

נתניה – חבצלת השרון

גשר מחבר לכביש 2

מעל גן לאומי אביחיל

סקר קרקע והמלצות גיאוטכניות

לביסוס הגשר

אוגוסט 2022

עדכון ספטמבר 2022

5493-0

24.8.22

עדכון 11.9.22

5493-0

נתניה, חבצלת השרון, גשר מחבר לכביש 2 סקר קרקע והמלצות גיאוטכניות

מזמין העבודה הינה ח.ל.ת (החברה לפיתוח ולתיירות) בע"מ עבור עצמו ו/או עבור מי מטעמו שהוא המשתמש הסופי בדו"ח (להלן ביחד ולחוד "המזמין").

1. הקדמה ומטרת הדו"ח

הנדסה גיאוטכנית מטפלת בקשרי הגומלין שבין קרקע למבני הנדסה אזרחית המושתתים עליה או עשויים ממנה. לצורך עבודתו עומדים לרשות המהנדס הגיאוטכני כלים משוכללים, המאפשרים לו לתרום תרומה משמעותית לבטיחות ולכלכליות של המבנים שבהם הוא עוסק.

כנגד זאת, חשוב לזכור כי מטבעה אין ההנדסה הגיאוטכנית יכולה להיות מדע מדויק. תכונותיהם של מרבצי קרקע וסלע טבעיים (וכן של מילויים מעשי ידי-אדם) עלולות להשתנות בצורה קיצונית ממקום למקום. כיוון שגם בסקרים המקיפים ביותר ניתן לחשוף ולבדוק רק חלק זעיר ממסת הקרקע המשופעת על ידי המבנה או משפיעה עליו, כל אינטרפולציה בין קדוחים או מחשופים אינה יכולה (גם במקרה הטוב) לחרוג ממסגרת של ניחוש מלומד.

אין לשכוח שהמסקנות המובאות בעבודה זו מסתמכות על כמות סופית של נתונים, ולכן אינן מתיימרות (גם אם עשוי להתקבל רושם כזה) לתת תמונת מצב מדויקת של השתית. רק בעת בצוע עבודות חפירה נתן יהיה להתחיל לקבל רושם מדויק יותר של השתית ולכן חיוני כי המהנדס הגיאוטכני ישותף בשלב הבצוע וכי תינתן לו אז האפשרות לבחון את מסקנותיו נוכח המידע הנוסף שיתגלה.

ההמלצות המובאות בדו"ח תקפות בעת כתיבתו. עם זאת יש לזכור כי בעתיד, כתוצאה מתהליכים טבעיים או ממעשי ידי אדם, עלולים להשתנות התנאים באתר הנדון

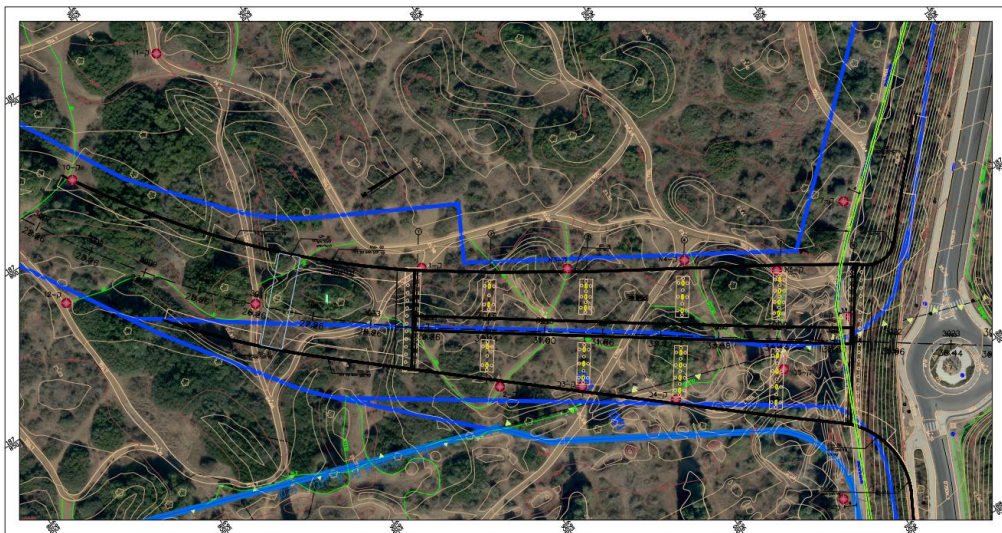
ובסביבתו. כמו כן עשויים לחול שינויים בתקנים או בתחיקה או הצטברות של ידע חדש.

תהליכים אלו, שאינם בשליטתו של הח"מ, יביאו לכך שממצאי הדו"ח יאבדו את תקפותם, בשלמות או באופן חלקי. לפיכך מודגש בזה כי יש לבחון מחדש את הדו"ח, ואין לעשות בו שימוש כלשהו ללא בחינה מחדש, לאחר תקופה של שנתיים מיום כתיבתו.

