

**בי"ס אשכול** – בשכונת נווה פנחס – בית הספר מצוי ברחוב מרבד הקסמים ומרוחק כ- 70 מ' מזרחית לשטח העבודות.

**תיכון בית הספר החדש** - בשכונת קרית שרת – בית הספר מצוי ברחוב הבנאי ומרוחק כ- 10 מ' מזרחית לשטח העבודות.

**בית הספר זלמן ארן** - בשכונת קרית שרת – בית הספר מצוי ברחוב הבקעה ומרוחק כ- 30 מ' מערבית לשטח העבודות.

**בי"ס אורט** – בשכונת נווה ארזים (איור 1.2.1.8) – בית הספר מצוי בצומת רחובות פרופ' משה שור, גאולים ושדרות ירושלים, ברביע הדרום-מזרחי של הצומת.



איור 1.2.1.8: בית ספר אורט חולון (קולט רעש R5)

#### תחבורה

**רחוב סרלין** - ציר תנועה ראשי אורכי (דרום - צפון). הרחוב הינו דו-מסלולי וברובו דו-נתיבי ומהירות התנועה המותרת בו היא 50 קמ"ש.

**שדרות ירושלים** - ציר תנועה ראשי אורכי (דרום - צפון). הרחוב הינו דו-מסלולי וברובו דו-נתיבי ומהירות התנועה המותרת בו היא 50 קמ"ש.

**רחוב סוקולוב** - ציר תנועה רוחבי (צפון-מזרח – דרום-מערב). הרחוב הינו חד מסלולי וחד נתיבי (נתיב יחיד לכל כיוון) ומהירות התנועה המותרת בו היא 50 קמ"ש.

**רחוב פרופ' משה שור** - ציר תנועה ראשי רוחבי (מזרח - מערב). הרחוב הינו דו-מסלולי וברובו דו-נתיבי ומהירות התנועה המותרת בו היא 50 קמ"ש.

### **שטחים פתוחים**

- בצומת עם רחוב סוקולוב מצוייה רחבה ציבורית פתוחה ובה מזרקת מים (איור 1.2.1.9).
- ברחוב התומר מצויים שני גנים ציבוריים קטנים.
- גן ציבורי 'הפרטיזנים' מצוי כ- 50 מ' מזרחית לשדרות ירושלים.
- גן ציבורי 'שכטר' מצוי כ- 90 מ' מערבית לשדרות ירושלים.
- הגנים היפניים - שטח פתוח וגן שעשועים בשטח של כ- 2 דונם מדרום לבית הספר אורט חולון. הגן מעוצב בסגנון יפני אופייני.
- גן הקקטוסים מצוי כ- 20 מ' מזרחית לשדרות ירושלים, ליד הצומת עם רחוב משה שרת.
- גן 'מרבד הקסמים' מצוי כ- 20 מ' מזרחית לשדרות ירושלים, בצומת עם רחוב המלאכה ושדרות אלופי צה"ל.



**איור 1.2.1.9: רחבה ציבורית פתוחה בצומת עם רחוב סוקולוב**

### **מסחר**

רחוב סוקולוב מאופיין כרחוב שהמבנים בו בעלי קומת מסחר ומעליה מצויים מגורים.

### **תעשייה ומלאכה**

בצד הדרום מערבי של שדרות ירושלים בקטע התוואי העובר בין רחובות בר כוכבא מצפון, משה שרת מדרום ושדרות ההסתדרות ממערב מצוי אזור תעשייה ומלאכה קטן לאורך כ- 430 מטר



מהתוואי. אזור המלאכה מכיל מוסכים, שטחי מסחר, שירותי ציבור, ציוד רפואי, תעשיית גבס, מאפייה ודפוס (איור 1.3.1 בהמשך).

### **תשתיות**

קווי התשתיות מוצגים באיורים 1.2.1.11-1.2.1.23.

- **קו בזק** – קו קיים עובר בצידו המערבי של שדרות ירושלים.
- **קו סלקום** – קו קיים עובר בצידו המערבי של שדרות ירושלים לאורך מרבית בתוואי המתוכנן. בחלקו הדרומי של התוואי המתוכנן החל מצומת שדרות ירושלים עם רחוב המלאכה ודרומה הקו הקיים חוצה לצידו המזרחי של שדרות ירושלים. בצומת שדרות ירושלים ורחוב פרופ' משה שור הקו הקיים מתפצל וחוצה את הצומת למזרח ולמערב. קו סלקום הינו חופף ודומה למדי לקו פרטנר.
- **קו פרטנר** – קו קיים עובר בצידו המערבי של שדרות ירושלים לאורך מרבית בתוואי המתוכנן. בחלקו הדרומי של התוואי המתוכנן החל מצומת שדרות ירושלים עם רחוב המלאכה ודרומה הקו הקיים חוצה לצידו המזרחי של שדרות ירושלים. בצומת שדרות ירושלים ורחוב פרופ' משה שור הקו הקיים מתפצל וחוצה את הצומת למזרח ולמערב. קו פרטנר הינו חופף ודומה למדי לקו סלקום.
- **קו הוט** – קווים קיימים המצויים משני צידי שדרות ירושלים. בצומת שדרות ירושלים ורחוב פרופ' משה שור ישנם קווים קיימים אשר חוצים את הצומת למזרח ולמערב.
- **קו ניקוז** – עובר משני צידי שדרות ירושלים.
- **תשתית השקיה** – תשתית להשקיית הגנים היפניים מצויה בצידו המזרחי של שדרות ירושלים מדרום לגנים ולאצטדיון של בית הספר אורט חולון. התשתית הינה נקודתית באופייה ומצוייה בנצ. 180270/658200.
- **קו מים** – (תאגיד עירוני מי שקמה) – לאורך המקטע G1-4 קווים קיימים עוברים משני צידי שדרות ירושלים. מספר קווים חוצים את שדרות ירושלים למרחקים קצרים.
- **קו ביוב** – (תאגיד עירוני מי שקמה) – קווים קיימים עוברים לרוב משני צידי שדרות ירושלים. מספר קווים חוצים את שדרות ירושלים למרחקים קצרים.
- **קו חשמל** – קו תת קרקעי וקו עילי עוברים לאורך המדרכה המזרחית של שדרות ירושלים. קווים נוספים עוברים ברחובות החוצים: בצלאל, בר כוכבא, נהריה ועוד.
- **קו תקשורת בין רמזורים** – קווים אלו קיימים בצמתים המרומזרים של שדרות ירושלים. א. בצומת עם רחוב פרופ' משה שור וגאולים. ב. בצומת עם רחוב בצלאל. ג. בצומת עם רחוב משה שרת. ד. בצומת עם רחוב המלאכה ואלופי צה"ל.
- קו תקשורת בין רמזורים עובר במרכז שדרות ירושלים מצומת עם רחוב בצלאל בכיוון דרום עד לצומת עם רחוב המלאכה ואלופי צה"ל, ומצומת זו הקו עובר בצידו המערבי של שדרות ירושלים.
- **קו תאורה** – קו קיים עובר במרכז שדרות ירושלים ו/או משני צידיו.
- **תשתית להארקת תאורה** – נקודת תשתית זו מצויה בצידו המערבי של שדרות ירושלים בצומת שדרות ירושלים עם רחוב גאולים בנצ. 180070/658410.
- **תשתית ריקה** – ארבע נקודות תשתית ריקה מצויות לאורך המקטע. התשתיות מצויות בנצ. הבאים: 180650/657660 ; 180470/658010 ; 180280/658180 ; 180010/658590.

### **1.2.2 ייעודי קרקע**

**א. תת"ל 71 א' – הקו הירוק מקטע דרומי**

העבודות מבוצעות מכח תת"ל 71 א' שפורסמה למתן תוקף בתאריך 23/5/2017, הכוללת את המקטע הדרומי של הקו הירוק. התת"ל נערך על בסיס תמ"א 23/ א' אשר התווה את קווי המתע"ן במטרופולין תל אביב. התת"ל מתייחסת לאורך כל תוואי הרכבת הקלה בשתי הזרועות (G1 ו-G2) ובקטע המשותף. בזרוע המזרחית (G1) התת"ל מתייחסת לתוואי לאורך שדרות ירושלים, רחוב סוקולוב, שדרות קוגל, שדרות לוי אשכול, דרך בן צבי ורחוב פנחס לבון. תת"ל 71 א' קובעת בסעיף 6.9 שלה כי יש לערוך מסמך סביבתי כתנאי למתן היתרי בנייה בעת תכנון רצועות מתע"ן (מסילות רכבת קלה), מתקנים הנדסיים ושטחי התארגנות, למניעת מפגעים בשלבי ההקמה והתפעול ולשם כך קובעת הנחיות בנושאים שונים (איור 1.2.2.1). המסמך הנוכחי נערך בהתאם להוראות התת"ל. התאמה להוראות התת"ל מוצגת בטבלה 1.0.2.1 לעיל.

6.9	קביעת אמצעים למניעת מטרדים וזיהום סביבה
	<p>6.9.1 תנאי למתן היתר בניה, להרשאה או להודעה על תחילת עבודות לפי סעיף 261 (ד) לחוק יהיה הגשת המסמכים הסביבתיים הרלבנטיים לאותה בקשה/היתר/הרשאה/הודעה ואישורם לכל אחד מקטעי רצועת המתע"ן, המתקנים ההנדסיים ושטחי ההתארגנות. ככל שיוחלט כי מסמך מסוים איננו רלבנטי לאותה בקשה, יצוינו הטעמים בהחלטה. המסמכים הסביבתיים יכללו הנחיות ביצוע ואמצעים לצמצום מפגעים בשלבי ההקמה והנחיות ביצוע ואמצעים לצמצום מפגעים בשלבי ההפעלה כמפורט להלן.</p>

**איור 1.2.2.1: סעיף 6.9 בהוראות תת"ל 71 א'**

#### **ב. תכניות מקומיות החלות באזור**

קומפילציית תכניות מפורטות ומתאר מקומיות באזור חבילת הביצוע מוצגת בטבלה 1.2.2.1 ואיור 1.2.2.2 (קני"מ 7,500:1).

#### **טבלה 1.2.2.1: תכניות מפורטות למרחק 100 מ' מתוואי הרק"ל**

תכנית	תאריך פרסום למתן תוקף	יעוד עיקרי	הנחיות סביבתיות / אקוסטיות
ר/208/3	27/2/1956	מגורים	אין
ח/1 (מתאר חולון)	23/4/1958	מגורים, שטחים פתוחים, דרכים, מסחר ומשרדים, מבני ציבור, שמורה עירונית.	הנחיה לצרף תנאים למניעת מפגעי רעש, רעידות, ליקויים באוויר, תאורה, פסולת ועוד.
ח/36	4/12/1958	קביעת אזור תעשייה ומלאכה	אין
ח/114	4/4/1963	שינוי סיווג ייעודי המגורים, שטח לדרכים	אין
ח/120	13/5/1965	במספר מגרשים שינוי ייעודי המגורים, וייעודים למסחר ומשרדים	אין
ח/83	12/5/1966	מגורים	אין



תכנית	תאריך פרסום למתן תוקף	יעוד עיקרי	הנחיות סביבתיות / אקוסטיות
78/ח	9/3/1967	הזזת תוואי דרך, מגורים	אין
98/ח	12/11/1970	מגורים מדרום מערב לשדרות ירושלים, התוויית דרכים, שטחים ומבני ציבור ועוד.	אין
220/ח	4/9/1975	קביעת מגרש לבנין צבורי, אזור מגורים ב/1, אזור מגורים מיוחד, קביעת דרכים חדשות, שביל להולכי רגל ושטח פרטי פתוח	אין
ח/20ב	27/11/1975	דרך קיימת או מאושרת, שטח ציבורי פתוח, מגורים מיוחד, מגורים ד'.	אין
23/40/3	29/12/1976	תוכנית לשיכון ציבורי: מגורים	הקמת גדרות מותנית באישור הרשויות
ח/152א	17/2/1977	אזור מיוחד בייעוד מסחר ומשרדים אשר מיועד לתחנה כללית: 1. תחנת דלק. 2. מתקנים לסיכה, רחיצה, תקון תקרים, חשמלאות רכב. 3. הקמת קיוסק או מזנון מותנים בהסדרי חנייה בהתאם ובהסדרים למניעת זיהום ע"י רעש, ריחות ולכלוך בין שטח תדלוק לשטח המזנון.	אין, מלבד אמירה כללית בסעיף 3 במטרת התכנית בנוגע למניעת זיהום רעש.
ח/152	10/11/1977	התוויית דרכים חדשות, קביעת שטחים ציבוריים וציבוריים פתוחים ואזור תעשייה ומלאכה זעירה	אין
ח/303	20/12/79	שדרות ירושלים. שינוי חלק משטח ציבורי למבנה ציבור	אין
327	23/10/1981	שדרות ירושלים פינת משה שור: התאמת מבני ציבור ושטחים פתוחים לציבור לפעילות ספורט	אין
ח/33א	16/9/1982	שינוי ייעודים למגורים, מסחר ומשרדי	אין
30/40/3	15/3/1983	תכנית לשיכון ציבורי: מגורים	הקמת גדרות מותנית באישור הרשויות

תכנית	תאריך פרסום למתן תוקף	יעוד עיקרי	הנחיות סביבתיות / אקוסטיות
3/40/32	18/6/1985	קביעת תכנית לשיכון ציבורי מצפון לרח' משה שור	אין
277/ח	8/4/1991	שכונת הבלוקונים והארזים מצפון מזרח לשדרות ירושלים. קביעת אזור מגורים מיוחד, דרכים, שטחים פתוחים ועוד.	אין
419/ח	27/1/1994	מגורים ודרך מצפון לרח' משה שור	אין
415/ח	5/4/1998	תכנית לפיתוח שכונה (120 יחידות דיור): מגורים	אין
454/ח	14/4/1999	שינוי מאזור של בתי מלאכה לאזור תעסוקה שבו יותרו משרדים ומזנון בבניין: ייעודי מסחר ומשרדים	אין
441/ח	8/8/2007	תכנית לפיתוח שכונה (10 יחידות דיור צמודות קרקע): מגורים	אין
152/3/ח	16/8/2012	חידוש ושיפור פני אזור התעשייה: תעשייה ומסחר (תעסוקה)	קיים נספח סביבתי מחייב וקיימות מגבלות סביבתיות במספר נושאים: רעש, שפכים, פסולת ונגר.
601/ח	9/11/2014	שינוי ייעוד ממגורים למבנים ומוסדות ציבור ולהיפך: מוסדות ציבוריים	הוראות בנושאים סביבתיים שונים: אקוסטיקה, נגר, פסולת, תאורה, תשתיות תת קרקעיות, קידוחי מים ורדיוסי מגן, מגבלות בנייה בשל קירבה לשדה התעופה וטיפול בעצים.
ח/מק/152/3א (505-0224824)	9/5/2016	מרתפי חניה באזור תעשייה: יעוד עפ"י תכנית מאושרת אחר	בהתאם להוראות התכנית הראשית ח/מק/152/3, למעט מיקום החניות.
ח/מק/152/5א (505-) (0259259)	8/11/2017	מסחר ותעשייה עתירת ידע ושטח פרטי פתוח	
ח/מק/152/5א (505-) 522א'	9/1/2018	דרך מאושרת, דרך משולבת, מבנים	אין

תכנית	תאריך פרסום למתן תוקף	יעוד עיקרי	הנחיות סביבתיות / אקוסטיות
0103416		ומוסדות ציבור, מגורים א' ושטח ציבורי פתוח	
ח/מק/26/1 א (505-0432005)	2/1/2019	תוספת שטחים ושימושים במגרשים למבנים ומוסדות ציבור : יעוד עפ"י תכנית מאושרת אחר	אין
ח/2030/2030 (0338459)	הפקדה : 27/06/2018	תכנית מתאר חדשה לעיר חולון	
ח/מק/27/1 א (0650440)	הפקדה : 25/9/2019	הסדרת בעלות ורישום שטחים ציבוריים : יעוד עפ"י תכנית מאושרת אחר	

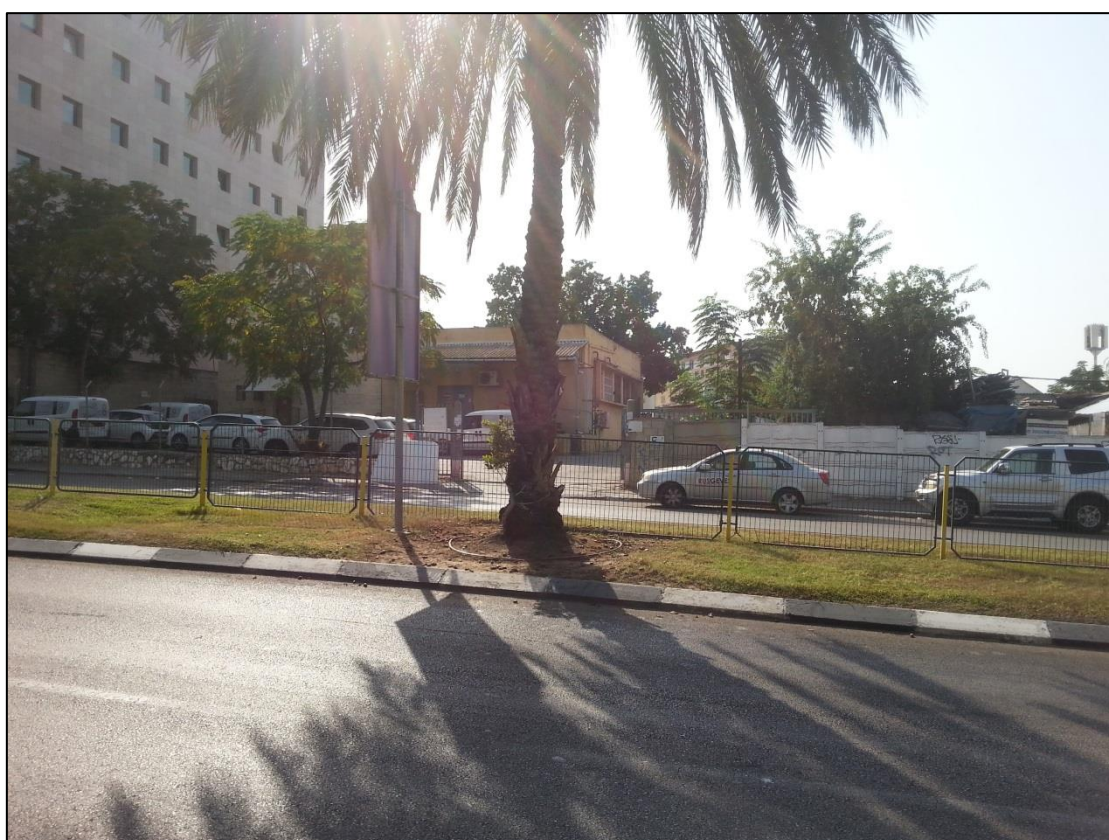
### 1.3 זיהום קרקע

בסקר היסטורי שנערך בנובמבר 2015 על ידי חברת אקו הנדסת סביבה ואקוסטיקה בע"מ נמצאו אתרים העשויים להיות מקור לזיהום קרקע (עפ"י הוראות תת"ל 71), באזור התעשייה והמלאכה שמדרום מזרח ובסמוך לשטח העבודות : שדרות ירושלים 150-156 – מדרום לשדרות ירושלים (שני מוסכים ובית דפוס). עסקים אלו, שזיהה הסקר ההיסטורי כמקורות אפשריים לזיהום, נמצאים מדרום-מערב לשדרות ירושלים.

במסגרת ההליך התכנוני הוגשה תכנית לביצוע של סקר קרקע בגבולות התכנית בסמוך לאתרים החשודים בזיהום קרקע<sup>1</sup>. תכנית זו קיבלה התייחסות מהגב' אורלי אביעם, מרכזת בכירה לקרקעות מזוהמות, מחוז ת"א במשרד להגה"ס בתאריך 09/10/2019. תכנית מעודכנת לאחר תיקונים הוגשה בתאריך 05/11/2019 לאישור המשרד להגה"ס.

ניתוח הפוטנציאל להמצאות זיהום קרקע בתנאים אלו ובהתאם לעבודות המתוכננות, מוצג בסעיף 3.4.1 בהמשך.

<sup>1</sup> תת"ל 71 א' - קו ירוק מקטע G1 תוכנית לביצוע סקר רקע מהדורה 3, מאי 2019, גיא-פרוספקט בע"מ



**איור 1.3.1: מבנים בשדרות ירושלים 150-156**



#### 1.4 קידוחי מים ורדיוסי מגן

איור וטבלה 1.4.1 מציגים את קידוחי המים השואבים ורדיוסי המגן באזור, לפי מידע שהתקבל ממשד הבריאות. עפ"י תקנות המים אסור הפיתוח בתחום רדיוס מגן א' (10 מ') בשלושת הקידוחים הסמוכים, ובניה ברדיוס מגן ב', מותנת באישור משרד הבריאות וקביעת אמצעים למניעת זיהום מי תהום. עפ"י התקנות, המגבלות ברדיוס מגן ג' חלות רק על שימושים בעלי פוטנציאל משמעותי לזיהום מי תהום דוגמת מטמנות אשפה, מכוני טיהור שפכים ואזורי תעשייה, ובהתאם אינם רלוונטיים במקרה זה.

קידוח "חולון 21" מצוי כ- 100 מ' מגבול העבודות. רדיוס מגן ב' של קידוח זה מצוי כ- 35 מ' מגבול העבודות ובמרחק של כ- 70 מ' מאתר ההתארגנות ומחנה הקבלן (איור 2.4.1). רדיוס מגן ג' של קידוח זה חופף לשטח העבודות – בשטח קטן המגיע עד כ- 2 מ' אל דרום שטח העבודות. עם זאת, בהעדר מקורות זיהום משמעותיים בשטחי העבודות, אין פוטנציאל לפגיעה בקידוח במקרה זה.

נבחר כי אין רדיוסי מגן בשטח ההתארגנות שבמגרש הכדורגל אורט חולון - רדיוס ג' של קידוח חולון 21 אינו חופף לאתר ההתארגנות.

קידוח "חולון 7" מצוי כ- 230 מ' מגבול העבודות. רדיוס מגן ב' של קידוח זה מצוי כ- 115 מ' מגבול העבודות ובמרחק של כ- 330 מ' מאתר ההתארגנות ומחנה הקבלן (איור 2.4.1). רדיוס מגן ג' של קידוח זה חופף במעט לשטח העבודות ובמרחק של כ- 210 מ' מאתר ההתארגנות. עם זאת, רדיוס מגן ג' אינו רלוונטי לפיתוח המתוכנן, וכן מצוי במרחק ניכר מחוץ לשטחי ההתארגנות של הפרוייקט.

קידוח "חולון 17" מצוי כ- 165 מ' מגבול העבודות. רדיוס מגן ב' של קידוח זה מצוי כ- 125 מ' מגבול העבודות ובמרחק ניכר מאתר ההתארגנות ומחנה הקבלן (איור 2.4.1). רדיוס מגן ג' של קידוח זה מצוי כ- 70 מ' משטח העבודות ובמרחק ניכר מאתר ההתארגנות. עם זאת, רדיוס מגן ג' אינו רלוונטי לפיתוח המתוכנן, ומצוי במרחק ניכר מחוץ לשטחי ההתארגנות של הפרוייקט.

**טבלה 1.4.1: קידוחי מים שואבים ורדיוסי המגן בסמיכות לגבול העבודות**

מספר זיהוי	שם קידוח	Y	X	מקור	עדכון אחרון	רדיוס א' (מ') רדיוס ב' (מ') רדיוס ג' (מ')	רדיוס ג' (מ')	רדיוס א' (מ')
15813001	חולון 7	658110	180720	משרד הבריאות	6 אפריל 2017	10 123 246	123	10
15713002	חולון 17	657134	181052	משרד הבריאות	6 אפריל 2017	10 52 105	52	10
15813002	חולון 21	658188	180097	מקורות	7 מאי 2018	10 72 144	72	10

## 2 פרק ב' - תאור העבודות

### 2.0 כללי

התכנון כולל חבילת עבודות ביצוע לשלב אינפרא 1 במרכז קטע G1 – השלוחה הדרום-מזרחית שבמקטע הדרומי של הקו הירוק של הרכבת הקלה בתל אביב (להלן – קטע G1). איורים 2.0.1-2.0.13 מציגים את תנוחת התוואי המוצע (13 גיליונות).

בסעיפים הבאים מובא פירוט התכנון והעבודות בקטע חבילת עבודות מקדימות G1-4 שתבוצע בשדרות ירושלים.

### 2.1 תכולת חבילת הביצוע

חבילת ביצוע זו כוללת העתקת תשתיות (רטובות ויבשות), הסדרת מערך הכבישים, מדרכות ושבילי אופניים המסילה, עבודות פיתוח ושיקום נופי, הסדרת מערך הניקוז ומערכת ההשקיה, הסדרת מערך תאורה, ביצוע עבודות קונסטרוקציה וביצוע הסדרי תנועה זמניים. קווי מסילות הרכבת הקלה יעברו במרכז הרחוב בשטח המפרדה. בהתאם למצב הקיים, שני נתיבי נסיעה יישמרו בכל מסלול אשר יועתק מזרחה או מערבה.

חתך אורך (איור 2.1.1): המסילה תעבור במפלס הרחוב ולא נדרשות עבודות חפירה ומילוי משמעותיים. שיפועי המסילה תואמים את השיפוע של הרחוב ויגיע לכ- 4.8% באזור תחנת בצלאל ולכ- 4.5% באזור תחנת גאולים.

חתך רוחב (איורים 2.1.2-2.1.7): הרכבת תעבור במפרדה במרכז הרחוב. המיסעה מכל צד תכלול שני כיוונים לכל כיוון ומדרכה. רצועת גן תפותח בין המדרכה והמסעה בחלקו הצפוני של הפרויקט מרחוב החרש וצפונה. מיקומי ששת החתכים מוצגים במפות התנוחות (איורים 2.0.1-2.0.13).

#### 2.1.1 העתקת תשתיות מים, ביוב, ניקוז ותקשורת

##### א. תשתיות רטובות

- ביצוע עבודות הגנה על מערכות קיימות
- ביצוע הסטת / העתקת קווי ביוב ומים
- הסטה של קו מגיסטרלי של 20", העבודות יבוצעו לפי המפורט בשלבי ביצוע

##### ב. תשתיות יבשות

- הטמנת רשת חברת חשמל והקמת חדרי טרפו – פירוק תשתית עילית בצד Right והטמנת התשתית בתת קרקע לאורך שדרות ירושלים
- הסדרת תשתית תת קרקעית – הסטה / העתקה
- תקשורת – (הוט, בזק, סלקום וכו') – הסטות בחפירה או בקידוח אופקי
- ביצוע העתקות תשתית תקשורת לאורך התוואי בהתאם לתכנון
- ביצוע קידוח אופקי / פרבולי של תשתית בזק בצמתים (לדוגמא בצומת עם רחוב המלאכה)



#### **2.1.2 הסדרת מערך הכבישים בהתאמה לרצועת רכבת קלה במרכז התוואי**

- טיפול / הידוק שתית
- חפירה לתחתית מבנה
- ביצוע שכבות מצעים (שכבות גרנולריות)
- הידוק בהתאם להוראות יועץ תכן מבנה
- השלמת אספלט בהתאם להוראות יועץ תכן מבנה
- ביצוע מבנה מסעה באזורים בהם נדרש מבנה מלא, בהתאם למפרט S1 והנחיות תכן מבנה וקרקע
- ביצוע קרצוף / ריבוד כבישים

#### **2.1.3 הסדרת מדרכות ושבילי אופניים**

- מדרכות – סלילה / ריצוף מחדש וכו'
- הסדרה וסלילה של שבילי אופניים בחלקו הדרומי של הפרויקט בלבד, מרחוב המלאכה ודרומה

#### **2.1.4 עבודות פיתוח ושיקום נופי**

- שתילת צמחיה נמוכה וביצוע ערוגות ובתי גידול
- כריתת עצים
- העתקת עצים בהתאם להוראות אגרונום.
- שתילת עצים חדשים – מגבילי שורשים, טיפול בעצים קיימים – הסדרת בתי גידול וערוגות לאורך התוואי

#### **2.1.5 הסדרת מערך הניקוז**

- בחלק מהתוואי התבססות על מערך הניקוז הקיים ובחלק אחר בניית קווים חדשים / הסטת קווים קיימים, על מנת לתת פתרון מלא לנגר העילי.

#### **2.1.6 הסדרת מערך השקיה**

- הכנת תשתית השקיה תואמת לתוכנית השתילה והפיתוח הנופי – עצים, צמחיה נמוכה וכו'.

#### **2.1.7 הסדרת מערך תאורה**

- ביצוע עמודי תאורה על כלונסאות / ביסוס רדוד בהתאם לתכנון.

#### **2.1.8 ביצוע עבודות קונסטרוקציה**

- ביצוע קירות תמך וקירות גדר
  - פירוק / שיקום קירות קיימים
  - ביצוע מבני בטון בהתאם לתכנון לאורך התוואי
- לאורך התוואי מצויים מספר קירות תמך וקירות גדר קיימים. קירות תמך אחרים מתוכננים לאורך התוואי במיקומים נקודתיים כמופרט להלן.



#### **א. קירות תמך (מעל גובה של 1.0 מ') מתוכננים בשני אזורים נקודתיים**

אזור חתך מס' 4+170 עד 4+190 – צומת רחוב העצמון – קיר תומך בחפירה בצד מערב של רצועת הרק"ל בגובה של כ- 2 מטר כאשר הכביש נמוך משטח המגרש הסמוך (בית מגורים). הקיר יבוצע באמצעות כלונסאות כאשר העבודה ושטח ההתארגנות הינם מכיוון שדרות ירושלים. לצורך ביצוע הקיר תבוצע סוללה זמנית מקומית על מנת להעמיד ציוד קידוח בגובה המגרש. לאחר ביצוע הקיר החדש תפורק הסוללה הזמנית והקיר הקיים.

#### **ב. קירות תמך נמוכים וקירות גדר**

לאורך התוואי מתוכננים קירות גדר וקירות פיתוח באזורים שונים:

- באזורי הפקעות של מגרשים יבוצעו קירות גדר חדשים במקום הקירות שפורקו. קירות אלו יבוצעו בגובה ומאפיינים דומים לקירות שפורקו, ובנוסף להם יבוצעו שערי כניסה, שערי חנייה וכל אלמנט פיתוח שנדרש בהתאם למצב הקודם.
- באזורי פיתוח, גינות שצ"פים וכד' יוקמו קירות גדר וקירות ניקיון, גרמי מדרגות ורמפות הנגשה בהתאם למיקום הספציפי כשכל מקרה לגופו.
- קירות גדר יבוצעו עם יסוד או לחילופין עם בעזרת חיזוק כלונסאות (קוטר 50) במרווחים של כ- 3-4 מטר על מנת לייצב את קיר הגדר.

