

דו"ח ייעוץ קרקע וביסוס מבנים  
מגרש ספורט שחב"ק חדש – שדה אילן  
גוש 15136, חלקה 91, מגרש 380

עבור

מועצה אזורית גליל תחתון  
1-  
משרד ד"ר טבעוני אדריכלים בע"מ

הוכן ע"י:

אינג' חביב אללה מוחמד

משרד הנדסה אזרחית MSc.

ייעוץ קרקע וביסוס, פיקוח וניהול פרויקטים

עין מאהל, ת.ד. 533 מיקוד 17902



אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית

יוני 2022  
מהדורה 01

ד"ח קרקע וביסוס  
מגרש ספורט שחב"ק חדש – שדה אילן  
גוש 15136, חלקה 91, מגרש 380

תוכן עניינים

1.	מבוא	- 4 -
2.	תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מוצעת	- 6 -
3.	תיאור הקרקע המקומית	- 7 -
3.1.	תיאור הקרקע הטבעית	- 7 -
4.	בעיות גיאוטכניות	- 7 -
5.	ביסוס מגרש ספורט	- 9 -
5.1.	פרטי מגרש הספורט	- 9 -
5.2.	חלופה 1: ביצוע החלפת קרקע	- 9 -
5.3.	חלופה 2: יישום יריעת איטום אופקית עם חציץ אנכי	- 10 -
6.	שיטת הביסוס המומלצת לביסוס המבנים/קירות	- 11 -
6.1.	ביסוס מבנים	- 11 -
6.2.	ביסוס קירות גדר	- 14 -
7.	הנחיות כלליות	- 15 -
7.1.	ניקוז הנגר העילי ומי הביוב	- 15 -
7.2.	בטיחות	- 15 -
7.3.	ביצוע החלפת קרקע בחומר מילוי אינרטי	- 16 -
8.	תכנון למצב רעידות אדמה	- 16 -
9.	פיקוח	- 16 -
10.	סיכום	- 17 -
11.	נספח מס' 1 – מפרט לביצוע כלונסאות רגילים ללא הרחבה	- 18 -

- 18 -	11.1. כללי
- 18 -	11.2. הקדיחה
- 19 -	11.3. הזיון
- 19 -	11.4. יציקת הבטון
- 20 -	11.5. פיקוח ובקרה
- 21 -	12. נספח מס' 3 – חישוב כלונסאות לכוחות אופקיים

#### תפוצה

○ אינג' אשרף טבעוני – מתכנן ראשי.

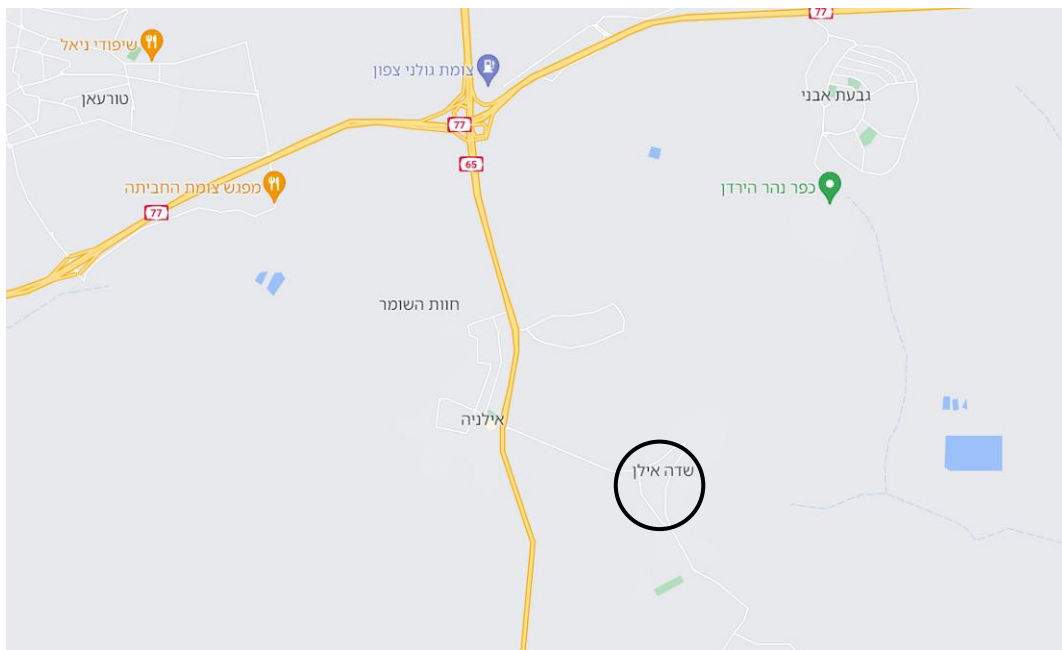
~~M.S.c. (Eng.) אינג' חביב אללה מוחמד  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית~~