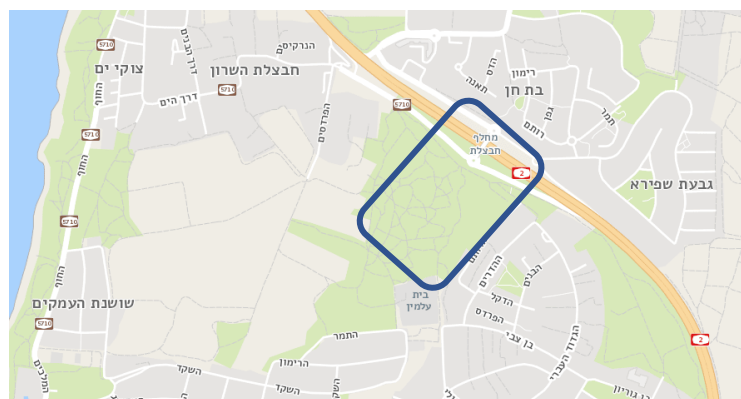
על מנת למנוע אי-הבנות הנובעות ממידע חלקי, אין להשתמש בדו"ח זה אלא למטרה שלשמה נועד, ואין לצטטו או להעתיקו אלא במלואו.

במסגרת העבודה מתוכנן גשר אשר יחבר את מתחם חבצלת החדש (תמל 1071) עם כביש מס' 2, באזור מעגל התנועה הקיים ממערב לכביש.

מיקום – התווייה על גבי תצ"א:

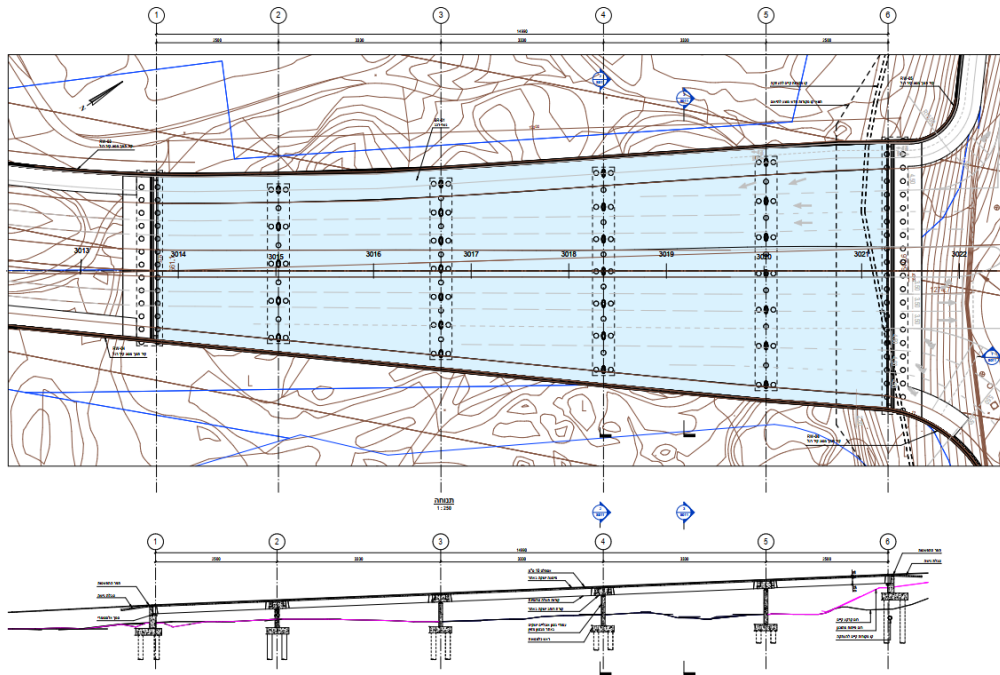


מפת התמצאות:



עבודות העפר המתוכננות לאורך הגשר (על פי החתך לאורך כביש 30) מסתכמות בהיקפים רדודים, מתחת למפלס הגשר הגבוה בכ- 9 מ' בקרוב מעל מפלס הקרקע הקיים. מדובר בגשר על גבי שישה (6) נציבים בחתכים הבאים לאורך כביש 30.

להלן תנוחה וחתך לאורך של אחת החלופות:



להלן מפלס קרקע קיים ומפלס קו אדום (פני הגשר) בחתכים בהם ממוקמים נציבים:

גבה מיסעה	גבה קיים	חתך
29.26	25.53	3014
30.14	25.65	3015
31.86	25.70	3017
32.72	27.12	3018
34.44	26.95	3020
35.30	26.81	3021

משני (2) עברי הגשר, ממערב לחתך 3014, עד חתך 3008 ומצפון לחתך 3021 עד חתך 3022 מתוכננות סוללות מילוי.

2. מטרת הדו"ח

דו"ח זה דן בתכנון הביסוס של נציבי הגשר בשתי (2) חלופות, עמוק ורדוד, תכנון קירות תומכים ותכן מבנה מיסעת הגשר. כמו כן עבודות עפר בהקשר ביסוס הגשר.

3. סקר קרקע

3.1 כללי

ההמלצות המובאות להלן מבוססות על ממצאי סקר שכלל עבודות שדה ומעבדה. עבודות השדה לביסוס הגשר כללו תשעה (9) קידוחי ניסיון אשר נמשכו לעומק 35 מ' כ"א מפני קרקע קיים. חמישה (5) קידוחי ניסיון נוספים, לצורך ביסוס קירות תומכים, בוצעו לעומק 15 מטר כ"א. בקידוחי הניסיון בוצעו בדיקות החדרה תקנית (SPT) בהפרשי גבה של 1.5 מ', בתחום עומקים עד 25 מטר (מעל מפלס המים).

