

מס' פרויקט : 210382

תאריך : 12.12.2022

אזור תעשייה קדמת המועצה – תכנית 632-0694647

דוח תכן מבנה מיסעות מפורט

מהדורה	תיאור	תאריך	עורך
I	דוח תכן מבנה מפורט	06/11/2022	גיא דודסקו
II	עדכון דוח תכן מבנה מפורט בעקבות בחינה מחודשת של נתוני תנועה	12/12/2022	דודו דאהר

תפוצה:

דרך הנדסה בע"מ

תוכן עניינים

1.	מבוא	3
2.	מקורות מידע	3
3.	נתוני הפרויקט	4
4.	תנאי קרקע	5
4.1.	ממצאי קידוחי ניסיון	5
4.2.	ממצאי בדיקת מעבדה	6
4.3.	קביעת ערך מת"ק לקרקע הטבעית	7
5.	מסקנות והמלצות	7
6.	מבנה מסעות חדשות	7
6.1.	ריסון תפיחה	7
6.2.	קביעת ערך מת"ק תכנוני	8
6.3.	ניתוח התנועה	8
6.4.	הרכב מיסעות חדשות	10
7.	הנחיות לעבודות עפר	11
7.1.	חישוף בתחום רצועת הדרך של הכביש	11
7.2.	חפירה	11
7.3.	עיבוד קרקע יסוד מקורית	11
7.4.	חומר מילוי מאושר	12
7.5.	הגנה כנגד ארוזיה	12

נספחים

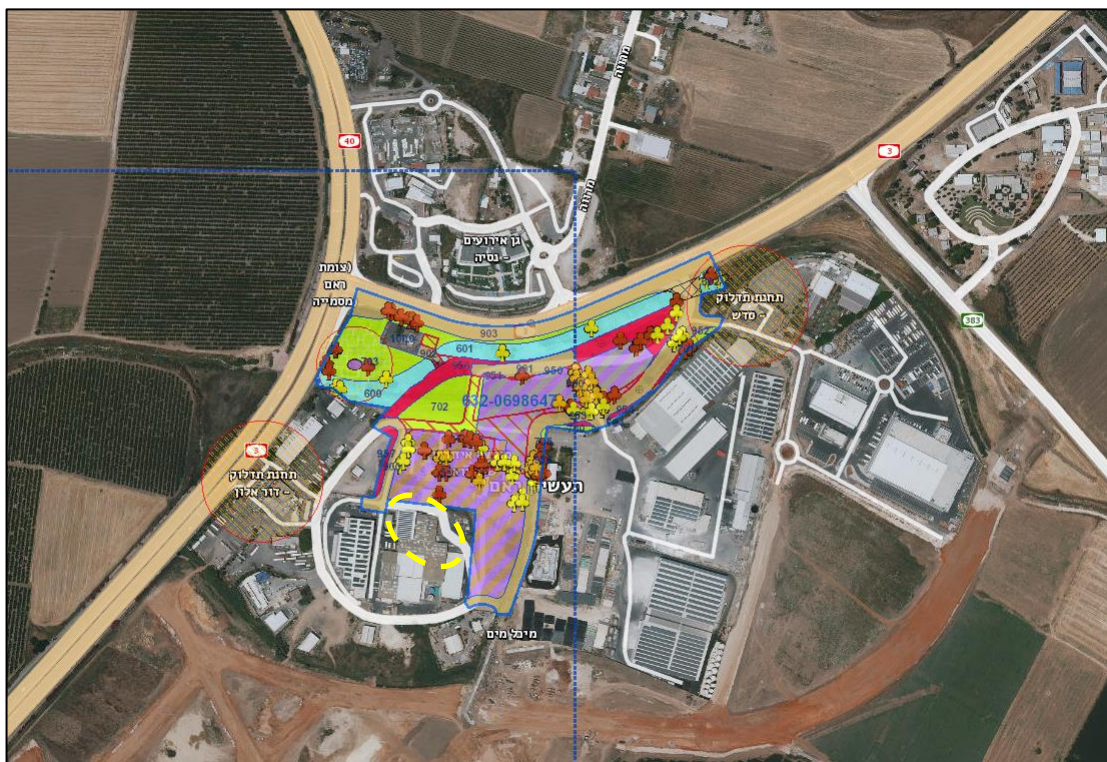
לוגים של קידוחי ובורות הניסיון

תוצאות בדיקות מעבדה

1. מבוא

א. החברה הכלכלית לפיתוח יואב מתכננת באמצעות חברת דרך הנדסה שדרוג והסדרה של הכניסה לאזור התעשייה ראם צפונית למתחם המועצה. במסגרת הפרויקט מתוכננת סלילה של כביש 114 באורך של כ-1000 מ', הסטה והסדרה של קטע מתוואי נחל ברקאי.

