



GEFFEN
SOILS ENGINEERING LTD.

תאריך : 17/03/2020

עב' מס' : 20055

לכבוד
חכ"ל מודיעין,
באמצעות קרקם ניהול יעוץ ופיקוח,
hadarb@karkam.co.il
א.נ.,

הנדון : מושב מבוא מודיעים - אתר הקרווילות
חוות דעת לביסוס מבנים - דוח פרלימינרי

מצ"ב הדו"ח שבנדון .

להלן תוכן חות הדעת:

1. כללי.
2. הקרקע.
3. המלצות לביסוס – מבנים.
4. עבודות עפר - מבנים.
5. קירות תומכים/הפרדה.
6. ניקוז ופתוח.
7. פקוח ובקרה.

נספחים:

* שרטוט מס' 1 : מיקום קדוחים.

* לוגי קידוחי ניסיון-חברת גיא-לוג שירותיים גיאוטכניים בע"מ.

בכבוד רב,

אינג' אילן בירנבאום

י.ק/א.ב.

1. כללי

משרדנו הוזמן ע"י כב' להגיש חוות דעת לביסוס מבנים המתוכננים להבנות במושב מבוא מודיעים.

להלן פירוט המבנים:

- 32 יח"ד קרווילות.
- 2 מבני ציבור.
- 6-8 מבני מממיים.

המבנים המתוכננים הם בני קומה אחת וללא קומות תת קרקעיות, כמו כן כפי הנראה מתוכננים להבנות קירות תומכים/הפרדה נמוכים.

מעריכים שמבני המממיים יבנו בבניה טרומית מבטון מזויין. מבני הציבור יבנו בבנייה קלה. העומסים המתוכננים במבנים מוערכים שינועו בין 5 ל- 15 טון לעמוד.

באזור הקווילות ומבני המממיים בוצעו עבודות עפר נרחבות הכוללות הנחת מילויים עבים. באזור מבני הציבור לא בוצעו עבודות עפר ובפני הקרקע נחשפים שכבות המסלע הטבעיות.

מניחים כי מפלסי הפיתוח של המבנים יהיה כמפלס הטופוגרפיה הקיים בשטח האתר בזמן ביצוע סקר קרקע וקדוחי הנסיון.

נכון לעריכת חוות דעת זו טרם נתקבלו תכניות מפורטות אודות המבנים המתוכננים וכן טרם הסתיים סקר הקרקע ובדיקות המעבדה. במידה וקיים שוני מהותי בין המידע שנמסר בדוח זה לבין המידע הרלוונטי כפי שמופיע בתוכניות, יש ליידע את הח"מ וייתכן עדכון בדוח זה. כמו כן לאחר קבלת תוצאות הבדיקות המעבדתיות יינתנו המלצות משלימות ובמידת הצורך עדכון ההמלצות לביסוס.

2. הקרקע

הסקר באתר כלל 8 קדוחים שבוצעו עם מקדח ייעודי לקידוחי ניסיון והקדוחים נקדחו לעומקים עד 10 מ' מפני הקרקע. הקדוחים בוצעו כאמור באמצעות מקדחי חילזון (ספירלה) ובשכבות המסלע באמצעות מקדחי גלעין בשימוש עם מים לקירור הקדיחה. הקדוחים בוצעו ע"י משה בר בפקוח צמוד של גיאולוג מחברת גיא-לוג שירותיים

גיאוטכנים בע"מ. בשל מגבלות בלוחות הזמנים טרם בוצעו בדיקות מעבדה על מדגמים שנטלו מהקדוחים. את מיקום הקדוחים ניתן לראות בשרטוט מס' 1 המצ"ב.

את ממצאי הקדוחים ניתן לראות ע"ג הלוגים המצ"ב של חברת גיאולוג.