במעבדה בוצעו על מדגמים מייצגים משכבה המכילה חומרים חרסיתיים בדיקות אינדיקטיביות (גבולות, דירוג, שטיפה, תפיחה חופשית ומיונים).

הקידוחים לביסוס הגשר בוצעו במיקומים הבאים:

שם בתכנית	קידוח	Y	X	עומק - מ'	חתך
ק-1	K-101	695955	187874	35	3014L
ק-2	K-102	695956	187923	35	3015R
ק-3א	K-103	695982	187940	35	3017L
ק-3ב'	K-104	695980	187938	35	3017R
ק-4א	K-105	696033	187920	35	3018L
ק-4ב	K-106	696005	187959	35	3018R
ק-5א	K-107	696058	187940	35	3020L
ק-5ב	K-108	696042	187970	35	3020R
ק-6	K-109	693071	187967	35	3021

הקידוחים בוצעו באמצעות מכונת קידוח זחלית, קטנה, סיבובית ומקדח "אוגר" ספיראלי בקוטר 4.5 בקרוב ללא שימוש בתמיסת בנטונייט.
 הקידוחים בוצעו ע"י הקבלן באבו קידוחי ניסיון. בדיקות מעבדה בוצעו במכון התקנים הישראלי על מדגמים המכילים חרסית.

3.2 חתך הקרקע

ממצאי קידוחי הניסיון בשילוב שני (2) קידוחים נוספים אשר בוצעו בקשר תכנון עבודות פיתוח במתחם חבצלת (תמל 1071), בצידו המזרחי של הגשר, עבור תכנון קירות תומכים, מצביעים על חתך אחיד המורכב מארבע (4) פורמציות עיקריות, המופיעות בסדר קבוע.

אמנם, עומקי השכבות בפועל עשויים להשתנות מעט מהמתואר במסמך זה אולם החתך בכל קידוחים אחיד.

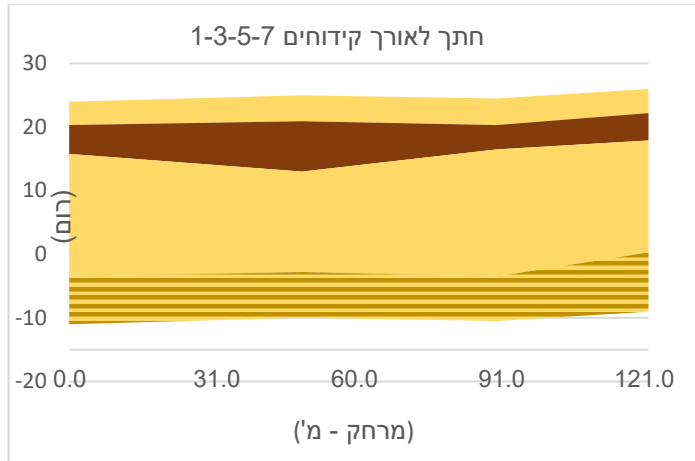
להלן מובא תיאור גרפי של השכבות.

החתכים המוצגים בוצעו לאורך הפן הצפוני והפן הדרומי של הגשר.

כללית מורכב החתך מהשכבות הבאות:

שכבה	תיאור החומר	עובי - מ'	רום פני השכבה - מ'
עליונה	חול צהבהב, דק עד בינוני גרגר	5.2 – 3.7	27 – 25
שנייה	חול חרסיתי עד חרסית עם חול במקומות	8.0 – 3.8	23 - 20
שלישית	חול צהבהב, דק עד בינוני גרגר	20.4 – 14.8	18 - 13
תחתונה	אבן חול גירית		0 - (-4)

חתך מייצג של שכבות הקרקע לאורך הגשר – ביחס לרום אבסולוטי:



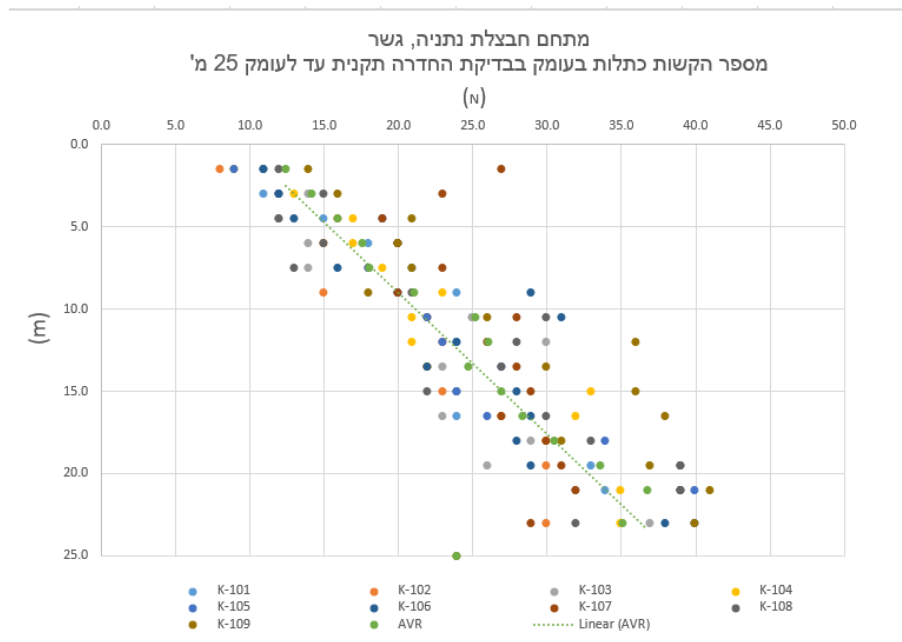
3.3 בדיקות החדרה תקנית (SPT)

בקידוחי הניסיון בוצעו בדיקות החדרה תקנית (STP) בהפרשי גובה של 1.5 מ', עד עומק 25 מ' מפני הקרקע.