**דו"ח ייעוץ קרקע וביסוס מבנים**  
**מגרש ספורט שחב"ק חדש – שדה אילן**  
**גוש 15136, חלקה 91, מגרש 380**

**1. מבוא**

דו"ח זה עוסק בהנחיות והמלצות לביסוס מגרש ספורט שחב"ק חדש שמתוכנן במושב שדה אילן שנמצא במועצה אזורית גליל תחתון. המגרש החדש ממוקם בחלקו המרכזי של הישוב בסמוך למגרש ספורט קיים ובאזור שמתוכנן לפיתוח והרחבה שנמצא בתכנון. המגרש החדש מתוכנן באזור פתוח אשר תחום ע"י מגרש ספורט קיים ומערכת כבישים פנימית עם קצה תעלת ניקוז פתוחה מקומית. מגרש זה ממוקם בגוש 15136 בחלקה 91 במגרש 380. התכנון הינו באחריות משרד ד"ר טבעוני אדריכלים בע"מ.

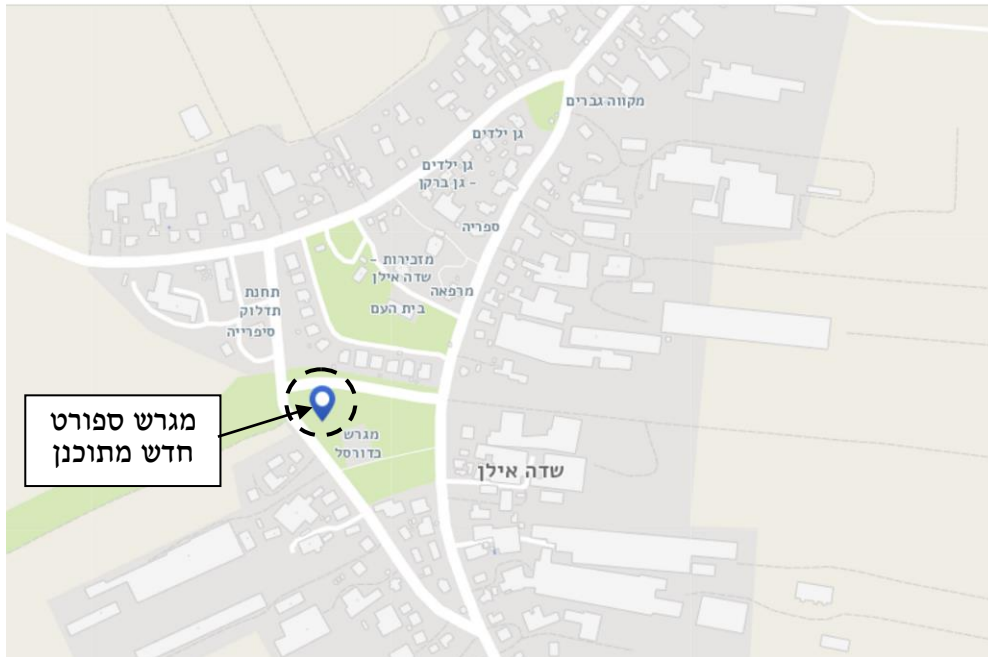
ציור מס' 1.1 מראה מפת סביבה של אזור הפרויקט המתוכנן.