להלן תיאור שכבות לקרקע כפי שנמצאו בקדוחים מפני הקרקע כלפי מטה:

- **מילוי-חרסית** שמנה עד רזה וחול חרסיתי חום כתמתם נמצאו בקדוחים החל מעומקים רדודים של כ-0.5 מ' ועד לעומק מירבי של 4.5 מ'. המילוי מתעבה לכיוון כללי דרום מזרח. מבדיקות SPT שבוצעו במילוי התקבלו ערכים הנעים בין 15-25 הקשות לחדירה של 0.3 מ'. ערכים אלו מצביעים על שכבות מילוי בדרגת הידוק בינונית עד גבוהה למדי. מידע זה מוגבל לאזורים בהם בוצעו קידוחי הנסיון.
- מתחת ועד לתחתית הקדוחים נמצאו שכבות מסלע של קרטון, קרטון חווארי, חוואר קירטוני בגוון בז' חום ירקרק וגג שכבות המסלע מתאפיין בקרום קשה של נארי. ערכי החזר הגלעין נעו בין 100%-33% אולם מרבית הערכים הגיעו לערך מירבי של 80%. אחוז רציפות הגלעין עומד על ערכים הנעים בין 72%-0%. ערכי ממצאי המסלע מצביעים על שכבות מסלע בעלות חוזק נמוך-בינוני. כמו כן נערכו בדיקות SPT בשכבות המסלע והתקבלו ערכים הנעים בין 25 הקשות ועד לחוסר חדירה.

מי תהום לא נמצאו בתחום הקדיחה ובמועד ביצוע הקדוחים (מרץ 2020) אולם הם יכולים להצטבר ע"ג שכבת החרסית העליונה למשכי זמן ארוכים. יכולת החידור של הקרקע עד העומק האפקטיבי נמוכה.

3. המלצות לביסוס - מבנים

הבעייתיות המיוחדת של האתר הינה המצאות שכבות של מילוי ושכבות של חרסית שמנה ותופחת בפני הקרקע. ביסוס רדוד על פני הקרקע או יסודות רדודים במפלס החרסית יפתחו עם הזמן שקיעות ניכרות. המצאות שכבת מסלע בעומק מהווה יתרון לביסוס ויש לשאוף לביסוס עמוק ע"ג כלונסאות שיחדרו בתחתיתם לשכבות המסלע היציבות. עקב תפקוד פחות טוב של יסודות רדודים בהשוואה לכלונסאות, וכן עומק גדול יחסית למפלס הסלע, מומלץ לבסס את המבנים באמצעות כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר.

לצורך ביצוע הקדוחים תדרש מכונה חזקה מסוג M-250 לפחות עם מקדחי וידיאה מוקשים לחדירה לשכבות המסלע. יש ליידע את הקבלן כי הקדיחה בשכבות הקרטון עשויה להיות מאומצת ואיטית. הקדיחה אפשרית בשיטה "היבשה". השימוש בתרחיף בנטוניט יידרש רק במידה ויתרחשו מפולות בעת הביצוע (סבירות נמוכה).

ראוי לציין כי בביסוס בעזרת כלונסאות מתקבלות שקיעות קטנות יותר מאשר בביסוס באמצעות פלטות רדודות וגם אורך חיי המבנה יתארך.

מוצע לתכנן את הכלונסאות לפי הטבלה הבאה :

א. מבני מגורים ומממ"מים

קוטר כלונס מ'	אורך כלונס מ'	עומס מרבי מומלץ ט'
0.5	8	עד 30
	9	38
	10	45
0.6	8	35
	9	45
	10	55

ב. מבני ציבור

קוטר כלונס מ'	אורך כלונס מ'	עומס מרבי מומלץ ט'
0.5	6	עד 30
	7	38
	8	47

הערכים שבטבלה מחושבים כדלהלן :

- אורך הכלונסות מחושב מפני הקרקע הקיימים. לאורך הכלונסאות יש להוסיף את עובי שכבות המילוי שיונחו בעבודות הפיתוח.

- בין מרכזי כלונסות, מדוד בתחתיתם, השיפוע לא יעלה על 1 אנכי ל- 3 אופקי.
- מרחק מזערי בין כלונסות, לא פחות מ- 3 פעמים של קוטר הכלונס היותר גדול.
- כל הכלונסאות יחדרו בתחתיתם לעומק של לפחות 4 מ' לשכבות המסלע. אורך מזערי – 8 מ'.
- עומסים מרביים שבטבלה חושבו לפי מקדם בטחון מפני גזירה $FS=3$.
- העומסים מתייחסים למאמצי חיכוך. תסבולת קצה הוזנחה.
- זיון הכלונסאות יתוכנן לפי ת"י 940 לקרקעות חרסיתיות. כוח המתיחה יחושב לפי $Z=980*d-0.7*P$; P -עומס אנכי קבוע (ק"נ).
- מקדמים לחישובי רעידת אדמה, לפי ת"י 413 (1995) וגליון תיקון מס' 3 (2009) :