להלן ריכוז התוצאות:

70% אחוזון	ממוצע	תחום תוצאות [הקשות]	חומר/ שכבה	תחום עמקים [מ']
12	14	34 – 8	שכבה עליונה- חול צהבהב, דק עד בינוני גרגר	5 – 0
20	21	34 – 12	שכבה שנייה- חול חרסיתי עד חרסית עם חול	12 – 5
37	30	41 – 21	שכבה שלישית-חול צהבהב, דק עד בינוני גרגר	25 – 12

להלן מובאת הצגה גרפית של התוצאות:



ניתן לראות באופן מובהק את התופעות הבאות:

- קיים גידול בערכים עם הגידול בעומק.
- דרגת הצפיפות של השכבה העליונה (החולית) משתנה בין נמוכה לבינונית.
- דרגת הסומך של השכבה השנייה (החרסיתית) משתנה בין "קשיח" (STIFF) ל"קשיח מאד" (VERY STIFF).
- הצפיפות של החומר עשויה להשתנות בין 1.9 ל- 2.1 טון/מ"ק.
- הצפיפות של החול בשכבה העליונה עשויה להשתנות בין 1.8 ל- 2.0 טון/מ"ק.

3.4 מים בקרקע

בכל קידוחי הניסיון העמוקים הופיעו מים. להלן ריכוז עומק למים ומפלס אבסולוטי של פני המים (בתקופת הקדיחה – יולי אוגוסט 2022):

רום מים [מ']	עומק למים [מ']	רום פני קרקע [מ']	קדוח
3.7	21.8	25.5	1
1.4	24.3	25.7	2
1.4	24.3	25.7	3א'
1.1	24.6	25.7	3ב'
2.8	24.3	27.1	4א'
2.8	24.3	27.1	4ב'
4.0	23.0	27.0	5א'
3.6	24.4	27.0	5ב'
3.1	23.7	26.8	6

3.5 ריכוז תוצאות אינדיקטיביות של הפורמציה המכילה חרסית

על מדגמים מייצגים מהשכבה השניה, המורכבת מחרסית עם כמויות משתנות של חול, בוצעו במעבדה בדיקות אינדיקטיביות.

להלן ריכוז התוצאות (הקרקעות מסווגות כ- A-7-6, וכ- A-6):

A-6 תחום תוצאות	A-7-6 תוצאות	יחידות	בדיקה
40 – 27	41 ,43	%	גבול נזילות
14 – 12	15 ,14	%	גבול פלסטיות
26 - 14	28 ,27	%	מדד פלסטיות
90 – 70	90 ,85	%	תפיחה חופשית
60 - 36	62 ,57	%	עובר נפה 200
12 - 1	14 ,12	-	מדד קבוצתי
9	2	-	מספר בדיקות

בהתייחס למיון "אאשטו", שתיים (2) הן של חרסית שמנה מסוג A-7-6 ואילו השאר (9) של חרסית חולית רזה מסוג A-6.

בהתייחס למיון "אחיד", שש (6) מהבדיקות הן "SC" (חול עם חרסית) בעוד חמש (5) הן "CL" (חרסית חולית).

3.6 תכולת רטיבות

תכולת הרטיבות הטבעית של המדגמים שנבדקו במעבדה השתנה כדלקמן:

תוצאות	חומר
18.3	A-7-6
18.0 - 12.5	A-6

ניתן לראות כי התוצאות הן מעט גבוהות מגבול הפלסטיות של החומרים.

3.7 הערכת פוטנציאל התפיחה

פוטנציאל התפיחה של הפורמציות המכילות חרסית ניתן להערכה במספר דרכים, כדלקמן:

א. יחס בין תכולת רטיבות טבעית לגבול הפלסטיות (W_n/PL) - ככל שתוצאת יחס זה קטנה (קטנה מ- 1) פוטנציאל התפיחה גדל וככל שתוצאות יחס זה גדול (גדולה מ- 1) פוטנציאל התפיחה קטן.

להלן ריכוז התוצאות:

תוצאת W_n/PL	חומר
,1.18 ,1.42 ,0.80 ,1.27 ,1.11 ,1.29 1.09 ,1.19	A-6
1.22 ,1.31	A-7-6

עבור קרקעות A-7-6 הערכים שהתקבלו גדולים מ- 1, עבור קרקעות A-6 שמונה (8) ערכים גדולים מ- 1 ואילו רק ערך יחיד קטן מ- 1 (0.89). מסקנה: קריטריון היחס W_n/PL מצביע על פוטנציאל תפיחה אפסי או העדר פוטנציאל תפיחה.

ב. הערכת לחץ תפיחה (P) מתוך בדיקות אינדיקטיביות – מחושב לפי הקשר הבא:

$$\text{Log } P = 0.0208 (LL) + 0.000655 (\gamma_d) - 0.0269 (\omega) - 1.868$$

LL = [%] גבול נזילות

צפיפות במצב יבש [ק"ג/מ"ק] $\gamma_d =$

תכולת רטיבות [%] $\omega =$

עבור קרקעות A-7-6 באתר מתקבל עבור P ערך של 0.0327 ק"ג/סמ"ר

ועבור קרקעות A-6 ערך של 0.0287 ק"ג/סמ"ר.