#### **2.1.10 הסדרת צירים משיקים ומקבילים מחוץ לקו הכחול**

הסדרי התנועה בשלב הסופי של התכנית עם הרק"ל משפיעים גם על צירים סמוכים, ובהתאם נדרשות עבודות שיפור והסדרה במספר צירים משיקים ומקבילים לתכנית המצויים מחוץ לגבול התת"ל (מחוץ לקו הכחול). צירים חיצוניים אלו המסומנים במפות המיקום ותשריטים אחרים וכוללים:

- קטע קצר מרח' התומר
- קטע מרח' השיטה.
- קטע קצר מרח' מוהליבר
- קטעים סמוכים משיקים מרחובות המלאכה ואלופי צה"ל.

בקטעים אלו יבוצעו עבודות הסדרה קלות הכוללות סלילה, החלפת אבני שפה וכיו"ב. העבודות יבוצעו בתחום זכות הדרך של רחובות אלו, ובהתאמה לסטטוטוריקה הקיימת.

#### **2.1.11 ביצוע הסדרי תנועה זמניים**

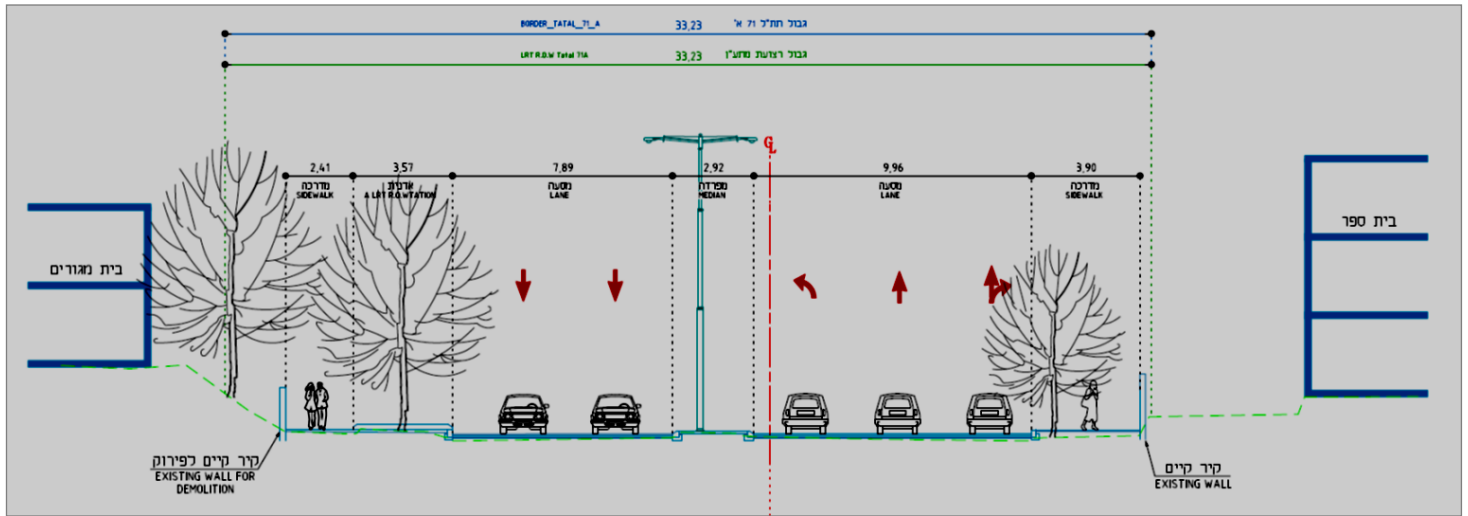
- הסדרת רמזורים זמניים
- הסדרת תאורה זמנית
- הצרת והסטת נתיבים
- תמרור זמני
- הסדרת תח"צ

#### **2.2 תיאור ושלביות העבודות**

העבודות המוצעות יבוצעו בשדרות ירושלים, בחולון בין הרחובות המלאכה בדרום ומוהליבר בצפון, בשלושה שלבי ביצוע לאחר שלב מקדים, וכוללות בין היתר ביצוע הסדרי תנועה, ביצוע קירות תומכים וטיפול בתשתיות (ביוב וניקוז, מתקן תאורה זמני וקו עילי זמני של חח"ל).



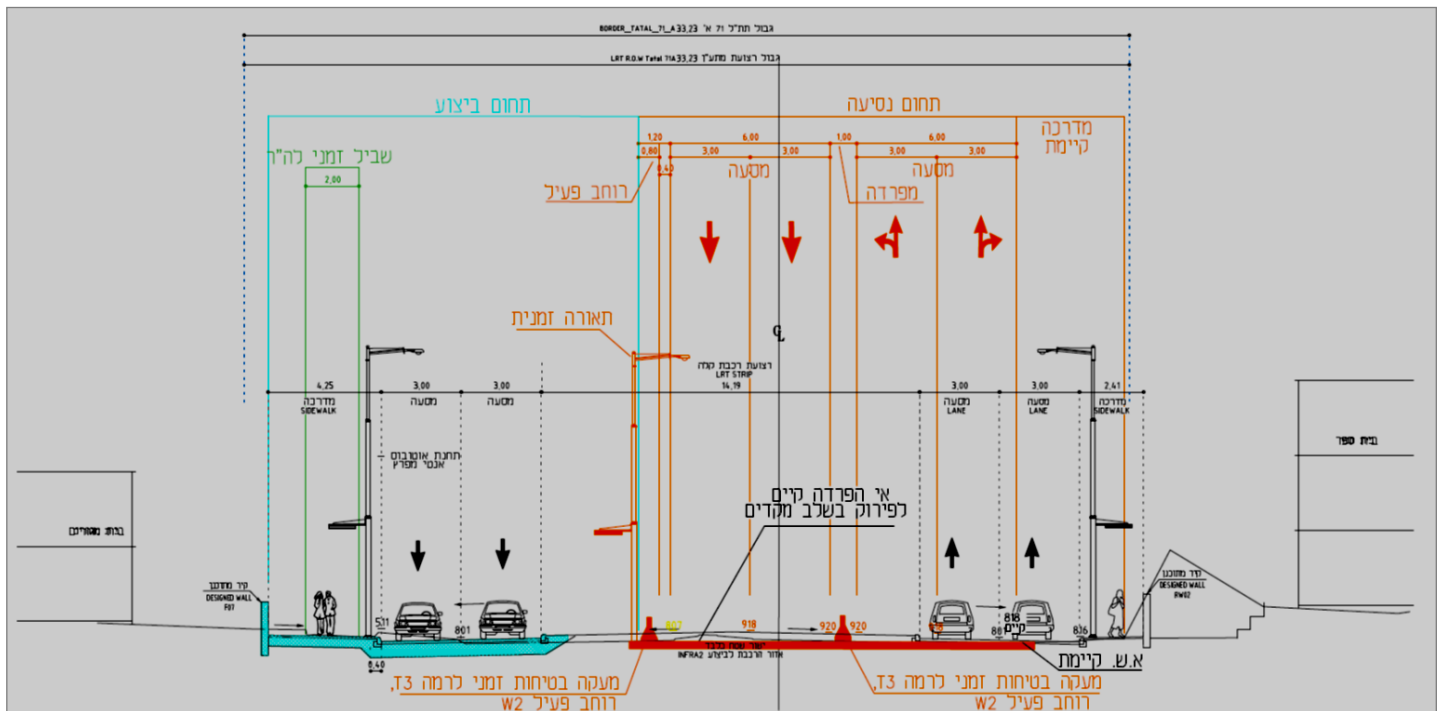
להלן תיאור מפורט לשלבי הביצוע בכל אחד מהמקטעים, המיוצגים ע"י חתך טיפוסי. שלבי הביצוע מוצגים בחתכים באיורים 2.2.1-2.2.5. איור 2.2.1 מציג את חתך שדרות ירושלים במצב הקיים.



איור 2.2.1: חתך מקטע G1-4 במצב הקיים

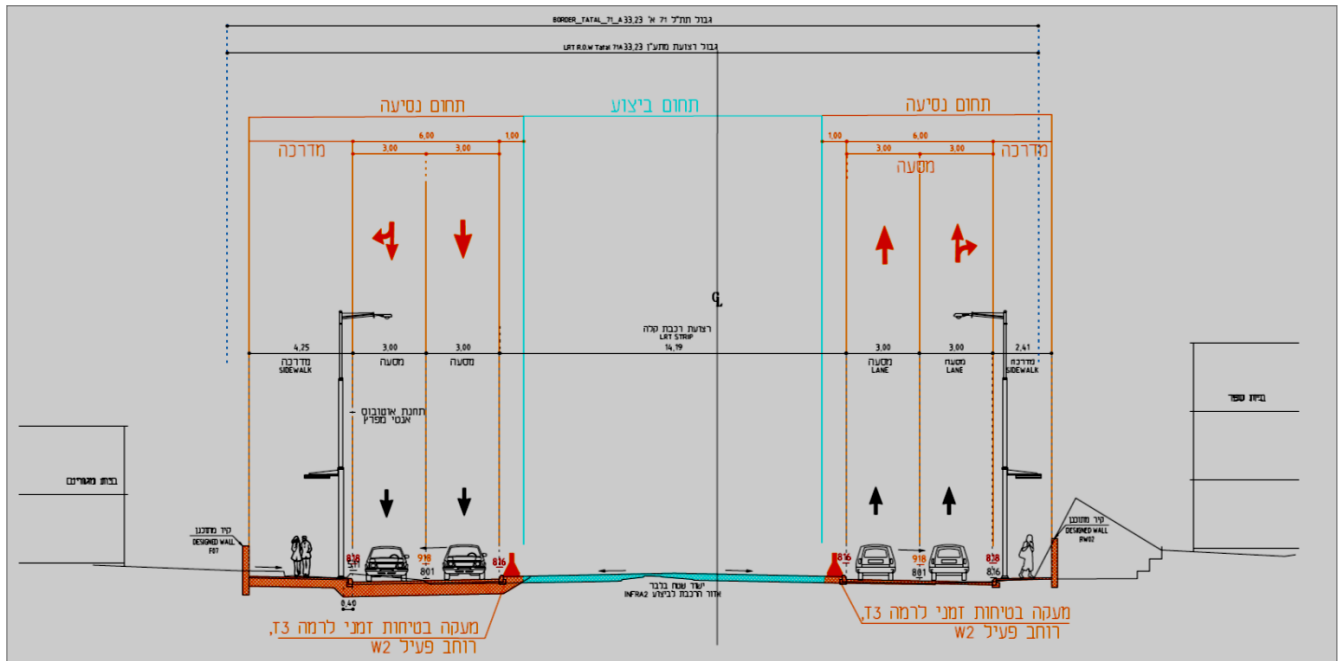
#### שלבי הביצוע כוללים:

- **בשלב המקדים** – יבוצעו עבודות הכנה, כולל הריסת איי תנועה ומפרדות. בשלב זה תפורק המפרדה הקיימת היום. משך זמן הביצוע מוערך בכ- 4 חודשים.
- **בשלב הראשון (שלב 1)** – תבוצע הסטת נתיבי הנסיעה לצד המזרחי של רצועת הרק"ל, ובמקביל יבוצעו עבודות בצידה המערבית של רצועת הרק"ל. משך זמן הביצוע מוערך בכ- 12 חודשים.

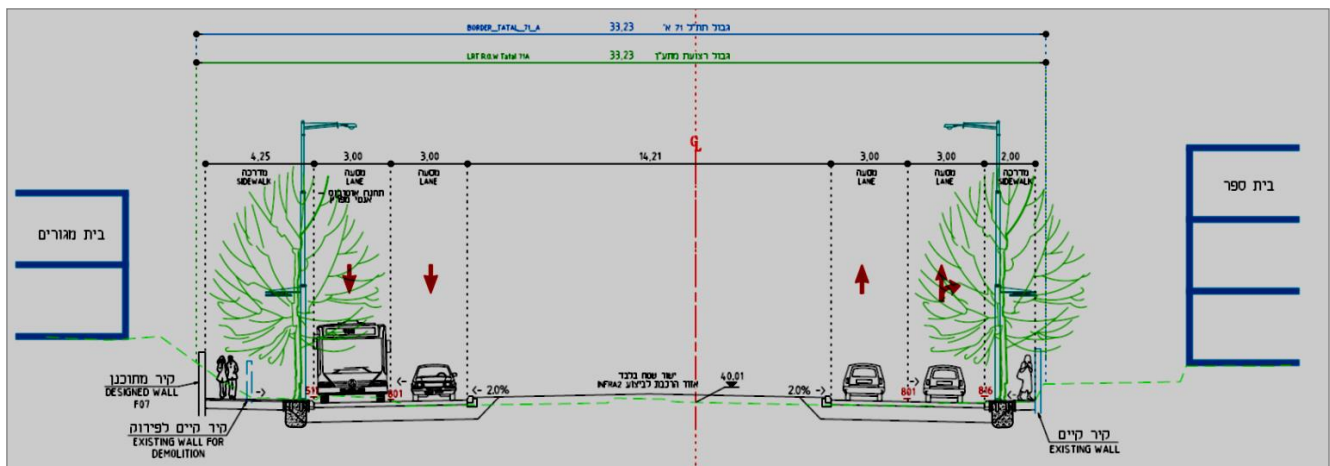


איור 2.2.2: חתך מקטע G1-4 שלב ביצוע 1





איור 2.2.4: חתך מקטע G1-4 שלב ביצוע 3



איור 2.2.5: חתך מקטע G1-4 בסיום שלב 3 - מצב סופי בשלב אינפרא 1

## 2.3 זמן הקמה וציוד נדרש

חבילת הביצוע אמורה להמשך סה"כ כ- 30 חודשים. העבודה תבוצע בשעות היום בלבד. עבודות בלילה יתבצעו לעת צורך חיוני בלבד ובאישור הרשות המקומית ומשטרת ישראל. העבודות יבוצעו בכפוף להוראות הסביבתיות של תת"ל 71 א' לשלב ההקמה, ובהתאם להוראות הסביבתיות שבפרק 4 שבנספח ביצוע זה.

הציוד הנדרש לביצוע העבודות הוא:

- פניישרים
- מכבשים כבדים / קלים
- משאיות הובלה – פינוי / הבאה של חומר
- טרקטורים : באגרים, שופילים, בובקטים וכו'

- מערבלי בטון
- משאבות
- מכונות קידוח במידת הצורך
- מערכת בנטונייט
- מנופים במגוון גדלים

## **2.4 מחנות קבלן, שטחי התארגנות ועבודות עפר**

### **2.4.1 מחנות קבלן ושטחי התארגנות**

חבילת העבודות כוללת הקמת מחנה קבלן במגרש כדורגל 'אורט חולון' הצמוד לשדרות ירושלים מצפון מערב לגן עירוני 'הגנים היפנים'. שטח מחנה הקבלן הינו 1.7 דונם (מתוך שטח מגרש הכדורגל העומד על כ- 5 ד' סה"כ). מיקום מחנה הקבלן מסומן במפות הרקע לעיל (איורים 1.1.1-1.1.2; 1.2.1-1.2.2) איור 2.4.1 מציג את תשריט מחנה הקבלן ואיור 2.4.2 מציג צילום של השטח כיום. שטח מחנה ההתארגנות מצוי מחוץ לרדיוסי מגן ב' ו- ג' של קידוחים שואבים באזור.

יובהר כי התכנון המוצג באיור 2.4.1 הוא תכנון עקרוני העשוי להשתנות ע"י הקבלן המבצע (בכפוף לאישורים מתאימים של ועדת המשנה של הות"ל). מחנה קבלן יוקם לצורך העבודות במקטע זה בחלקו הדרומי של מגרש הכדורגל ויכלול:

- חניות לכלים כבדים (צמ"ה).
- גנרטור חירום על גבי מאצרה תקנית, המוצבים על משטח בטון.
- מתקני הזנת חשמל.
- מבני שירותים שיוחברו לרשת הביוב העירונית.
- מבנים יבילים לאחסון ומשרדים
- שטחי אחסנה פתוחה
- מיכלי אש"פה
- ביתן שומר
- חניות.

חבילת העבודות הנוכחית אין שטחי עירום זמני קבועים בשל ההקף הקטן יחסית של עבודות העפר המתוכננות (ראה להלן). שטחי העירום יהיו דינמיים ובתוך אזורי העבודה לאורך התוואי המתוכנן.





**איור 2.4.2: מגרש הכדורגל של בית ספר אורט חולון**

#### **2.4.2 עבודות עפר**

העבודות ייעשו בהתאם למפלס הקרקע בדרך הקיימת וכוללות כמויות חפירה קטנות, ללא העמקה משמעותית מתחת למפלס קרקע וללא עבודות עפר משמעותיות (חפירה או מילוי). עבודות העפר כוללות חפירה להעתקה והצבה של תשתיות, וחפירה עבור השמת מבני (בסיס) המסילה והרחוב (סלילה מחדש). המילוי שיבוצע הינו הנחת מצעים ומבנה הכביש בעובי של כ- 80 ס"מ. פעולות אלו כולל צפויות לכלול חפירת הכביש הקיים ופינוי של כ- 20,000 מ"ק המכילים בעיקר חומרי סלילה, תשתיות ישנות, ריצופים, אבני שפה ישנות וכד'.

כאמור, לצורך העבודות העפר יוערם בשטחי העירום דינמיים בתוך אזורי העבודה לאורך התוואי. גובה הערימות לא יעבור את גובה הגדר המקיפה את שטחי העבודות לאורך התוואי.

#### **2.5 הסדרי תנועה זמניים**

העבודות יתבצעו במהלך של שלושים חודשים בשדרות ירושלים, רחוב דו מסלולי בו ישנה כיום מדרכה, ואי תנועה מגונן עם הפרדה בגדר רשת במרכזו (איור 2.5.1). לצורך העבודות יסגר אזור העבודות בגדר אטומה. בעקבות הסגירה יבוצעו הסדרי תנועה זמניים בשני שלבים – הראשון בתקופת העבודות המוערכת בכ- 28 חודשים, והשני לאחר סיום חבילת הביצוע כהכנה לעבודות לביצוע המסילה המתוכננת בשלב הבא (אינפרא 2) המוערכות בתקופה של כחודשיים נוספים לאחר השלמת חבילת העבודות בשלב אינפרא 1. שני השלבים מתוארים להלן.



איור 2.5.1: שדרות ירושלים (40)

## 2.5.1 הסדרי תנועה במהלך העבודות

הסדרי התנועה במהלך ביצוע חבילת העבודות בשלושת שלבי העבודות (ראה פירוט בפרק 2.2) מוצגים בתשריטים שבאיורים 2.5.1.1-2.5.1.15. בשלב א' יבוצעו עבודות הפיתוח בצד המערבי של רצועת הרק"ל כך שהתנועה תוסט לצד המזרחי. בשלב ב' יבוצעו עבודות הפיתוח בצד המזרחי של רצועת הרק"ל כך שהתנועה תוסט לצד המערבי. בשלב ג' יבוצעו עבודות הפיתוח במפרדה של רצועת הרק"ל כך שהתנועה תוסט לשני צידיה. במסגרת חבילת הביצוע יסגר תחום העבודות בגדר איסכורית אטומה. בעקבות הסגירה יבוצעו הסדרי התנועה הבאים בכדי לאפשר נגישות כלי רכב והולכי רגל:

**כלי רכב** - שינויים בתנועת כלי הרכב לצורך העבודות ייעשו לפי הצורך תוך הקפדה על שינויים מינימליים ככל האפשר ולזמנים קצובים וקצרים ומניעת פגיעה בתפקוד הרחובות כעורקי תנועה לכדי המינימום האפשרי. השינויים ברחוב יכללו:

- ביטול המפרדה הקיימת בכדי להגדיל את רוחב מסלולי הרחוב ורצועת הרק"ל, והחלפתו במעקה בטיחות זמני.
- יבטלו החניות לאורך שדרות ירושלים (במקומות שכיום מותרת בהם החניה).
- יוצרו נתיבי הנסיעה ותתבצע הסטה שלהם בהתאם לשלבי הביצוע.
- יוסדרו רמזורים זמניים בצמתי הרחובות.
- לאורך תוואי העבודות תוסדר תאורה זמנית ויוצבו תמרורים זמניים.
- יוסדר נתיב ייעודי לתחבורה ציבורית לאורך התוואי המתוכנן.

**הולכי רגל** – כיום מוצבת כאמור מדרכה לאורך הרחוב. חלק ממבני המגורים מקושרים כיום לשדרות ירושלים דרכה. לעת העבודות יוסדרו מעברים זמניים לציבור. בשלב א' מסלול הולכי הרגל הזמני ימוקם בצידה המזרחי של רצועת הרק"ל. בשלב ב' מסלול הולכי הרגל הזמני ימוקם בצידה המערבי של רצועת הרק"ל. בשלב ג' מסלול הולכי הרגל ימוקם במצבו הסופי לשלב אינפרא 1 כמדרכות משני צידי רצועת הרק"ל. כל המבנים המקושרים כיום לשדרות ירושלים יקבלו קישור דרך גישות קצרות ומגודרות מפרוזדור ההליכה הזמני. מפרוזדורים אלו יבוצעו כניסות לכל מבנה בו נדרש קישור לשימור הנגישות הקיימת.



יובהר כי פרוזדורי ההליכה והכניסות הן דינאמיים, ועשויים להשתנות במיקומם ביחס לתשריטים שבאיורים 2.5.1.1-2.5.1.15 במטרים בודדים לכיוון זה או אחר.

## **2.5.2 הסדרי תנועה לאחר חבילת הביצוע**

הסדרי התנועה בתקופת העבודות שלאחר השלמת הביצוע בחבילה ביצוע הנוכחית, עד תחילת העבודות בשלב אנפרא 2 שתהיה בהמשך (להלן – 'תקופת הביניים'), מוצגים באיור 2.5.1.10-2.5.1.15.

במהלך תקופת הביניים ישמרו הסדרי התנועה לכלי רכב ברחוב באופן דומה להסדרים שבשלב העבודות הסופי על חבילת הביצוע בשלב אינפרא 1 (שלב ג'). יחד עם זאת לקראת סיום שלב אינפרא 1 עבור הולכי רגל, יבוצעו שיפורי הנגישות הבאים:

- במקום פרוזדור ההליכה שבחבילת הביצוע תבוצע מדרכה זמנית לכל אורך הרחוב, כך שתתאפשר תנועת הולכי רגל משני צידי הרחוב.
- הגישות למבנים המקושרים משדרות ירושלים יורחבו.

עבודות אלו לעדכון הסדרי התנועה בשטח צפויים לארוך כחודשיים. לאחר מכן הסדרי תנועה אלו צפויים להמשך עד לסיום העבודות על הקו הירוק (אינפרא 2) במהלך של כשנה וחצי נוספות לאחר תום חבילת הביצוע (עפ"י ההערכה – המשך עשוי להשתנות בהמשך לאור התפתחות התכנון המפורט והעבודות). עבודות אינפרא 2 שבהמשך יכללו גם שיקום נופי (אינו נכלל בחבילת עבודות זו – יבוצע בשלבי העבודות הבאים) והסדרת המדרכות והרחוב, בהתאם למצב הקבע הסופי המתוכנן.

### 3. פרק ג' – פוטנציאל להשפעות סביבתיות

#### 3.1 נוף

##### 3.1.1 תכנית כריתה / העתקה / שימור עצים

סקר העצים לקטע משנה G1-4 נערך ע"י האגרונום אדיר אלווס ביום 19.8.2019, ומוצג במלואו בנספח 1, כולל תשריטים (13 גיליונות). סקר העצים כולל הנחיות לטיפול בעצים, כולל דרישה לתיאום עם האגרונום בפעולות עבודות גיזום וחפירה ומילוי במרחק קטן מ- 3 מ' מגזע העץ. עבור על עץ המיועד לכריתה ינטע כפיצוי נופי עץ חלופי באותו הערך. הנחיות לטיפול בעצים מופיעות בפרק ד' בהמשך.

לאורך המקטע בו נמצאת חבילת הביצוע נמצאו סה"כ 419 עצים. מתוכם שלושה עצים בעלי ערכיות גבוהה מאד, 130 בעלי ערכיות גבוהה, 279 בעלי ערכיות בינונית ושבעה בערכיות נמוכה. המינים הבולטים בערכיות גבוהה מאד כוללים פיקוס השדרות (2 פרטים) ופיקוס השקמה (פרט יחיד). עצים בערכיות גבוהה כוללים בעיקר גרווילאה חסונה (18 פרטים), סיגלון עלי-מימוסה (13 פרטים), סיסם הודי (36 פרטים), שלטית מקומטת (9 פרטים) תמר מצוי (16 פרטים) ועוד (מתוך כעשרים מיני עצים שונים). הטבלה הבאה (טבלה 3.1.1.1) מציגה את סיכום העצים שנמצאו בסקר במקטע זה:

**טבלה 3.1.1.1: ריכוז ההמלצות לעצים בוגרים במקטע G1-4**

מס' פרטים	ההמלצה
269	סה"כ עצים לשימור
3	סה"כ עצים להעתקה
147	סה"כ עצים לכריתה
419	סה"כ עצים בשטח
44	סה"כ עץ שאינו עומד בגודל מינימום או שאינו קיים בשטח

העצים המיועדים להעתקה הם: 2 עצי זית אירופאי ועץ צאלון נאה יחיד.

##### 3.1.2 שיקום נופי

העבודות הנופיות כוללות עבודות כריתה, העתקה ועקירת עצים, בניית קירות גדר, קירות תומכים וחיפויים. בחצרות הבתים בהם יבוצעו עבודות, יבוצעו עבודות השלמת פיתוח והשבת המצב לקדמותו, ככל הניתן, כולל בכל שטח שיופר או יפגע במהלך העבודות: ריצוף, בניית קירות בין מגרשים, כיסוי באדמה בעובי 30 ס"מ לפחות, לצורך שיקום באמצעות צמחיה ונטיעת עצים. כל עבודות השיקום, ההעתקה והנטיעה יבוצעו במרחקים המאושרים מהקירות המתוכננים ומהמערכות הקיימות ובתיאום עם הרשות המקומית. במסגרת העבודות ועל פי סקר עצים מאושר ישמרו עצים קיימים ככל הניתן כך שישולבו בתכניות הפיתוח או יועתקו עצים כפי הנדרש למיקומים חלופיים ומאושרים. ייעשה שימוש בחומרי גמר וחיפויים בתיאום עם הרשות המקומית. איורים 3.1.2.1-3.1.2.13 מציגים את תכניות הפיתוח לאורך התוואי.



## 3.2 רעש ורעידות

### 3.2.1 שימושים רגישים לרעש בסביבת אתר העבודה

קטע משנה G1-4 של הרכבת הקלה מצוי בשדרות ירושלים בין חתך 2+840 לחתך 4+580, באורך כולל של כ- 1,740 מ'. לפי שימושי הקרקע לאורך התוואי (קיומם של קולטי רעש) וסוגי העבודות שיבוצעו בשלב אינפרא 1 חולק קטע G1-4 ל- 5 אתרי (מקטעי משנה) עבודות המוצגים באיור 3.2.1.1 ומתוארים בטבלה 3.2.1.1.

יובהר כי דו"ח זה אינו מתייחס לעבודות להריסה והקמת קיר תמך DP-01 באתרי עבודה באתרים 3 ו- 4 בין חתכים 4+000 - 3+700, אשר תוארו בנספח הסביבתי של חבילת הביצוע DP01<sup>2</sup>, אשר כולל עבודות קידוח וחיזוק הקיר הקיים.

השימושים הרגישים לרעש בקטע הינם מבני מגורים מסוג ב' (באזור מגורים בהתאם לתכנית לפי חוק התכנון והבנייה) ובית הספר 'אורט' וגן ילדים.

#### טבלה 3.2.1.1: אתרים בקטע משנה G1-4 לבדיקה לעניין רעש ורעידות סביבתיים מעבודות בנייה לרכבת הקלה

מספר אתר	חתכים	שימושים סמוכים		עבודות בקטע
		צד ימין - צפון מזרחי	צד שמאלי – דרום מערבי <sup>1</sup>	
1	2+840 - 3+160	אין שימושים רגישים (תעשייה ומלאכה)	מגורים	חפירה, מילוי סלילה, ריצוף
2	3+160 - 3+380	מגורים	מגורים	חפירה, מילוי סלילה, הקמת קירות תמך וקירות גדר, ריצוף
3	3+380 - 3+820	מגורים וגן ילדים	אין שימושים רגישים	חפירה, מילוי סלילה, ריצוף
4	3+820 - 4+260	מגורים, ב"ס אורט	מגורים	חפירה, מילוי סלילה, ריצוף
5	4+260 - 4+580	מגורים	מגורים	חפירה, מילוי סלילה, הקמת קירות גדר, ריצוף

צד ימין מוגדר כצידו הצפון-מזרחי של הרחוב, הנמצא מימין לנוסעים ברחוב בתנועה מדרום-מזרח לצפון-מערב (עם העליה במספר החתכים לאורך התוואי המתוכנן). צד שמאל מוגדר כצידו הדרום-מערבי של התוואי המתוכנן, הנמצא משמאל לנוסע צפון מערבה.

קולטים רגישים מוצגים בטבלה 1.2.1.1 ובאיור 3.2.1.1. איורים 3.2.1.2-3.2.1.3 מציגים את קולטים R1-R4 בבתי מגורים סמוכים. איור 3.2.1.4 מציג בקני"מ 1:250 את קולטי הרעש R3-R5. איור 1.2.1.8 מציג את קולט R5 בבית ספר אורט.

<sup>2</sup> קו ירוק מקטע G1 - חבילת ביצוע למקטע DP-01 נספח ביצוע סביבתי. מהדורה 7, מאי 2019, גיאור-פרוספקט בע"מ.



**איור 3.2.1.2: קולטים R1 ו-R2 במבני מגורים הקרובים לאתר העבודה במקטע G1-4**



**איור 3.2.1.3: קולטים R3 ו-R4 במבנים הקרובים לאתר העבודה במקטע G1-4**

מבני המגורים M1-M5 ו-R1-R4, גן הילדים G ובית הספר R5 שנבחרו לבדיקת רעש ורעידות מוצגים באיור 3.2.1.1. מבנים R1-R5 שייחשפו למפלסי הרעש הגבוהים עקב עבודות הקידוח מתוארים בטבלה 1.2.1.1. מבני המגורים R1-R4 מוצגים באיורים 3.2.1.3-3.2.1.2, איור 1.2.1.8 מציג את בית הספר אורט R5. איור 3.2.1.4 מציג את קולטי הרעש R3-R5. מבנים M1-M5 הקרובים לעבודות אחרות באתרים 1-5 בית הספר R5 וגן הילדים G מתוארים בטבלה 3.2.6.1 להלן.

<sup>3</sup> הקולטים הרגישים שהוצגו בחבילת הביצוע של DP-01 מוצגים באיור לשם המחשה.