הסתברות של 2% לפחות פעם ב 50 שנה מחזוריות של 2475 שנה	הסתברות של 5% לפחות פעם ב 50 שנה מחזוריות של 975 שנה	הסתברות של 10% לפחות פעם ב 50 שנה מחזוריות של 475 שנה	הסתברות
0.11	0.08	0.07	מקדם תאוצה קרקע אופקית

הקרקע ניתנת לסיווג מטיפוס – D

- אין בקרבת האתר שברים/העתקים פעילים או החשודים כפעילים
- לתנאי רעידת אדמה ניתן להגדיל את המאמצים הרשומים בטבלה ב- 50%.
- המרחק הנקי בין דופן הכלונס לזיון הראשי יהיה לפחות 70 מ"מ.
- את הכלונסאות יש לבצע לפי המפרט הכללי לכלונסאות קדוחים ויצוקים באתר פרק 23 של הוועדה הבין משרדית / משרד הביטחון. יש לשים לב להתקנת שומרי מרחק מתאימים.
- יש לתכנן את הרצפה והקורות התחתונות כתלויות עם הפרדה מהקרקע ע"י ארגזי פוליסטרן מוקצף קרטון כוורת בגובה 25 ס"מ. ארגזי הפרדה יעמדו בדרישות ת.ג. 940.
- בנוסף, יש להגן ולשמור על חלל הפרדה באמצעים מתאימים למניעת חדירת קרקע לתוך החלל בתחתית הקורות והרצפה לאורך כל חיי המבנה. את ההגנה ניתן לעשות באמצעות לוחות צד מתאימים.
- כל הכלונסאות יבדקו בשיטה הסונית.

4. עבודות עפר - מבנים

מילויים כללים עד למפלסי הפתוח יעשו מחומרים גרנולריים מסוג A-2-4 או A-2-6 או חומרי מצע העונים לדרישות מצע סוג ג'. לפני הנחת מילוי כלשהו בתחתית המבנים יש לתחח את הקרקע המקומית, להרטיבה ולהדקה לאחר ספיגת המים בקרקע.

הדוק:

השתית והמילוי ייכבשו בצידוד מכאני רוטט ובמידת ההרטיבה הדרושה בכדי שתושג דרגת הצפיפות הנדרשת. הכבישה תעשה בשכבות שעוביין המהודק לא יעלה על 20 ס"מ.

דרגת צפיפות השדה המינימאלית הנדרשת באתר תהיה לפי ההגדרות שלהלן:

- בשכבות שבין פני הקרקע הסופיים ועד עומק 1 מ' – 97% מודיפייד אשטהו ברטיבות אופטימלית.
- בשכבות שבין עומק 1 מ' לבין עומק 2 מ' מפני קרקע סופיים – 93% מודיפייד אשטהו ברטיבות אופטימלית.
- בשכבות שבין עומק 2 מ' ועד פני קרקע טבעיים – הדוק רגיל שמשמעו מעברי מכבש עד אשר יפסקו שקיעות העפר מתחת המכבש בעת תנועתו ע"ג השכבה.

5. קירות תומכים/הפרדה

את הקירות התומכים/הפרדה במידת הצורך יש לתכנן ע"ג כלונסאות בקוטר 0.5 מ' עם חדירה של 3 מ' לשכבת המסלע. אורך הכלונסאות מוערך 8 מ' מפני הקרקע הקיימים. התסבולת האנכית של כלונס שיבוצע בהתאם להנחיות שבנדון יעמוד על 20 טון אנכית. את הכלונסאות מוצע לבצע מדי 4-5 מ"א של הקיר. תחתית הקורה תוטמן לעומק של לפחות 0.6 מ' מפני הקרקע הסופיים בחזית הקיר. הפרדה מהקרקע תעשה כנ"ל.

מילוי חוזר מאחורי קירות תומכים יש לבצע עם קרקע גרנולארית, אינרטית ללא אבנים גדולות העולות על 7.5 ס"מ, או עם חמרה קלה או מצע סוג ג' בשכבות אופקיות בנות 0.2 מ' והדוק עם כלי מכני רוטט עד שלא יראו עקבות המכבש על כל שכבה ושכבה. ההדוק יבוצע בשכבות בנות 0.2 מ' לצפיפות של 96% מודיפייד אשטהו. אין להשתמש בחרסית למטרת מילוי מאחורי קירות תומכים.