מדובר בערכים מאד קטנים (כ- 0.3 טון/מ"ר ובהתחשב בלחץ השכבות של כ- 6 – 8 מ' (המסתכמים בכ- 12.5 טון/מ"ר הרי לחץ התפיחה המתואר לעיל - אפסי. (קטן בשני סדרי גודל)!

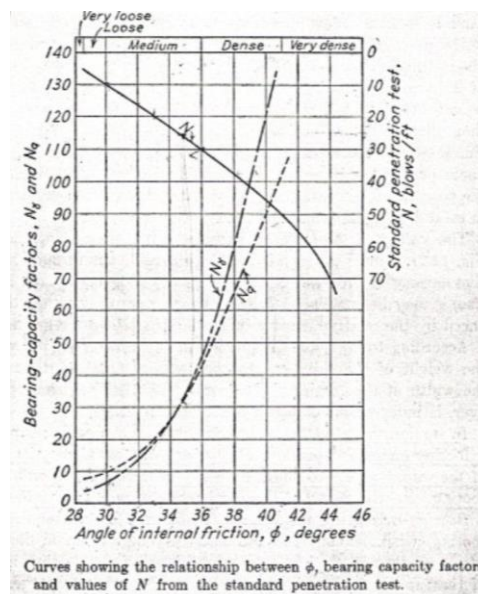
ג. סיכום – פוטנציאל התפיחה של הפורמציה החרסיתית בחתך – **אפסי**.

3.8 זווית חיכוך

על בסיס תוצאות בדיקות החדרה התקנית ניתן להעריך את זווית החיכוך הפנימית של הפורמציות השונות כדלקמן (עבור ערך אחוזון 70%):

חומר	תוצאות SPT	ϕ°
חול שכבה עליונה	12	30°
חרסית, חרסית עם חול	20	33°
חול, שכבה תחתונה	27	35°

התוצאות הנ"ל לקוחות מהתרשים הבא:



3.9 הערכת סיפרת מצע ומאמצי מגע מותרים בכל שכבה

סיפרת המצע, בפני השכבה החרסיתית, ניתנה להערכה מתוך תוצאות בדיקת ה-SPT כדלקמן:

$$K_{0.3} = 1.8 N [Mn/m^3]$$

$$K = \frac{k_{0.3}}{3}$$

$N =$ מספר ההקשות להחדרת הדגמן 30 ס"מ, בפני השכבה החרסיתית נלקחה כשווה ל- 20

$$K = 1.8 \times 20 / 3 = 1.2 Mn/m^3 = 1,200 t/m^3 = 1.2 kg/cm^3$$

על פי נוסחת טרצגי/פק (1948), עבור קרקע חרסיתית בעלת סומך "קשיח" עד "קשיח מאד" מאמץ המגע המותר ליסודות עוברים/נמשכים עשוי להשתנות בין 1.8 ל- 3.6 ק"ג/סמ"ר.

בהתייחס לספרת המצע הנ"ל (1.2 ק"ג/סמ"ק) ובהנחה כי ההתנהגות אלסטית, עשויה השקיעה הטוטאלית, עבור מאמצי המגע הנ"ל, להסתכם בכ- 1.5 עד 3.0 ס"מ, בהתאמה.

על מנת להגביל את השקיעה הטוטאלית בפני שכבת החרסית ל- 1 ס"מ, יש להגביל את המאמצים הפועלים המגיעים לחרסית ל- 1.2 ק"ג/סמ"ר.

3.10 תנאים סייסמיים

ערכי תאוצת הקרקע ברעידות אדמה, עבור תקופת חזרה של 50 שנה, נתונים להלן:

S_1	S_s	Z	הסתברות [%]
0.05	0.16	0.07	10
0.06	0.20	0.08	5
0.05	0.28	0.11	2

הקרקע משתייכת לקבוצה "D".

אין סכנת צונאמי (רום הקרקע גדול מ- 5 מ').

האתר אינו נמצא קרוב להעתקים פעילים או החשודים כפעילים.

פרמטר (SPC) לפי "AASHTO" עבור תנאי הקרקע = "B".
 על פי התרשים בנספח (מתוך התקן הספרדי בנושא) אין סכנת התנזלות.

המלצות .4

ביסוס ע"ג כלונסאות 4.1

מומלץ לבסס את הגשר על גבי כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר.
 הכלונסאות יחדרו לתוך השכבה החולית מעבר לשכבת החרסית
 הצפופה. עומק חדירת הכלונסאות הקרקע לא יפחת מ- 15 מ'.