### 3.2.2 קריטריונים לרעש ורעידות מותרים מעבודות בנייה

#### התקנות למניעת מפגעים (מניעת רעש) 1992 - שעות עבודה

לפי התקנות עבודות הבנייה מבוצעות בשעות היום בין השעות 07:00-19:00 ע"פ סעיף 5 התקנות למניעת מפגעים (מניעת רעש) 1992 (כולל תיקון מתאריך ה-27.01.11). כעת לא מתוכננות עבודות ערב ולילה, ולכן להלן מוצגים קריטריונים שמתייחסים לשעות היום.

#### תקנות למניעת מפגעים (רעש מציוד בנייה) 1979

התקנות הן תקנות פליטה, הקובעות את מפלסי הרעש המותר למכונות (כלים, ציוד), הנוצר במרחק של 15 מ' מהן, ובדרך זאת מבטיחות הפעלת מכונות תקינות מבחינה אקוסטית והגבלת הרעש, הנגרם לסביבה. התקנות אינן מתייחסות לרעש אליו חשופים קולטי הרעש ולא קובעות הגבלות למפלסי רעש, הנוצר בחזיתות או בתוך בתי מגורים וקולטי רעש רגישים אחרים.

בהתאם לתקנות מפלס הרעש מפעולת המכונה עם מנוע מואץ במהירות המרבית, לא יעלה על 80 dB(A) באף אחד מכל ארבעת הכיוונים, כאשר המכונה נמצאת בשטח פתוח (ללא תרומת הרעש החוזר ממכשולים כל שהם - מכונות אחרות, מבנים באתר ועוד). הבדיקה נערכת לכלים, בהם נעשה / ייעשה שימוש לצורך העבודות המתוכננות. בדיקת הכלים תבוצע מיד עם אישור תחילת עבודות, כשהיה ניתן להביא כלים לשטח ולהפעיל לצורך הבדיקה.

#### תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) 1990

התקנות חלות על כלים, שלא נכללים בתקנות למניעת מפגעים (רעש מציוד בנייה) 1979 – מפוחים, דיזל-גנרטורים ועוד. מפלס רעש המותר עבור בתי מגורים באזור מגורים, בית ספר וגני ילדים מוצגים בטבלה 3.2.2.1 הקריטריונים מתייחסים למצב של חלונות חיצוניים פתוחים.

#### המלצות המשרד להגנת הסביבה

לפי ההמלצות מפלס רעש, הנוצר בתוך בתים עם חלונות סגורים מפעולת המכונות בשעות היום לא יעלה על מפלסי הרעש, המוגדרים ב"תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) תש"ן-1990" (ראה לעיל). לצורך זה מומלץ כי מפלסי רעש בחזית בתים לא יעלה על מפלסי הרעש, המוגדרים ב"תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) תש"ן-1990" לחדרים בתוך בתים בתוספת 20 dB(A). דרישה זאת מבטיחה בפועל בכל מקרה, גם כשיש חלונות גדולים באיכות אקוסטית נמוכה, לעמוד בקריטריונים למפלס רעש מותר בתוך הבתים. בהתאם לכך המפלס המרבי המומלץ בחזית בתי מגורים באזור, שהוגדר כאזור מגורים, בבית הספר ובגן ילדים יהיה כמתואר בטבלה 3.2.2.2 לרעש, שאינו כולל טון בולט ולא שייך לרעש התקפי, כמו כל המכונות, בהן ייעשה שימוש.

#### טבלה 3.2.2.1: מפלסי רעש מרביים מותרים בבתי מגורים באזור מגורים, בית ספר וגן ילדים

בשעות יום (06:00-22:00) עפ"י התקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), תש"ן

1990

מפלס רעש מותר, dB(A)		משך הרעש
מגורים	בית ספר / גן ילדים	
50	45	עולה על 9 שעות
55	50	עולה על 3 שעות אך אינו עולה על 9 שעות
60	55	עולה על 1 שעה אך אינו עולה על 3 שעות
65	60	עולה על 15 דקות אך אינו עולה על שעה

**טבלה 3.2.2.2: מפלסי רעש מרביים המומלצים על ידי המשרד להגנת הסביבה לחזיתות  
בתי מגורים באזור מגורים וגן ילדים**

מפלס רעש שווה ערך מרבי, dB(A)		משך הרעש
גן ילדים	מגורים	
65	70	עולה על 9 שעות
70	75	עולה על 3 שעות אך אינו עולה על 9 שעות
75	80	עולה על 1 שעה אך אינו עולה על 3 שעות
80	85	עולה על 15 דקות אך אינו עולה על שעה

במידה ומפלסי רעש בחזית עולים על מפלסי רעש, המוגדרים בטבלה 3.2.2.2, מבצעים בדיקת רעש בתוך בתים עם חלונות סגורים לעניין עמידה בקריטריון, המוגדר בטבלה 3.2.2.1 ואם קיימת חריגה משנים שיטת עבודה או כלים, או עושים טיפול דירתי או מקימים קיר אקוסטי.

**3.2.3 רעידות**

**השפעת רעידות על מבנים**

כל מקורות רעידות בהם יעשה שימוש גורמים לרעידות ממושכות. מהירות מרבית (שיא) של רעידות ממושכות של רצפות בבניינים, המותרת לפי תקן גרמני DIN4150, חלק 3, הינה 10 מ"מ/שנייה (רעידות אנכיות של רצפות). מהירות הרעידות המותרת אינה תלויה באם המכונות פועלות בשעות היום או הלילה. יצוין כי מהירות רעידות המותרת זאת היא גבוהה בהרבה ממהירות רעידות המותרת מבחינת השפעת הרעידות על אנשים בבתים, המוגדרת בסעיף הבא.

**השפעת רעידות על אנשים בשעות היום**

שיטת קביעה של מהירות רעידות מותרות לפי תקן גרמני DIN4150, חלק 2, כוללת מספר שלבים, כאשר מהירות הרעידות משוקללת Ar, המותרת לשעות היום, תהיה כמתואר בטבלה 3.2.3.1. כתלות במשך חשיפה לרעידות.

**טבלה 3.2.3.1: מהירות ממוצעת מרבית Ar לרעידות קבועות בבתי מגורים וגן ילדים מעבודות  
בניה בשעות היום (תקן גרמני DIN4150, חלק 2)**

משך זמן עבודות בניה, יום	שורש ממוצע הריבועים (Root) mean square של מהירות רעידות מרבית לזמן מיצוע "מהיר" Ar, מ"מ/שנייה
1	0.4-0.8
6-26	0.3-0.6
26-78	0.2-0.4

עבור המשך הכולל של חשיפה לרעידות בין 1 לבין 6 ימים רעידות מותרת מתקבלת באמצעות אינטרפולציה בין ערכים, המופיעים בטבלה 3.2.3.1.

### 3.2.4 תיאור העבודות המתוכננות

פרטי העבודות והכלים התקבלו מהמתכנן ויועץ הביצוע. באתרי העבודה של G1-4 יבוצעו עבודות, המתוארות בטבלה 3.2.4.1 ובאיור 3.2.4.1. כאמור, העבודות מתוכננות בשעות היום (7:00-19:00).

#### טבלה 3.2.4.1: עבודות וכלים להקמת קיר תמך חדש בשעות יום

תיאור עבודות	סימון בתרשימים 1.1.2-1.1.6	הכלים הרועשים	משך עבודה ביום <sup>1</sup> , שעות
חפירה ומילוי למסילת הרכבת	שטח צבוע באפור כהה באמצע הכביש	מחפרון שופל + משאית	5-8
חפירה, מילוי וסלילת כביש	שטח צבוע באפור בהיר משני צדדים של הכביש	מחפרון שופל + משאית צוות אספלט	5-8
קידוח כלונסאות לקירות תמך	הוגדר באמצעות קוים אדומים	מכונת קידוח סיבובית מערבל בטון ומשאבת בטון	5-8
יציקות בטון לקירות שונים	הוגדר באמצעות קוים אדומים	מערבל בטון ומשאבת בטון	3-4
ריצוף מדרכות	שטח צבוע בצהוב משני צדדים של הכביש	מסור גיבקה להידוק	לפי הצורך

<sup>1</sup> שעות עבודה של הכלים בפועל, ללא הפסקות לארוחה, תפילות, טיפול בכלים ועוד.

הכלים בהם ייעשה שימוש לסוגי העבודה השונים אינם פועלים בו זמנית ולא ימוקמו ליד בניין אחד ספציפי. למשל, בעת היציקה ליד בניין כלשהו לידו יעבדו רק מערבל בטון ומשאבת בטון.

מסביב לאזורי הקידוחים באתרי העבודה יוקם קיר (גדר) אטום מפח איסכורית בעובי של כ- 0.7 מ"מ בגובה של כ- 3 מ' (גובה שמאפשר הקמת קיר ללא ביסוס עם כלונסאות). קיר זה יפחית מפלסי רעש בשיעור של 5-10 dB(A) בתנאי שהקולטים אינם נמצאים בקו ויזואלי ממקורות הרעש (בעיקר לקומות הקרקע).

### 3.2.5 מאפיינים אקוסטיים של הכלים

טבלה 3.2.5.1 מציגה מפלסי רעש אופייניים למכונות / כלים בהם יערך שימוש. מפלסים אלו מבוססים על תוצאות מדידות רבות של מפלסי רעש שווי הערך מפעולת כלים שונים, בפרוייקטים קודמים, אשר בוצעו על ידי היועץ האקוסטי של הפרוייקט בין השנים 2005-2018.



### טבלה 3.2.5.1: מאפיינים אקוסטיים של כלים לחיזוי מפלס רעש שווה ערך סביבתי,

Leq (15 m)

שם המכונה (כלי)	מרחק מנקודת ייחוס למכונה, מ'	מפלס רעש שווה ערך בנקודת הייחוס, dB(A)	מקור
מחפרון	15	70	דו"ח "הקמת קטע A1 של רכבת קלה בירושלים. בדיקת מפלסי רעש בקטע רח' רופין – רח' פיק בתאריך ה- 23.11.06"
שופל אופני גדול, מפלס ממונע	15	73	דו"ח "הקמת קטע A2 של רכבת קלה בירושלים. בדיקת מפלסי רעש מעבודות באתר בשד' משה דיין 127 בתאריך ה- 06.05.09"
מכונת קידוח סיבובית שקטה	15	75	דו"ח "מדידת מפלסי רעש ממכונת קידוח סיבובית באתר בקיבוץ זרחיה", 22.10.18
מערבל בטון ומשאבת בטון	15	74	דו"ח "הקמת קטע A3 של רכבת קלה בירושלים. בדיקת מפלסי רעש מעבודות באתר מול מוזיאון של התפר בתאריך ה- 10.08.09"

עקב הקרבה של אתר העבודה למגורים, מומלץ כי יערך שימוש, במכונת קידוח שקטה. תוצאות מדידות רעש של מכונת קידוח שקטה סטנדרטית מתוארות בנספח 2. מכונה זאת גרמה למפלס רעש שווה ערך כ- 75 dB(A) במרחק ייחוס של 15 מ' בתנאי קרקע דומים ואינה רועשת במידה משמעותית מהכלים האחרים.

### 3.2.6 מפלסי רעש חזויים הערכת המצב מול קולטי מגורים סמוכים

#### א. חפירה, מילוי וסלילת כביש

להערכת הרעש מהעבודות נבחר בכל אתר עבודות המבנה בו מתקיימים המרחקים המינימליים בין הכלים לבין בתי המגורים כקולט רעש. קולטים אלו מייצגים את המצב המחמיר ביותר החזוי בכל אתר עבודות. הקולטים שנבחרו באתרי העבודה (1-5), בית הספר אורט וגן הילדים מוצגים בטבלה 3.2.6.1. המרחקים שבטבלה התקבלו ממדידת המרחק מגבולו הקרוב של אתר העבודה אל מבנה המגורים או בית הספר ובתוספת של 2 מ'.

### טבלה 3.2.6.1: מפלסי הרעש החזויים בחזית בתי מגורים מפעולת הכלים

אתר	מרחק מינימלי בין כלים לבין חלונות בבתי מגורים הקרובים, מ'			מפלס רעש שווה ערך בחזית, dB(A)	
	בניין	שימוש	מרחק	חזוי	מותר למשך חשיפה של 3-9 שעות
1	M1	מגורים	13	74.2	75
2	M2	מגורים	10	76.5	75
3	M3	מגורים	10	76.5	75
	G	גן ילדים	12	74.9	70
4	M4	מגורים	12	74.9	75
	R5	בית ספר	14	73.6	70
5	M5	מגורים	9	77.4	75

המרחקים בטבלה 3.2.6.1 מתייחסים לבתים בודדים, כאשר החלונות ברוב הבתים נמצאים במרחק גדול יותר כדי כ- 13-14 מ' מהכלים.

מפלסי הרעש החזויים בחזיתות בתי המגורים הקרובים במצב בו הכלים כל הזמן נמצאים במרחק המינימלי ממול הבתים ואינם בתנועה יהיו כמתואר בטבלה 3.2.6.1. מהשוואה בין מפלסי הרעש החזויים והקריטריונים נובעות המסקנות הבאות:

א. במספר בתי מגורים בודדים צפויה חריגה קטנה בתנאים, המתוארים לעיל, כאשר הכלים במשך מספר שעות אינם בתנועה. במצב ריאלי הכלים נעים ולכן חלק מהזמן יהיו במרחקים גדולים יותר, כך שבפועל לא צפויות חריגות בקולטים אלו. הקריטריון למפלס רעש מותר התקבל בהתחשב בכך שמשך עבודות הכלים ביום יהיה קצר מ- 9 שעות.

ב. עם תחילת העבודות תיעשה בדיקת מפלסי רעש בפועל, במידה ותתגלה חריגה בחזית הבתים יהיה צורך לבדוק את מפלסי הרעש בתוך הבתים לעניין עמידה בקריטריונים, המוצגים בטבלה 3.2.2.1. אם עדין תהיה חריגה יהיה צורך להגביל את המשך הכולל של העבודות ליד בתים ספציפיים, כאשר המרחק בין הכלים לבין הבתים יהיה פחות מכ- 15-20 מ' עד 3 שעות ביום.

ג. עבור גן הילדים ובית הספר המצב הצפוי הוא דומה למצב של בתי המגורים הקרובים, כאשר לבית הספר יהיה צורך לבדוק רעש בתוך כיתות עם חלונות סגורים לעניין עמידה בקריטריונים (טבלה 3.2.2.1). במידה והרעש יעלה על הקריטריונים יהיה צורך להגביל את משך העבודות במרחקים המינימליים מבית הספר עד לכדי 3 שעות ליום. עבור גן הילדים, שהינו בניין נמוך יחסית, בנוסף לכך, תיבדק חלופת קיר אקוסטי, שיתוכנן בהתאם לחריגה שתתגלה בפועל.

בהקשר לאמור לעיל יצוין כי מדובר בעבודות סטנדרטיות בכבישים עירוניים בשעות היום.

## **ב. חפירה ומילוי למסילת הרכבת**

בעבודות אלה יעשה שימוש באותם כלי העבודה כמו בעבודות המתוארות בסעיף הקודם, כאשר המרחק בין מקורות הרעש לבין הבתים הקרובים יהיה גדול יותר בשיעור של כ- 6-10 מ'. מעיון בטבלה 3.2.6.1 נובע שלעבודות אלה לא תהיה חריגה עבור בתי מגורים. ביחס לבית הספר וגן הילדים צפויה חריגה של 0.5-2 dB(A) בהנחות המחמירות שהוצגו לעיל, וכאשר כאמור בתנאים ריאליים בשטח לא צפויה חריגה.

## **ג. ריצוף מדרכות**

עבודה לריצוף המדרכות אינה מוגדרת במסגרת עבודות רועשות, כך שלא ניתן לחזות את הרעש בפעולה זו, וזאת כיוון שנעשה שימוש בכלים מסויימים (למשל במסור או ג'בקה) לפי הצורך ולפרקי זמן קצרים יחסית, ולא לפי תכנית כל שהיא מסודרת. ככלל אין בעיות אקוסטיות עם עבודות הריצוף, ובנוסף לכך, ניתן לעבוד במידת הצורך בדילוג ולהקטין את החשיפה לרעש בבתי ספציפיים כלשהם.

## **ד. עבודות קידוח לקירות תמך**

עבודות הקידוח הן הרועשות ביותר מכל העבודות שיבוצעו במסגרת חבילת הביצוע הנוכחית. יחד עם זאת היקף העבודות הצפויות לקידוח כלונסאות קטן. קירות התמך המתוכננים מוצגים באיור 3.2.4.1 ומפורטים בטבלה 3.2.6.2. לכל קיר מוגדרים מבני המגורים הקרובים אליו. המרחק בין מכונת הקידוח למבני מגורים אחרים יהיה גדול יותר מ- 15 מ' ולכן עבורם לא צפויה חריגה ממפלס הרעש המותר וזאת מכיוון שמשך עבודות הקידוח לא עולה על 9 שעות ביום.

מפלסי הרעש החזויים בחזיתות המבנים מפעולת מכונת הקידוח בעמדה הקרובה לכל מבנה מוצגים בטבלה 3.2.6.2. עבור מבנים גבוהים יותר מ- 2 קומות לא התקבלה בחשבון הפחתת הרעש בשל הימצאות קיר המגן (גדר האיסכורית) שתוצב באתרי העבודה באזור הקידוחים (בגובה של 2.5-3 מ'). עבור בניין חד-קומתי R4 הקיר יספק הפחתת רעש בשיעור של כ- 5 dB(A).

מהשוואה בין מפלסי הרעש החזויים והקריטריונים עולה כי :

- להקמת שני קירות התמך באתרים 2 ו- 4 צפויות חריגות של כ- 2-3 dB(A) מקריטריון הרעש לעבודות בין 3-9 שעות, בשלושה בתי המגורים הקרובים ושהינם בעלי 3-5 קומות.
- עקב גובהם המשמעותי של בתים אלו לא ניתן להפחית את הרעש החזוי בחזית הבתים לכדי הקריטריון שהוגדר לעבודות שמשכם עולה על 3 שעות. קירות אקוסטיים באתר הנבדק, גם בגובה של 5-6 מ', לא יהיו יעילים מכיוון שהקירות לא יחסמו את קו הראיה ממקור הרעש לקומות הביניים ולקומות העליונות של המבנים. מסיבה זאת לא מומלץ להקים קירות זמניים בגובה יותר מכ- 3 מ', משום שלהקמת הקיר עצמו יידרשו קידוחים להקמת בסיס הקירות, וזאת במרחק קטן עוד יותר מהבתים.

בהתאם לאמור לעיל עם תחילת העבודות תיעשה בדיקת רעש בתוך בתים עם חלונות סגורים לעניין עמידה בקריטריון, המוגדר בטבלה 3.2.2.1. עבור משך הרעש שבין 3-9 שעות מפלס הרעש שווה ערך שנקבע הינו כשל 55 dB(A) לבתי המגורים. אם הרעש לא יעמוד בקריטריון לעיל למפלס הרעש המותר בתוך הבתים עם חלונות סגורים יהיה צורך להגביל את משך הקידוח בכל עמדת המכונה עד ל- 3 שעות ביום ולעבור לקטע הבא של הקיר / קידוח שימוקם במרחק גדול יותר מ- 15 מ' מהקולט עבורו התגלתה חריגה.

### טבלה 3.2.6.2: מפלסי הרעש החזויים בחזית בתי מגורים מפעולת מכונת הקידוח

אתר	מיקום עבודות קידוח	צד	אורך קיר (קידוח), מ'	הבניין הקרוב			מפלס רעש שווה ערך בחזית, dB(A)	
				שם	מס' קומות	מרחק מינימלי ממכונת קידוח, מ'	חזוי	מותר למשך חשיפה של 3-9 שעות
1	אין	-	-			-	-	
2	3+240	ימין	41	R1	5	10	78.5	75
3	3+400	ימין	8.5	R2	8	60	63.0	
4	4+200	שמאל	24	R3	3	10	78.5	
				R4	1	12	71.9	
		ימין		R5	4	40	66.5	70
5	אין	-	-			-	-	

#### ה. יציקה לקירות מסוגים שונים

היקף העבודות ליציקת קירות הוא נמוך. המקור הדומיננטי של הרעש בפעילות זו הינה משאבת הבטון, שמיקומה באתר עבודה יהיה תלוי במצב בשטח. בכל מקרה יהיה ניתן למקם את המכונה במרחק גדול יותר מכ- 13 מ' מכל בניין מגורים ספציפי. במרחק זה פעילות המשאבה תגרום בחזית מבני מגורים לרעש שיעמוד בקריטריון שהוגדר למצב בו משך הרעש יהיה בין 3-9 שעות ביום. המרחק בין מיקום הכלים המשמשים לעבודות מסוג זה לבין בית ספר אורט הוא גדול, ולכן לא צפויה חריגה בבית הספר עקב עבודות אלה.

#### 3.2.7 אתר התארגנות

אתר התארגנות שבמגרש 'אורט חולון' הינו מתחם קטן מגודר, בו ימוקמו קרוונים למשרדים, מספר מוגבל מאוד מקומות חניה לרכב פרטי וחלק מכלים ומחסן לחלקים וכלים קטנים ידניים. התנועה במהלך יום עבודה לאתר זה צפויה להיות נמוכה מאוד – צפויים להכנס ולצאת ממנו ממנו מכוניות פרטיות בודדות וכלים שמספרם זניח. כמו כן, לכל אתרי התארגנות בערים מבוצע חיבור קבוע לרשת חשמל, כאשר דיזל גנרטורים (אם מותקנים) נועדים רק למצב חירום. באתר ההתארגנות אין מקורות רעש חוץ ממוזגנים רגילים למשרדים, ולכן אין צורך בבדיקות רעש סביבתי, ואמצעים מיוחדים למניעת רעש דוגמת הגבלות פעילות, מתרסים וכיו"ב (עם זאת האתר יגודר גדר אטומה).

יצוין, כי במסגרת הקמת קו קיים של ר"ק בירושלים נערכו מדידות מפלסי רעש מכ- 10 אתרי התארגנות שונים, ומסיבות לעיל מפלסי רעש מפעולת האתרים עמדו בקריטריונים גם כשמבנים רגישים לרעש היו במרחק 3-5 מ' מגדר האתרים, וזאת ללא כל הגבלות לפעילות ומתרסים אקוסטיים.

#### 3.2.8 השפעת רעידות

הכלים בהם יעשה שימוש, למעט מכונת קידוח סיבובית, הינם כלים סטנדרטיים לסלילת כבישים והקמת תשתיות ברחובות עירוניים. לכן לא צפויות בעיות רעידות הן מהיבט של השפעה על האדם והן מהיבט של השפעת רעידות על המבנים עצמם. גם מכונת הקידוח הסיבובית אינה נחשבת



כמקור לרעידות חזקות ולא גורמת לרעידות משמעותיות בבתים, גם כשהיא פועלת בצמוד לבתים ובמרחק מטרים ספורים מהם. בשלב הביצוע עם תחילת העבודות בשטח הקבלן יבצע בדיקות רעידות בבתים הקרובים. בנוסף לכך, הקבלן יבצע בדיקות מדגמיות ושגריות של הרעידות במהלך עבודות לאורך התוואי, כולל במקרה ותקבלנה תלונות על רעידות.

### **3.3 איכות אויר**

למזעור הסעת אבק מהעבודות, אזור העבודות יגודר בגדר אטומה בגובה מינימלי של 2.5 מ' סביב אתר העבודות. גובה העירוס לא יעלה על גובה הגדר. בנוסף ינקטו האמצעים הבאים:

- שפיכת חומר למשאיות מהמחפר תיעשה בגובה נמוך ככל הניתן.
- שטיפת צמיגי המשאיות היוצאות ממתחם העבודה להסרת בוץ ו/או אבק. במידת הצורך יותקנו באתר אמצעים לשטיפת צמיגי כלי הרכב היוצאים.
- כיסוי משאיות להובלת עפר או פסולת בניין אל מחוץ לאתר ביריעות מתאימות ומהודקות.
- הגבלת מהירות נסיעה בתחום האתר ל- 15 קמ"ש. באתר יוצב שילוט להגבלת מהירות הנסיעה.
- במידה ויצטבר אבק ועפר על הדרכים מחוץ לאתר, הקבלן יהיה אחראי לאיסופו תוך 48 שעות. ניתן לעשות שימוש בטיאוס דרכים.
- תבוצע הרטבה של דרכים פנימיות בלתי סלולות באתר, בעת תנועה משמעותית של כלי רכב.

### **3.4 מניעת זיהום קרקע ומי תהום**

#### **3.4.1 פוטנציאל להמצאות זיהום קרקע**

חבילת הביצוע כוללת חפירה מועטה ורדודה (עד עומק 1 מ' ממפלס קרקע קיימת לביצוע הרמפה המתוכננת; ראה סעיף 2.2 לעיל). כמו כן יבוצע פינוי החומר המיובא בעת פירוק הרמפה המתוכננת (נדרשת לעבודות פירוק הקיר הקיים), וכן פינוי כמויות קטנות של קרקע וצמחיה מאי התנועה הקיים שבמרכז הרחוב, עד גובה מפלס הקרקע הקיים בקירוב.

בסמוך למוקדים החשודים בזיהום הקרקע יבוצעו (ע"פ תכנית סקר הקרקע המאושרת) קידוחי קרקע על מנת לבחון הימצאות זיהום קרקע בשטח התכנית. במידה ולא ימצא ריכוזי מזהמים החורגים מערכי הסף של המשרד להגה"ס (VSL 2019 מהדורה 4) תשוחרר החפירה להמשך עבודה ללא צורך בבחינת הקרקע להימצאות מזהמים.

עם זאת, במידה ויתעורר חשד לזיהום, יעצרו העבודות והגורם המזהה (קבלן / מפקח על העבודות) ידווח מיידית לנת"ע ולגורם האחראי, ויפעל בהתאם להנחיות גורמים אלו (ראה סעיף 4.7 בהמשך).

#### **3.4.2 מניעת פוטנציאל לזיהום קרקע משטחי התארגנות והעבודות**

במסגרת חבילת העבודות יוקם מחנה קבלן כולל גנרטור על גבי מאצרה ומשטח בטון וחנייה לכלים כבדים וללא מתקני תדלוק וטיפולים ובהתאם אין פוטנציאל לשפכים תשטיפים, או זיהום אחר מהיבט זה. בשטח העבודות אסורה השלכה של פסולת ושפכים מכל סוג. פסולת תאצר במכילים ייעודיים בהפרדה לפי סוגיה.

עודפי בטון – יאסר ריקון עודפי בטון ממערבלים בשטח העבודות וסביבתו. עודפי בטון ירוקנו במידת הצורך בנקודות ייעודיות שיסומנו ויוכשרו לצורך כך באתרי ההתארגנות מחוץ לחבילת





ביצוע זו או במפעל המספק; הפסולת מנקודות האיסוף תפונה מעת לעת בהתאם לצורך לאתר מורשה למיחזור פסולת בניין.

### **3.5 השפעות על תפקוד הרחוב ונגישות למבנים**

כפי שתואר בסעיף 2.3 לעיל, שטח העבודות ייחסם אולם, זכות מעבר לציבור לאורך הרחוב תשמר בכל עת. כל הנגישויות הקיימות למבנים של שדרות ירושלים ישמרו. עם זאת, המעבר במדרכה תיחסם במהלך העבודות, ותנועת הולכי הרגל תהיה על בסיס פרוזדורי הליכה זמניים בשדרות ירושלים.

תוצב גדר אסכורית אטומה שתחצוץ בין השטחים המשמשים את הציבור ובין שטחי העבודות. הגדר ופרוזדורי ההליכה יהיו דינמיים – יותאמו במיקומם בהתאם לשלבי העבודות, תוך מתוך מאמץ לצמצום ההפרעה למינימום, ולמיקסום הנגישות לבתים במהלך העבודות. שלב זה צפוי להמשך כ- 26 חודשים ובסופו תבוצע מדרכה זמנית לאורך הרחוב שתאפשר תנועת הולכי רגל רצופה בצד זה בשלבי העבודות הבאים.

עם סיום העבודות בחבילת הביצוע תשמר סגירת שטח העבודות הנדרשת לצורך ביצוע העבודות בשלבי הביצוע הבאים. עם זאת, בשלב זה יורחבו הגישות לבתים ותשמר כאמור האפשרות למעבר רגלי לאורך הרחוב. שלב זה יסתיים עם סיום העבודות בקטע זה של הפרוייקט וביצוע הרחוב במצב הסופי המתוכנן (בחבילת הביצוע העיקרית שבשלב הבא).

#### **4. פרק ד' – המלצה להנחיות סביבתיות**

פרק זה מפרט את התנאים שיכללו בהיתר על פיהם יש לבצע את העבודה. הוראות פרק זה יצורפו להיתר ויהיו מחייבות.

##### **4.1 פיקוח ובקרה**

הקבלן ימנה מפקח איכות הסביבה אשר יהיה אחראי ליישום הדרישות הסביבתיות בשטח האתר. מנהל המקטע מטעם נת"ע ימנה מנהל איכות סביבה אשר יהיה אחראי על ביצוע מעקב ובקרה על יישום הדרישות הסביבתיות. המפקח ידווח לרשויות כנדרש בחוק ו/או על פי נוהל מסודר שייקבע. הקבלן יכין תכנית ניהול סביבתית לביצוע מעקב ובקרה בהתאם להוראות המסמך הסביבתי והתנאים בהרשאה שתועבר לאישור נת"ע.

4.1.1 הקבלן יגיש תכנית לניהול סביבתי לאישור נת"ע, אשר הינה מסמך פעיל המפרט את הסדרי הניהול של סוגיות סביבתיות ולוקח בחשבון את כל המידע והדרישות מהמסמכים הסביבתיים, ממפרטי המכרז לקבלן ובהתאם לכל הנחייה ותנאי שיוגדרו במסגרת ההרשאה או אישור שיינתנו. התכנית תתייחס לכל הפחות לנושאים הבאים: רעש ורעידות, איכות אוויר ומניעת אבק (לרבות התייחסות לטיפול באסבסט), טיפול בפסולת ועודפי חפירה, טיפול במים ושפכים, שימור ערכי טבע ועצים, הדרכות בנושאי איכות סביבה. התכנית תחול גם על קבלני משנה שימונו מטעמו. באחריות הקבלן יישום התכנית.

4.1.2 במסגרת תכנית הסביבה, הקבלן יגיש לאישור תכנית לניטור רעש ורעידות בסביבת האתר במהלך העבודות, על פי הנחיות המסמך הסביבתי.