אין להדק הקרקע בקרבת הקיר בעזרת כלי כבד העלול להפעיל לחצים אופקיים על הקיר ולפגוע בו.

לחצי עפר על קירות תומכים יחושבו כדלהלן:

- משקל מרחבי של עפר 20 kN/m^3

- קירות תומכים יחושבו לפי מקדם לחץ עפר אקטיבי-0.3 ובפינות של הקיר לפי מקדם לחץ במנוחה של 0.5.
- כרשום לעיל, עומק תחתית יסוד הקיר לפחות 0.6 מ' מפני קרקע סופיים בחזית הקיר.

6. ניקוז ופיתוח

ניקוז כללי של האתר יאריך את משך חיי המבנים עם תחזוקה מועטה בלבד.

ניקוז הקירות התומכים יעשה ע"י התקנת שכבה מנקזת, כגון חצץ דק או בינוני, בגב הקיר ופתחי ניקוז לחזית בקוטר מזערי של 3" כל 4 מ"ר קיר. מאחורי השכבה המנקזת יונח בד גאוטכני לא ארוג במשקל של לפחות 300 גרם/מ"ר אשר יפריד בין השכבה המנקזת למילוי הכללי.

מוצע להרחיק עצים מקרבת היסודות למרחק שלפחות גובה הצמרות בכדי למזער את השפעת שינוי תכולת המים בקרקע עקב שורשי העצים.

יש להרחיק נגר עילי ביעילות משטח האתר. נדרש שיפוע של 4% בקרקע ללא חיפוי מקירות המבנים כלפי חוץ. ניתן להקטין את השיפוע ל- 1% במידה והקרקע תחופה אספלטית או בדרך אחרת.

משטחי בטון החורגים משלד למבנה רצוי שיתוכננו "כמסוימים סטטית" ויבוססו על כלונסאות כנ"ל.

שבילים ומשטחים מרוצפים בפתוח יש לבצע על גבי שכבה גרנולרית. לצורך טיוב הקרקע, מומלץ לסלק 0.6 מ' עליונים ולהחזיר קרקע חולית לא פלסטית בהידוק בשלוש שכבות בנות 0.2 מ' לאחר הרטבה עד שלא יראו עקבות המכבש על פני השכבה. קרקעת המילוי תהיה בהתאם למפורט לעיל. גם פתרון זה לא ימנע לחלוטין את התזוזות של משטחי הריצוף (בשל המצאות חרסית פלסטית בפני השטח ומילוי קיים) אותם ניתן למנוע באמצעות ביסוס המשטחים ע"ג כלונסאות אולם פתרון זה הינו יקר יותר. להחלטת המזמין מבחינת שיקולי עלות תועלת.

למרות הפעילויות והפתרונות שלעיל, עקב המילוי במגרש יש לצפות לשקיעות מסוימות במילוי הקיים בעיקר בשנים הראשונות. השקיעות החזויות בפיתוח הם בסדר גודל של 5%

מגובה המילוי. יש להביא בחשבון שקיעה זו בכל הקשור לתכנון וביצוע מדרכים ואלמנטים מרוצפים או יצוקים על פני השטח.

7. פקוח ובקרה

ביצוע ההמלצות שלעיל בקפדנות יאריך את חיי המבנים עם תחזוקה מעטה בלבד. העבודות יעשו בפקוח מהנדס אשר יוודא ביצוע תקין ויידווח על כל חריגה ותקלה בביצוע.

קידוחי הניסיון שבוצעו מהווים נפח מזערי מהקרקע בתחום הפרויקט. על כן ייתכנו שינויים ואי התאמות בחתך הקרקע המצוין לעיל המתגלים בזמן הביצוע. ייתכן עדכון להמלצות שבנדון בזמן הביצוע של היסודות בפועל עפ"י הממצאים שיתגלו או לאחר קבלת תוצאות הבדיקות המעבדתיות.

יש לזמן את משרדנו מבעוד מועד ליום הראשון של קדיחת הכלונסאות לצורך אשור ביצוע ההמלצות שלעיל.



אינג' אילן בירנבאום