פרמטרים לקביעת תסבולת אנכית של כלונסאות 4.2

תסבולת קצה 4.2.1

התסבולת האולטימטיבית עבור "תסבולת קצה" תחושב לפי
 הנוסחה הבאה:

$$Q_e = \gamma_t \times D \times N_q \times A$$

$$Q_e = \text{תסבולת קצה (אולטימטיבית)}$$

$$\gamma_t \times D = \text{עומס אנכי אפקטיבי המופעל בקצה הכלונס}$$

$$D = \text{(בחישוב מוגבל לעשרים פעמים הקוטר)}$$

$$\gamma_t = \text{משקל מרחבי של הקרקע} = 1.7 \text{ טון/מ"ק במצב יבש}$$

$$D = \text{עומק החדירה של הכלונס בקרקע}$$

$$A = \text{שטח חתך הכלונס}$$

$$N_q = \text{מקדם תסבולת} = 40$$

תסבולת חיכוך מעטפת 4.2.2

התסבולת האולטימטיבית עבור "חיכוך מעטפת" תחושב לפי
 הנוסחה הבאה:

$$Q_f = \pi \times d \times L \times f_s$$

$$Q_f = \text{תסבולת חיכוך מעטפת (אולטימטיבית)}$$

$$fs = \text{תסבולת חיכוך בין כלונס לקרקע}$$

$$d = \text{קוטר הכלונס}$$

$$L = \text{אורך חדירה אפקטיבי בקרקע (D-3)}$$

$$fs = Khc \times Po \times \tan \delta$$

$$Khc = \text{מקדם לחץ עפר ללחיצה עבור כלונסאות קדוחים} = 0.7$$

$$Po = \text{לחץ אפקטיבי של שכבות מעל לשכבת הביסוס}$$

(מחושב תוך הגבלת העומק ל- 20 פעמים הקוטר)

$$\delta = \text{זווית חיכוך קרקע/כלונס}$$

כמפורט להלן:

δ מומלץ	δ מחושב	תחום עומקים - מ'
0	0	0 - 3
22°	20°	3 - 5
	22°	5 - 12
	30°	< 12

הערה: עומק נמדד מתחתית ראש כלונס

4.2.3 מקדם בטחון

התסבולת האולטימטיבית של הכלונסאות תחושב לפי הקשרים הנ"ל. התסבולת המותרת במצב שירות תהיה הערך הנמוך מבין הערכים הבאים:

א. חלוקת התסבולת האולטימטיבית הכוללת (לקצה ולחיכוך) במקדם בטחון השווה 4.

ב. חלוקת התסבולת האולטימטיבית לקצה ב- 5 וחלוקת התסבולת האולטימטיבית לחיכוך ב- 1.5.

4.2.4 הערות

א. הערכים הנתונים נכונים עבור מצב בו המרחק הצירי בין כלונסאות סמוכים לא קטן משלוש (3) פעמים הקוטר.

ב. במקרה של קרבה בין כלונסאות יש להכפיל את התסבולת

במקדמי ההפחתה הבאים:

פעמיים קוטר - 0.85

פעם אחת קוטר - 0.65

ג. בגלל ההרכב החולי של מרבית חתך הקרקע, יש לבצע את העבודה תוך שימוש בתמיסת בנטונייט לייצוב דפנות הקדחים. לא יורשה שימוש במכונת CFA!

ד. התכנון, הביצוע ובדיקות האיכות יבוצעו לכל הפחות לפי מפרט 23 (מהדורת 2008).

ה. יש להגביל את המאמץ המותר המתקבל בחישוב בתחתית הכלונס (בקצה) ל- 250 טון/מ"ר.

4.2.5 עומסים מותרים ושקיעות צפויות

להלן עומסים מותרים לכלונסאות בקוטר 80 עד 150 ס"מ בעומקים משתנים בין 15 ל- 20 מ', בכפוף למפורט לעיל:

עומס מותר [טון] לעומק:						קוטר [ס"מ]
20 מ'	19 מ'	18 מ'	17 מ'	16 מ'	15 מ'	
192	190	185	182	180	165	80
350	330	300	285	265	250	100
485	455	425	400	370	340	120
640	600	565	530	490	455	140
725	680	640	600	560	520	150

השקיעות הטוטאליות הצפויות בכלונסאות, מבוטאות במ"מ, כולל השקיעה האלסטית בבטון ובהתחשב כי לקצה יועבר 40% מהעומס הכולל והיתרה תועבר בחיכוך, נתונות להלן (בהתאמה לתסבולות המחושבות לעיל):

שקיעה טוטאלית [מ"מ] מחושבת לעומק						קוטר ס"מ
20 מ'	19 מ'	18 מ'	17 מ'	16 מ'	15 מ'	
9.5	9.3	9.1	8.9	8.8	8.1	80
18.8	17.7	16.7	15.4	14.4	13.6	100
28.9	27.2	25.5	24.1	22.4	20.7	120
42.6	40.0	37.8	35.7	33.1	30.9	140
50.8	47.8	45.2	42.5	39.9	37.3	150

הערכים הנ"ל חושבו עבור מודול אלסטיות של 3,000 ק"ג/מ"ר בקצה ו- 2,500 ק"ג/מ"ר בחיכוך.

תסבולת כלונסאות להטחה אופקית

4.3

לצורך חישוב תסבולת כלונסאות להטחה אופקית תילקח ספרת מצע אופקית K, המשתנה עם העומק כמפורט להלן:

תחום עומקים – מ'	$K_{30} = \text{ק"ג/סמ"ק}$
3 – 0	0
5 – 3	0.75
12 – 5	1.2
12 <	1.65

$$K = \frac{K_{30} \cdot L}{B}$$

L = עומק החדירה של הכלונס, בקרקע (ס"מ)

B = קוטר הכלונס (ס"מ)

ערכי K לעומסים אופקיים באותו כיוון הטרחה, יופחתו לפי המפורט להלן כאשר קיימת קרבה בין כלונסאות:

מקדם הקטנה ל-K	מרחק ציר – ציר בין כלונסאות
0.25	3d
0.40	4d
0.70	6d
1.00	8d

נקודת ריתום – לצרכי חישוב תילקח כשווה 1.5 פעמים קוטר הכלונס, בשום מקרה לא פחות מ- 2 מ' מתחתית ראש הכלונס.