4.1.3 הקבלן יודיע לות"ל, על מועד תחילת העבודות ויצוין פרטי התקשרות (טלפון ומייל): המפקח הסביבתי, מנהל הביצוע מטעמו, מנהל המקטע, מנהל פרויקט, פרטי מוקד נת"ע כמקבלי פניות ותלונות מתושבי האזור;

4.1.4 במסגרת תכנית הסביבה, הקבלן יגיש לאישור מנה"פ ונת"ע תכנית לניהול פינוי קרקעות ופסולת בנין. במקרה בו נחפרה קרקע מזוהמת, הקבלן לא יוציא כל עודפי עפר משטח העבודה אלא לאחר אישור ניהול פינוי בהתאם לתוצאות דיגום ותכנית להוצאת עודפי עפר.

4.1.5 במסגרת תכנית הסביבה, הקבלן יגיש לאישור מנה"פ ונת"ע תכנית לניהול עודפי מים ושפכים. הקבלן לא יוציא כל עודפי מים משטח העבודה ללא אישור מנה"פ ונת"ע.

4.1.6 במסגרת תכנית הסביבה, הקבלן יגיש לאישור מנה"פ ונת"ע תכנית לניהול ותייעוד מערך ההדרכה לכל העובדים באתר כולל לכל קבלני המשנה והספקים. הקבלן יודא כי כל העובדים, קבלני המשנה והספקים מודעים ומכירים כיאות את ההיבטים המעשיים של התכנית לניהול סביבתי וההנחיות הרלוונטיות לפעולותיהם.

##### **4.2 מניעת מפגעי רעש ורעידות**

4.2.1 הנחיות לבדיקת רעש לפני תחילת העבודות:

- הקבלן יתקשר עם יועץ אקוסטי מוסמך ומאושר ע"י נת"ע, לביצוע מדידות ובקרה על אמצעי מניעת רעש כמפורט להלן.
- יעשה שימוש בכלי עבודה שקטים ככל הניתן.
- משך עבודת כלים ועבודות רועשות מול קולט נתון יוגבל כך שתמנע חריגה מקריטריוני הרעש לעבודות.
- משך הפעלה של כלים יהיה עד 9 שעות ביום עבודה.

- במהלך העבודות יבוצעו לפי הצורך בדיקות מדגמיות של רעש מעבודות בנייה, כולל עקב תלונות תושבים. על תוצאות בדיקות רעש ורעידות יוגש דו"ח עם תיאור אמצעים להפחתת רעש בהם נקטו במידת הצורך.
  - במקומות בהם כלים לעבודות עפר וסלילה מתוכננים לעבוד 10 מ' או פחות מקולטי רעש רגישים (מגורים, מוסדות חינוך וכיו"ב) ובמקומות בהם מתוכנן ביצוע קירות (אתרי עבודה 2, 4) יבוצעו העבודות לפי הנוהל הבא:
    - עם תחילת העבודות תיעשה ע"י אקוסטיקאי בדיקת מפלסי רעש בפועל ע"י מדידות בחזית המבנים הסמוכים לקיר בשלב ראשון.
    - במידה וימצא חשש לחריגות מקריטריון הרעש (עבור 3-9 שעות עבודה מול הקולט הרגיש ביום) במדידות בחזית המבנים יבוצעו גם מדידות רעש נוספות בתוך הבתים עצמם בכדי לבדוק האם אכן מתקיימת עמידה בקריטריון לפי התנאים המוגדרים בתקנות.
    - אם תמצאנה חריגות מהקריטריון ע"י האקוסטיקאי, עפ"י המדידות שיבוצעו בתוך המבנים, יוגבל המשך הכולל של העבודות מול קולט ספציפי לעד 3 שעות עבודה מול הקולטים הספציפיים בהם התגלתה חריגה, ודילוג כלי העבודה /מכונת הקידוח 15 מ' לפחות להמשך עבודה. והכל בהתאם להנחיית אקוסטיקאי.
  - במידה ויבקש הקבלן לשנות את שיטת העבודה או את סוגי המכונות בהם יעשה שימוש, עליו לערוך מסמך אקוסטי, טרם תחילת העבודות המרעישות. המסמך יתאר את מפלסי רעש הרקע באתר, המרחק מבתי המגורים, שיטות העבודה, שעות העבודה לרבות עבודות לילה, המכונות בהם יעשה שימוש, מפלסי הרעש והרעידות הצפויים מן המכונות, הצגת חישובים ומודלים לחיזוי מפלסי הרעש הצפויים בחזית המבנים הסמוכים, אמצעי הפחתה, המסמך יועבר לאישור מנה"פ ונת"ע ולאחריו לאישור הות"ל.
  - בקולטים בהם תחושבנה חריגות מקריטריון הרעש לאחר כיוול מודל חישוב הרעש, תבוצענה מדידות פרטניות בימים בהם מחושבות החריגות.
  - סמוך לתחילת העבודות באתר הקבלן יבצע מדידת רעש הנפלט מכלי העבודה באתר ובסביבתו.
  - לפני פעולת הריסת קירות או ניסור בטון / אספלט, יש להודיע מראש לדיירי הבניינים הסמוכים למקום ביצוע העבודות.
  - פעולת הריסת קירות תעשה במסגרת שעות העבודה הרגילות (7:00 עד 19:00).
  - קבלת אישור לעבודות לילה מהרשות המקומית הינה באחריות הקבלן, הבקשה תכלול מסמך אקוסטי שיאושר על ידי מנהל הפרויקט ונת"ע טרם הגשתו לרשויות.
- 4.2.2. בעת ביצוע העבודות על הקבלן לעמוד בדרישות הבאות:
- תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר מציוד בניה) תשל"ט. 1979 – התקנות למניעת מפגעים (מניעת רעש) תשנ"ג 1992 – ועדכון לתקנות מ. 4/2011
  - המלצות הגה"ס לגבי רעש מצטבר מאתרי בניין.
  - הוראות הגה"ס בדבר מניעת רעש בזמן ביצוע עבודות בניה, מה- 6 ביולי 2018 אגף מניעת רעש וקרינה, הגה"ס.
  - החובה לעמידה בקריטריונים לרעש ורעידות בעת עבודות ההקמה הינה על מזמין העבודה בלבד.
  - תנאי לביצוע עבודות הינו ביצוע מדידות רעש של כלי העבודה בתנאי אמת הן לרעש והן לרעידות. בהתאם לתוצאות המדידות יוחלט על האמצעי הנדרש להבטחת העמידה בקריטריון (כגון: הגבלת שעות העבודה, מיגון אקוסטי, פינוי דיירים וכו').
- 4.2.3. הנחיות למניעת מטרדי רעידות בעת ביצוע העבודה באתר:

- למניעת מפגעי רעידות ינקטו האמצעים הבאים :
  - בדיקות ניסיון של רעידות בבתים הקרובים לפני או עם תחילת עבודות בשטח.
  - ביצוע סקר מבנים.
  - במקרים של תלונות על רעידות יבוצעו בדיקות מדגמיות של הרעידות במהלך עבודות.
  - כלל העבודות יעמדו בתקן הרעידות הגרמני DIN4150 חלק 2, "רעידות במבנים - השפעה על בני אדם במבנים". במידה וימצא בבדיקות כי קיימת חריגה מהתקן, ינקטו אמצעים עפ"י חו"ד אקוסטיקאי למניעת / מיתון הרעידות כך שיעמדו בדרישות התקן.

#### 4.3 מניעת מפגעי אבק

- למניעת פיזור והסעת אבק מאתר ההתארגנות על הקבלן לנקוט באמצעים הבאים :
- א. טרם תחילת העבודות, האתר יגודר בקיר גדר / גדר אטומה.
  - ב. שפיכת חומר למשאיות, מהמחפר תיעשה בגובה נמוך ככל הניתן.
  - ג. שטיפת צמיגי המשאיות היוצאות ממתחם העבודה להסרת בוץ ו/או אבק. במידת הצורך יותקנו באתר אמצעים לשטיפת צמיגי כלי הרכב היוצאים.
  - ד. כיסוי משאיות להובלת עפר או פסולת בניין אל מחוץ לאתר ביריעות מתאימות ומהודקות.
  - ה. הגבלת מהירות נסיעה בתחום האתר ל-15 קמ"ש. באתר יוצב שילוט להגבלת מהירות הנסיעה.
  - ו. במידה ויצטבר אבק ועפר על הדרכים מחוץ לאתר, הקבלן יהיה אחראי לאיסופו תוך 48 שעות. ניתן לעשות שימוש בטיאוס דרכים.
  - ז. תבוצע הרטבה של דרכים פנימיות בלתי סלולות באתר, בעת תנועה משמעותית של כלי רכב.

#### 4.4 מניעת מפגעי אסבסט

בעת חישוף התשתיות לפני העתקה על הקבלן לוודא כי התשתיות אינן מורכבות מחומרים המכילים אסבסט. במידה ונמצא חומר החשוד כמכיל אסבסט (כגון אסבסט פריך, או אסבסט צמנט), על הקבלן המבצע לידע את נת"ע ואת הות"ל ולפעול על פי החוק למניעת מפגעי אסבסט ואבק מזיק, התשע"א – 2011, הכולל, בין היתר, פניה לקבלן אסבסט מורשה ע"י המשרד להגנת הסביבה, לקבלת היתר לעבודה ופינוי אסבסט על פי הדין. מרגע גילוי האסבסט עד לקבלת ההיתר ולפינוי יש לתחום את השטח בו מצוי האסבסט ולבצע הרטבה.

#### 4.5 פינוי עודפי חפירה

##### 4.5.1 פסולת בניין (אורגנים, אספלט, בטון וכיו"ב)

- פסולת בניין תיערם ותאוחסן בהיקפים קטנים ככל הניתן. פינוי הקרקע המיועדת לפינוי מאתר העבודה יעשה באמצעות משאיות באופן יומיומי. עירום זמני של פסולת בניין יהיה בצורה מסודרת ומוגבלת, בשטח שיוקצה לכך באתר.
- הקבלן יכין ויגיש למנהל המקטע דו"ח סילוק חומרי חפירה ופסולת על פי הפורמט של נת"ע ויצרף תעודות משלוח.
- הקבלן יפנה פסולת בניין, אך ורק לאתרים שאושרו מבעוד מועד ע"י מנהל המקטע מטעם נת"ע. הטיפול / מחזור / הטמנה יבוצעו על פי תכנית ניהול הסביבה שתאושר ע"י נת"ע ותכלול אישור יעדי הפינוי ע"י נת"ע ומנהל הפרויקט, והגשת דיווח חודשי הכולל תעודות משלוח ותעודות קליטה מהיעד.
- גובה הערימות לא יעבור את גובה הגדר המקיפה.

##### 4.5.2 טיפול בקרקע מזוהמת

- יבוצע דיגום קרקע בהתאם לתכנית לביצוע סקר הקרקע במקטע G1 המאושרת. הדיגום יבוצע בהתאם להנחיות המשרד להג"ס.
- במידה ותמצא קרקע מזוהמת במהלך העבודות, יש ליידע את נת"ע, מנהל הפרויקט ויועץ הסביבה של הות"ל. הקרקע תיחפר מהאתר ותפונה ליעד קליטה מאושר בהתאם לרמת הזיהום שתימצא בה בבדיקות מעבדה שיערכו, באישור נת"ע והמשרד להגה"ס ובהתאם לאישור מנהל שיינתן. פינוי הקרקע ייעשה ע"י קבלן מאושר.

#### 4.5.3 סילוק עודפי עפר נקיים

- באחריות הקבלן לפנות עודפי עפר נקיים אך ורק לאתרים מורשים, על ידי קבלני עפר מאושרים. הקבלן רשאי לנצל קרקע שאינה מזוהמת ולמצוא יעדים מאושרים הנדסית בהם ניתן לעשות בקרקע זו שימוש חוזר באישור מנהל הפרויקט ונת"ע.
- טרם תחילת הפינוי, הקבלן יגיש לאישור מנה"פ ונת"ע יעדים ואת אופן המעקב על קליטת הקרקע באתרים מוסדרים במסגרת תכנית ניהול הסביבה.
- אופן המעקב יבטיח התאמה בין הכמות שיוצאת מהאתר לכמות הנקלטת ביעד ודיווח בדו"ח חודשי שיועבר למנהל הפרויקט.

#### 4.5.4 פסולות אחרות

- א. במידה ובעת עבודות פינוי וניקוי השטח תתגלה פסולת בשטח העבודות, יש לערום אותה בנפרד מסוגי חומרים אחרים ולפנותה לאתר פסולת מורשה.
- ב. בהתאם לצורך יזמין מנהל הביצוע פינוי לפסולת שהצטברה או במועד שנקבע לפינוי פסולת הבניין.
- ג. מנהל הביצוע יודא כי העובדים, הספקים וקבלני המשנה הנכנסים לאתרי העבודות יכירו אמצעים אלו ויפעלו על פיהם.
- ד. חל איסור מוחלט על שפיכת או זריקת פסולת ו/או כל חומר מזהם אחר אל מחוץ לאתר העבודות שלא עפ"י הדין. הנ"ל כולל איסור על שפיכת פסולת או עפר מכל סוג שהוא אל מחוץ לשטח המוגדר לפרויקט.
- ה. מערך הפסולת המעורבת (שאינה פסולת בניין):  
זרמי פסולת יופרדו ככל הניתן ויעשה בהם שימוש חוזר ככל הניתן. על הקבלן להפריד לזרמי הפסולת הבאים:

(1) פסולת ביתית (תוצאה משהיית עובדים באתר, מזון וכד')

(2) פסולת בניין

(3) פסולת ברזל

(4) פסולת עץ

(5) פסולת אריזות

#### 4.7 נגישות ותפקוד הרחוב

- א. בכל עת תשמר גישה פנויה למדרכות וישמרו מעברים להולכי הרגל בסביבת העבודה כפי שמוגדרות בתשריטי חבילת הביצוע. לקראת תום העבודות במסגרת חבילת הביצוע יבוצעו שיפורים בגישות בהתאם לתשריט המצב הסופי של חבילת הביצוע, כחלק מההכנות לשלבים הבאים של העבודות, שאינם נכללים בחבילת העבודה הנוכחית.
- ב. תאורת הרחוב תתוגבר בקטע שבו גדר אתר העבודה סמוכה למדרכה בה עוברים הולכי רגל באופן שלא יפריע לתושבים הגרים בבתי מגורים הסמוכים.



#### 4.10 אתרי התארגנות

- א. אתרי התארגנות יגודרו בגדר זמנית אטומה.
- ב. מתקני תדלוק זמנים במידה ויידרשו יהיו בעלי משטחים אטומים המנוקזים למפריד דלקים, בהתאם לתקנות המים (מניעת זיהום מים) (תחנות דלק) 1997. דלקים ושמנים יאוחסנו במכלים אטומים על גבי מאצרות לפי דרישות התקנות.
- ג. אתר ההתארגנות יחובר לרשת החשמל. גנרטור חירום באם יידרש, יושתק בהתאם להנחיות אקוסטיקאי ויוצב על גבי מאצרה תקנית.
- ד. עודפי בטון ממערבלים ירוקנו בנקודות ייעודיות שיסומנו ויוכשרו לצורך כך באתרי ההתארגנות; הפסולת מנקודות האיסוף תפונה מעת לעת בהתאם לצורך לאתר מורשה למיחזור פסולת בניין.
- ה. מחנה הקבלן יחובר לרשת הביוב המקומית. במידה ואין אפשרות לחיבור לרשת הביוב, יקבע, באישור מפקח הות"ל, פתרון על בסיס איסוף שפכים סניטריים למיכל אטום וסילוקם בבית ע"י קבלן מורשה.
- ו. אתר ההתארגנות יפורק ויפונה עם סיום העבודות. הפסולת תפונה לאתרים מורשים, והשטח ישוקם ויוחזר לקדמותו.

#### 4.9 כללי

- א. במקרה של תלונות על מטרדי רעש, רעידות, אבק וכו', יש לתת מענה מידי לתלונות הציבור, בתאום עם אגף קשרי קהילה בנת"ע והרשות לאיכות הסביבה בעירייה.
- ב. הקבלן, בתיאום מנהל המקטע ומפקחיו יפעיל מנגנון של קשרי קהילה אשר יעבוד בתיאום עם מוקד נת"ע במטרה ליידע הציבור, השכנים והמוקד העירוני מראש על כל פעולה העלולה להוות מפגע ולטפל בתלונות. במקרים יוצאי דופן בהם תידרש פעילות חריגה העשויה לגרום להשפעות סביבתיות על הסביבה הקרובה והרחוקה. תוכן ההודעות לציבור / לתושבים ומנגנון היידוע יקבע מראש ויאושר על ידי נת"ע.



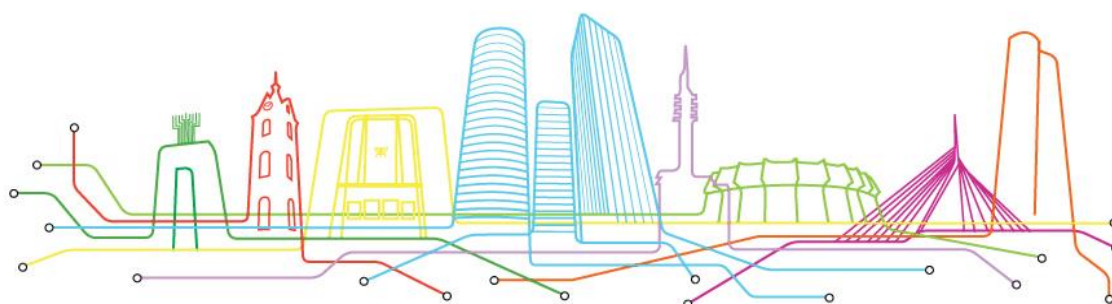


# הקו ירוק מקטע דרומי-G14- תיק חישוב מפורט לעמודי תאורה

ינון תכנון ייעוץ ומחקר

ספטמבר 2020

מנהל	תאריך	נערך ע"י (שם וחתימה)	מבוקר ע"י (שם וחתימה)	אושר ע"י (שם וחתימה)
02	13.09.20	אוריאל נתיב	ד"ר חאזם מדאח	דודו סטרוביניץ



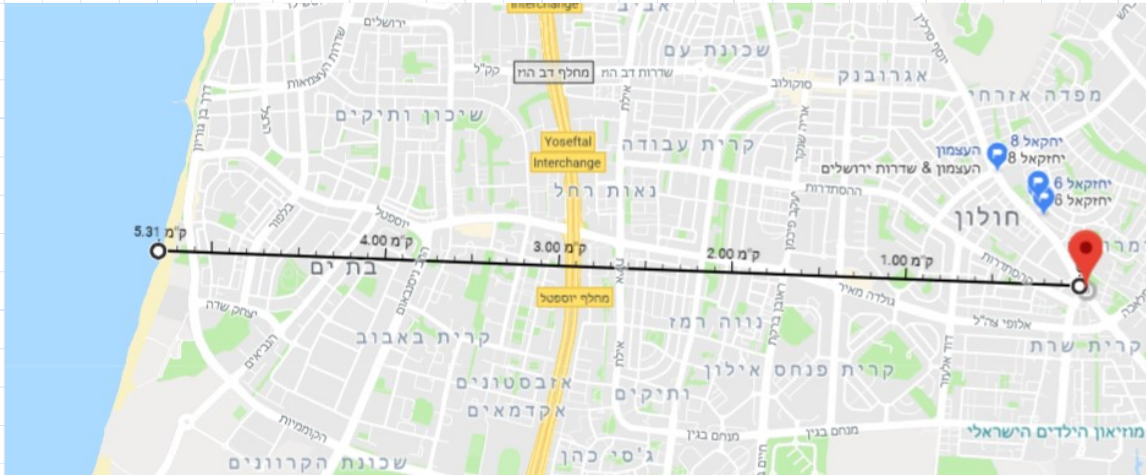
נתיבי תחבורה עירוניים להסעת המונים בע"מ

הרוקמים 26 חולון, 5885839 ישראל | מרכז עזריאלי, בניין A | טל. 03-7243000 | פקס. 03-7243001 | nta@nta.co.il

עמודי תאורה  
ביסוס עמוד תאורה 12 מטר  
תכנון לפי עומסי רוח

מהירות רוח בסיסית:

$$V_b := 30 \frac{m}{s}$$



טבלה 5.1 - דרגות חספוס פני השטח ומקדמי האפיון

דרגת החספוס	אופי פני השטח	$k_r$	$z_0$ (מ')	$z_{min}$ (מ')
0	ים פתוח ושטחי חוף הפתוחים לכיוון הים	0.156	0.003	1.0
I	אגמים ושטח מישורי ישר, עם צמחייה זניחה וללא מכשולים	0.170	0.01	1.0
II	שטחים חקלאיים פתוחים עם מכשולים מעטים, כגון גדרות, שיחים, עצים, מבנים קטנים פזורים	0.190	0.05	2.0
III	פרוורי ערים, אזורי תעשייה ואזורי יערות	0.215	0.3	5.0
IV	שטחים עירוניים, שבהם לפחות 15% מהשטחים כוללים בניינים שגובהם הממוצע 15 מ' לפחות	0.234	1.0	10.0

$$Z_{min} := 5 \text{ m}$$

$$Z_0 := 0.3 \text{ m}$$

$$k_r := 0.215$$

צפיפות האוויר:

$$\rho := 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

לחץ ייחוס בסיס של הרוח:

$$q_b := \frac{\rho \cdot V_b^2}{2} = 0.563 \frac{kN}{m^2}$$

גובה העמוד:

$$l := 12 \text{ m}$$

מקדם חספוס פני השטח:

$$C_r := k_r \cdot \ln\left(\frac{l}{Z_0}\right) = 0.793$$

המקדם המבני:

$$CsCd := 1$$

מקדם הטורבלנטיות:

$$k_t := 1$$

מקדם האורוגרפיה:

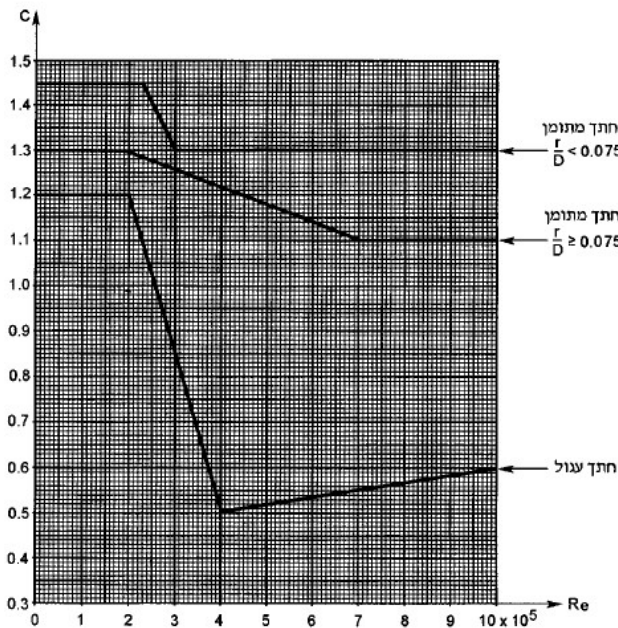
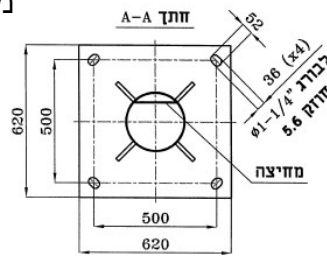
$$C_0 := 1$$

מקדם חשיפה:

$$C_e := C_r^2 \cdot C_0^2 \cdot \left(1 + \frac{7 \cdot k_t}{C_0 \cdot \ln\left(\frac{l}{Z_0}\right)}\right) = 1.823$$



מקדם צורה (מקדם הלחץ):



הערות לציור:

Re הוא מספר רינולדס המחושב לפי תנוסחה:

$$Re = \frac{D \times V(z)}{\nu} \quad (6)$$

שבה:

D - קוטר העמוד במרכז הקטע (מ')

$$V(z) = 1.26 \sqrt{\frac{q(z)}{\delta \times \beta}} \quad (7)$$

ניתן לחשב את מהירות הרוח V(z) גם לפי התנוסחה:  $V(z) = V \sqrt{M_1 \times M_2}$  שבה:

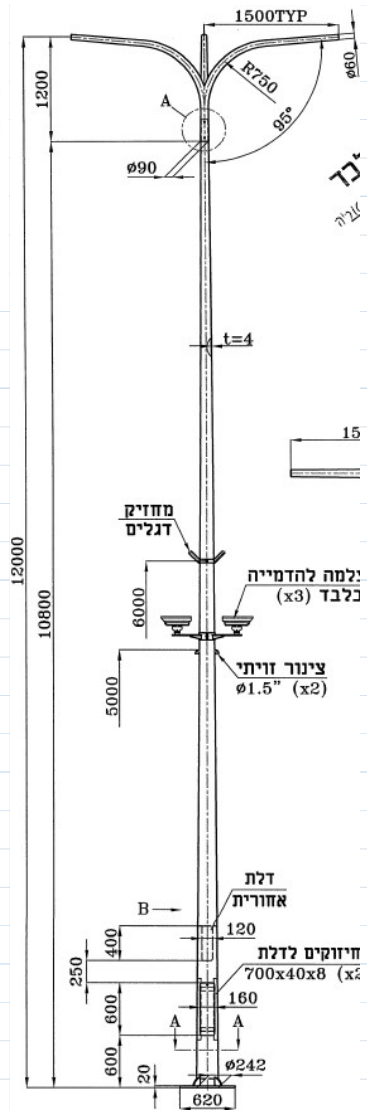
V - המהירות הבסיסית של הרוח (מ' לשנייה)

ν - צמיגות קינמטית של האוויר בטמפרטורה 20°C,  $\nu = 15.1 \times 10^{-6}$  (מ"ר לשנייה)

ציור 15 - מקדם צורה C (C<sub>b</sub>, C<sub>c</sub>) לחתכים עגולים ומתומנים

$$P_{sw} := 3.5 \text{ kN}$$

$$E := 205000000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



$$D := 16.6 \text{ cm}$$

$$t := 0.004 \text{ m}$$

$$I := \frac{D^4 - (D - 2 \cdot t)^4}{64} \cdot \pi$$

$$d1 := \frac{0.242 \text{ m}}{2}$$

$$d2 := \frac{0.09 \text{ m}}{2}$$

$$W := \int_0^l \left( \frac{\left( \frac{d2-d1}{l} \cdot x + d1 \right)^2}{2} - \frac{\left( \frac{d2-d1}{l} \cdot x + d1 - 2 \cdot t \right)^2}{2} \right) \cdot \pi \cdot 78 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} dx = 1.858 \text{ kN}$$

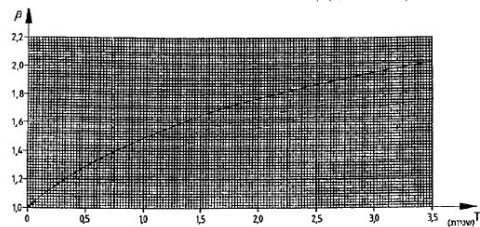
$$n := \frac{1.732}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{(P_{sw} - W) \cdot l^3 + 0.236 \cdot \frac{W}{l} \cdot l^4}} = 0.533 \frac{1}{s}$$

$$T := \frac{1}{n} = 1.877 \text{ s}$$

$$\beta := 1.7$$

δ - מקדם סבירות החשיפה;  
 ככל שהעמוד גבוה יותר, קטנה הסבירות שהעומס המרבי שהחישוב מתבסס עליו יפעל על כל שטח העמוד.  
 קובעים את הערך δ כפונקציה של הגובה הנומינלי של העמוד, לפי תנוסחה:  

$$\delta = 1 - 0.01h \quad (2)$$
  
 שבה:  
 h - הגובה הנומינלי (מ')  
 β - מקדם התנהגות הדינמית של העמוד;  
 המקדם β הוא פונקציה של התקופה הטבעית  $T^{(0)}$ .  
 קובעים את הערך β לפי ציור 14.