ב. הדוח הנוכחי מביא סקירה כללית של תנאי הקרקע באתר (המתבססים על חקירת קרקע) ומספק פרמטרים והנחיות לתכנון פרלימינרי של עבודות העפר וכבישים בשטח הפרויקט המתוכנן. הדוח הנוכחי אינו עוסק בהמלצות לביסוס עבור מבני המגורים המתוכננים בשטח אזור התעשייה.



איור 1. תרשים סביבה, שטח התכנית ע"ג תצלום אוויר

2. מקורות מידע

הדוח הנוכחי מתבסס על הנתונים הבאים:

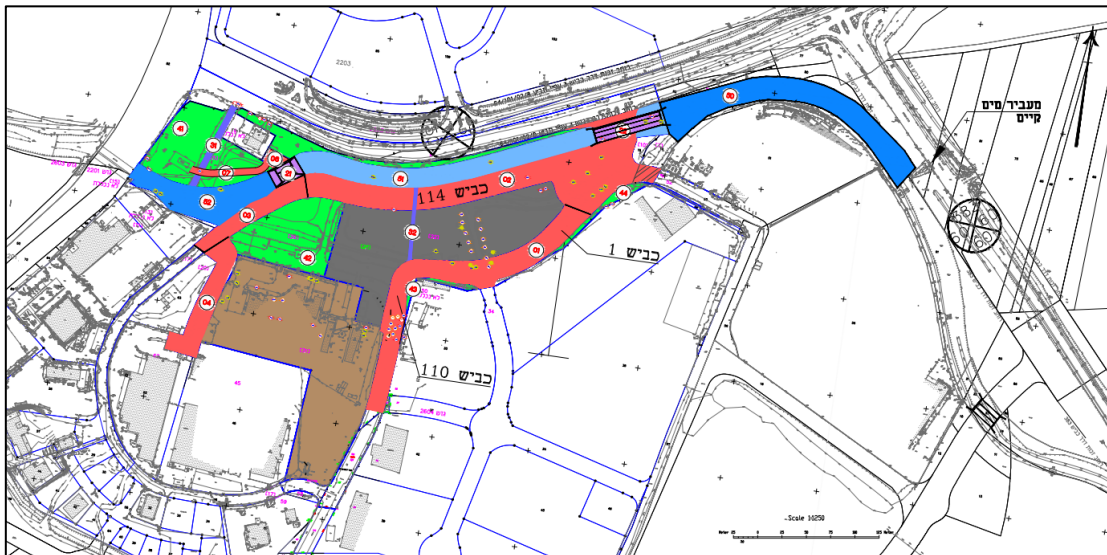
א. תכנית "גבהים שלב סופי" שהופקה ע"י חברת דרך הנדסה ביולי 2022.

ב. חקירת קרקע הכללה שני קידוחי ניסיון ושלושה שוחות מבחן.

ג. מידע גיאוטכני זמין מפרויקט סיבי דרום הסמוך.

3. נתוני הפרויקט

- א. במסגרת הפרויקט מתוכננת סלילת מיסעה חדשה באורך של כ-1000 מ' והסטה של תוואי נחל ברקאי צפונה במקביל לכביש נת"י מס' 3.
- ב. שטח הפרויקט הינו אזור תעשייה פעיל המורכב ממערכת כבישים קיימת, במסגרת התוכנית מתוכננת הסדרה של הכניסה לאזור התעשייה הכוללת סלילה של כביש דו נתיבי עם מסלול אחד לכל כיוון, חניה מקבילה, ומדרכות.
- ג. על פי תוכניות חתכים לרוחב עבודות העפר עבור מפלס הכבישים המתוכנן כוללות חפירה לעומק של עד כ-1.0 מ' ומילוי בעובי של עד 4.0 מ'. המילוי העבה נמצא בחלק הביש המתוכנן על תוואי הנחל הקיים. כמו כן, במסגרת הפרויקט מתוכננות חפירות לעומק של כ-4.0 מ' עבור תוואי נחל ברקאי החדש.