קירות תומכים (כולל קיר תעלה עם קרקע משופעת בראשה)

4.4

4.4.1 כללי

קירות תומכים יבוססו על גבי יסודות עוברים/רדודים. במקומות שיתברר כי תנאי הביסוס נחותים, הקירות יבוססו על קרקע מוחלפת בעובי שליש ($\frac{1}{3}$) מגובה הקיר ברוטו, לא פחות מ- 100 ס"מ וזאת בגלל אופי הקרקע (קרקע חולית מופרת) ודרגת צפיפות נמוכה בסמוך לפני הקרקע. ממדי ההחלפה יגיעו עד 150 ס"מ מעבר (מחוץ) לקווי היסוד, מדוד במפלס תחתית החפירה.

החומר להחלפת קרקע יהיה מסוג מצע סוג א'. החומר יותקן בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א, מדוד לאחר הכבישה, בהידוק מבוקר לצפיפות שלא תקטן מ-100% "מודיפייד פרוקטור".

תחתית החפירה להחלפת קרקע ו/או תחתית החפירה ליסוד, תהודק עד הפסקת כל שקיעה, בכל מקרה לא פחות משה (6) מעברי מכבש גלגילי ממונע כבד.

4.4.2 לחצי עפר על קירות

לחצי עפר על קירות יחושבו לפי הפרמטרים הבאים:

* משקל עפר מרחבי (יבש) $yt = 2 \text{ t/m}^3$

* מקדם לחץ עפר אופקי, אקטיבי $K_a = 0.35$

* מקדם לחץ עפר אופקי, במנוחה $K_0 = 0.55$

* עומס שימושי, בהתאם לתקן, לא פחות מ-1 טון/מ"ר.

מקדמי לחץ העפר מתייחסים לקרקע אופקית בראש הקיר. עבור שיפוע בראש הקיר יש לעדכן (להגדיל) את ערכי K_a ו- K_0 בהתאם לנוסחאות מקובלות.

מקדם חיכוך בין תחתית הקיר להחלפת הקרקע (מצע סוג א') לפני מקדם בטחון יילקח כשווה 0.55. אין להתחשב בלחצים פאסיביים לגיוס התנגדות להחלקה.

4.4.3 מילוי בגב קירות וניקוז

בגב קירות תומכים יותקן מילוי גרנולרי, העומד בהגדרת ת"י 253 לחומר "גס גרגר", מתנקז חופשי, בעל גרגר מכסימלי של 7 ס"מ, גבול נזילות 35% מכס' ומדד פלסטיות שלא יעלה על 6%. תכולת דקים לא תעלה על 5%.

המילוי יותקן ב"טריז" אשר רוחבו במפלס תחתית הקיר 1 מ' (מדוד מקצה יסוד הקיר) ורוחבו במפלס ראש הקיר 3 מ' לפחות.

נקזים יותקנו בקיר כל 2 מ' לכל כיוון.

בגב הקיר תותקן שכבה מנקזת מבנייה יבשה ו/או מחצץ עטוף ביריעה גיאוטכנית לא ארוגה, ממוחטת, מפוליפרופילן, במשקל 200 גר/מ"ר לפחות ו/או מזרוני גביונים בעובי 15 ס"מ לפחות ו/או מבלוקים חלולים.

4.4.4 קירות קרקע משוריינת

קירות קרקע משוריינת יתוכננו לפי ת"י 1630 בהתאם לפרמטרים המפורטים לעיל.

החלפת קרקע, במידה ותיקבע כנדרשת, תבוצע לכל רוחב המערכת ועוד המריק המפורט לעיל משני (2) צידי המערכת. בנוסף, עבודות מילוי, הן בקיר והן בסוללה הנתמכת תבוצענה במקביל.

אין להתיר מילוי התחום המשוריין, השארת מרווח בין גב הקיר למדרון/ סוללה הנתמכים ומילוי מרווח בשלב מאוחר יותר.

בנוסף, חיבור המילוי למדרון קיים יבוצע במדרגים אשר הכנתם תתבצע תוך כדי ההתרוממות במפלסי המילוי.

רוחב מדרג כלשהו יהיה כזה שנתן להדקו עם כלים מתאימים, לא פחות מ- 2 מ'.

כאשר רוחב המילוי גדול מרוחב הקרקע המשוריינת יש להמשיך עם אותו חומר מילוי מהתחום המשוריין עד חיבור למילוי/ עפר הנתמך, ללא שינוי בסוג החומר.

גם בחלק העליון של הקיר המשוריין, במידה ויכלל קיר בטון בתחום ללא שריון, יימשך חומר המילוי מגב הקיר עד לקרקע הנתמכת.

4.4.5 קירות דיפון

קירות דיפון יתוכננו לפי הפרמטרים לעיל תוך התחשבות במקדם בטחון של 1.2 לעומק חדירה מחושב בקרקע.