ציור 14 - מקדם ההתנהגות הדינמית של עמוד פלדה (β)

הערך T (בשניות) ייקבע בחישוב או בניסוי. בחישוב יש להביא בחשבון את השפעת העמוד, הזרזות וגופי התאורה.

$$R_e := 1.26 \frac{\text{m}^2}{s \cdot \sqrt{\text{kN}}} \cdot \sqrt{qb \cdot k_r \cdot \ln\left(\frac{l}{Z_0}\right) \cdot C_r^2 \cdot C_0^2 \cdot \frac{\left( \frac{(1 + 7 \cdot k_t)}{C_0 \cdot \ln\left(\frac{l}{Z_0}\right)} \right)}{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot l) \cdot \beta}} \cdot D = 8.835 \cdot 10^3$$

$$15.1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{s}$$

ע"פ הנתונים שנמסרו ממתכנן חשמל, אין התייחסות לשלטים

לפי ציור 15  $cf := 1.2$

$$Fc1 := \int_0^{Z_{min}} \left( k_r \cdot \ln \left( \frac{Z_{min}}{Z_0} \right) \right)^2 \cdot (C_0)^2 \cdot \left( 1 + 7 \cdot \frac{k_t}{C_0 \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right)} \right) \cdot \frac{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot x)}{\text{m}} dx$$

$$Fc2 := \int_{Z_{min}}^l \left( k_r \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right) \right)^2 \cdot (C_0)^2 \cdot \left( 1 + 7 \cdot \frac{k_t}{C_0 \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right)} \right) \cdot \frac{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot x)}{\text{m}} dx$$

$$Fc3 := 3 \text{ m} \cdot 0.06 \text{ m} \cdot C_e \cdot cf \cdot qb \cdot \beta \cdot \frac{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot l)}{\text{m}} = 0.331 \text{ kN} \quad \text{גופי תאורה}$$

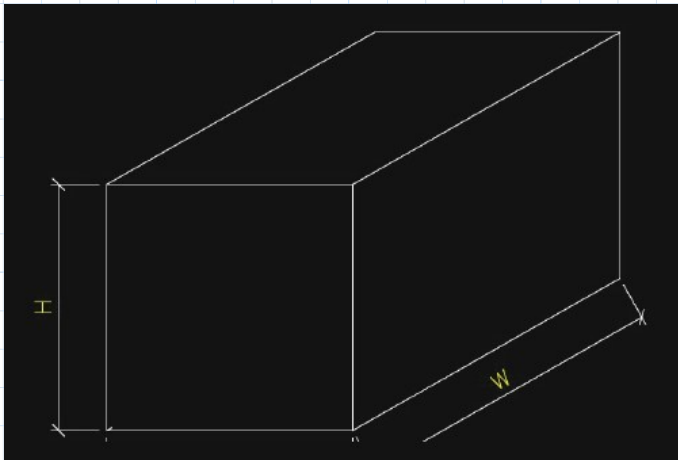
$$F := D \cdot qb \cdot cf \cdot \beta \cdot (Fc1 + Fc2) + Fc3 = 3.852 \text{ kN}$$

$$Mc1 := \int_0^{Z_{min}} \left( k_r \cdot \ln \left( \frac{Z_{min}}{Z_0} \right) \right)^2 \cdot (C_0)^2 \cdot \left( 1 + 7 \cdot \frac{k_t}{C_0 \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right)} \right) \cdot \frac{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot x)}{\text{m}} \cdot x dx = 18.825 \text{ m}^2$$

$$Mc2 := \int_{Z_{min}}^l \left( k_r \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right) \right)^2 \cdot (C_0)^2 \cdot \left( 1 + 7 \cdot \frac{k_t}{C_0 \cdot \ln \left( \frac{x}{Z_0} \right)} \right) \cdot \frac{(1 \text{ m} - 0.01 \cdot x)}{\text{m}} \cdot x dx = 87.548 \text{ m}^2$$

$$M := D \cdot qb \cdot cf \cdot \beta \cdot (Mc1 + Mc2) + Fc3 \cdot l = 24.238 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## ביסוס רדוד



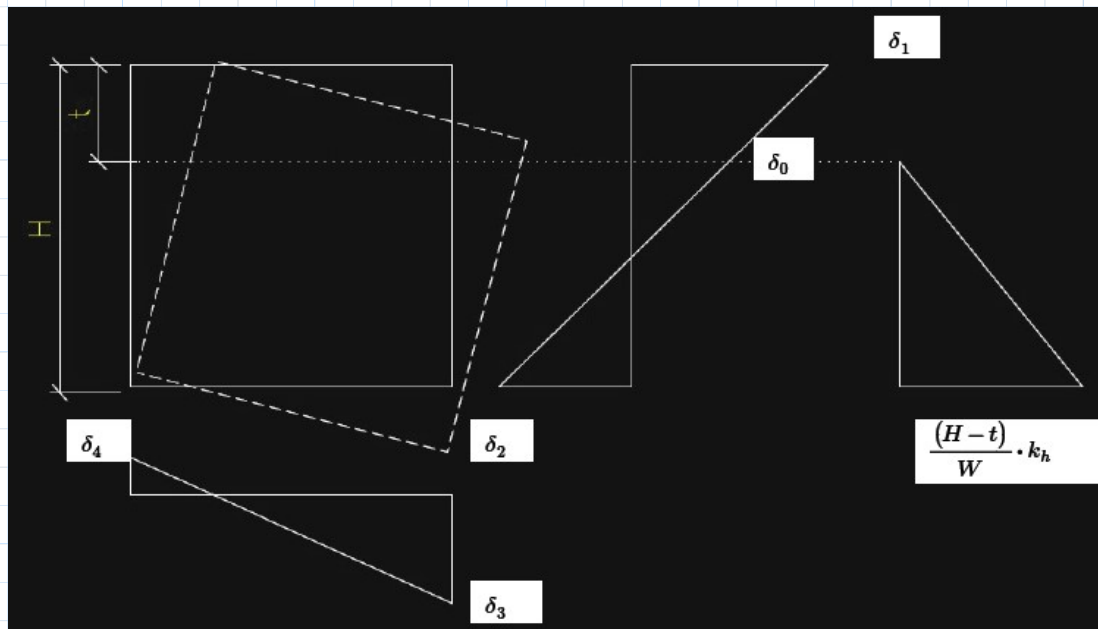
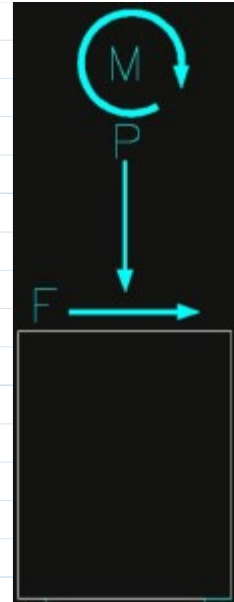
$$B := 1.55 \text{ m}$$

$$W := 1.55 \text{ m}$$

$$\rho_c := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$k_h := 10000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$t := 0.5 \text{ m}$$



הזזה מותרת בראש:

$$\delta_1 := 0.012 \text{ m}$$

הזזה אפס בקצה היסוד כדי להבטיח שקול כוחות בגרעין:

$$\delta_4 := 0 \text{ m}$$

$$H := \text{root} \left( P_{sw} \cdot \frac{B}{2} + \frac{\rho_c \cdot B^2 \cdot W \cdot h}{2} + \frac{k_h \cdot h^3}{24} \cdot \frac{\delta_1}{1.5 \cdot \frac{h}{h-t} - 0.5} - (P_{sw} + \rho_c \cdot B \cdot W \cdot h) \cdot \frac{B}{3} - M - F \cdot h, h, 0 \text{ m}, 10 \text{ m} \right) = 1.385 \text{ m}$$

מאמץ מקסימלי:

$$\sigma := \frac{(P_{sw} + \rho_c \cdot B \cdot W \cdot H)}{B \cdot W} + \frac{\left( M + F \cdot H - k_h \cdot \frac{H^3}{24} \cdot \frac{\delta_1}{1.5 \cdot \frac{H}{H-t} - 0.5} \right) \cdot \frac{B}{2}}{\frac{B^3 \cdot W}{12}} = 72.145 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

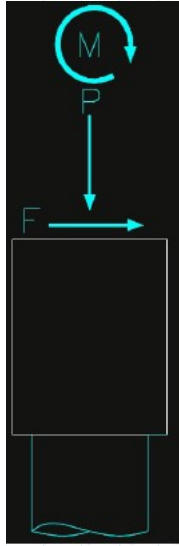
מקדם ביטחון להחלקה:

$$F.S. := \frac{\rho_c \cdot B \cdot W \cdot H \cdot 0.35}{F} = 7.557$$

מקדם ביטחון להיפוך:

$$F.S.M := \frac{P_{sw} \cdot \frac{B}{2} + \frac{\rho_c \cdot B^2 \cdot W \cdot H}{2} + \frac{k_h \cdot H^3}{24} \cdot \frac{\delta_1}{1.5 \cdot \frac{H}{H-t} - 0.5}}{M + F \cdot H} = 2.514$$

## כלונס



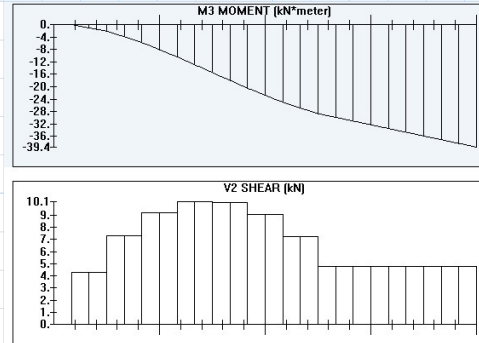
$$f_{sd} := 435000 \frac{kN}{m^2}$$

$$f_{cd} := 17500 \frac{kN}{m^2}$$

$$f_{ck} := 40000 \frac{kN}{m^2}$$

$$M_d := 40 \text{ kN} \cdot m$$

$$V_d := 10.1 \text{ kN}$$



### 5. 3. 5 תכנן מקורב של חתך עגול בכפיפה

- בהעדר חישוב מדויק יותר, מותר להניח שחתך עגול מבטון מזוין עומד במומנטי התכנן  $M_d$  שלהלן:
- כשהזיון האורכי ברכיב **מחולק בצורה אחידה** בכל היקף החתך (ציור 5.8), מורכב לפחות משישה מוטות וחתכו הכולל  $\Sigma A_s$  אינו גדול מ-  $0.03 A_g$  ואינו קטן מ-  $0.004 A_g$  (בהנחה שציר הזיון האורכי מרוחק  $d_s = 0.1 D$  מהיקף חתך הבטון, שהמרחק בין מוט לשכנו קטן מ-250 מ"מ ושמשפרם כאמור לעיל):

$$M_d = 0.265 D (\Sigma A_s f_{sd} + 0.10 A_g f_{cd}) \quad (5.19)$$

- כשהזיון האורכי ברכיב כולל **זיון מרכזי**  $A_s$  (ציור 5.8) שחתכו אינו גדול מ-  $0.01 A_g$ , (נוסף על זיון מינימלי בשיעור  $0.003 A_g$ , המחולק בצורה אחידה בכל היקף החתך, ואשר אינו מובא בחשבון בקביעת מומנטי התכנן) מותר להניח:

$$M_d = 0.75 A_s D_s f_{sd} \quad (5.20)$$

בנוסחות אלה:

$$A_g = \pi D^2 / 4 \quad \text{שטח החתך המלא של הבטון};$$

$$D_s = D - 2 d_s \quad \text{קוטר המעגל העובר דרך מרכזי מוטות הזיון האורכי.}$$

- כשקיימות שתי צורות הזיון (והזיון המחולק הוא בכמות גדולה מהזיון המינימלי המחולק הנייל), מותר לצרף את המומנטים המתקבלים משתי הנוסחות, **בניכוי** תרומתו של זיון מפורז (המחולק בצורה אחידה) בשיעור  $0.003 A_g$  מהשטח  $\Sigma A_s$  שבנוסחה (5.19).

בכל מקרה יעמוד הזיון בדרישות כיסוי הבטון (ראו פרק 6).

קוטר מוט:

$$\phi := 0.016 \text{ m}$$

$$n := 10$$

$$D := 0.6 \text{ m}$$

$$A_g := \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$A_s := \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \cdot n$$

$$\frac{A_s}{A_g} = 0.007$$

$$M_{cap} := 0.265 \cdot D \cdot (A_s \cdot f_{sd} + 0.1 \cdot A_g \cdot f_{cd}) = 217.738 \text{ kN} \cdot m$$

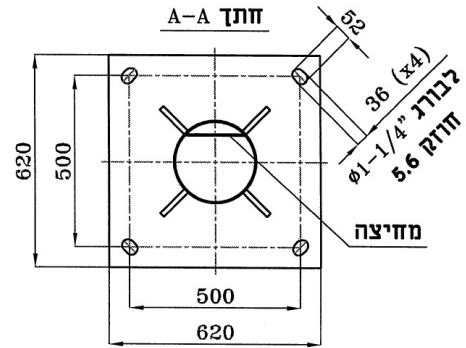
$$A_{sc} := \text{root} \left( 0.265 \cdot D \cdot (x \cdot A_s \cdot f_{sd} + 0.1 \cdot A_g \cdot f_{cd}) - M_d, x, -1 \text{ m}^2, 1 \text{ m}^2 \right) = -0.278 \text{ m}^2$$

$$V_{rdc} := 0.12 \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{0.2 \text{ m}}{0.8 \cdot \frac{D}{\sqrt{2}}}} \right) \cdot \left( 100 \cdot \frac{A_s}{A_g} \cdot 0.7 \cdot \frac{f_{ck}}{1000 \frac{kN}{m^2}} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \left( 0.8 \cdot \frac{D}{\sqrt{2}} \right)^2 = 66.23 \text{ kN}$$



## ברגים

ברגים M24 5.6



$$f_{bu} := 500000 \frac{kN}{m^2}$$

$$f_{by} := 300000 \frac{kN}{m^2}$$

$$e := 0.25 \text{ m}$$

$$\phi := 0.0254 \text{ m}$$

$$nb := 4$$

$$Abn := 353 \text{ mm}^2 = (3.53 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$$

$$I_{xb} := 4 \cdot Abn \cdot e^2 = (8.825 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^4$$

$$I_{yb} := 4 \cdot Abn \cdot e^2 = (8.825 \cdot 10^{-5}) \text{ m}^4$$

$$I_{pb} := I_{xb} + I_{yb}$$

$$V_{bd} := \frac{1.6 \cdot F}{nb} = 1.541 \text{ kN}$$

$$V_{bc} := Abn \cdot 0.62 \cdot \min(0.7 \cdot f_{bu}, f_{by}) = 65.658 \text{ kN}$$

$$V_{bc} \geq V_{bd}$$

$$T := \frac{1.6 \cdot P_{sw}}{nb} + \frac{1.6 \cdot M}{I_{xb}} \cdot Abn \cdot e = 40.181 \text{ kN}$$

$$Tb := Abn \cdot 0.77 \cdot \min(0.7 \cdot f_{bu}, f_{by}) = 81.543 \text{ kN}$$

$$\left(\frac{T}{Tb}\right)^2 + \left(\frac{V_{bd}}{V_{bc}}\right)^2 = 0.243$$

## כלונס זיזי

$$D := 0.6 \text{ m}$$

$$L := 10 \text{ m}$$

### נתונים לתכן כלונסאות חרסית

חוזק לגזירה מהירה:

$$c_{uc} := 10 \frac{kN}{m^2}$$

זווית חיכוך:

$$\phi_c := 0$$

מקדם פאסיבי:

$$k_{pc} := 2.75$$

משקל מרחבי:

$$\gamma_c := 20 \frac{kN}{m^3}$$

מאמץ חיכוך בלחיצה:

$$q_{sc} := 20 \frac{kN}{m^2}$$

מאמץ חיכוך בשליפה:

$$q_{stc} := 13.33 \frac{kN}{m^2}$$

מאמץ קצה מותר:

$$\sigma := 500 \frac{kN}{m^2}$$

### נתונים לתכן כלונסאות חול

חוזק לגזירה מהירה:

$$c_{us} := 0 \frac{kN}{m^2}$$

זווית חיכוך:

$$\phi_s := 34$$

מקדם פאסיבי:

$$k_{ps} := 3.5$$

משקל מרחבי:

$$\gamma_s := 19 \frac{kN}{m^3}$$

מאמץ חיכוך בלחיצה:

$$q_{sc} := 20 \frac{kN}{m^2}$$

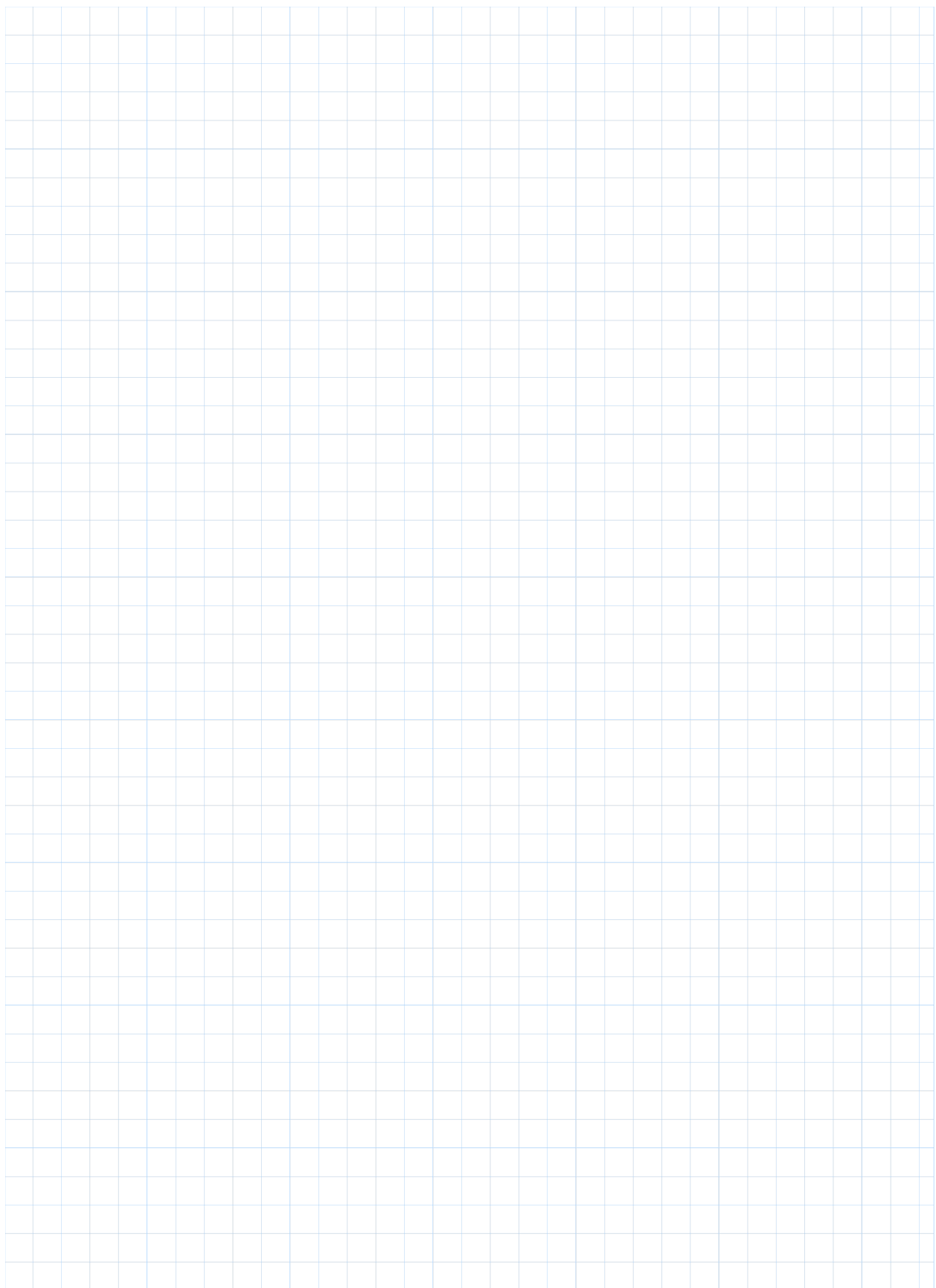
מאמץ חיכוך בשליפה:

$$q_{stc} := 13.33 \frac{kN}{m^2}$$

מאמץ קצה מותר:

$$\sigma := 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$P_{uc} := \frac{3 \cdot D \cdot c_{uc} \cdot \left(1 + 0.13 \cdot \frac{Z}{1 \text{ m}}\right) \cdot 0}{1}$$



## חישוב ברזל בקיר

$$M_{dx} := 39.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_y := 5.5 \text{ kN}$$

$$f_{sd} := 435 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := 17.4 \text{ MPa}$$

$$\rho_{min} := 0.0013$$

$$\rho_{min\_crack} := 0.002 \quad \text{לפי ת"י 446 חלק 2-זיון לסדיקה}$$

$$M_{ser} := 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{ax} := 0 \text{ kN}$$

$$h := 50 \text{ cm}$$

$$b_w := 100 \text{ cm}$$

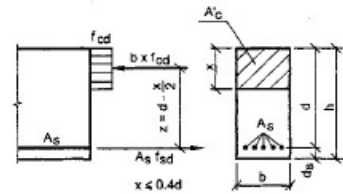
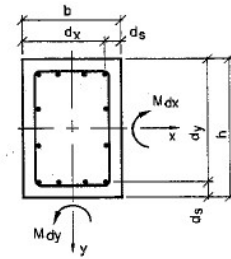
$$c := 5.5 \text{ cm}$$

$$\phi := 16 \text{ mm}$$

$$\phi_s := 10 \text{ mm}$$

$$n_x := 6.667$$

קוטר חישוק



$$d_s := c + \phi_s = 6.5 \text{ cm}$$

$$d_y := h - d_s - \frac{\phi}{2} = 0.427 \text{ m}$$

$$A_g := b_w \cdot h = 0.5 \text{ m}^2$$

$$n := 2 \cdot n_x = 13.334$$

כמות מוטות בחתך

5.3.1.2. זיון מינימלי לכפיפה בכיוון Y  
חתך מלבני בלא זיון לחוץ

$$\omega_x := 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{dx}}{b_w \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}} = 0.012$$

5.9 (עמ' 45)

$$z_y := \min \left( \left( 1 - \frac{\omega_x}{2} \right) \cdot d_y, 0.95 d_y \right) = 0.406 \text{ m}$$

5.3 (עמ' 43, 45)

$$A_{sx\_calc} := \frac{M_{dx}}{z_y \cdot f_{sd}} = 2.233 \text{ cm}^2$$

$$a_{sx} := \frac{A_{sx\_calc}}{n_x} = 0.335 \text{ cm}^2$$

5.3 (עמ' 43)

$$A_{sx\_min} := \rho_{min} \cdot b_w \cdot d_y = 5.551 \text{ cm}^2$$

$$A_{sx\_act} := a_{sx} \cdot n_x = 13.405 \text{ cm}^2$$

5.4 (עמ' 44)

## 5.7. תכן לגזירה

### 5.7.2 רכיב שלא נדרש בו זיון מחושב לגזירה

$$\begin{aligned}\alpha &:= 90^\circ & f_{ck} &:= 40 \text{ MPa} & \text{טבלה 3.3 עמ' 30 בתקן זה} \\ \theta &:= 45^\circ & f_{sk} &:= 500 \text{ MPa} & \text{טבלה 3.13 עמ' 37 בתקן זה} \\ s_v &:= 30 \text{ cm} & & & \text{צפיפות חישוקים} \\ n_v &:= 6 & & & \text{ענפי חישוקים בחתך הנבדק}\end{aligned}$$

$$A_{s_{act}} := 2 \cdot A_{x_{act}} = 26.81 \text{ cm}^2$$

$$A_g := b_w \cdot h = 0.5 \text{ m}^2$$

$$d := h - d_s = 0.435 \text{ m}$$

$$K := \min \left( 2, \left( 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} \right) \right) = 1.678$$

5.51 (עמ' 60)

$$\rho := \min \left( 0.02, \frac{A_{s_{act}}}{b_w \cdot d} \right) = 0.006$$

5.52 (עמ' 60)

$$\sigma_{cp} := \min \left( \frac{N_{ax}}{A_g}, 0.2 \cdot f_{cd} \right) = 0 \text{ MPa}$$

5.53 (עמ' 60)

$$V_{Rdc} := \left( 0.12 K \cdot \sqrt[3]{100 \rho \cdot 0.7 \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}} \cdot \text{MPa} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = 226.4 \text{ kN}$$

5.48 (עמ' 59)

$$V_{Rdc} := \max \left( V_{Rdc}, \left( 0.035 \cdot K^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt[2]{\left( 0.7 \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right) \cdot \text{MPa} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right) \cdot b_w \cdot d \right) = 226.4 \text{ kN}$$

5.49 (עמ' 59)

$$V_{Rdc} := \max (V_{Rdc}, 0) = 226.4 \text{ kN} \quad \square \geq \square \quad V_y = 5.5 \text{ kN}$$

5.50 (עמ' 59)

$$V_{Rd_{max}} := 0.3 \cdot \left( 1 - 0.7 \cdot \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d = 2016.4 \text{ kN} \quad \square > \square \quad V_y = 5.5 \text{ kN}$$

5.54 (עמ' 61)

### 5.7.3 רכיב שנדרש בו זיון מחושב לגזירה

$$z_y = 0.4 \text{ m}$$

עמ' 62

$$V_{Rd_{max}} := 0.6 \cdot \left( 1 - 0.7 \cdot \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) \cdot f_{cd} \cdot h \cdot z_y \cdot \left( \cot(\theta) + \cot(\alpha) \cdot \sin(\theta)^2 \right) = 1880.3 \text{ kN}$$

5.56 (עמ' 61)

$$A_{sv} := \frac{\pi \cdot \phi_s^2}{4} \cdot n_v = 4.7 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd_s} := \frac{1}{s_v} \cdot A_{sv} \cdot z_y \cdot f_{sd} \cdot \left( \cot(\theta) + \cot(\alpha) \right) \cdot \sin(\alpha) = 277.2 \text{ kN} \quad \square > \square \quad V_y = 5.5 \text{ kN}$$

5.55 (עמ' 61)

## בדיקת רוחב סדק

$$M_{ser} = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

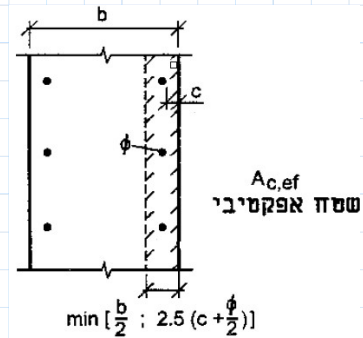
$$\rho_{min} = 0.0013$$

$$f_{ctm} = 2.8 \text{ MPa}$$

$$E_s := 200 \cdot 10^3 \text{ MPa} \quad \text{עמ' 33}$$

$$d := h - c - \frac{\phi}{2} = 0.437 \text{ m}$$

$$A_s := A_{x_{act}} = 13.4 \text{ cm}^2$$



$$\omega_x := 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ser}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} = 0.008$$

5.9 (עמ' 45)

$$z := \min \left( \left( 1 - \frac{\omega_x}{2} \right) \cdot d, 0.95 d \right) = 0.415 \text{ m} \quad x := \min (0.4 \cdot d, 2 (d - z)) = 4.37 \text{ cm} \quad \text{(עמ' 45, 43)}$$

$$W_g := \frac{h^2 \cdot b_w}{6} = 0.042 \text{ m}^3$$

6.3.1.1 חישוב המאמצים בחתך הסדוק

$$M_r := W_g \cdot f_{ctm} = 116.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.7 (עמ' 91)

$$\sigma_s := \frac{M_{ser}}{0.87 \cdot d \cdot A_s} = 49.1 \text{ MPa}$$

6.5 (עמ' 91)

$$\sigma_{sr} := \frac{M_r}{0.87 \cdot d \cdot A_s} = 228.9 \text{ MPa}$$

6.6 (עמ' 91)

6.3.1 חישוב רוחב הסדק

$$\beta_1 := 1 \quad \text{מוטות מצולעים}$$

$$\beta_2 := 0.5 \quad \text{העמסה ממושכת או מחזורית}$$

$$\varepsilon_{sm} := \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left( 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right) = -0.002$$

6.2 (עמ' 89)

$$K_3 := 0.8 \quad \text{מוטות מצולעים}$$

$$K_4 := 0.5 \quad \text{בכפיפה}$$

עמ' 90 - מקדמים

$$A_{c_{ef}} := b_w \cdot \min \left( \frac{h}{2}, 2.5 \cdot \left( c + \frac{\phi}{2} \right) \right) = 0.158 \text{ m}^2$$

ציור 6.1 (עמ' 90)

$$\rho_r := \frac{A_s}{A_{c_{ef}}} = 0.009$$

$$s_{rm} := 50 \text{ mm} + 0.25 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_r} = 23.799 \text{ cm}$$

6.3 (עמ' 90)

$$\beta_r := 1.3 \quad \text{מקדם התאמה}$$

עמ' 89

$$W_k := \beta_r \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_{rm} = -0.75 \text{ mm}$$

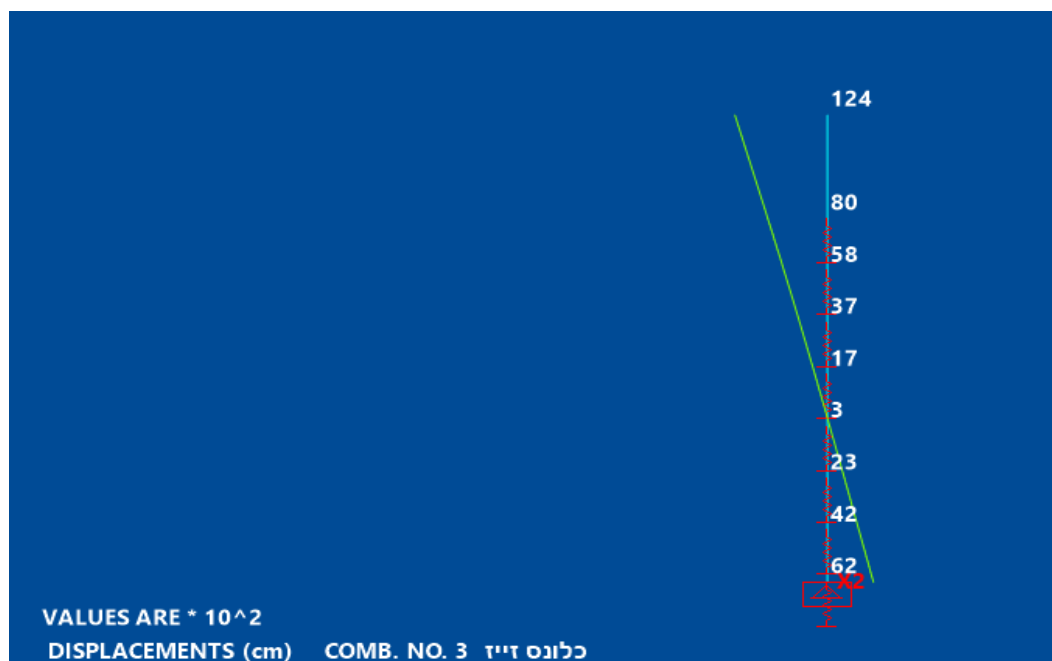
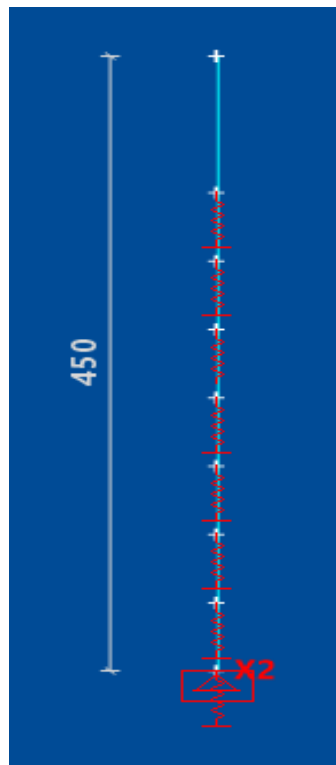
6.1 (עמ' 89)

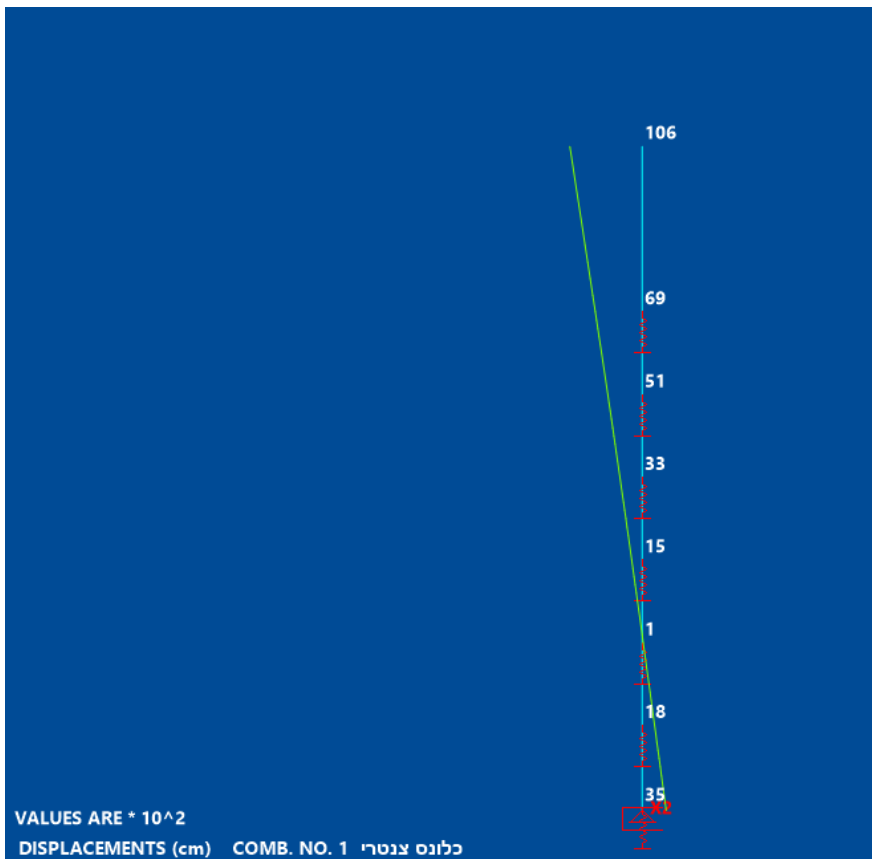


## תזוזה בראש כלונס –ביסוס עמודי תאורה:

על מנת להבטיח תפקוד ראוי של עמוד התאורה הוחלט להגביל את תזוזת ראש הכלונס ל1.25 ס"מ

העומס שמודל בראש הכלונס מודל עם מקדם ביטחון של 3 לפי ת"י 940 .







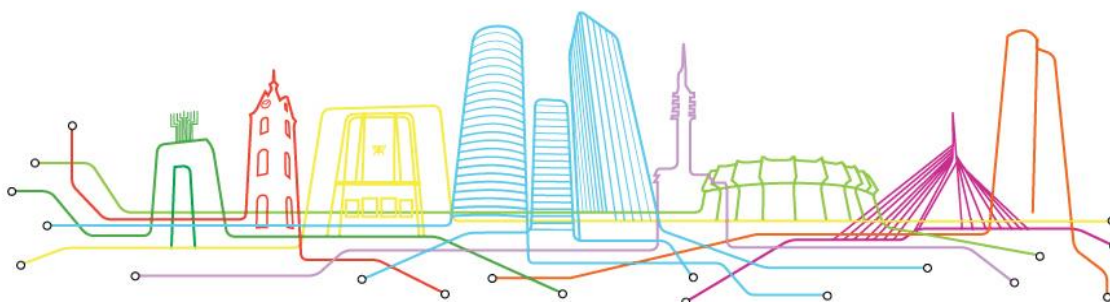
# הקו ירוק מקטע דרומי-G14-

תיק חישוב מפורט לקירות גדר, קירות  
רגל וקירות דיפון

ינון תכנון ייעוץ ומחקר

מרץ 2020

אשר ע"י (שם וחתימה)	מבוקר ע"י (שם וחתימה)	נערך ע"י (שם וחתימה)	תאריך	מהדורה
דודו סטרוביניץ	ד"ר חאזם מדאח	יונתן גולן	01.03.20	00



נתיבי תחבורה עירוניים להסעת המונים בע"מ

הרוקמים 26 חולון, 5885839 ישראל | מרכז עזריאלי, בניין A | טל. 03-7243000 | פקס. 03-7243001 | nta@nta.co.il



## תוכן עניינים

2.....	רשימת איורים
2.....	רשימת טבלאות
2.....	פרמטרים לתכנון
2.....	תקנים בשימוש
3.....	חומרים בשימוש
3.....	תוכנות בשימוש
4-6 .....	הנחיות ביסוס
7-13 .....	גאומטריה
14-15.....	תכנון קיר חתך מטיפוס 4
16-18.....	תכנון קיר חתך מטיפוס 5
19-23.....	תכנון קיר חתך מטיפוס 6
23-30.....	תכנון קיר חתך מטיפוס 5

## רשימת איורים

7.....	איור 1 – תנוחה-תנוחה קיר גדר-טיפוס 3
7.....	איור 2 – פריסה קיר גדר-טיפוס 3
8.....	איור 3 – חתך קיר גדר טיפוס 3
9.....	איור 4 – תנוחה-טיפוס 4-5 – קירות רגל
9.....	איור 5 – פריסה אופיינית-טיפוס 4-5 – קירות רגל
10.....	איור 6 – חתך אופייני קירות 4-5 קירות רגל
11.....	איור 7 – קיר דיפון מדיפוס 6 -תנוחה
11.....	איור 8 – קיר דיפון מטיפוס 6-פריסה
12.....	איור 9 – קיר דיפון מטיפוס 6-תנוחה

## רשימת טבלאות

3.....	טבלה 1 - תכונות מכניות של הבטון
3.....	טבלה 2 - תכונות מכניות של פלדת הזיון

## פרמטרים לתכנון

### תקנים בשימוש

1. ת"י 1 על חלקיו – צמנט
2. ת"י 26 על חלקיו – בדיקות בטון
3. ת"י 109 – משקלים של חומרי בנייה ושל חלקי מבנה



4. ת"י 118 – בטון: דרישות, תפקוד וייצור
5. ת"י 896 על חלקיו – מוספים לבטון ולדייס
6. ת"י 4466 על חלקיו – פלדה לזיון בטון
7. ת"י 412 – עומסים במבנים
8. ת"י 414 – עומסים אופייניים בבניינים
9. ת"י 466 על חלקיו – חוקת הבטון
10. ת"י 789 – סטיות בבניינים: סטיות מותרות בעבודות בנייה
11. ת"י 904 על חלקיו – טפסות לבטון
12. ת"י 940 על חלקיו – תכן גאוטכני: גאוטכניקה וביסוס בהנדסה אזרחית
13. ת"י 1225 חלק 1 – חוקת מבני פלדה
14. ת"י 1227 חלקים 1 (עומסי רכב) ו-2 (עומסי רכבת).

### חומרים בשימוש

1. בטון בחוזק ב-40:

סוג/פרמטרים	חוזק תכן - $f_{cd}$ [מגפ"ס]	מודול אלסטיות [מגפ"ס]	משקל מרחבי [טון למ"ק]
ב – 40	17.4	28200	2.5

טבלה 1 - תכונות מכניות של הבטון

2. פלדת זיון מצולעת:

סוג/פרמטרים	חוזק אופייני - $f_{sk}$ [מגפ"ס]	חוזק תכן - $f_{sd}$ [מגפ"ס]
פ – 400, פ – 400 W	400	350

טבלה 2 - תכונות מכניות של פלדת הזיון

### תוכנות בשימוש

לצורך החישוב הסטטי ותכן המבנה נעשה שימוש במספר תוכנות:

1. Microsoft Excel – תוכנת גיליון אלקטרוני לחישובים כללים.
2. STRAP – תוכנת אלמנטים סופיים לפתרון מבנים
3. LARIX – תוכנה לחישוב קירות
4. GALA – תוכנה לחישוב חתכים

## הנחיות ביסוס

### 2.3 פרמטרי הקרקע לצרכי תכנון

בהסתמך על חקירת השתית שבוצעה, טבלה 2 להלן מציגה את פרמטרי הקרקע המומלצים לצרכי תכנון עבור היחידות הגיאוטכניות השונות:

טבלה 2: פרמטרי קרקע לצרכי תכנון

פרמטר	יחידות	חרסית	חול	מילוי נברר מהודק
זווית חיכוך	מעלות	25	34	36
קוהזיה	קפ"ס	0	0	0
משקל מרחבי	ק"נ/מ"ק	20	19	21
מודול אלסטיות	מגפ"ס	30	60	80

### 3 סיכונים סיסמיים

תוואי המסילה ממוקם באזור בו תאוצת התכן לפי ת"י 413 הנו  $Z=0.06g$  (לפי הסתברות של 10% בחמישים שנה). עפ"י תוצאות בדיקות השדה (SPT) ניתן לסווג את השתית כ-D לצורך פיתוח ספקטרום התגובה.

המקטע הנדון, בקו הירוק, ממוקם באזורים בהם לא קיים סיכון להגברות חריגות ו/או התנזלות. אין באזור התוואי העתקים החשודים כפעילים ולפיכך הסיכון לקריעת פני שטח אינו רלוונטי.



#### 5.4 ביסוס בכלונסאות

הכלונסאות יבוצעו לפי ההנחיות של המפרט הכללי פרק מספר 23. להלן ריכוז הנחיות כלליות לתכנון ולביצוע:

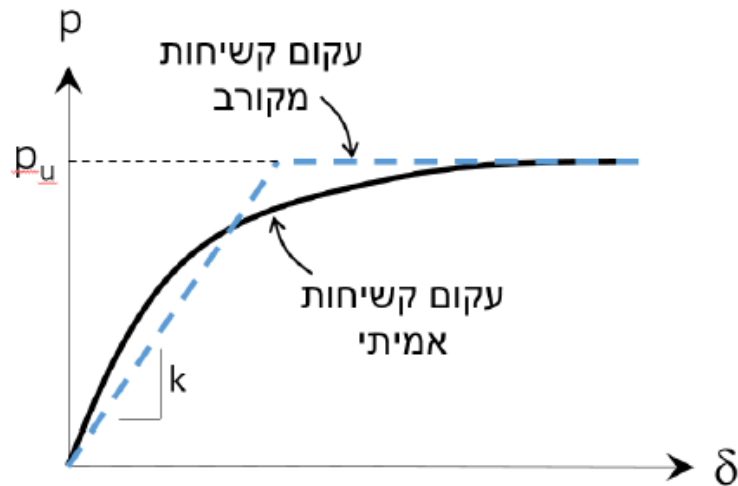
- א. עקב הימצאות שכבות של חול שפיד הכלונסאות יבוצעו בשיטת הבנטונייט או CFA. קידוחי כלונסאות בשיטת CFA בקרבת מבנים קיימים מצריכים אישור יועץ הקרקע, שיבחן את איכות הביצוע עם תחילת ביצוע הכלונסאות בשטח.
- ב. ניתן לנסות לבצע את הכלונסאות בשיטה היבשה, אך יש להביא בחשבון במקרה של חוסר יציבות של דופן הקידוח ידרש מעבר לשיטת הבנטונייט.
- ג. עבודות הביסוס יעשו בפיקוח צמוד של גיאולוג הנדסי. המפקח יודא שחתך הקרקע תואם להנחות דוח הביסוס ושכל הנחיות הדוח והמפרט הכללי מיושמות. מהנדס הקרקע יקבל דיווח מהמפקח אם קיים שינוי ביחס להנחיות הדו"ח. יש להביא בחשבון שבמקרה של שינוי מהחתך הצפוי ידרשו התאמות בזמן הביצוע.
- ד. עקב הימצאות שכבות של חול כורכרי, יש להביא בחשבון שימוש במכונות קידוח חזקות (M-250 לפחות).
- ה. להלן פרמטרים לתכנון הכלונסאות:
  - מפני השטח עד לעומק 10 מ' חיכוך של 2.0 טון/מ"ר. יש להזניח את החיכוך ב-2 מ' העליונים.
  - מעומק של 10 מ' ועד לעומק של 20 מ' חיכוך של 3.5 טון למ"ר.
  - תסבולת קצה תהיה 50 טון למ"ר.
- ו. הכלונסאות יתוכננו בקוטר ואורך מינימאלי של 60 ס"מ ו-10 מ' בהתאמה.
- ז. כוחות שליפה יתקבלו לפי חיכוך מותר בשליפה השווה ל-2/3 מהערכים המצוינים לעיל, בהזנחת 2 מ' עליונים ובתוספת של 90% ממשקל הכלונס.
- ח. חישוב תסבולת הכלונס מביא בחשבון שהמרחק בין מרכזי הכלונסאות הוא לפחות 3 קטרים. עבור כלונסאות קרובים יותר נדרש להפחית כדלקמן:

מרחק בין צירי כלונסאות סמוכים	אחוז מהערך המותר
3 קטרים	100%
2 קטרים	85%
1 קוטר	70%

7.5.5

ט. עומק כלונסאות הסמוכים למדרון יחושב החל מקו העולה בשיפוע של 45 מעלות מתחתית המדרון.

י. חישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים יבוצע תוך שימוש בעקום קשיחות מקורב עפ"י איור 4 להלן. טבלה 4 להלן מציגה את הערכים המומלצים לשימוש עבור כל יחידה גיאוטכנית, כאשר תרומת מילוי תזנח ולא פחות מ-1 מ' עליונים.



איור 4 : עקום קשיחות לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים

טבלה 4 : מקדמים לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים

יחידה גיאוטכנית	עומק (מ')	קבוע קפיץ אופקי $k_h$ (טון למ"ק)	תסבולת מותרת $P_u$ (טון למ"א)
חרסית/חול	פני השטח עד 7 מ'	$500z/D$	$3D\gamma K_p z$
חול	מתחת ל-7 מ'	$800z/D$	$3D\gamma K_p z$

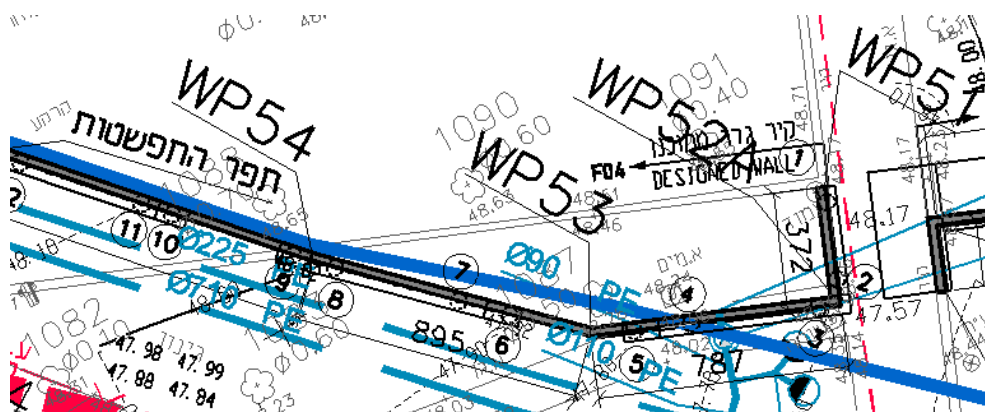
כאשר :

$z$  - עומק מפני הקרקע (מ').

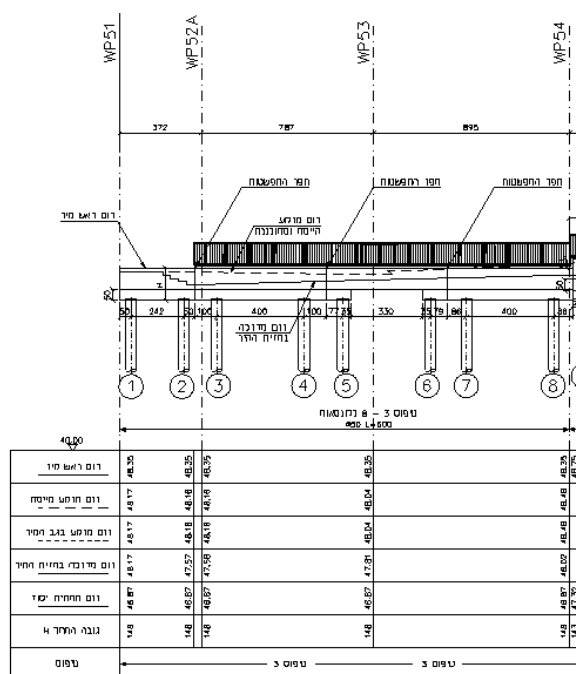
$D$  - קוטר הכלונס (מ').

$\gamma$  - משקל מרחבי של הקרקע, 1.9 טון למ"ק.

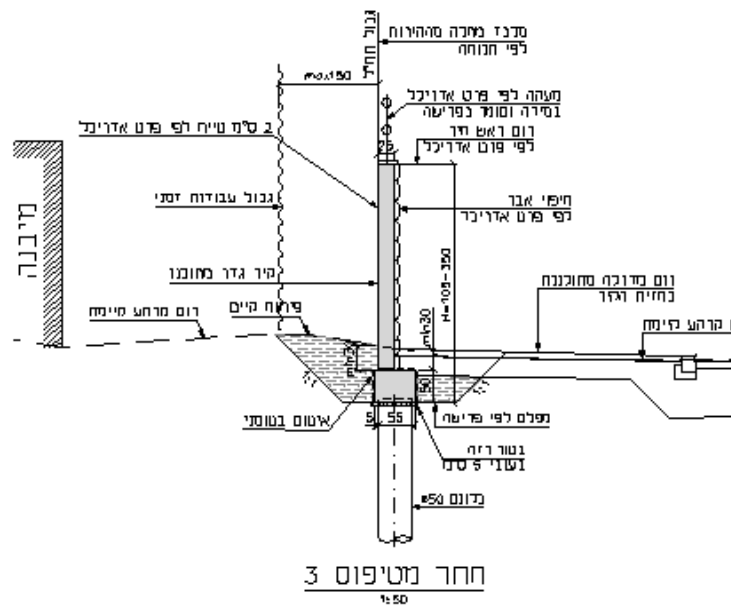
$K_p$  - מקדם לחץ עפר פאסיבי, 2.75 עד לעומק של 7 מ', ו-3.5 מתחת עומק של 7 מ'.



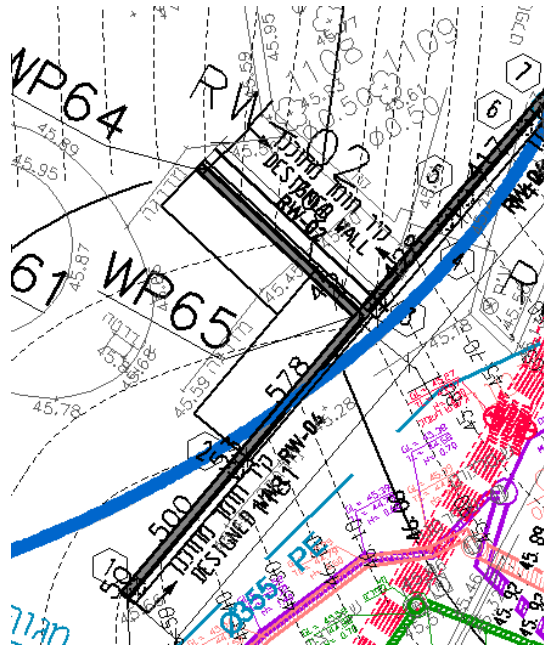
איור 1 – תנוחה-טיפוס 3



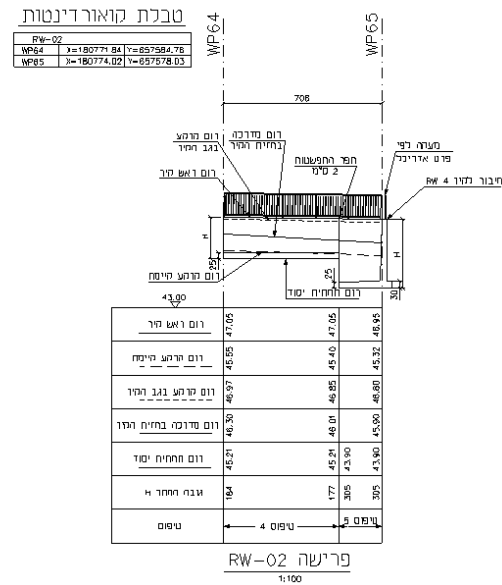
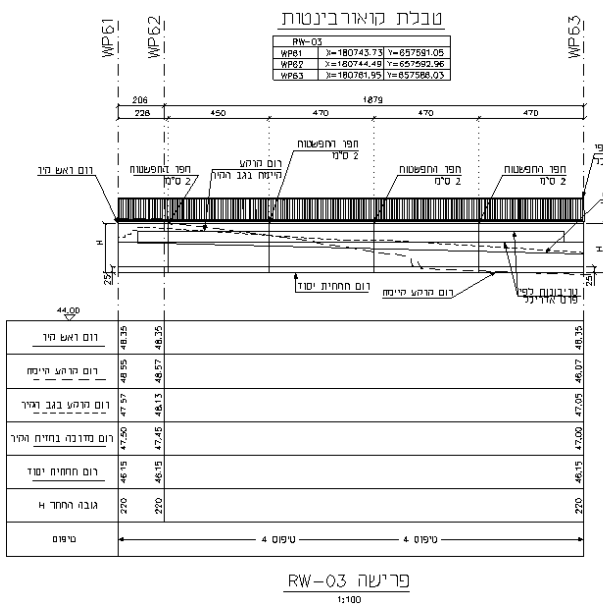
איור 2 – פריסה טיפוס 3



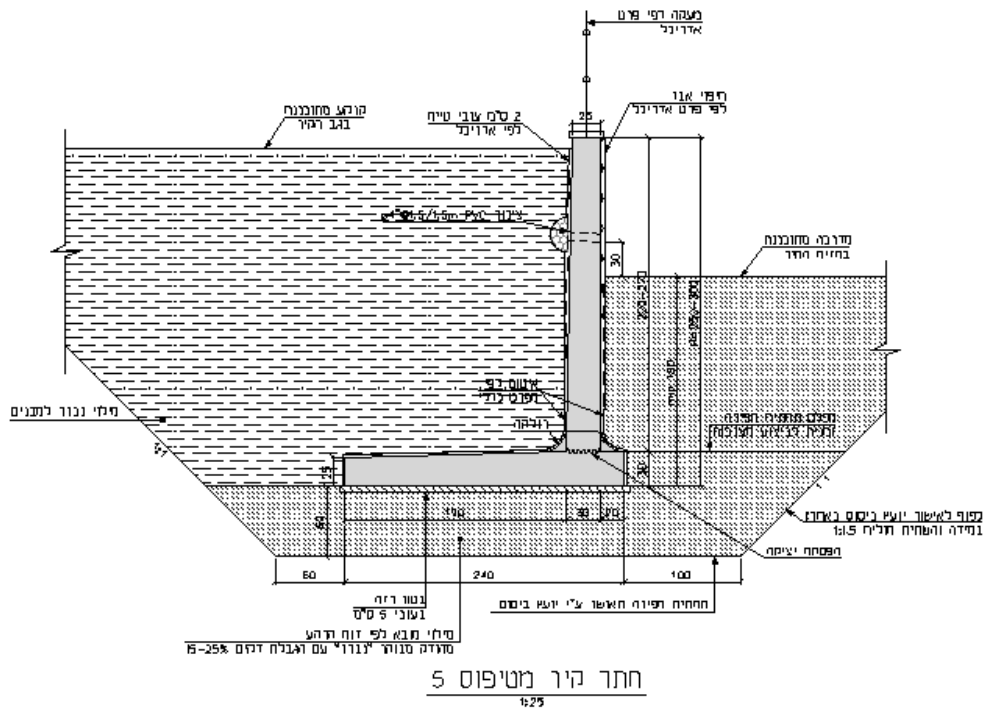
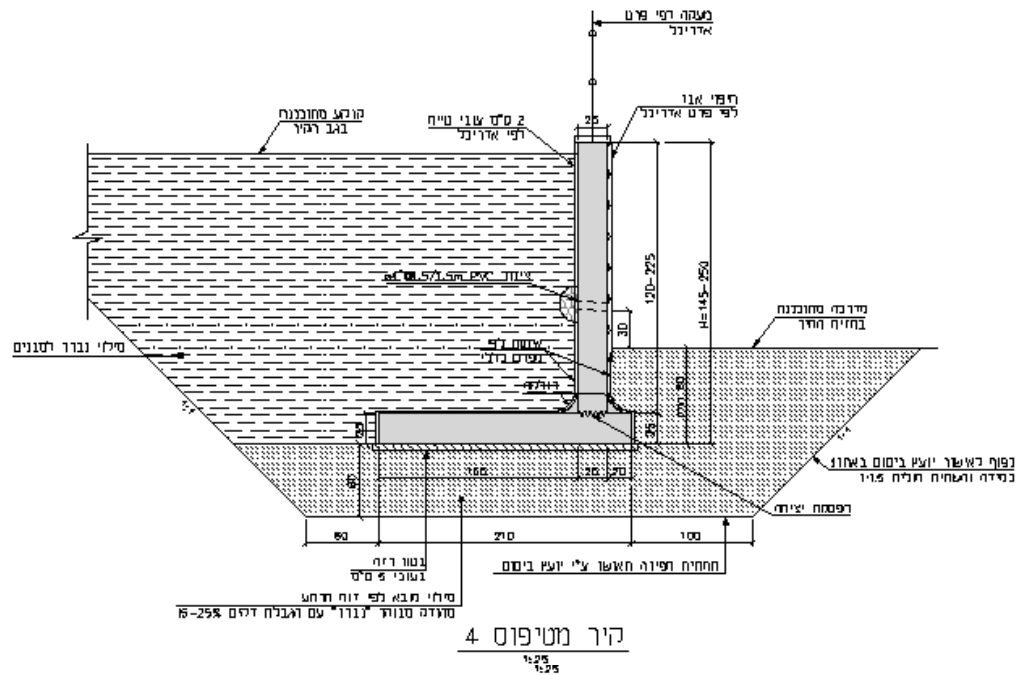
איור 3 - חתך טיפוס 3



איור 4 – תנוחה-טיפוסים 4-5



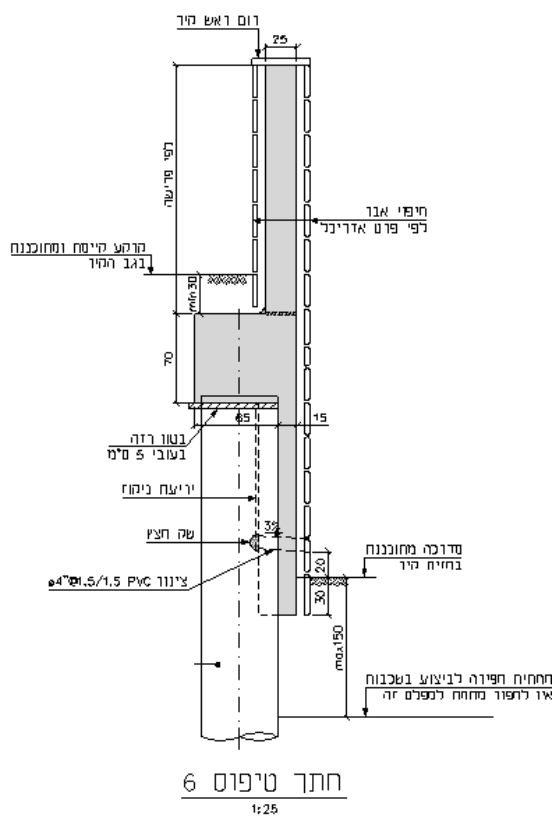
איור 5 – פריסה טיפוס 4-5



איור 6 – חתר טיפוס 3







איור 9 – חתך טיפוס 6

## תכנון קיר רגל מטיפוס 4 $H_{max}=2.5$ [m]

מדובר בקיר תומך באזור מרבד הקסמים. אין מערכות מתוכננות ליד הקיר היסוד הוטמן הטמנה מינימלית לפי דוח קרקע.

החישובים נעשו באמצעות גיליון אלקטרוני באקסל.

היפוך, החלקה, מאמץ ואקצטריות					
	בהן קדמית	A	(m)	0.2	
	רגל אחורית	C	(m)	1.45	
	עובי היסוד	D	(m)	0.25	
	עובי הקיר	DW	(m)	0.25	
	רוחב כולל של בסיס	B	(m)	1.9	
	עובי ראש הקיר	t	(m)	0.25	
	גובה כולל מתחתית היסוד	H	(m)	2.5	
	משקל מרחבי של קרקע אקטיבית	GA1	(t/m <sup>2</sup> )	2.1	
	מקדם קרקע אקטיבי	KA		0.333	
	משקל מרחבי של קרקע פסיבית	GA2	(t/m <sup>2</sup> )	0	
	מקדם קרקע פסיבי	KP		0.000	
	עומק של קרקע פסיבית	DB	(m)	0	
	חיכוך בסיס בקרקע	mu		0.45	
	עומק של שן ביסוד KEY	DK	(m)	0	
	רוחב של שן ביסוד KEY	BK	(m)	0	
	סה"כ עומק של קרקע פסיבית	DP	(m)	0	
	מיקום שקול כח פסיבי עקב KEY	YK	(m)	0.00	
	זווית של קרקע מאחורי הקיר	SL	(deg.)	0 °	
	גובה תוספת הגובה עקב זווית SL	HSL	(m)	0.00	
	מקדם קרקע אקטיבי מתקן עבור זווית מאחורי הקיר	KASL		0.333	
	שיפוע של תחתית היסוד, באחוזים	m	(%)	0	
	עומס חיצוני Q על קרקע	Q	(t/m <sup>2</sup> )	1	<input checked="" type="checkbox"/> האם Q עוזר לייצוב הקיר
	עומס אנכי חיצוני	V	(t/m)	0	
	זרוע של עומס אנכי חיצוני מ "O"	XV	(m)	0	
	עומס אופקי חיצוני	PH	(t/m)	0.15	
	זרוע של עומס אופקי חיצוני מ "O"	YPH	(m)	3.6	
	מומנט חיצוני	MH	(tm/m)	0	
	כח נגיפה של כלי רכב במעקה מעל קיר תומך	CAR	(t)	0	
	גובה מעקה לנגיפה	YCAR	(m)	0	
	סה"כ עומס אנכי	G	(t/m)	10.90	

עומס אופקי עקב לחץ אדמה וכח אופקי חיצוני	FH1	(t/m)	2.34		
עומס אופקי עקב שיפוע בסיס	FHm	(t/m)	0.00		
עומס אופקי עקב עומס Q על קרקע	FH2	(t/m)	0.83	קובע	max
עומס אופקי בקרקע עקב נגיפה של כלי רכב	FCAR	(t/m)	0.00		
כוח אופקי פסיבי	P	(t/m)	0.00		
סה"כ עומס אופקי	ΣFH	(t/m)	3.17		
בדיקה: מקדם נגד החלקה			1.55	Kslip≥1.5 OK	
מומנט מייצב	MGO	(tm/m)	11.34		
מומנט מהפך עקב לחץ אדמה ושיפוע קרקע			1.82		
מומנט מהפך עקב כח אופקי ומומנט חיצונים			0.54		
מומנט מהפך עקב עומס Q על קרקע			1.04	קובע	max
מומנט מהפך עקב נגיפה של כלי רכב			0.00		
מומנט מהפך עקב עומס קרקע פסיבי			0.00		
סה"כ מומנט מהפך	MHO	(tm/m)	3.40		
בדיקה: מקדם נגד היפוך			3.33	Kovertum≥2.0 OK	
גבול גרעין היסוד	B/6	(m)	0.3167		
בדיקה: האם שקול הכוחות בתוך הגרעין	e	(m)	-0.22	e ≤ B/6	
מאמצים בקרקע N/A±M/W	N/A=	-5.73	M/W=	-4.01	
מאמץ קדמי בקרקע	σ1	(t/m²)	-9.74		
מאמץ אחורי בקרקע	σ2	(t/m²)	-1.72		

מקדם נתון וממנו מחושבת הזווית	Ka=	0.333	$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$	
	φ =	30.02482		
זווית מבוקשת וממנה מחושב המקדם	Ka=	0.333333		
	θ=	30.00 °		
	z=	0.06		
	d=	2		מקדם תאוצת קרקע
	φ =	30.02 °	0.524032	תזוזה מותרת בראש הקיר (cm)
	β =	0 °	0	זווית חיכוך פנימי בקרקע
	i=	0.00 °	0	נטיית גב הקיר מהאנך
	Kh=	0.021475		שיפוע פני הקרקע מאחורי הקיר
	Θ=arctgkh=	1.23 °	0.021472	$K_h = Z \times 0.86 \times \left(\frac{Z}{d}\right)^{1/4}$
	δ =	0 °	0	
	δ =	0 °	0	זווית חיכוך בין המילוי לגב הנציב
	$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos\theta \times \cos^2\beta \times \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta)\cos(i - \beta)}\right]}$			0.767993
				2.222028
	Kae=	0.345627		ללא התחשבות בחיכוך
		0.767993		
	Kae=	2.222028	=	0.345627 עם התחשבות בחיכוך
מקדם חיכוך ברעידת אדמה	μEQ	0.428525	$\mu_{eq} = \frac{\mu - \tan\theta}{\cos(\delta + \beta) - \sin(\delta + \beta)\mu}$	

בדיקת  
לרעידות  
אדמה



## תכנון קיר רגל מטיפוס 4 $H_{max}=3$ [m]

מדובר בקיר תומך באזור מרבד הקסמים. יש מערכות מתוכננות בחזית הקיר ולכן פני היסוד הוטמנו 1.5 מטר מתחת לפני קרקע מתוכננת בחזית הקיר.

החישובים נעשו באמצעות גיליון אלקטרוני באקסל.

### הרצה בלריקס:

היפוך, החלקה, מאמץ ואקצנטריות					
בהן קדמית	A	(m)	0.2		
רגל אחורית	C	(m)	1.9		
עובי היסוד	D	(m)	0.3		
עובי הקיר	DW	(m)	0.3		
חחב כולל של בסיס	B	(m)	2.4		
עובי ראש הקיר	t	(m)	0.25		
גובה כולל מתחתית היסוד	H	(m)	3		
משקל מרחבי של קרקע אקטיבית	GA1	(t/m <sup>2</sup> )	2.1		
מקדם קרקע אקטיבי	KA		0.333		
משקל מרחבי של קרקע פסיבית	GA2	(t/m <sup>2</sup> )	0		
מקדם קרקע פסיבי	KP		0.000		
עומק של קרקע פסיבית	DB	(m)	0		
חיכוך בסיס בקרקע	mu		0.45		
עומק של שן ביסוד KEY	DK	(m)	0		
חחב של שן ביסוד KEY	BK	(m)	0		
סה"כ עומק של קרקע פסיבית	DP	(m)	0		
מיקום שקול כח פסיבי עקב KEY	YK	(m)	0.00		
זווית של קרקע מאחורי הקיר	SL	(deg.)	0 °		
גובה תוספת הגובה עקב זווית SL	HSL	(m)	0.00		
מקדם קרקע אקטיבי מתקן עבור זווית מאחורי הקיר	KASL		0.333		
שיפוע של תחתית היסוד, באחוזים	m	(%)	0		
עומס חיצוני Q על קרקע	Q	(t/m <sup>2</sup> )	1	<input checked="" type="checkbox"/> האם Q עוזר לייצוב הקיר	
עומס אנכי חיצוני	V	(t/m)	0		
זרוע של עומס אנכי חיצוני מ "O"	XV	(m)	0		
עומס אופקי חיצוני	PH	(t/m)	0.15		
זרוע של עומס אופקי חיצוני מ "O"	YPH	(m)	4.1		
מומנט חיצוני	MH	(tm/m)	0		
כח נגיפה של כלי רכב במעקה מעל קיר תומך	CAR	(t)	0		
גובה מעקה לנגיפה	YCAR	(m)	0		
סה"כ עומס אנכי	G	(t/m)	16.33		



עומס אופקי עקב לחץ אדמה וכח אופקי חיצוני	FH1	(t/m)	3.30		
עומס אופקי עקב שיפוע בסיס	FHm	(t/m)	0.00		
עומס אופקי עקב עומס Q על קרקע	FH2	(t/m)	1.00	} max	קובע
עומס אופקי בקרקע עקב נגיפה של כלי רכב	FCAR	(t/m)	0.00		
כוח אופקי פסיבי	P	(t/m)	0.00		
סה"כ עומס אופקי	ΣFH	(t/m)	4.30		
בדיקה: מקדם נגד החלקה			1.71	Kslip ≥ 1.5 OK	
מומנט מייצב	MGO	(tm/m)	21.19		
מומנט מהפך עקב לחץ אדמה ושיפוע קרקע			3.15		
מומנט מהפך עקב כח אופקי ומומנט חיצונים			0.62		
מומנט מהפך עקב עומס Q על קרקע			1.50	} max	קובע
מומנט מהפך עקב נגיפה של כלי רכב			0.00		
מומנט מהפך עקב עומס קרקע פסיבי			0.00		
סה"כ מומנט מהפך	MHO	(tm/m)	5.26		
בדיקה: מקדם נגד היפוך			4.03	Koverturn ≥ 2.0 OK	
גבול גרעין היסוד	B/6	(m)	0.4		
בדיקה: האם שקול הכוחות בתוך הגרעין	e	(m)	-0.22	e ≤ B/6	
מאמצים בקרקע N/A ± M/W	N/A =	-6.80	M/W =	-3.82	
מאמץ קדמי בקרקע	σ1	(t/m²)	-10.63		
מאמץ אחורי בקרקע	σ2	(t/m²)	-2.98		

מקדם נתון וממנו מחושבת הזוית	Ka =	0.333	$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$	
זוית מבוקשת וממנה מחושב המקדם	Ka =	0.333333		
	θ =	30.00 °		
מקדם תאוצת קרקע	z =	0.06		
תנודה מותרת בראש הקיר (cm)	d =	2		
זוית חיכוך פנימי בקרקע	φ =	30.02 °	0.524032	
נטיית גב הקיר מהאנך	β =	0 °	0	
שיפוע פני הקרקע מאחורי הקיר	i =	0.00 °	0	
	Kh =	0.021475		
	θ = arctg kh =	1.23 °	0.021472	
	δ =	0 °	0	
	δ =	0 °	0	
זוית חיכוך בין המילוי לגב הנציב	$K_h = Z \times 0.86 \times \left( \frac{Z}{d} \right)^{1/4}$			
$K_{ae} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos \theta \times \cos^2 \beta \times \cos(\delta + \beta + \theta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)} \right]}$			0.767993	2.222028
Kae =	0.345627	ללא התחשבות בחיכוך		
	0.767993			
Kae =	2.222028	=	0.345627	עם התחשבות בחיכוך
מקדם חיכוך ברעידת אדמה muEQ		0.428525	$\mu_{eq} = \frac{\mu - \tan \theta}{\cos(\delta + \beta) - \sin(\delta + \beta) \mu}$	

בדיקת  
לרעידות  
אדמה

מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה לפי תקן רעידות אדמה	Z		0.06			
מקדם קרקע אקטיבי ברעידת אדמה	Kae		0.3456			
חיכוך בסיס בקרקע במצב רעידת אדמה	muEQ		0.4285			
עומס חיצוני Q על קרקע	Q	(t/m²)	1			
עומס אנכי חיצוני	V	(t/m)	0			
זרוע של עומס אנכי חיצוני מ "O"	XV	(m)	0			
עומס אופקי חיצוני	PH	(t/m)	0.15			
זרוע של עומס אופקי חיצוני מ "O"	YPH	(m)	4.1			
מומנט חיצוני	MH	(tm/m)	0			
כח נגיפה של כלי רכב במעקה מעל קיר תומך	CAR	(t)	0			
גובה מעקה לנגיפה	YCAR	(m)	0			
סה"כ עומס אנכי	G	(t/m)	14.43			
עומס אופקי עקב לחץ אדמה וכח אנכי חיצוני	FH1	(t/m)	3.42			
עומס אופקי עקב שיפוע בסיס	FHm	(t/m)	0.00			
כוח אופקי פסיבי	P	(t/m)	0.00			
סה"כ עומס אופקי	ΣFH	(t/m)	3.42			
בדיקה: מקדם נגד החלקה			1.81		Kslip≥1.1 OK	
מומנט מייצב	MGO	(tm/m)	18.43			
מומנט מהפך עקב לחץ אדמה וחיצוני			5.51			
מומנט מהפך עקב עומס קרקע פסיבי			0.00			
סה"כ מומנט מהפך	MHO	(tm/m)	5.51			
בדיקה: מקדם נגד היפוך			3.34		Kovertum≥1.5 OK	
גבול גרעין היסוד	B/6	(m)	0.4			
בדיקה: האם שקול הכוחות בתוך הגרעין	e	(m)	-0.30		e ≤B/6	
מאמצים בקרקע N/A±M/W	N/A=	-6.01	M/W=	-4.58		
מאמץ קדמי בקרקע	σ1	(t/m²)	-10.59			
מאמץ אחורי בקרקע	σ2	(t/m²)	-1.43			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## סיכום קיר רגל מטיפוס 5:

היסוד של הקיר יהיה בעובי עד 30 ס"מ ובאורך 240 ס"מ

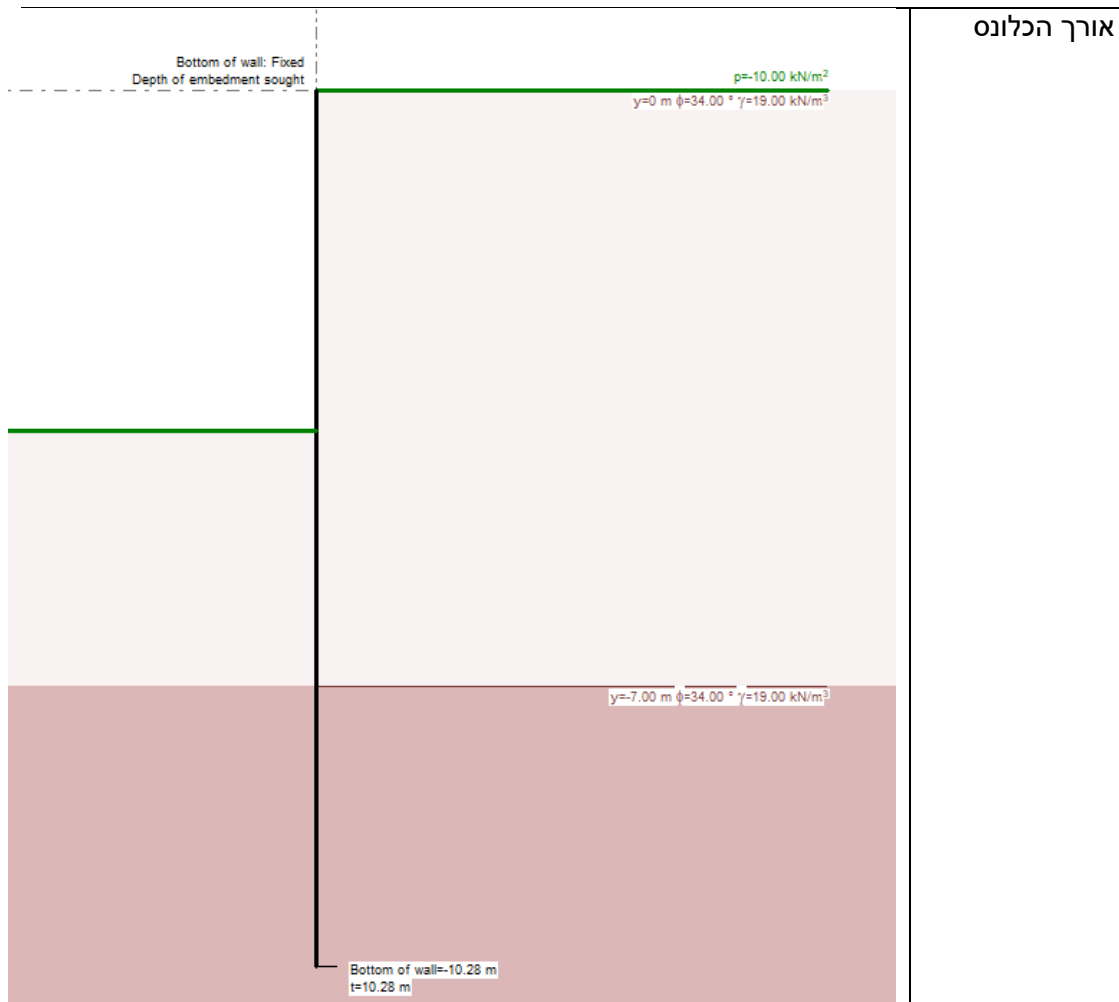
זיון ראשי 15@14.

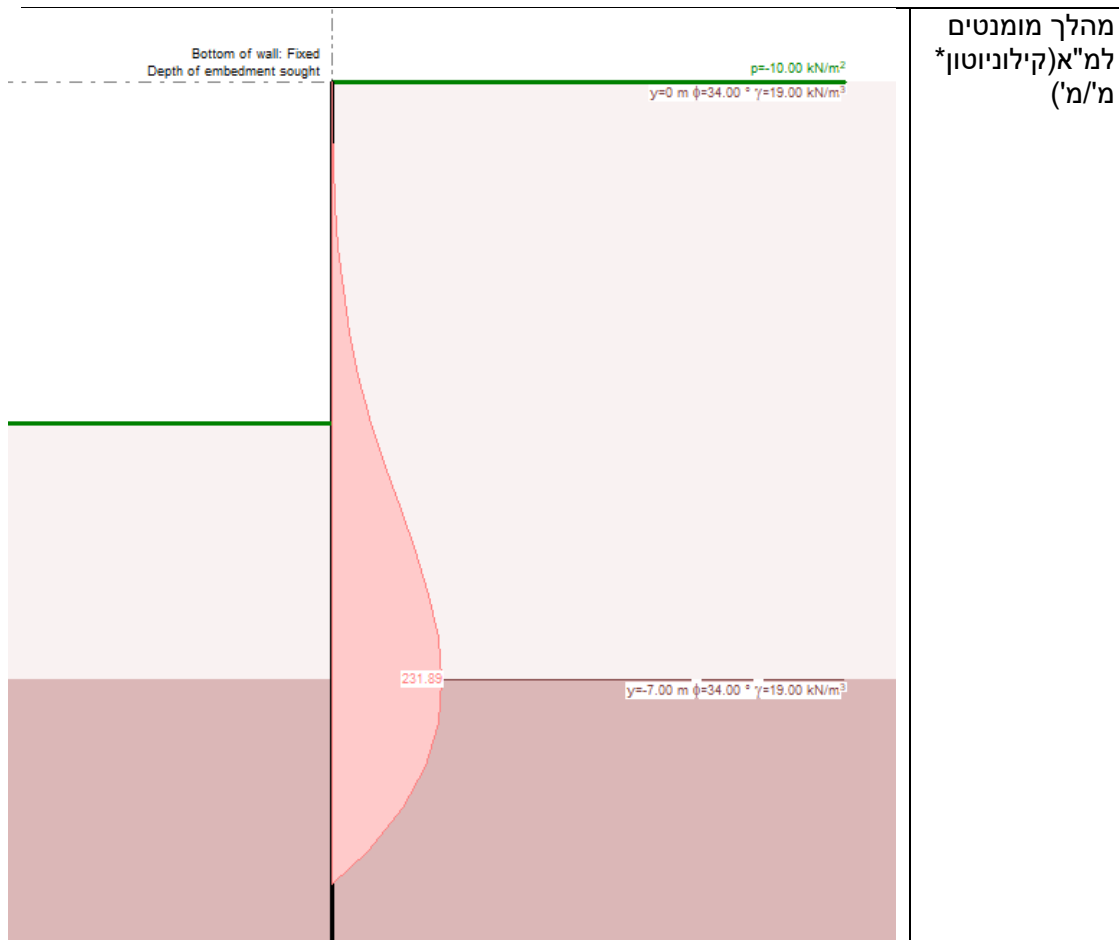
## תכנון קיר דיפון מטיפוס 6 $H=4[m]$

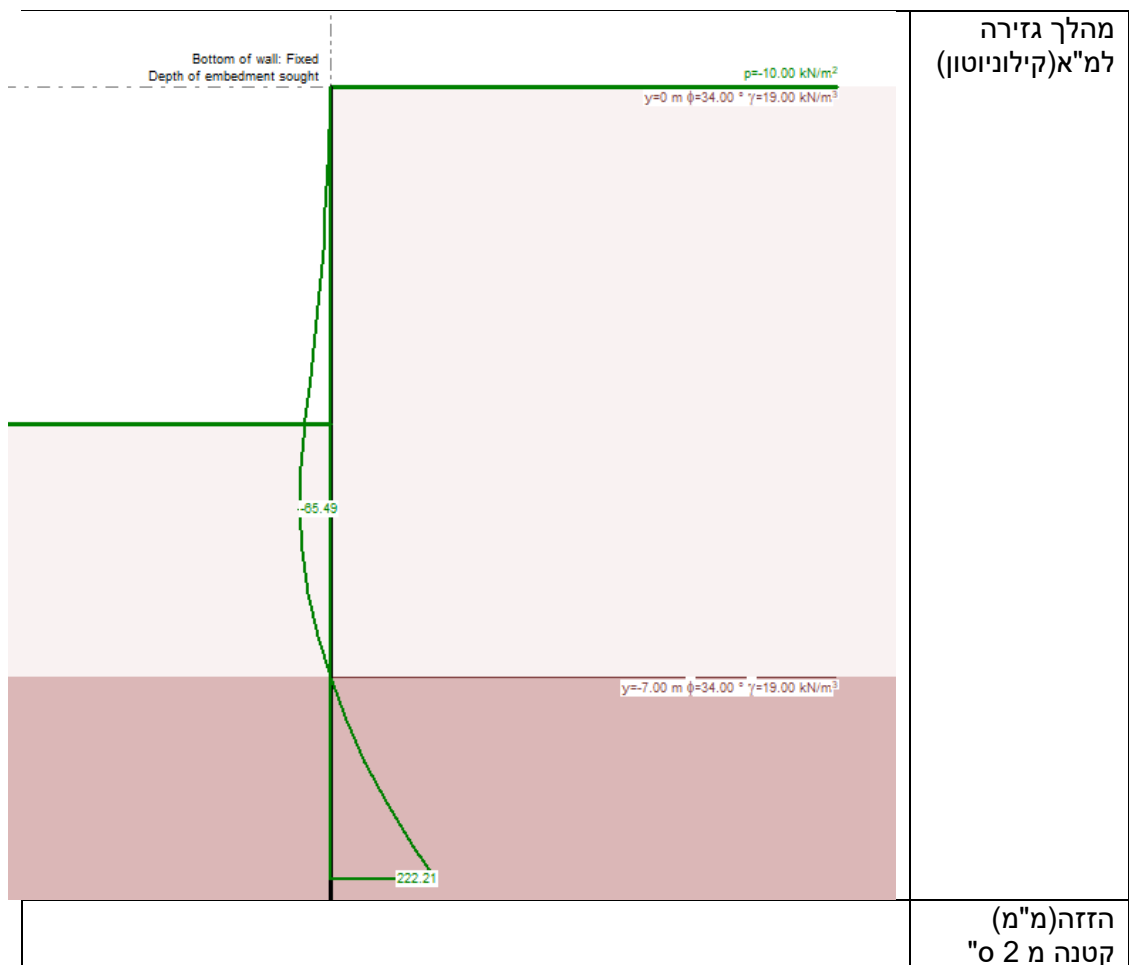
בהנחיות יועץ הקרקע במייל לפי החתכים באזור הקיר (רחוב העצמון פינת שדרות ירושלים) הקרקע היא חולית – כלומר זזית החיכוך הינה 34 מעלות. בחישוב הקיר נלקח 1.5 מטר נוסף עבור חפירה עתידית למערכות.

כמו כן, מכיוון שהקיר תומך חצר של בניין הוגבלה התנועה בראש הקיר ל2 ס"מ.

### הרצה בלריקס:

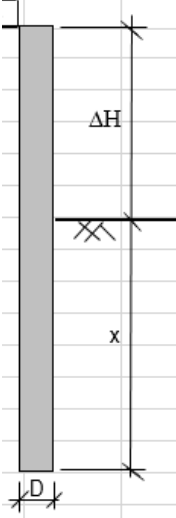






אורך הכלונס יצא 10.3 מטר-מכיוון שמדובר באזור עם קרקע הדורשת ביצוע בשיטת הבנטונייט ומניסיון של הפרויקטים הקודמים באזור אוסיף עוד 0.7 מטר לאורך הכלונס כלומר  $L=11[M]$

### חישוב באקסל זיון לכפיפה והטמנה:

		שם פרויקט:	
		קיר דיפון זמני מכלונסאות קטע בגובה תמיכה של .....	
		נתונים	
		1.9	t/m <sup>3</sup> γ
		34	φ
0.29	ka בפועל	0.28	Ka
1.77	kp בפועל	3.571428571	Kp
		2	S.F
		800	t/m <sup>3</sup> K
		1	t/m q
		2820000	t/m <sup>2</sup> E
		4	m ΔH
		0	0 ° I
		הערכת עומק כלונס	
חישוב X	ΣS	0.0	5.47 m x
חישוב Z	ΣM	0.0	1.80 m Z
		11.1	t*m/m M <sub>max</sub>
		17.83871035	t*m/m M <sub>a</sub>
		6.837281158	m X <sub>aet</sub>
		הערכת קוטר כלונס	
		0.6	m D
		0.7	m L
		15.60887155	t*m M <sub>a</sub>
		1740	t/m <sup>2</sup> fcd
		11.25785346	M <sub>a</sub> /(2Πfcd)
		1.1	ρ
		30.5	cm <sup>2</sup> A <sub>s</sub>
		סיכום	
18	מוטות בקוטר	12	עם
70	סיימ	60	סיימ
כל	דרושים כלונסאות		

ניתן לראות כי החישוב בלריקס ובאקסל מתכנסים לאותם תוצאות .

## זיון לגזירה:

החישוב בעזרת גיליון אקסל לחישוב גזירה בחתכים עגולים:

זיון לגזירה בחתך עגול ללא התחשבות בתרומות בבטון		
Ang חישוב מקורב		
disc חישוב דיסקרטי		
נתונים		
D=	80	cm
s=	20	cm
s0=	0	cm
c=	7.5	cm
קוטר מוט אנכי	25	mm
theta=	45	0.785
fsd=	350	mpa
זיון ע"י ספירלה?	1	כן - 2
D'=	62.5	cm
r'=	31.25	cm
n=	4	
sin(beta)=	0.987	
חישוב זיון דרוש		
Vd=	16.5	ton
As(Ang)=	0.96	cm <sup>2</sup>
As(disc)=	1.04	cm <sup>2</sup>
קוטר דרוש	12	mm
חישוב תסבולת		
קוטר לולין	12	mm
Vs(Ang)=	19.431	ton
Vs(disc)=	17.862	ton

## סיכום כלונסאות:

הכלונסאות יהיו קוטר 60 ס"מ כל 70 ס"מ ובאורך 11 מ'.

זיון אורכי 16ø25.

חישוב לולייני יהיה 10(20)@12ø.



## תכנון קיר חתך מטיפוס 3 $H_{max}=3.5[m]$ קיר גדר

קירות הגדר על כלונסאות יבוצעו במקומות בהם מצד אחד אין הפרש מפלסים בזמן השירות של הקיר וזמן הצד השני יש לאפשר חפירה לצד הקיר לביצוע מערכות תוך שמירה על יציבות הקיר.

התכנון בוצע ב-STRAP.

להלן טבלת הכוח בקפיץ (לפי דו"ח יועץ ביסוס שמצורף) שהוזנו ל-STRAP:

### חישוב קבוע הקפיץ עבור STRAP

$$D = 0.4 [m]$$

$$dZ = 0.5 [m]$$

כאשר:

- K - מודול מצע אופקי.
- Z - עומק מפני הקרקע שבתחתית החפירה.
- D - קוטר הכלונס.

Z =	D =	K =	K =
[m]	[m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[ton/m]
0	0.4	0	0
2.25	0.4	1125	225
2.75	0.4	1375	275
3.25	0.4	1625	325
3.75	0.4	1875	375
4.25	0.4	2125	425
4.75	0.4	2375	475
5.25	0.4	2625	525
5.75	0.4	2875	575
4.25	0.4	2125	425
4.75	0.4	2375	475
5.25	0.4	2625	525
5.75	0.4	2875	575

### חישוב הכוח החלקי של הרוח:

$$V_b := 27 \frac{m}{s}$$

$$\rho_{air} := 1.25 \frac{kg}{m^3}$$

$$q_b := \frac{\rho_{air} \cdot V_b^2}{2} = 0.456 \frac{kN}{m^2}$$

+

קביעת מהירות הרוח:

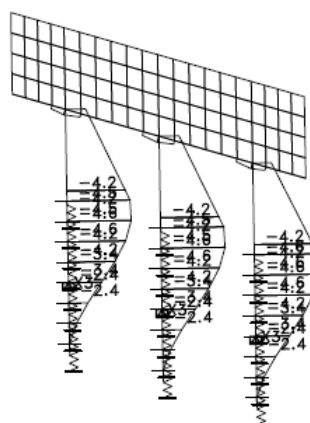
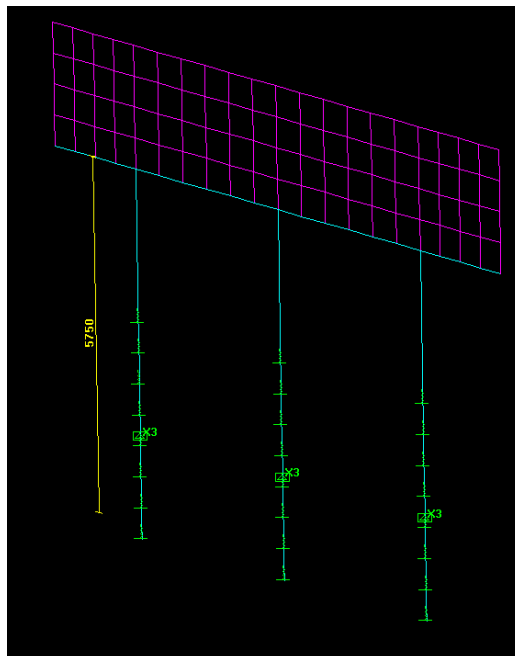
3.4

## קביעת כוח רוח בתחתית הקיר-

קביעת מקדם חשיפה:	
$z_{min} := 5 \text{ m}$	$z_0 := 0.3 \text{ m}$
דרגת חספוס III (לפי טבלה 5.1): $k_r := 0.215$ פרוורי ערים ואזורי תעשייה	
$s := 0$	מקדם מדרונות (לפי ציור 5.1):
$c_0 := 1 + 2 \cdot \Phi \cdot s = 1$	5.4 מקדם אורפוגרפיה לפי נוסחות 5.4 עד 5.6 גובה מעל פני הקרקע:
$z := 0 \text{ m}$	
5.2 $c_r := k_r \cdot \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) = 0.605$	אם: $Z < Z_{min}$
$k_t := 1.0$	מקדם טורבלנטיות:
5.9 $c_e := c_r^2 \cdot c_0^2 \cdot \left(1 + \frac{7 \cdot k_t}{c_0 \cdot \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right)}\right) = 1.276$	
קביעת מקדם המבני:	
לפי סעיף 6.3.1. עבור מבנים שאינם גבוהים מ-15 מטר ניתן להתחשב בערך של המקדם המבני:	
$c_s c_d := 1$	מקדם לחץ לקירות:
$c_{p,d} := 1.7$	הכוח הפועל על הקיר:
4.2 $F_{w,d} := q_b \cdot c_e \cdot c_s c_d \cdot c_{p,d} = 0.989 \frac{kN}{m^2}$	

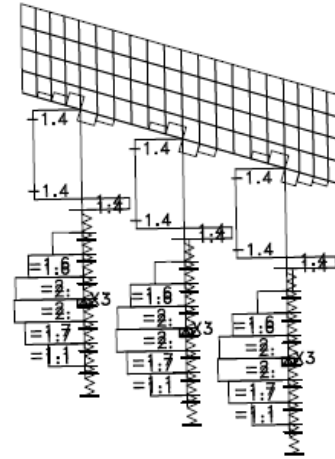
קיבלנו עומס רוח נמוך מאוד- דבר הגיוני היות ומדובר באיזור עירוני-נחמיר ונזין ל-STRAP

$$F = 1.6 \frac{KN}{m^2}$$



M3 MOMENT

COMBINATIONS ENVELOPE




V2 SHEAR

COMBINATIONS ENVELOPE



$$V_d := 2 \text{ tonf}$$

$$M_d := 4.6 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$


**GaLa Reinforcement** ®  
Professional

Version 4.1 ©2002  
www.alashki.com

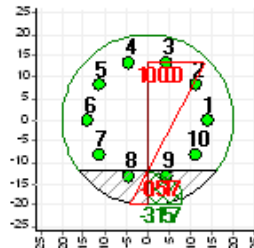
General

Design code:  
Analysis:

Eurocode 2  
Design section

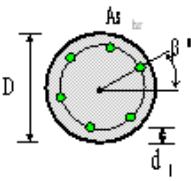
**Loads: N, Mx**  
N>0 is compression !

Section



Data [cm]

D = 40  
 d1 = 6



Materials

Concrete: C40/50  
 SSR: Parabolic - linear  
  
 fck = 40.00 MPa  
 Ec = 28200.00 MPa  
 ec2u = -3.500 ‰  
 ec2 = -2.000 ‰  
 n = 2.00

Reinforcing steel: S400

SSR: Standard  
  
 fyk = 400.00 MPa  
 Es = 200000.00 MPa  
 esu = 10.000 ‰

Factors

Concrete:    gamma\_c = 1.95  
 Steel:        gamma\_s = 1.15

Reinforcement

Bars = 10  
 beta = 0.00 deg

Loads

Load	N [kN]	Mx [kNm]
I1	0	47

Solve data

II order moments: No

Results

Bar	Asi [cm²]	esi [‰]	Stress [MPa]
1	0.89	4.741	347.83
2	0.89	7.991	347.83
3	0.89	10.000	347.83
4	0.89	10.000	347.83
5	0.89	7.991	347.83
6	0.89	4.741	347.83
7	0.89	1.492	298.31
8	0.89	-0.517	-103.41
9	0.89	-0.517	-103.41

28



**GaLa Reinforcement** ®  
Professional

Version 4.1 ©2002  
www.alashki.com

10

0.89

1.492

298.31

Concrete strain:  $\epsilon_{c,min} = -3.157 \text{ o/oo}$   
Compressive zone depth:  $x = 7.99 \text{ cm}$   
Total reinf. area:  $A_{s,tot} = 8.93 \text{ cm}^2$   
Reinf. ratio:  $0.71 \%$

Section properties

Reinforcement :

$A_{s,tot} = 8.93 \text{ cm}^2$

Concrete section:

$A_c = 1254.34 \text{ cm}^2$   
 $I_{c,x} = 125205.11 \text{ cm}^4$   
 $I_{c,y} = 125205.11 \text{ cm}^4$

R/C section:

$A_{red} = 1308.72 \text{ cm}^2$   
 $I_{red,x} = 130534.65 \text{ cm}^4$   
 $I_{red,y} = 130534.65 \text{ cm}^4$   
 $r_x = 9.99 \text{ cm}$   
 $r_y = 9.99 \text{ cm}$

## גזירה:

זיון לגזירה בחתך עגול ללא התחשבות בתרומת בבטון		
	חישוב מקורב	Ang
	חישוב דיסקרטי	disc
נתונים		
D=	50	cm
s=	20	cm
s0=	0	cm
c=	7	cm
קוטר מוט אנכי	16	mm
theta=	45	0.785
fsd=	435	mpa
זיון ע"י ספירלה?	1	כן - 2 לא
D'=	34.4	cm
r'=	17.2	cm
n=	2	
sin(beta)=	0.960	
חישוב זיון דרוש		
Vd=	2	ton
As(Ang)=	0.17	cm <sup>2</sup>
As(disc)=	0.24	cm <sup>2</sup>
קוטר דרוש	6	mm
חישוב תסבולת		
קוטר לולין	10	mm
Vs(Ang)=	9.231	ton
Vs(disc)=	6.474	ton

## סיכום כלונסאות:

הכלונסאות יהיו בקוטר 50 ס"מ (קוטר מינימלי לפי דו"ח קרקע) כל כ-400 ס"מ ובאורך 6 מ'.

זיון אורכי – מינמלי - 6ø16 .

חישוק לולייני יהיה (20)10@10ø.

זהו דף אחרון לדוח זה





מדינת ישראל  
משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
פקיד היערות



6.2.20

לכבוד:

אד' סמדר כהן / אד' נוף ליאת חיל  
ינון תכנון יעוץ ומחקר

**הנדון: בקרה שלישית לסקר העצים לרק"ל הקו הירוק G1-4**

שלום,

בהמשך לבקרה מתאריך 4.4.19 והדיון בות"ל מתאריך 11.12.19 התקבלו בתאריך 3.2.20 המסמכים הבאים:

1. מצגת שהוכנה ע"י ינון תכנון יעוץ ומחקר מתאריך ינואר 2020
2. טבלאות סקר העצים שנערכו ע"י אדיר יעוץ נופי מתאריך 8.1.20
3. 12 גיליונות סקר העצים ע"ג תכנון מפורט שנערכו ע"י אדיר יעוץ נופי מתאריך 8.1.20
4. 12 גיליונות סקר העצים ע"ג תכנית מדידה שנערכו ע"י אדיר יעוץ נופי מתאריך 8.1.20
5. מכתב סיכום ומענה לבקרה מתאריך 4.4.19 מטעם ינון תכנון יעוץ ומחקר.

**כללית:**

מקטע זה בחולון מתוכננת מסילת הרכבת הקלה לעבור במרכז חתך הרחוב. בתחום המקטע המדובר נסקרו 419 עצים בוגרים מתוכם מיועדים 134 לכריתה, 3 להעתקה ו-282 לשימור. כלומר מדובר בשיעור כריתה של 32%.

לאחר החלטת הדיון בתאריך 11.12.19 בוטל שביל האופניים במקטע שבין רחובות צומת המלאכה ועד רחוב בצלאל. בעקבות שינוי זה הצליח הצוות לשמר 11 עצים בוגרים נוספים וכן לנטוע בבתי גידול עצים לאורך הצייר.

כמו כן, הצליח צוות התכנון להביא לנטיעה של 150 עצים בבתי גידול לאורך כל הצייר כולו – כך שמדרכות ציר שדרות ירושלים יוצלו באופן רציף והמשכי.

**סקר העצים מאושר.**

יש להכין כתב התחייבות נת"ע כנגד הערך החליפי הכולל של המקטע.  
עם קבלת כתב ההתחייבות תערך פנייה לפקיד היערות האזורי של קק"ל לצורך הנפקת רישיונות כריתה/העתקה.

בברכה,

אד' נוף ענבר אשכנזי  
מנהלת התכנון והמידע  
אגף יער ואילנות  
משרד החקלאות ופיתוח הכפר

העתקים:

ד"ר ארז ברקאי – מנהל האגף ופקיד היערות הממשלתי  
גלעד מסטאי – פקיד היערות חוף שפלה קק"ל  
אדיר אלוס – אדיר יעוץ נופי בע"מ  
אד' נועה ברוש – מנהלת תחום אדריכלות נת"ע



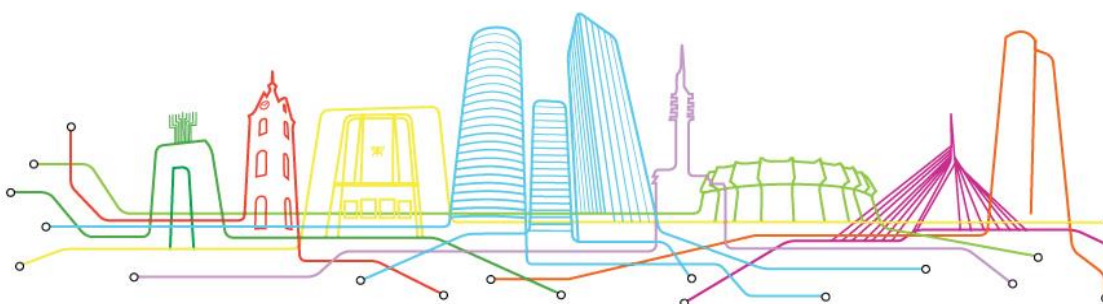
# דו"ח גאוטכני

## הקו הירוק - מקטעים G1-4, G1-5

ינון – תכנון, יעוץ ומחקר בע"מ

08/09/2019

מחזור	תאריך	תיאור	נערך ע"י (שם וחתימה)	מבוקר ע"י (שם וחתימה)	אושר ע"י (שם וחתימה)
0	08/09/2019	הגשה ראשונה	עידן דרומי	יוסי קליין	יוסי קליין



נתיבי תחבורה עירוניים להסעת המונים בע"מ

הרוקמים 26 חולון, 5885839 ישראל | מרכז עזריאלי, בניין A | טל. 03-7243000 | פקס. 03-7243001 | nta@nta.co.il



## Contents

1 כללי	4
2 נתוני הקרקע	5
2.1 כללי	5
2.2 חתך הקרקע	5
2.3 פרמטרי הקרקע לצרכי תכנון	7
3 סיכונים סיסמיים	8
4 שיפועי חפירה	8
5 עמודי תאורה	8
5.1 כללי	8
5.2 חתך הקרקע	9
5.3 שיטת הביסוס	9
5.4 ביסוס בכלונסאות	9
5.5 ביסוס רדוד	10
6 קירות תומכים וקירות גדר	11
7 אגריסיביות הקרקע	11
8 סיכום	12

## תוכן עניינים - טבלאות

טבלה 1: מיקום קידוחי ניסיון לאורך התוואי	5
טבלה 2: פרמטרי קרקע לצרכי תכנון	7
טבלה 3: שיפועי חפירה מומלצים	8
טבלה 4: מקדמים לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים	10

## תוכן עניינים – איורים

איור 1: תנוחה של תוואי הפרויקט	4
איור 2: תוצאות בדיקת SPT בשכבת החרסית	6
איור 3: תוצאות בדיקת SPT בשכבת החול	7
איור 4: עקום קשיחות לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים	10



## רשימת נספחים

נספח א'	חקירת שתית דוח GFR נובמבר 2017
נספח ב'	קידוחי ניסיון חקירת שתית מדרונות אוקטובר 2018



חברת נת"ע, באמצעות חברת ינון תכנון יעוץ ומחקר בע"מ (ינון) מתכננת בנייה של הקו הירוק, המקטע הדרומי מזרחי, בין תחנת המרכבה לצומת חולון (ראה איור 1 להלן). הפרויקט הינו חלק מתשתית עתידית של הרכבת הקלה.

הדוח הנדון מתייחס לאלמנטים הקונסטרוקטיבים הנמצאים במקטע 4 ו-5 כמפורט להלן:

- קירות תומכים וקירות גדר המבוססים על גבי כלונסאות
- עמודי תאורה

הדוח הנדון מתבסס על ממצאים מקידוחי ניסיון שבוצעו לאורך הקו (ראה פירוט בסעיף 2 להלן).



איור 1: תנוחה של תוואי הפרויקט

## 2 נתוני הקרקע

### 2.1 כללי

תנאי הקרקע נקבעו בהסתמך על חקירות השתית הבאות :

- חקירת שתית שבוצעה ע"י חברת גיאופרוספקט בנובמבר 2017 (ראה נספח א').
- חקירת שתית שתכוננה ע"י מדרונות הנדסה ובוצעה באוקטובר 2018 (נספח ב').

טבלה 1 להלן מציגה את מיקום הקידוחים שבוצעו לאורך התוואי בחקירות השתית השונות.

טבלה 1: מיקום קידוחי ניסיון לאורך התוואי

שם	קואורדינטות	עומק (מ')	מועד קידוח
MDR-11	659268 178775	15	אוגוסט 2018
MDR-12	658924 178939	15	אוגוסט 2018
MDR-15	658761 179959	15	אוגוסט 2018
MDR-17	658339 180138	15	אוגוסט 2018
MDR-18	657825 180553	15	אוגוסט 2018
MDR-19	657465 180814	15	אוגוסט 2018
MT-2	657601 180805	25	נובמבר 2017
MT-2A	657598 180781	25	נובמבר 2017
K-21L	657637 180653	5	נובמבר 2017
K-23L	657860 180519	5	נובמבר 2017
K-23R	659094 178851	5	נובמבר 2017
K-26L	658416 180117	5	נובמבר 2017
K-27R	655908 182578	5	נובמבר 2017
K-28L	658843 179906	5	נובמבר 2017
K-28R	658842 179936	5	נובמבר 2017
K-32L	659156 178810	5	נובמבר 2017
K-32L	659094 178851	5	נובמבר 2017
K-34L	659464 178727	5	נובמבר 2017

### 2.2 חתך הקרקע

בהתאם לממצאים מקידוחי הניסיון, חתך הקרקע כולל את השכבות הבאות :

חרסית שמנה עד רזה : השכבה כוללת חרסית רזה עד שמנה. השכבה בעלת פוטנציאל תפיחה בינוני נמוך. השכבה הופיעה בעיקר במטרים העליונים של הקרקע (עד כ-7 מ'). עובי השכבה משתנה בין 2-5 מ'. השכבה לא הופיעה בכול הקידוחים, ולרוב הופיעה באזור הצפוני של המקטע הנדון.

בדיקות SPT שבוצעו בשכבה הניבו ערכים של 10-25 הקשות (ראה איור 2 להלן).

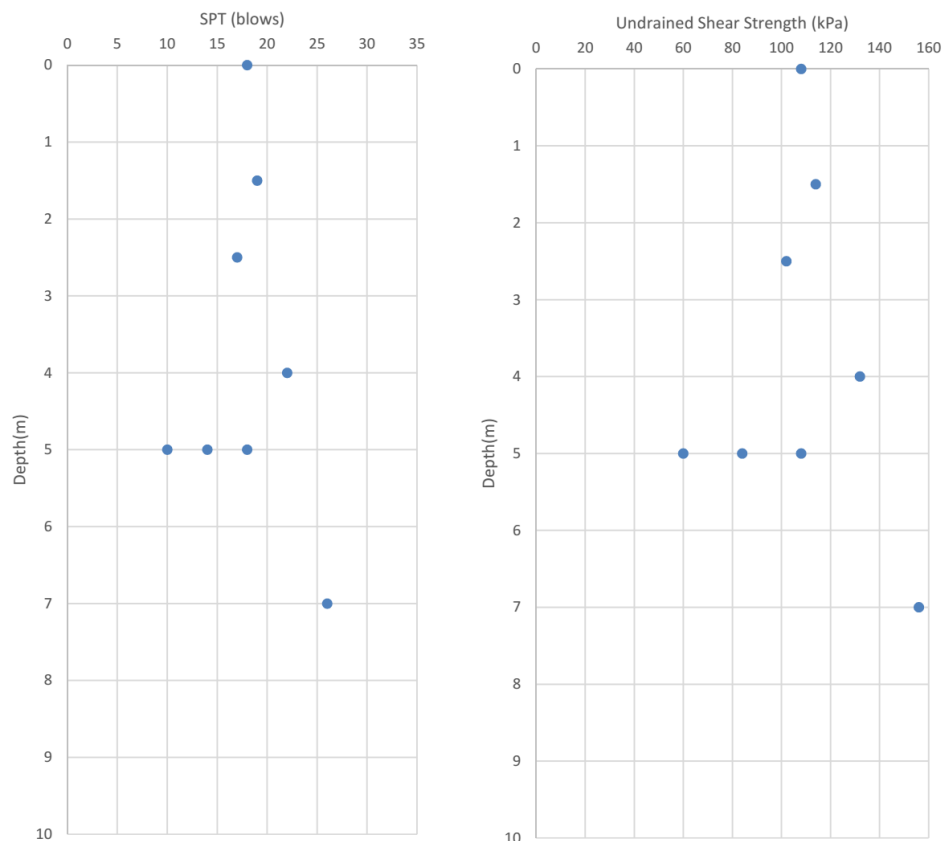
קיימים קשרים רבים להערכת החוזק לגזירה מהירה מבדיקות ה-SPT. עפ"י (Stroud 1974) היחס המוצע עבור חרסית שמנה הוא  $Cu=4.5N_{SPT}$ , כאשר לפי Sowers הקשר המוצע הנו  $Cu=7.5N_{SPT}$ . אנו מציעים בשלב זה להתחשב בערך אמצעי של  $Cu=6N_{SPT}$ .

בהתחשב בתוצאות אלו, ערכי החוזק לגזירה מהירה של החרסית צפויים להשתנות בין 50-150 קפ"ס (ראה איור 2) המעידים על חרסית בעלת חוזק בינוני. כמו כן ניתן לראות מגמה של הגדלה של הערכים עם העומק. לצרכי תכנון, מוצע ערך של 100 קפ"ס.

חול כורכרי עד חול חרסיתי: השכבה כוללת בתוכה שכבות של חול דק נקי, חול כורכרי, חול טיני וחול חרסיתי. צבע השכבה משתנה בין צהוב בשכבות החוליות לחום אדום בשכבות החול החרסיתי. השכבה הופיעה לרוב מפני השטח. השכבה כוללת בתוכה עדשות של חרסית שמנה.

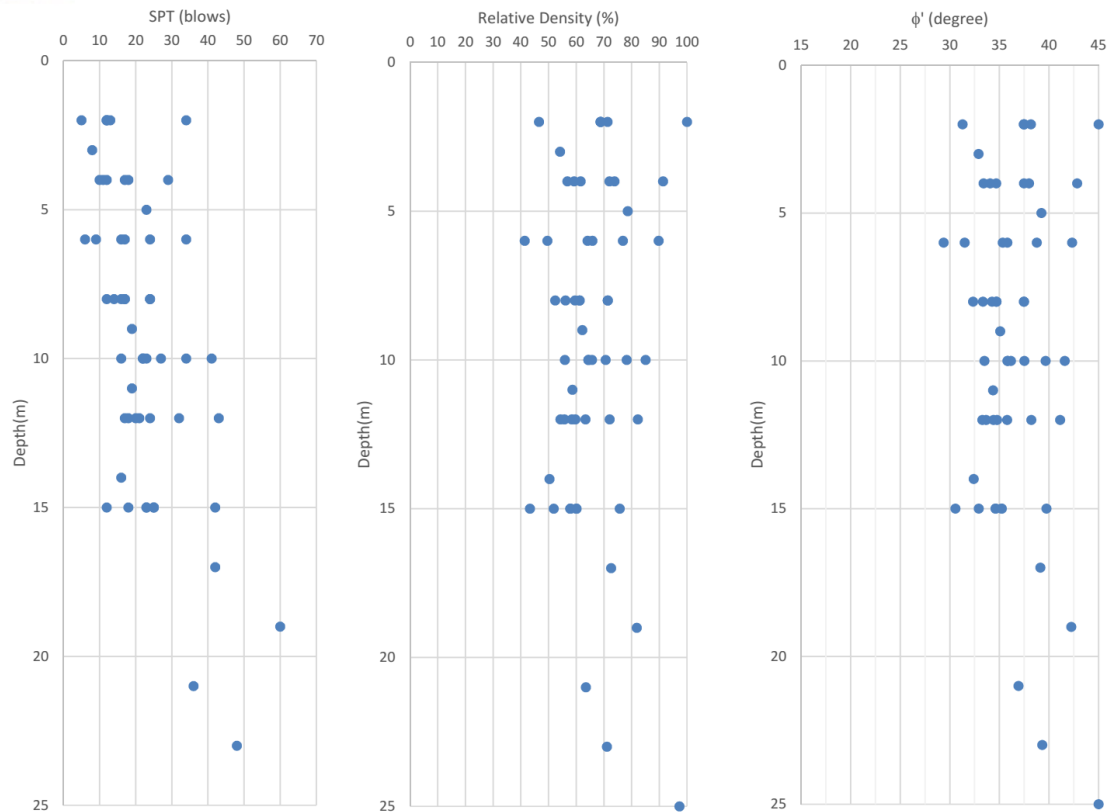
בדיקות SPT שבוצעו בשכבה הניבו בעיקר ערכים של 40-5 הקשות עם תוצאות בודדות גבוהות יותר (ראה איור 3 להלן), כמו כן ניתן לראות מגמה של הגדלה של התוצאות עם העומק. בהתחשב בתוצאות אלו, הצפיפות היחסית מוערכת סביב 50-90% המעידה על צפיפות בינונית עד גבוהה. בהסתמך על התוצאות שהתקבלו, לצרכי תכנון מומלץ לבחור בזווית חיכוך של 34 מעלות עבור שכבה זו.

מי תהום: מי תהום לא הופיעו בקידוחים (עומק של עד 25 מ'). בהתאם לקידוחים שבוצעו לאורך התוואי מי התהום צפויים ברום אבסולוטי של כ- 2+ מ'. עם זאת יש להביא בחשבון הימצאות של מים כלואים מעל שכבות החרסית במפלסים גבוהים יותר.



איור 2: תוצאות בדיקת SPT בשכבת החרסית





איור 3 : תוצאות בדיקת SPT בשכבת החול

## 2.3 פרמטרי הקרקע לצרכי תכנון

בהסתמך על חקירת השתית שבוצעה, טבלה 2 להלן מציגה את פרמטרי הקרקע המומלצים לצרכי תכנון עבור היחידות הגיאוטכניות השונות :

טבלה 2 : פרמטרי קרקע לצרכי תכנון

פרמטר	יחידות	חרסית	חול	מילוי נבר מהודק
זווית חיכוך	מעלות	25	34	36
קוהזיה	קפ"ס	0	0	0
משקל מרחבי	ק"נ/מ"ק	20	19	21
מודול אלסטיות	מגפ"ס	30	60	80



### 3 סיכונים סיסמיים

תוואי המסילה ממוקם באזור בו תאוצת התכן לפי ת"י 413 הנו  $Z=0.06g$  (לפי הסתברות של 10% בחמישים שנה). עפ"י תוצאות בדיקות השדה (SPT) ניתן לסווג את השתית כ-D לצורך פיתוח ספקטרום התגובה.

המקטע הנדון, בקו הירוק, ממוקם באזורים בהם לא קיים סיכון להגברות חריגות ו/או התנזלות. אין באזור התוואי העתקים החשודים כפעילים ולפיכך הסיכון לקריעת פני שטח אינו רלוונטי.

### 4 שיפועי חפירה

טבלה 3 להלן מציגה את שיפועי החפירה במצב זמני ובמצב סופי. במקרה של אי יציבות של דופן החפירה ימותנו השיפועים לשיפועים יציבים.

טבלה 3 מציגה את שיפועי החפירה המומלצים באזורים בהם לא קיימים מבנים בסביבת החפירה, ושתית לא רוויה. באזורי מבנים יש לוודא שהשיפוע "התיאורטי" בין תחתית החפירה המתוכננת לתחתית היסוד של מבנים קיימים אינו תלול מ- 3:1 (אופקי: אנכי). במידה ולא ניתן לשמור על הנ"ל יידרש להרים את מפלס תחתית החפירה או לתכנן דיפון.

טבלה 3: שיפועי חפירה מומלצים

פרמטר	חרסית	חול
שיפוע חפירה זמני	1H: 1V	1.5H: 1V
שיפוע חפירה קבוע*	2.5H: 1V	2.5H: 1V

\* שיפועי החפירה הקבועים הם עבור חפירה בגובה של עד 4 מ'. עבור חפירות עמוקות יותר יידרש לבצע ברמה ברוחב של 2 מ'.

### 5 עמודי תאורה

#### 5.1 כללי

לאורך התוואי מתוכננים להתבצע מספר עמודי תאורה. באופן כללי ביסוס העמודים מתוכנן ע"ג כלונסאות, מלבד מקומות ספציפים בהם יתוכנן ביסוס רדוד, בגלל מגבלות טכניות ותשתיות סמוכות.

## 5.2 חתך הקרקע

כאמור לעיל, חתך הקרקע לאורך הפרויקט משתנה וכולל בעיקר שכבות גרנולריות עם עדשות של חרסית, כמפורט בפרק 2 לעיל. לאורך התוואי בוצעו מספר מוגבל של קידוחי ניסיון, ולכן יש להביא בחשבון שינויים בחתך שהתקבל בקידוחים, וכן הופעה של שכבות חרסית במפלסים נמוכים יותר.

## 5.3 שיטת הביסוס

שיטת הביסוס המומלצת לעמודי התאורה היא באמצעות כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר (ראה הנחיות בסעיף 5.4). באזורים בהם לא ניתן לבצע כלונסאות יבוצע ביסוס רדוד (ראה הנחיות בסעיף 5.5).

## 5.4 ביסוס בכלונסאות

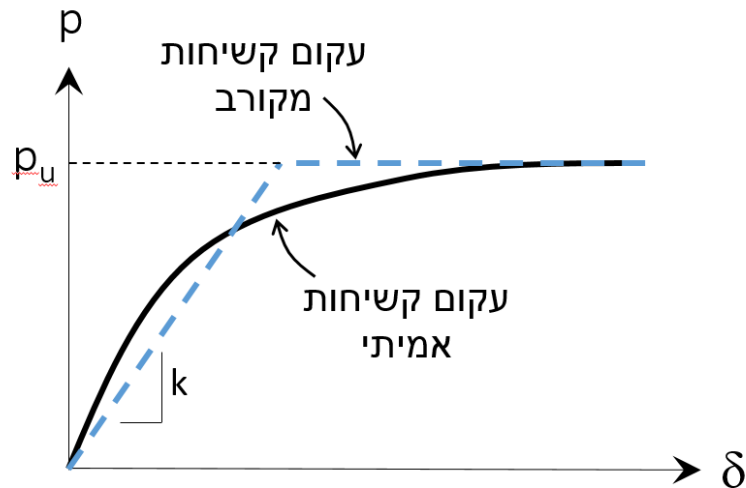
הכלונסאות יבוצעו לפי ההנחיות של המפרט הכללי פרק מספר 23. להלן ריכוז הנחיות כלליות לתכנון ולביצוע:

- א. עקב הימצאות שכבות של חול שפיך הכלונסאות יבוצעו בשיטת הבנטונייט או CFA. קידוחי כלונסאות בשיטת CFA בקרבת מבנים קיימים מצריכים אישור יועץ הקרקע, שיבחן את איכות הביצוע עם תחילת ביצוע הכלונסאות בשטח.
- ב. ניתן לנסות לבצע את הכלונסאות בשיטה היבשה, אך יש להביא בחשבון במקרה של חוסר יציבות של דופן הקידוח ידרש מעבר לשיטת הבנטונייט.
- ג. עבודות הביסוס יעשו בפיקוח צמוד של גיאולוג הנדסי. המפקח יוודא שחתך הקרקע תואם להנחות דוח הביסוס ושכל הנחיות הדוח והמפרט הכללי מיושמות. מהנדס הקרקע יקבל דיווח מהמפקח אם קיים שינוי ביחס להנחיות הדו"ח. יש להביא בחשבון שבמקרה של שינוי מהחתך הצפוי ידרשו התאמות בזמן הביצוע.
- ד. עקב הימצאות שכבות של חול כורכרי, יש להביא בחשבון שימוש במכונות קידוח חזקות (M-250 לפחות).
- ה. להלן פרמטרים לתכנון הכלונסאות:
  - מפני השטח עד לעומק 10 מ' חיכוך של 2.0 טון/מ"ר. יש להזניח את החיכוך ב-2 מ' העליונים.
  - מעומק של 10 מ' ועד לעומק של 20 מ' חיכוך של 3.5 טון למ"ר.
  - תסבולת קצה תהיה 50 טון למ"ר.
- ו. הכלונסאות יתוכננו בקוטר ואורך מינימאלי של 60 ס"מ ו-10 מ' בהתאמה.
- ז. כוחות שליפה יתקבלו לפי חיכוך מותר בשליפה השווה ל-2/3 מהערכים המצוינים לעיל, בהזנחת 2 מ' עליונים ובתוספת של 90% ממשקל הכלונס.
- ח. חישוב תסבולת הכלונס מביא בחשבון שהמרחק בין מרכזי הכלונסאות הוא לפחות 3 קטרים. עבור כלונסאות קרובים יותר נדרש להפחית כדלקמן:

מרחק בין צירי כלונסאות סמוכים	אחוז מהערך המותר
3 קטרים	100%
2 קטרים	85%
1 קוטר	70%

ט. עומק כלונסאות הסמוכים למדרון יחושב החל מקו העולה בשיפוע של 45 מעלות מתחתית המדרון.

י. חישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים יבוצע תוך שימוש בעקום קשיחות מקורב עפ"י איור 4 להלן. טבלה 4 להלן מציגה את הערכים המומלצים לשימוש עבור כל יחידה גיאוטכנית, כאשר תרומת מילוי תזנח ולא פחות מ-1 מ' עליונים.



איור 4 : עקום קשיחות לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים

טבלה 4 : מקדמים לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים

יחידה גיאוטכנית	עומק (מ')	קבוע קפיץ אופקי $k_h$ (טון למ"ק)	תסבולת מותרת $P_u$ (טון למ"א)
חרסית/חול	פני השטח עד 7 מ'	$500z/D$	$3D\gamma K_p z$
חול	מתחת ל-7 מ'	$800z/D$	$3D\gamma K_p z$

כאשר :

$z$  - עומק מפני הקרקע (מ').

$D$  - קוטר הכלונס (מ').

$\gamma$  – משקל מרחבי של הקרקע, 1.9 טון למ"ק.

$K_p$  – מקדם לחץ עפר פאסיבי, 2.75 עד לעומק של 7 מ', ו-3.5 מתחת עומק של 7 מ'.

## 5.5 ביסוס רדוד

להלן ריכוז ההנחיות לביסוס רדוד :

- ביסוס רדוד יעשה ע"ג החלפת קרקע בעובי של 80 ס"מ.
- עומק ההטמנה של תחתית היסוד מפני הקרקע הסופיים יהיה לפחות 80 ס"מ.
- יש לבצע חפירה למפלס התואם לתוכנית, ולחדור לקרקע טבעית.



- ד. במקרה שימצא מילוי בתחתית החפירה יידרש לחפור עד לקרקע טבעית ולחדור לפחות 50 ס"מ לקרקע טבעית.
- ה. ביסוס רדוד יעשה על גבי מילוי נברר הכולל 18-25% דקים, אשר יהודק בשכבות בעובי של 20 ס"מ לצפיפות לפי הגדרות המפרט הכללי.
- ו. הידוק שתית יעשה לפי הנחיות המפרט הכללי. במקרה של שתית בלתי יציבה יש להביא בחשבון שימוש בשברי אבן.
- ז. מאחר ובקרבת היסודות קיימים מבנים ותשתיות, קיים חשש להעברת ויברציות חריגות בעת פעולות ההידוק. לאור זאת, כלי ההידוק ועובי השכבות ייקבע עם תחילת הביצוע בהתאם לרגישות המבנים הסמוכים, תוך הקפדה על מדידת ויברציות רציפה במבנים רגשים.
- ח. יש לזמן את יועץ הקרקע לצורך אישור השתית. יש להביא בחשבון שבמקרה של הימצאות חרסית שמנה או שתית בלתי יציבה תדרש הגדלה של עובי ההחלפה, בהתאם לממצאים.
- ט. יש להקפיד ששקול הכוחות יפעל בגרעין.
- י. להלן פרמטרים לחישוב:
- מאמץ מגע מותר של 20 טון למ"ר.
  - מקדם החלקה מותר של 0.35.
  - מודול מצע אנכי ליסודות יחושב ע"י הנוסחה הבאה:

$$K = K_{30} \left( \frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

כאשר:

$K_{30}$  מודול מצע אנכי ליסוד ברוחב 30 ס"מ, השווה ל-3 ק"ג לסמ"ק

B רוחב יסוד (מ')

K מודול מצע אנכי ליסוד מתוקן ליסוד ברוחב B

## 6 קירות תומכים וקירות גדר

לאורך התוואי מתוכננים מספר קירות גדר וקירות תומכים. בגלל מגבלות מקום והקרבה לגבול זכות הדרך לא ניתן לבסס את הקירות ע"ג ביסוס רדוד ונדרש לתכנן כלונסאות. כלונסאות הביסוס יתוכננו בהתאם להנחיות בסעיף 5.4 לעיל.

## 7 אגרסיביות הקרקע

לא בוצעו בדיקות לארגסיביות הקרקע בסביבת המבנים ולכן לא ניתן לקבוע את אגרסיביות הקרקע. בהתאם לנ"ל מומלץ לתכנן את הבטון לפי אגרסיביות בינונית. לאחר שיבוצעו בדיקות האגרסיביות במעבדה, יעודכן הדוח בהתאם לממצאים.



## 8 סיכום

- א. יש להעביר למשרדנו את התוכניות הרלוונטיות לעיון.
- ב. יש לזמן את נציג משרדנו עם תחילת הביצוע לפיקוח עליון בכדי לבחון שהנחיות הדוח מיושמות.
- ג. יש להקפיד בנושא הבטיחות





**נספח א'**  
**קידוחי ניסיון**  
**אוגוסט 2018**



Borehole: **MDR-11**

Project number:

Location: **Rishon Lezion G1**

Vertical scale: **1:97**

Elevation [m]:

Date started: **07/11/18**

Supervised by: **Idit Hyman**

Project name: **Green line**

Client: **NTA**

Co-ords (x,y): ,

G.W. table depth [m]: **not determined**

Total depth [m]: **14.95**

Date finished: **07/11/18**

Drilling contractor: **Avigdor - Genadi**

Checked by: **Eshhar**