איור 3. תכנית תב"ע ע"ג מדידה

4. תנאי קרקע

הערכת תנאי הקרקע בפרויקט מתבססת על שני קידוחי שבוצעו בשטח הפרויקט בתוואי הגשרים המתוכננים ושלושה שוחות מבחן שבוצעו בשטח הכבישים והנחל. נתוני הקידוחים והבורות מוצגים בטבלה 1. מודגש כי כיוון שהערכת תנאי הקרקע באתר מתבססת על קידוחי ניסיון שבוצעו בשטח מזערי משטח הפרויקט, לא מן הנמנע שיתגלו שינויים בין תנאי הקרקע בפועל לאלו המשוערים. על כן, יש לקחת בחשבון כי יידרש לעדכן את ההנחיות המובאות בהמשך מסמך זה בהתאם.

טבלה 1. נתוני קידוחי ניסיון

קוד קידוח	עומק [מ']	קואורדינטה מתוכנתת Y	קואורדינטה מתוכנתת X
KB-1	15.0	629825	180130
KB-2	15.0	629751	179820
BM-1	4.0	629814	180127
BM-2	4.0	629616	180000
BM-3	4.0	629694	179782

4.1 ממצאי קידוחי ניסיון

בשוחות המבחן BM-1 ו-BM-2 שבוצעו בסמוך למדרונות הנחל הקיים נמצאו שכבות מילוי קיים המורכב מפסולת בטון, מתכת וניילון מעורבבים עם חול חרסית בעובי 1.5-2.5 מ'.

חתך הקרקע הטבעית כפי שנמצא בקידוחי הניסיון ושוחות המבחן אינו אחיד ומורכב משכבות חרסית שמנה חומה כהה ושכבות חרסית רזה עד חולית, עומק הופעת השכבות משתנה בין הקידוחים והבורות.

בקצה המערבי של הפרויקט הופיע שכבת חול חרסיתית בעובי של כ-2.0 מ' מעל שכבות החרסית

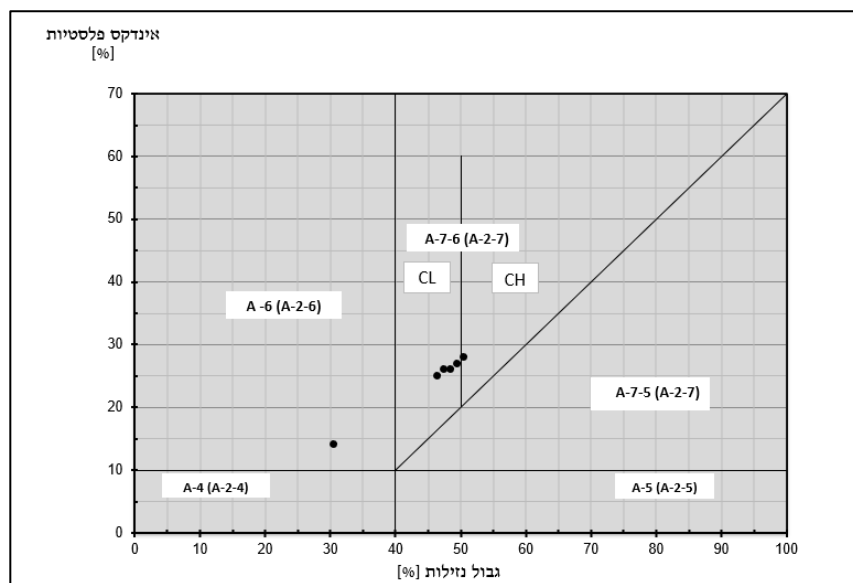
4.2. ממצאי בדיקת מעבדה

כחלק מחקירת הקרקע נטלו מדגמים מופרים משכבות הקרקע בעת ביצוע שוחות המבחן לטובת ביצוע בדיקות מעבדה. בדיקות המעבדה שבוצעו על המדגמים המופרים כללו בדיקות גבולות סומך, רטיבות טבעית, צפיפות יבשה, תפיחה חופשית ותפיחה תחת עומס. להלן מוצגות תוצאות בדיקות המעבדה:

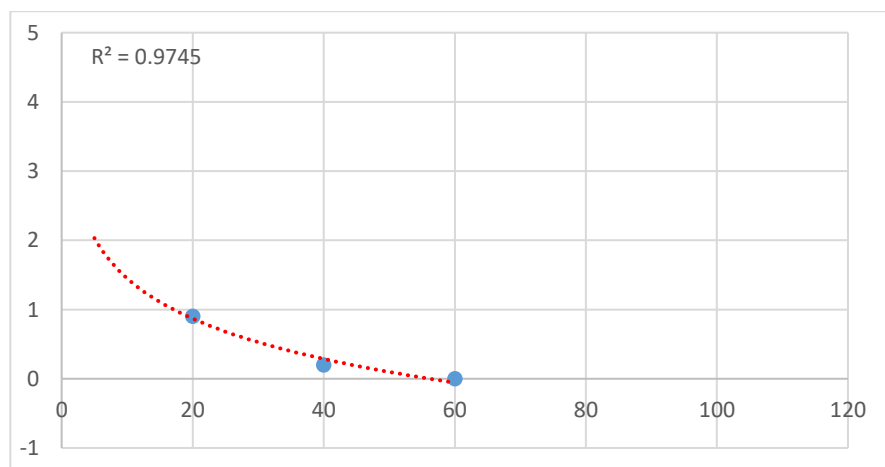
ערכי הצפיפות היבשה – נעים בין 1590-1725 ק"ג/מ"ק

ערכי התפיחה החופשית – נעים בין 60-70%

ערכי תכולת הרטיבות – נעים בין 16.1-22.7%



איור 4. תוצאות מבחני הסומך על רקע מיון קרקעות בשיטת AASHTO



איור 5. שיעור תפיחה תחת עומס משתנה - בכחול תוצאות הבדיקות, באדום קו מגמה

4.3. קביעת ערך מת"ק לקרקע הטבעית

באופן כללי, הערכת מת"ק השתית (CBR) מבוצעת באמצעות בדיקות ישירות (כגון בדיקת מערכת מת"ק מעבדתית או בדיקת מת"ק ממדגמים בלתי מופרים) או בצורה עקיפה ע"י קשרים אמפיריים בין המת"ק לבדיקות שדה (כגון מכנף גזירה או מבחן החדרה תקנית) או לבדיקות מעבדתיות (כגון דירוג וגבולות סומך).

בשלב זה טרם בוצעו בדיקות המעבדה, דו"ח זה יעודכן במידת הצורך לאחר קבלת תוצאות הבדיקות. בהתאם, הוחלט לאמץ לקרקע החרסיתית הטבעית ערך מת"ק ע"פ מסמך הנחיות של רכבת ישראל. ע"פ מסמך זה ערך מת"ק אופייני לקרקע חרסיתית מסוג CH הינו בשיעור של 3%.

5. מסקנות והמלצות

א. ע"פ ממצאי קידוחי הניסיון, השתית הטבעית בשטח הפרויקט מורכבת מקרקע חרסיתית בעלת פוטנציאל תפיחה תחת שינויי רטיבות.

ב. בקרבת נחל ברקאי נמצאו שכבות פסולת בעובי של עד 2.5 מ', שכבות אלו אינן מתאימות כשתית למסעות המתוכננות ויש להסירם עד לחזירה לקרקע הטבעית.

ג. מבנה המיסעה יבוסס ע"ג החלפת קרקע בעובי 100 ס"מ, החלפת הקרקע תבוצע ע"פ הנחיות בהמשך הדו"ח.

6. מבנה מסעות חדשות

6.1. ריסון תפיחה

א. סלילת מיסעות על קרקעות חרסיתיות תופחות מחייב התייחסות מיוחדת תוך נקיטת פתרונות לריסון פוטנציאל התפיחה וההתכווצות של החרסית כתוצאה משינויים בתכולת רטיבותה.

ב. עובי החלפת הקרקע הנדרש ע"מ לרסן את פוטנציאל התפיחה של הקרקע החרסיתית הוערך באמצעות ניתוח של תוצאות בדיקות מעבדה שבוצעו על מדגמים בלתי מופרים שנלקחו משכבות הקרקע הטבעית במהלך קידוחי הניסיון (ראה גרף באיור 5). על פי ניתוח תוצאות בדיקות המעבדה, שיעור התפיחה של החרסית הטבעית תחת עומס של 30 KPa ל-0.5% בלבד.

ג. תפיחה בשיעור של 0.5% משמעותה היא שהתזוזות המקסימליות הדיפרנציאליות במשטח הדשא יהיו קטנות מ-20 מ"מ.

ד. על מנת לקבל עומס נגדי לפוטנציאל התפיחה של הקרקע החרסיתית של 30 KPa יש לבצע החלפת קרקע בעובי 100 ס"מ תחת מבנה המיסעות (בהנחה שצפיפות המצעים המהודקים היא 21 ק"ג/מ"ק) ובתוספת מבנה המיסעה יתקבל העומס הנדרש לריסון פוטנציאל התפיחה.

ה. החלפת הקרקע תבוצע מחומר העונה לדרישות חומר נברר כפי שמופיעות במפרט 51 ואשר יעמוד בדרישות הבאות:

- החומר הנברר יובא ממחצבה מאושרת
- אחוז עובר נפה #200 של 18-25%
- מת"ק תכנוני של 10% מינימום

- ו. המילוי יונח בשכבות בעובי המקסימאלי של 20 ס"מ ויהודק לצפיפות היחסית שלא יפחת מ- 98% מהצפיפות היחסית המרבית של חומר ממוין ע"פ שיטת "Modified AASHTO" תחת בקרה מלאה.
- ז. החפירה להחלפת קרקע תחדור לשכבות קרקע טבעית. השתית הטבעית תהודק ע"פ סוגה לפי הגדרות המפרט הכללי 51. בתחתית החפירה להחלפת הקרקע יבוצע עיבוד שתית טבעית לעומק 40 ס"מ.
- ח. במידה ובתחתית החפירה יימצאו שכבות מילוי קיימות בלתי מבוקרות או פסולת יידרש להסירם עד להגעה לקרקע טבעית.

6.2 קביעת ערך מת"ק תכנוני

כפי שנאמר בסעיף 4.4 לעיל, מת"ק השכבות החרסיתיות הוערך בצורה שמרנית בשיעור של 3.0%. אולם, החלפת הקרקע מאפשרת הגדלת ערך המת"ק התכנוני (מת"ק אקוויוולנטי). מכיוון שהמת"ק המינימאלי של חומר החלפת הקרקע הינו בשיעור של 10.0% ומכיוון שעובי החלפת הקרקע הינו 80 ס"מ, המת"ק התכנוני שנלקח בחשבון לצרכי תכן מבנה הינו בשיעור של 5.0%.

6.3 ניתוח התנועה

בשלב כתיבת הדו"ח נפחי התנועה לכבישים המתוכננים טרם התקבלו. מכיוון שהכבישים החדשים מתוכננים לשרת את כלל אזור התעשייה והמסחר העתידי, הוחלט לסווג את התנועה ככבדה מאד (קטגורית תנועה מס' 7). בהתאם לבקשת מזמין העבודה בוצעה בחינה מחודשת של נתוני התנועה בתיאום עם מתכנן הכבישים אלכס רבין הנכבד. במסגרת בחינה זו סוכם כי הכבישים המיועדים לסלילה במיזם התשתיות הנוכחי ישרתו כ- 30% מהתנועה אשר תשרת את הכבישים באזור תעשייה צמוד YPARK. כפועל יוצא, סה"כ מספר סרנים אקוויוולנטיים במשקל 8.2 טון (18 kips) לצורך תכנון יהיה 4.5 מיליון סרנים.

6.4 הרכב מיסעות חדשות

טבלה 1. מבנה מיסעה חדשה ללא שכבת אגו"מ

סוג שכבה	עובי, [ס"מ]
תא"צ 19 מ"מ עם אגרגט גס בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10	5
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	6
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	6
מצע סוג א' מהודק	42
סה"כ עובי מבנה כביש	59
החלפת קרקע ע"פ הנחיות בפרק 7	60
עיבוד שתית חרסיתית לעומק 40 ס"מ	---

טבלה 2. מבנה מיסעה כל אספלטי

בתחום צומת הכבישים R114/R112 קיימת מגבלת חפירה בשל נוכחות תשתיות תת קרקעיות ולכן יבוצע מבנה כל אספלטי אשר כולל את השכבות הבאות:

סוג שכבה	עובי, [ס"מ]
תא"צ 19 מ"מ עם אגרגט גס בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10	5
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	6
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	6
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	7
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	7
תא"צ 25 מ"מ עם אגרגט גס גירי/דולומיטי סוג א' וביטומן PG68-10	7
סה"כ עובי מבנה כביש	38
עיבוד שתית חרסיתית לעומק 20 ס"מ	---

מבחינת ציר הזמן, מבנה כל אספלטי יבוצע לאחר סלילת מבנה קונבנציונאלי ולכן יש לתכנן מדרגות חיבור ברוחב 40 ס"מ אשר יחדרו בתחום מבנה קונבנציונאלי.

טבלה 3. מבנה חניה אספלטית

סוג שכבה	עובי, [ס"מ]
תא"צ 19 מ"מ עם אגרגט גס בזלתי סוג א' וביטומן PG70-10	5
מצע סוג א' מהודק	54
סה"כ עובי מבנה כביש	59
החלפת קרקע ע"פ הנחיות בפרק 7	60
עיבוד שתית חרסיתית לעומק 40 ס"מ	---

טבלה 4. מבנה מדרכה מרוצפת

סוג שכבה	עובי, [ס"מ]
אבן משתלבת	6
שכבת חול להנחה	4
מצע סוג א' מהודק	20
סה"כ עובי מבנה מדרכה	30
החלפת קרקע ע"פ הנחיות בפרק 7	40
עיבוד שתית חרסיתית לעומק 40 ס"מ	---

טבלה 5. מבנה מגרש חניה בצמוד למבנה מועצה

בתחום מגרש חניה בצמוד למבנה מועצה קיים עומק החפירה יצומצם ויבוצע מבנה אשר כולל את השכבות הבאות:

סוג שכבה	עובי, [ס"מ]
תא"צ 19 מ"מ עם אגרט גיר/דלומיט סוג א' וביטומן PG70-10	5
תא"צ 19 מ"מ עם אגרט גס גיר/דלומיט סוג א' וביטומן PG68-10	5
מצע סוג א' מהודק	15
מצע סוג א' מהודק	15
סה"כ עובי מבנה כביש	40
החלפת קרקע ע"פ הנחיות בפרק 7	60
עיבוד שתית חרסיתית לעומק 20 ס"מ	---

7. הנחיות לעבודות עפר

7.1. חישוב בתחום רצועת הדרך של הכביש

- א. החישוב (הסרת שיחים ועשבים ושכבת העפר העליונה) ייעשה לכל רוחב רצועת זכות הדרך ולאורך תוואי כל הכבישים המתוכננים לעומק מינימלי של 30 ס"מ עד להגעה לקרקע טבעית נקייה מעשבים, שורשים, פסולת וכל גורם זר.
- ב. החישוב תקף בכל אזורי המילוי ובכל אזורי החפירה.

7.2. סילוק מילוי/ שפך

- א. במקומות בהם יימצא מילוי קיים בלתי מבוקר יש לחפור ולסלק את שכבות המילוי הקיים לכל עומקו עד הגעה לקרקע יסוד מקורית.
- ב. במקומות בהם תמצא פסולת כדוגמה: פסולת אשפה, פסולת בנין, גרוטאות, צינורות ניקוז ישנים, גושי בטון וכדומה, יש לחפור ולסלק את הפסולת לכל עומקה עד הגעה לקרקע יסוד מקורית נקיה.

7.3. חפירה

- א. חפירה של מדרונות זמניים תבוצע בשיפוע שאינו תלול מ- 1.5H: 1V.
- ב. חפירה של מדרונות קבועים תבוצע בשיפוע שאינו תלול מ- 3H: 1V.
- ג. בקטעים בהם לא ניתן לבצע חפירות בהתאם להנחיות לעיל, יידרש לבצע הגנה על החפירה באמצעות תימוך חפירה, הנחיות יועברו במידת הצורך.

7.4. מילוי

שיפוע מדרונות מילוי מהודק לא יהיה תלול מ- 2.5H: 1V.

7.5. עיבוד קרקע יסוד מקורית

- א. בקרקעות חרסיתיות יבוצע ההידוק בעזרת מכבש רגלי כבש.
- ב. פעולת העיבוד תקפה לכל אזורי הסלילה (מיסעות, מדרכות ושבילי אופניים).
- ג. עומק העיבוד במפלס תחתית החלפת קרקע יסוד מקורית בכל הכבישים הינו 40 ס"מ.

7.6. חומר מילוי מאושר

חומר מילוי מאושר יהיה מצע סוג ג' כהגדרתו במפרט בין משרדי 51 מהדורה מרץ 2014 עם הגבלת אחוז הדקים בטווח 18-25%. מצע סוג ג' יהודק ל- 98% מהצפיפות המקסימלית.

בדיקות מוקדמות על החומר המיועד לשימוש תועברנה לידי כותב הדוח טרם הובלתו לאתר.

להלן מובא סעיף רלוונטי מתוך מחירון משרד הבינוי והשיכון לעבודות פיתוח, מהדורה נובמבר 2020.

112	003	51	מילוי מובא מחומר נברר (מצע סוג ג'), אטום "אינרטי" עם תכולת דקים בטווח 18-25% (עובר נפה 200), מפוזר בשכבות בעובי מקס' של 20 ס"מ לאחר ההידוק בהידוק מבוקר, לפי הנדרש במפרט הכללי פרק 51 (המחיר כולל ההידוק).
		62	מ"ק

7.7. הגנה כנגד ארוזיה

נושא זה אינו בתחום ייעוצו של כותב הדוח. יחד עם זאת מודגש, כי תנאי בסיסי לשלמות תפקוד המדרונות החפורים הינו פתרון מלא, נאות ובר קיימא לסוגיית הארוזיה, כבר במהלך ההקמה. לאור כך על המתכנן המוביל במשולב עם מתכנן הניקוז לגבש פתרון הולם אשר ייתן מענה לסוגיית הארוזיה

7.8. שימוש בשברי אבן

שימוש בשברי אבן ("בקלש")- השימוש בשברי אבן נועד לייצוב תחתית חפירה כאשר החרסית רכה או רוויה בעונת החורף. השימוש בשברי אבן אינו מהווה תחליף לביצוע עיבוד קרקע יסוד מקורית. דרישות האיכות של אבן ופעולות היישום מופיעות במפרט בין משרדי לעבודות סלילה מס' 51, מהדורה מרץ 2014, סעיף 51.04.12.

להלן מובא סעיף רלוונטי מתוך מחירון משרד הבינוי והשיכון לעבודות פיתוח, מהדורה נובמבר 2020.

0240	002	51	ייצוב שתית ע"י החדרת שברי אבן מגיר קשה או דולומיט ("בקאלש" מאבנים זויתיות), גודל אבן מקסימלית 20 ס"מ כ"א וללא דקים, בפיזור שכבה אחת, לפי הנדרש במפרט הכללי סעיף 51.04.12.
		25.00	מ"ר

7.9. ריסוסים

בין שתי שכבות אספלט יש לצפות בריסוס ציפוי מאחה בכמות 0.3 ק"ג/מ"ר.

בין שכבת האספלט התחתונה ושכבת המצעים העליונה יש לצפות בריסוס ציפוי יסוד בכמות 1.0 ק"ג/מ"ר.

במפלס תחתית קירצוף יש לצפות בריסוס ציפוי מאחה בכמות 0.5 ק"ג/מ"ר.

7.10. תערובות אספלטיות חמות

- (א) הפעולות הבאות: ייצור תערובות האספלט החמות, הובלת התערובות ממפעל האספלט לאתר הסלילה, פיזור התערובות, כבישת התערובות ובקרת איכות בגמר העבודה יעמדו בדרישות המפרט הכללי הבין משרדי לעבודות סלילה מס' 51, מהדורה מרץ 2014, פרק 51.12.
- (ב) אחוז החלל בתערובת אספלטית מסוג תא"צ 19 מ"מ ו- 25 מ"מ יהיה 4.5%.
- (ג) תערובות האספלט לא יכילו חומר מקורץ.
- (ד) יש להעביר לידי כותב הדוח תעודות מרשל לתערובות האספלטיות לבדיקה ואישור טרם הזמנת האספלט מהמפעל.

בכבוד רב,



יובל רימון



נעם לויז