4.4.6 מעבירי מים ו/או מעברים חקלאיים

מעבירי מים ו/או מעברים חקלאיים בתצורת "Box" יבוססו על גבי קרקע מוחלפת בהתאם לדרישות המפורטות בסעיף 4.4.1 לעיל. (ביסוס על גבי קרקע מוחלפת) טיב החלפת הקרקע – מצע סוג א'.

בביצוע מעברים בגבה מלא, יש לשאוף לבצע "TOP DOWN" על מנת להקטין ככל האפר מעורבות בתנועה בפני הכביש. כמו כן למעבירי מים רחבים (4 מטר ויותר) יש לבצע פלטת גישה.

.5

חלופת ביסוס רדוד/ יסודות עוברים

לחילופין, ניתן לבסס את נציבי הגשר על גבי יסודות עוברים, על גבי קרקע מוחלפת מסוג מצע סוג א', בכפוף לעבודות עפר ניכרות (הרחקת העפר החולי עד פני השכבה החרסיתית והחזרת מילוי (מצע סוג א') מהודק בשכבות בבקרה מלאה.

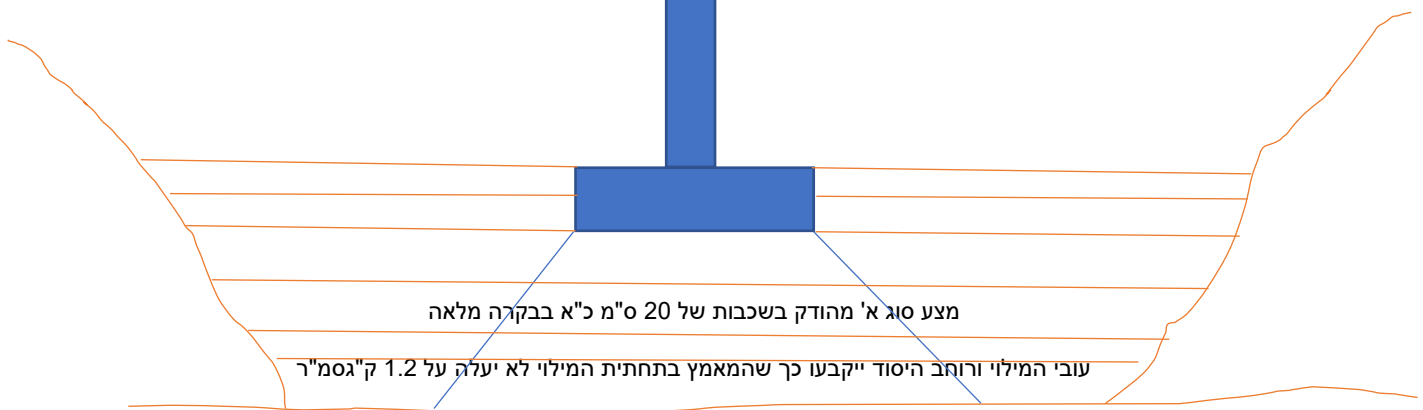
ממדי ההחלפה יתוכננו כך שבתחתית הקרקע המוחלפת לא יעלה מאמץ המגע על המאמץ המותר בשכבה החרסיתית – 1.2 ק"ג/סמ"ר אשר גורמים לשקיעה טוטאלית של 1 ס"מ בקרוב בפני השכבה החרסיתית.

היסודות העוברים ייחפרו לעומק 60 ס"מ לפחות בתוך המצע המהודק, כאשר בין תחתית היסוד לתחתית המצע (תחתית החלפת הקרקע) יש לפחות 100 ס"מ מהודקים. מקדם חיכוך בתחתית – ראה סעיף 4.4.2 לעיל.

רוחב היסוד העובר, בשום מקרה לא פחות מ- 60 ס"מ, יתוכנן כך שהמאמץ המתפתח בתחתיתו אינו גורם בפני השכבה החרסיתית מאמץ אשר עולה על 1.2 ק"ג/סמ"ר.

זווית פיזור העומס בתוך המצע המהודק - 45° .

להלן תרשים:



6. הנחיות כלליות – עבודות עפר ואחרות

- א. כל עבודות העפר (חפירה, חציבה, גריסה, ניפוץ, מילוי, הידוק וכו') תבוצענה בהתאם למפרט 51 מהדורת 2014 ובבקרה מלאה וצמודה.
- ב. מילוי בגב קירות, בתחום קרקע משוריינת, בהחלפת קרקע מתחת ליסודות וכל מגע בין קרקע למבנה יהיה מחומרים מינרליים בלבד. מילוי בחומר ממקור מחזור גריסת מבנים לא יותר לשימוש.
- ג. חומרים חצובים ו/או חפורים, המיועדים למילוי חוזר ייבדקו להתאמתם לדרישות מפרט 51 הנ"ל.

7. מעקב

- א. יש להעביר לעיון היועץ מפרט תכניות ביסוס ומפרט כולל רשימת עומסים.
- ב. יש לזמן את יועץ הביסוס לאתר, בתחילת עבודות הביסוס ובמהלכן, בהתראה של 3 ימי עבודה, מראש, בכתב.

בכבוד רב,



דורון אשל

לוטה: תרשים פוטנציאל התמזלות
לוגים של קידוחי ניסיון ובדיקות מעבדה

הערכת פוטנציאל להתנזלות על פי בדיקות SPT ומגניטודה של הרעידה:

