מקומיות

גלישות מקומיות אירעו בעבר, כמצוין לעיל התופעה זוהתה בכמה נקודות ומדרונות הרכס המזרחי. ניתן לראות בבירור זחילה שחלה בנארי והותירה צלקות קשתיות שיש כדי להצביע על גלישה בעבר. הנארי – נפוץ מאד כקרום קרבונטי קשה שעוביו יכול להגיע למספר מטרים, מצוי במיוחד מעל לסלעי הקרטון ויש שבתווך מתפתחות מחילות.

2.7. סיכום ומסקנות

- יחידת המיפוי הנפוצה לאורך רובו של התוואי הינה תצורת מנוחה, על מגוון פרטיה. בקצה המזרחי וקטעים קצרים נוספים מצוי אלוביום וכן מילוי מקומי.
- משמע, לאורך התוואי שולט קרטון על מגוון הרכביו, גירי, חוארי, ומקומית ריכוזי חואר/חרסית. הסלע בכללו בעל חוזק בינוני עד נמוך/חלש, אך בדרך כלל צפוי כי ילך ויתחזק עם העומק.

- מרבית המרכיבים רגישים למים ונוטים לאבד מחוזקם בהרטבה. דרוש ניקוז מתאים ו/או מקומית גם הגנה.
- האלוביום מקומי, חרסיתי עם/בלי חלוקים ובעומק אף מעבר לקונגלומרט. המילוי בעל נפיצות אומנם מוגבלת אך נותר ספק בקשר לעוביו והרכבו.
- האזור הנסקר מלווה בהפרעות הכוללות העתקים. קימוט/שינוי שיכוב, גלישות מקומיות. עם זאת, קטעי החפירה קצרים יחסית ועומקם מוגדל. ההעתקים נפוצים ויש שהם יוצרים אזור מופר רחב למדי.
- העתקים החוצים פעלו בעבר הרחוק כך שאינם נחשדים בפעילות. הינם בדרך כלל בעלי שיעור זריקה מועט, כנראה עד כמה עשרות מ'.
- הגלישות מקומיות ומוגבלות אך חפירה בתחומן עלולה לחולל תנועות מחדש. עם זאת, הגלישות שאותרו מצויות לרוב מחוץ לתחום עבודות העפר.
- תוואי הכביש יעבור גבוה מעל למפלס מי-תהום האזוריים. עם זאת, אין להוציא מכלל אפשרות רטיבות מקומית ועונתית של נגר עילי, דרך סדקים או עקב הישענות על חואר.
- המתחם מצוי בסביבה בה על פי ת"י 413 (עדכון מאי 2004) נקבעה תאוצת קרקע אופקית חזויה (Z) של 0.15g בנוסף, הוערך כי בחלק הקרטוני (סימול: m₃) קיימת רגישות להגברה ולכשל במדרון מבונה.
- המידע המובא בזה מאפשר הערכה גיאוטכנית ראשונית של התנאים הצפויים והערכות לגבי איכות מסת הסלע הצפויה בשתית ובחציבות.

3. המלצות לתכנון - עבודות עפר

3.1. כללי

עבודות העפר תבוצענה לפי מפרט 51 העדכני (מרץ 2014) וכמפורט להלן:
עבודות ריצוף תעמודנה בדרישות ת"י 1571.

3.2. הידוק ועיבוד שתית

השתית תהודק באמצעות מכבש במשקל 12 טון לפחות עד הפסקת כל שקיעה. בכל מקרה לא פחות משמונה (8) מעברי מכבש, בכל תחום העבודות.

מומלץ להימנע מויברציה בקרבת מדרונות חשופים, מתקנים, (כגון שוחות ביקורת) ומבנים.

3.3. הידוק מצעים

מצע המהווה חלק ממבנה המיסעה יהודק בשכבות בעובי 20 ס"מ מכס' כ"א. דרגת הצפיפות תהיה 100% לפחות "מודיפיד פרוקטור".
במידה ולא ניתן להגיע לצפיפות הנדרשת, המוגדרת במפרט 51 המעודכן, בגין מגבלות על שימוש בויברציה יש להקטין את עובי השכבות עד לעובי בו ניתן להגיע לדרגת הצפיפות הנדרשת. לצורך כך מומלץ לבצע קטעי ניסוי, לקביעת העובי האופטימלי של השכבה המהודקת ומספר מעברי המכבש.

3.4. מילויים

במידה ונדרש מילוי, בגין חפירת יתר ו/או לצרכי יישור שטח ו/או החלפת קרקע טרם התקנת המבנים הנ"ל, יעשה שימוש בחומר שאינו נחות מ"חומר נברר" כהגדרתו במפרט 51.

מומלץ להעביר ליועץ הקרקע את תכונות (תעודות בדיקות מעבדה) החומר המיועד למילוי, לבחינת התאמתו.

דרגת ההידוק המינימלית הנדרשת תקבע בהתאם לסוג החומר, על פי מערכת יחסי צפיפות - רטיבות. לא פחות מ- 98%.

בנוסף, מומלץ לכלול בסעיפי הכמויות גם מילוי באמצעות CLSM למקומות בהם לא ניתן לבצע מילוי והידוק לדוגמא מסביב לשוחות וכד'. בכל מקרה ההחלטה על שימוש ב-CLSM תתקבל על ידי המפקח, ויעשה שימוש ב-CLSM בעל חוזק בינוני העומד בכל דרישות מפרט 51.

3.5. מילוי חוזר מעל תשתיות תת קרקעיות

תעלות אשר תחפרנה לתשתיות תמולאנה בחומר מקומי החפור, נקי מכל מזהמים, פסולת וחומרים אורגניים, לאחר ניפוי. במידה והחומר המקומי העומד בדרישות אינו מספיק, יבוצע מילוי מחומר מובא. במידה ותתגלנה פורמציות חרסיתיות, יבוצע המילוי החוזר מ"חומר נברר" לפי מפרט 51 המעודכן אולם עם בין 15% ל-20% עובר נפה 200.

המילוי מעל לשכבה התחתונה (שכבת התושבת עמה בא במגע בצינור עד פני השתית יהודק בשכבות אופקיות בעובי 15 ס"מ כ"א במקביל משני (2) צידי הצינור/תשתית, באופן שלא יגרמו תזוזות לצינור / תשתית ותובטח עטיפתו המלאה ומניעת היווצרות חללים העלולים לגרום שקיעות.

ההידוק יבוצע לפי הנחיות מפרט 51 המעודכן.

במקומות בהם יתגלו תשתיות תת קרקעיות הקרובות לפני קרקע קיים ו/או מפלס קו אדום מתוכנן, אשר אינם מאפשרים הידוק עפר בשיטות קונבנציונאליות (תוך שימוש במכשירים) תבוצענה עבודות מילוי באמצעות CLSM, לאחר ניקוי החפירה והרחקת העפר הרופף. יש להבטיח כיסוי מלא מעל ומתחת לתשתית התת קרקעית בעובי 10 ס"מ לפחות.

בכל מקום בו ידרש שימוש ב-CLSM, יעשה שימוש בתערובת בעלת חוזק בינוני, העומדת בכל דרישות מפרט 51.

3.6. שיפועי מדרונות

שיפועי מדרונות במילוי יתוכננו לפי 1 אנכי ל- 2 אופקי או מתון יותר.

שיפועי מדרונות בחפירה/ חציבה יתוכננו לפי 2 אנכי ל- 1 אופקי.

4.

פרמטרים ראשוניים לתכנון קירות תומכים

קירות תומכים מבטון מזוין ו/או קירות כובד יתוכננו בהתאם לפרמטרים הבאים:

$$\gamma_t = \text{משקל מרחבי של המילוי בגב הקיר} - 2 \text{ טון/מ"ק}$$

$$K_a = 0.3 - \text{מקדם לחץ עפר אופקי אקטיבי}$$

$$K_o = 0.45 - \text{מקדם לחץ עפר אופקי במנוחה}$$

$$\mu = 0.5 - \text{מקדם חיכוך בתחתית הקיר (לפני מקדם בטחון)}$$

ביסוס יהיה בתוך מסלע טבעי ורצוף, מפולס, במרחק 3 מ' לפחות מפני המדרון. במידה ולא מגיעים למסלע, יש לבסס את הקירות על גבי החלפת קרקע מ"חומר נברר" העומד בדרישות מפרט 51.

עובי החלפת הקרקע יהיה שווה לגובה הקיר מחולק ב-3, בכל מקרה לא פחות מ- 60 ס"מ.

ממדי ההחלפה יגיעו עד 1 מ' מעבר (מחוץ) לקווי היסוד, מדוד במפלס תחתית החפירה להחלפת קרקע.

רוחב יסוד כלשהו לא יפחת מ- 60 ס"מ. ממדי היסוד יתוכננו לפי מאמץ מגע מותר של 2.5 ק"ג/סמ"ר.

נקזים יותקנו בקירות כל 2 מ' לכל כיוון. בגב הקירות יש להתקין תווך מנקז כגון בלוקים חלולים או פרט מאושר אחר.

מילוי בגב קירות יהיה גרנולרי, מתנקז חופשי בעל גרגר מכסימלי של 12 ס"מ, תפיחה חופשית של 40% מכס', גבול נזילות 35% (מכס') מדד פלסטיות קטן מ- 6% ועובר נפה 200 - 15% מכס'.

5.

מסלעות

מסלעות תתוכננה בשיפוע פנימי שאינו תלול מ- 1:1, גובה מדרג מרבי לא יעלה על 5 מ'. גבהים גדולים יותר יקבעו באמצעות מדרגים בגובה מרבי של 5 מ', תוך יצירת מדרג ברוחב 3 מ'.

המסלעות תבוצענה תוך עמידה בדרישות הבאות:

- א. קומת האבנים התחתונה תהיה משתי (2) שורות אבנים לפחות ותבוסס בתוך הקרקע הטבעית, מעבר לשכבות המילוי, בעומק 1 מ' לפחות מתחת למפלס הקרקע בקדמת המסלעה.
- ב. גודל האבנים יקטן עם העליה בגובה.
- ג. גודל האבנים במימד הקטן לא יפחת מ- 80 ס"מ.
- ד. יש להבטיח חפיפה בין האבנים בקומות עוקבות שלא תקטן ממחצית גודלה של האבן אולם להימנע מיצירת מישקים העולים משורה לשורה.
- ה. האבן תהיה ממקור גירי או דולומיטי או בזלתי, (לא ממקור קרטוני), בת קיימא, נקייה ממהזמים ומישורי חולשה ולא תכיל חוואר.
- ו. המילוי בגב המסלעה יהיה מחומר העומד בדרישות מפרט 51 עבור "חומר מופק מחציבה" או עפר מסוג "מילוי נברר". המילוי המהודק יותקן ברוחב 4 מ' לפחות, מדוד מקו גב המסלעה.
- ז. "מילוי נברר" יותקן בבקרה מלאה בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א לצפיפות המפורטת במפרט 51.
- ח. מילוי מחומר המופק מחציבה העומד בדרישות מפרט 51 יהודק ב"הידוק רגיל" עד הפסקת כל שקיעה, בכל מקרה לא פחות מששה (6) עד שמונה (8) מעברי מכבש.

6. בוסס מבנים

מבנים כגון במות ואמפיתיאטרון יבוססו על גבי יסודות בודדים, רדודים (פלטות/יסודות עוברים).

ממדי היסודות יתכוננו לפי ההנחיות עבור קירות תומכים המפורטות בסעיף 4 לעיל.

במידה ולא מתגלה סלע במפלס מתוכנן לתחתית יסודות נתן לחפור עד לסלע ולבצע החלפת קרקע מבטון רזה. החפירה להחלפת קרקע ("פקק בטון") תבוצע עד חפירה של 50 ס"מ לפחות לתוך סלע.

יסודות בסמוך למדרון יתוכננו כך שעומקם יבטיח כי יורחקו לפחות 3 מ' מפני המדרון, מדוד במפלס תחתית היסוד.

7. טיפול בשורשים

בתחום בו יעקרו עצים או צמחיה יש להבטיח טיפול בשורשים לעומק עד 2 מ' לפחות. בנוסף, מומלץ שימוש בקוטל שורשים במינון שיקבע ע"י יועץ מומחה בתחום.

8. המלצות לתכנון - תכינת מבנה מיסעות

8.1. מת"ק תכנוני ותחזית תנועה

בהתחשב כי השתית מורכבת מפורמציות קרטון חוארי מעורבות בשברי אבן, מכוסה ע"י חרסית, ילקח לצרכי תכינת מבנה מיסעות מת"ק תכנוני השווה 5%.

8.2. נפח תנועה לתכנון

בהעדר נתוני תחזית תנועה, והיות ומדובר בעורק תחבורה משני, אשר יפעל בעתות חרום בלבד ניתן להעריך את התנועה לפי ההגדרה הישנה של מע"צ כ"תנועה בינונית קלה" המתבטאת בכ- 150 עד 450 כלי רכב מעל 3 טון בשנה העשרים, בשני (2) כיווני נסיעה במונחים של סרן אקוויולנטי הנ"ל מסתכם בכ- 700,000 עד 2,000,000 מעברים אקוויולנטיים של סרן סטנדרטי במשקל 8 טון בתקופת שירות של עשרים (20) שנה, בנתיב התכן לצרכי תכינת מבנה מיסעות ילקח ערך ממוצע השווה 1,350,000 מעברים אקוויולנטיים כנ"ל.

8.3. עובי מבנה מומלץ – כבישי אספלט

בקטעי סלילה חדשה לרכב יותקן מבנה בעובי כולל של 49 ס"מ המורכב מהשכבות הבאות:

שכבה	עובי – ס"מ	הערות
אספלט	4	תא"צ 19 דולומיט/גיר, סוג א', ביטומן PG-68-10
	5	תא"צ 25 דולומיט/גיר, סוג א', ביטומן PG-68-10
מצע	40	סוג א', שתי (2) שכבות, 20 ס"מ כ"א.
סה"כ	49	

מיסעה לרכב מאבן משתלבת תהיה בעובי כולל של 51 ס"מ בהרכב שכבות הבא:

שכבה	עובי – ס"מ	הערות
אבן	8	אבן משתלבת
חול	3	A-3
מצע	40	סוג א', שתי 2 שכבות
סה"כ	51	

הערה:

מומלץ לשריין בכתב הכמויות סעיפים וכמויות להחלפת קרקע בעובי 60 ס"מ בממוצע מ"חומר נברר" למקרים בהם תתגלה שתית מטיב נחות מהמצוין לעיל.

8.4. עובי מבנה מומלץ מדרכות ושבילי אופניים מאספלט

במדרכות יותקן מבנה בעובי כולל של 29 ס"מ המורכב מהשכבות הבאות:

שכבה	עובי – ס"מ	הערות
אספלט	4	תא"צ 12.5, דולומיט/גיר, סוג א', מדרכות
מצע	25	סוג א', 2 שכבות.
סה"כ	29	

* ראה הערה בסעיף 8.3 לעיל.

8.5. מדרכות משולבות

במדרכות מאבן משתלבת יותקן מבנה בעובי כולל של 29 ס"מ המורכב מהשכבות הבאות:

שכבה	עובי – ס"מ	הערות
אבן משתלבת	6	
חול דיונות	3	(A-3)
מצע	20	סוג א'
סה"כ	29	

* ראה הערה בסעיף 8.3 לעיל.

9. מעקב

- * יש להעביר ליועץ הבסוס תכניות ומפרט, לעיון.
- * יש לזמן את הח.מ. לאחר תחילת עבודות הבסוס, בהתראה של 72 שעות מראש לפחות.
- * יש להביא בחשבון עדכונים להמלצות המובאות בדו"ח זה, עם תחילת הביצוע.

הוכן על ידי:



דורון אשל