**ציור מס' 1.1: תמונת סביבה כללית לאזור הפרויקט – מגרש ספורט חדש, שדה אילן**

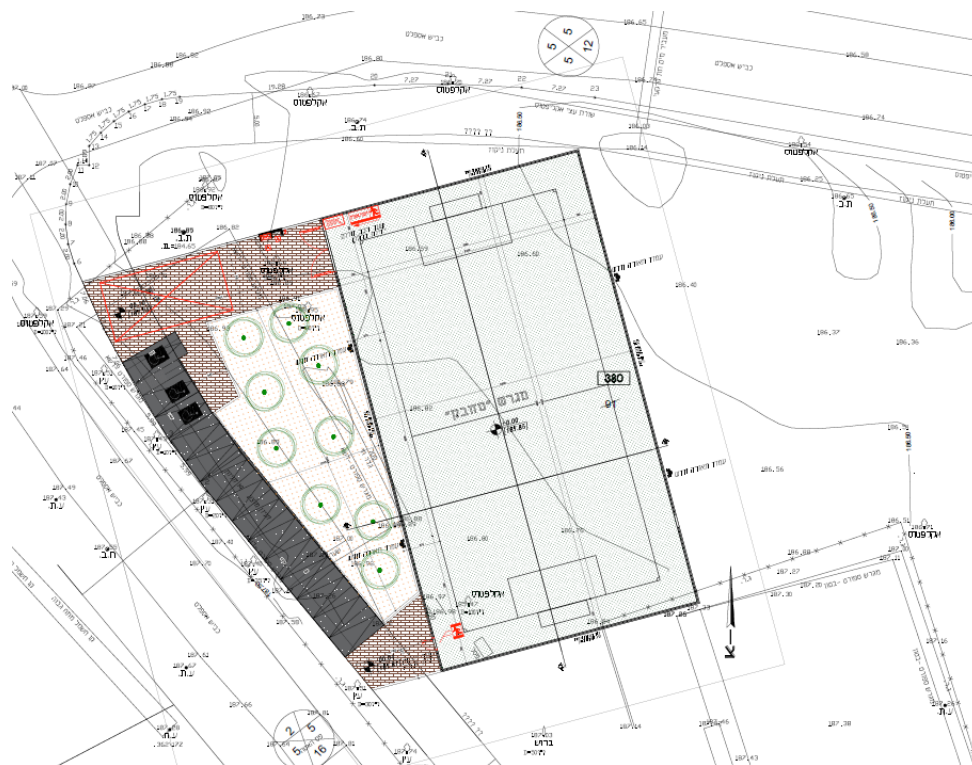
אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית

עין מאהל – ת.ד. 533, מיקוד 17902  
נייד: 050-2931131, טל' 04-6460798, פקס: 04-6460798-4 כ.כ.ו  
דואר אלקטרוני – [habeballa@yahoo.com](mailto:habeballa@yahoo.com)



**ציור מס' 1.2: מפת סביבה מקורבת – מגרש ספורט שחב"ק חדש, שדה אילן**

במסגרת העבודה הנוכחית, נערכו מספר סיורים לצורך אפיון חזותי וראשוני של סוג הקרקע הקיימת בסביבת הפרויקט.



**ציור מס' 1.3: מיקום המבנה המוצע – מגרש ספורט חדש, שדה אילן**

עין מאהל – ת.ד. 533, מיקוד 17902  
 נייד: 050-2931131, טל' 04-6460798, פקס: 153-4-6460798  
 דואר אלקטרוני – [habeballa@yahoo.com](mailto:habeballa@yahoo.com)

הסביבה של הפרויקט מאופיינת כסביבה מישורית. בהתאם למפה הסיסמית של מדינת ישראל, האזור מוגדר כבעל מקדם סיסמי של 0.220g. זוהי תאוצת הקרקע האופקית המקסימלית שלגביה קיימת הסתברות של 10% לקבלת תאוצת שיא גבוהה יותר בסלע, בפרק זמן של 50 שנה. מתכנן השלד יתכנן את המבנה בהתאם לת"י 413 המעודכן שכולל תיקון מס' 5.

התכנון המפורט בהמשך מתייחס לאלמנטים הבאים:

- הנחיות ביסוס למגרש המוצע.
- הנחיות לביסוס מגרשי חניה ופיתוח כללי.

התכנון בשלב תכנוני זה מסתמך על הבא:

- סיורים בשטח הפרויקט ובסביבה הקרוב לצורך התרשמות כללית ולצורך אפיון הקרקע הטבעית הקיימת.
- מידע גיאוהנדסי מצומצם קיים מעבודות קודמות בסביבת הפרויקט.

לאור העדר מידע גיאוהנדסי מפורט וספיציפי באזור הפרויקט, אנו ממליצים לבצע חקירה גיאוהנדסית שתכלול ביצוע קידוחי ניסיון ומספר בדיקות חוזק ובדיקות אינדוקטיביות. הצורך בביצוע קידוחי ניסיון בא לצורך קביעת פרמטרי הקרקע בצורה מבוססת יותר ולבחון את נוכחותם של מי תהום ו/או אקויפרים מקומיים שעשויים להפעיל לחץ ארטזי בסביבת הפרויקט. בנוסף לנ"ל, ניתן לשלב את קידוחי הכלונסאות המתוכננים (ראה בהמשך) שיהוו קידוחי ניסיון בסביבת הפרויקט.

## 2. תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מוצעת

כמוזכר לעיל, במסגרת הפרויקט הנוכחי טרם נקבעה או בוצעה תוכנית לחקירה גיאוהנדסית מפורטת. יחד עם זאת, מומלץ מאד לבצע קידוח/קידוחי ניסיון טרם תחילת עבודות הביצוע לצורך אימות הערכות חתך הקרקע בשטח המגרש. בנוסף לצורך ההנדסי התכנוני, ביצוע קידוחי הניסיון וקביעת הפתרון הסופי בעל חשיבות על נושא האומדנים וקביעת פתרון הביסוס הסופי. יש לבצע לפחות קידוח ניסיון אחד לצורך בחינת חתך הקרקע ובחינת נוכחותם של מי תהום.

אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית

### 3. תיאור הקרקע המקומית

#### 3.1. תיאור הקרקע הטבעית

חתך הקרקע הטבעית שמאפיינת את סביבת הפרויקט מאופיינת כחתך המורכב משכבות חרסית שמנה בעלת פוטנציאל גבוה לתפיחה. עובי שכבה זו עשוי להימשך לעומק רב. מתחת לשכבת החרסית הנ"ל, צפויה נוכחותה של שכבת סלך רך שמאופיין כסלע קירטון חווארי או חוואר קירטוני.

בהתאם לנ"ל, התכנון הנוכחי אינו מתחשב בנוכחותה של שכבה זו בשלב זה. לאחר ביצוע החקירה הגיאוהנדסית (בתיאום עם היזם) ו/או עם תחילת ביצוע קידוחי הכלונסאות הראשונים שמהווים כעין קידוחי ניסיון (של המבנה המוצע), תאושש ותאומת נוכחותה של שכבה זו. בהתאם, יעודכן דו"ח הקרקע וההנחיות לביסוס.

בהמשך לנ"ל, המידע על נוכחותם של מי תהום בסביבה הינו מידע מצומצם. בעבודות שבוצעו בסביבה עד לעומקים של כ- 12 מ' לא נמצאו מי תהום. יחד עם זאת, נוכחותם של מי תהום או אקוויפרים מקומיים צפויה באזור הפרויקט. לאור כך, נושא מי תהום עמוקים אינם רלוונטיים לאופי התכנון והביצוע בפרויקט הנוכחי מאחר ומדובר בעבודות עפר רדודות. עובדות אלו יאומתו עם התקדמות התכנון ובשלבי הביצוע הראשוניים.

### 4. בעיות גיאוטכניות

לאור אפיון הקרקע המתואר לעיל, נין להגדיר הבעיות הגיאוהנדסיות הבאות:

- **בעיות תפיחה** – בעיית התפיחה כוללת שינויי נפח במימדים שונים עקב שינויי תכולת הרטיבות בשכבות החרסית השמנה ו/או בשכבות החוואר או החוואר הקירטוני. באופן עקרוני, עקב המבנה המינרלוגי של החרסית או החוואר, נוצרים כוחות חשמליים שגורמים להפריד את "הפלטות" של המבנה המינרלוגי של החומרים האלו. ככל שכוחות אלו גדלים, מתקבל פוטנציאל גבוה יותר לתפיחה ושיעור תפיחה גדול יותר. בהתאם לנ"ל, בעיות התפיחה מתרחשות בתחילת עונת הגשמים כאשר עבר קיץ ארוך שבו השכבה העליונה של הקרקע הקיימת התייבשה עד לעומק האקטיבי ובאה במגע עם מי הגשם. העומק האקטיבי מוגדר כעומק שבו חלים שינויי תכולת רטיבות במעבר העונות השונות. באופן כללי, עומק זה מוגדר כ- 3.0-4.0 מ' בקירוב. הפתרון לבעיית התפיחה שונה בהיבט של ביסוס מבנים ובהיבט של סלילת כבישים. סיכום הפתרונות לבעיית התפיחה בהיבטים השונים מובא להלן:

• סלילת מבנה מיסעה או פיתוח השטח: סלילת מבנה מיסעה שכוללת קובע אספלט קשיח או עבודות פיתוח השטח מחייבות פתרון בעיית התפיחה על מנת למנוע יצירת סדקי תפיחה בזמן התרחשות תהליך התפיחה. מקובל לפתרון בעיית התפיחה בשני אופנים והם: ביצוע החלפת קרקע לצורך נטרול פוטינציאל התפיחה או ע"י שימוש בריעות איטום וביצוע חציץ אנכי לאורך שפות השטח המתוכנן.

לסיכום, בעבודות רדודות מוצעים שני פתרונות עיקריים:

א- ביצוע החלפת קרקע בעובי של 150-200 ס"מ ואף יותר וזאת בהתאם להרכב המינרלוגי של החרסית ובהתאם לבדיקות שיעור תפיחה ובדיקות תפיחה חופשית שיבוצעו במסגרת החקירה הגיאוהנדסית. ייתכן ועובי ההחלפה יהיה גדול יותר בהתאם לתכונות הממוקדות של החרסית.

ב- יישום יריעת איטום עם חציץ אנכי לעומק של 1.5-2.0 מ' מסביב למגרש המתוכנן. במקרה הנוכחי, מומלץ ליישם שכבת מילוי נוספת מעל ליריעת האיטום לצורך העברת מערכות למיניהם.

• ביסוס מבנים: באזורם עם בעיות תפיחה, הפתרון המומלץ הוא ביסוס עמוק – כלונסאות. לצורך נטרול השפעת פוטינציאל התפיחה על הכלונסאות של המבנה, יהיה צורך לבצע חישוב של העומס העצמי הקבוע שמתקבל על הכלונס. ככל שעומס זה גדול יותר, קיימת התנגדות גובה יתר לבעיית התפיחה והשפעה קטנה יותר על המבנה.

במידה והעומס העצמי הקבוע על הכלונסאות קטן יותר, יהיה צורך לבצע עיגון של הכלונסאות ע"י העמקתם לצורך מזעור השפעת בעיית התפיחה. בכל מקרה, במבנים המתוכננים לקומה אחת עד שתי קומות, יש לבצע את הכלונסאות לעומקים שלא יקטנו מ- 12.0 מ'.

לאור העובדה שמפלס הקרקע הטבעית הקיימת נמצא נמוך ממפלס הכניסה המתוכנן וממפלס הכבישים המתוכננים, מומלץ לבצע את הפעולות הבאות במקביל להנחיות המפורטות לעיל:

- לבצע חישוב פני השטח וניקוי הצמחייה הקיימת וניקוי הקרקע משורשים.  
- ביצוע עיבוד שתית.

- ביצוע פתרון פריסת יריעות איטום אופקיות וחציץ אנכי מסביב למבנה המתוכנן של המגרש החדש.

- מעל יריעת האיטום החדשה המתוכננת, תיושם שכבת הגנה מחומר מילוי מתאים אשר ייקבע ע"י היצרן של יריעת האיטום.
  - מעל שכבת ההגנה תבוצע שכבת מילוי נברר (מצע ג') עד חתית מבנה הדשא המתוכנן (מבנה עליון).
  - מילוי השטח הכללי מחוץ למגרש המתוכנן בחומר מילוי בעל גודל אגרגט של 3" מחומר שאינו חומר חרסיתי או פלסטי. בהתאם לכך, החומר יהיה בעל גבול נזילות מקסימלי של 35%.
- הנ"ל תורם לאיטום השטח הכללי והכשרת שטח עבודה במיוחד בעונת החורף והגשמים.

## 5. ביסוס מגרש ספורט

### 5.1 פרטי מגרש הספורט

מבנה המיסעה העליון/מבנה המגרש העליון הינו מבנה קבוע של מוצר המדף שנקבע לסוגי פרויקטים אלו.

בכל מקרה, מבנה זה חייב לכלול שכבת מצע מינימלית לצורך החוזק של המבנה העליון. מבנה זה ייסלל מעל שכבת מילוי נברר בעובי מינימלי של 40 ס"מ אשר תיושם מעל החלפת קרקע (נחשבת בעובי של החלפת הקרקע) או מעל שכבת ההגנה מעל יריעת האיטום בפתרון התפיחה ע"י יריעות איטום.

כאמור לעיל, מגרש הספורט מתוכנן בעבודות עפר רדודות יחסית. מצד שני, הקרקע שמאפיינת את אזור הפרויקט הינה קרקע חרסיתית בעייתית מהיבט בעיות התפיחה. בהמשך למפורט לעיל בעניין בעיית התפיחה, ניתן לסכם את שני הפתרונות התכנוניים לביצוע המגרש:

### 5.2 חלופה 1: ביצוע החלפת קרקע

בהתאם למפורט לעיל, להלן הנחיות לביצוע החלפת הקרקע כדלקמן:

- ביצוע חישוף וחפירה לעומק של 2 מ' מפני המגרש המתוכנן.
- לאחר גמר החפירה, יש לבצע עיבוד שתית לעומק של 60 ס"מ טרם תחילת ביצוע המילוי המתוכנן.
- לחילופין, ניתן לשקול ביצוע החדרת שברי אבן לכל שטח המגרש בצורה אחידה. במידה ויוחלט על חלופה זו, יש לקבל הנחיות המפורטות לצורך זה.

- לאחד גמר ביצוע עיבוד השתית, יש לבצע מילוי אינרטי בשכבות של 20 ס"מ בהידוק מבוקר בבקרה מלאה על פי דרישות המפרט הכללי.
- טרם תחילת ביצוע העבודות המפורטות לעיל, יש להכין את חומר המילוי האינרטי לרבות הצגת תעודות דירוג וקבל אישור יועץ הקרקע לחומר המתוכנן.
- דרישות איכות לחומר המילוי האינרטי מפורטות בהמשך.
- החלק העליון של העבודות כוללות מבנה מגרש הספורט שמורכב מהשכבות המפורטות לעיל.

### 5.3. חלופה 2: יישום יריעת איטום אופקית עם חציץ אנכי

חלופת לפתרון בעיית התפיחה, מוצע פתרון של יישום יריעת איטום אופקית בפני השתית עם ביצוע חציץ אנכי מסביב למגרש.

מובא להלן הנחיות לתכנון וביצוע פתרון זה:

- חפירת פני המגרש המתוכנן לעומק של עובי מבנה המיסעה/מגרש (38 ס"מ) ועוד 40 ס"מ.
- שכבת המילוי של 40 ס"מ תהיה מורכבת משכבת הגנה על פי הנחיות היצרת של יריעת האיטום בעובי של 10 ס"מ ועוד שכבת מילוי אינרטי בעובי של 30 ס"מ כשכבת מעבר.
- לאחר הגעה לפני השתית, יש לבצע עיבוד שתית לעומק של 60 ס"מ על פי דרישות המפרט.
- בגבולות המגרש, יש לבצע חציץ אנכי לעומק של 1.5-2.0 מ'. לחציץ זה תוחדר יריעת איטום אנכית עם מילוי חומר CLSM
- רחיבור היריעה אנכית בחציץ עם יריעת איטום ביטומנית אוקית בעובי של 3 מ"מ שתיפרס לכל שטח המגרש.
- ביצוע שכבת 10 ס"מ כשכבת הגנה לפני היריעה של האיטום.
- ביצוע שכבת 30 ס"מ מחומר מילוי אינרטי או אפילו חומרי מילוי נברר עם הגבלת אחוז דקים ל- 18%-25%
- יישום מבנה מגרש הספורט המפורט לעיל.

## 6. שיטת הביסוס המומלצת לביסוס המבנים/קירות

### 6.1. ביסוס מבנים

לאור הבעיות הגיאואהנדסיות המפורטות לעיל ובהעדר תוכניות מפורטות לעומסים התכנוניים, שיטת הביסוס המומלצת הינה שיטת הביסוס העמוק ע"י ביצוע כלונסאות יצוקים באתר. ביסוס על כלונסאות מהווה פיתרון משביע רצון בקרקעות תופחות ומצטמקות ובאזורי שינוי חתך הקרקע לעומק מאחר שהם מעבירים את העומסים לשכבות הקרקע העמוקות. שכבות שאינן מושפעות משינויי הרטיבות ומאופיינות בערכי תסבולת גבוהים יותר במידה וחתך הקרקע המפורט לעיל מייצג את השטח.

הכלונסאות יתוכננו לעמוד בתסבולת האנכית ובכוחות האופקיים הצפויים לפעול בראשם. כמפורט לעיל, יש לערוך חישוב מפורט לעומסים העצמים הקבועים הצפויים לפעול על כל כלונס. בהתאם לעומסים אלו, יש לקבוע את עומסי השליפה שהכלונסאות יתוכננו לעמוד בהם. בכל מקרה ובמיוחד בכלונסאות המתוכננים לעומסים קטנים, אורך הכלונס המינימלי יהיה 12.0 מ' לצורך הבטחת אורך עיגון מספק ולנטרל השפעת בעיית התפיחה.

הכוחות/העומסים שמתנגדים לעומסי השליפה הינם העומס הקבוע הפועל על הכלונס שמקורו מהמבנה המתוכנן על הכלונסאות ומהחיכוך שמתפתח לאורך הכלונס בקטע שנמצא מחוץ לאזור האקטיבי – באזור שמוגדר כאזור העיגון. ניתן להעריך כוח המתיחה בהתבסס על ת"י 940 כדלקמן:

$$Z=100d-0.7p$$

כאשר:

Z- כוח המתיחה הצפוי לפעול על הכלונס.

d - קוטר הכלונס, מ'.

P- העומס הקבוע הצפוי, טון.

פרמטרי התכנון המותרים המוערכים מפורטים להלן:

### שכבת חרסית שמנה

ניתן להגדיר את פרמטרי התכנון של החרסית המקומית כדלקמן:

$$\tau = 2.5 - 3.0t / m^2$$

$$\sigma \cong 25 - 30t / m^2$$

$$\phi' = 18^0 - 22^0$$

טבלה 5.1 להלן מציגה תסבולת כוללת בתלות בקוטר ובאורך הכלונס. חשוב לציין שהאורך המצוין בטבלה זו מתייחס לאורך הכולל לחשוב התסבולת ואינו כולל 2.0 מטר עליונה שאינם נכללים בחישוב או עובי שכבת מילוי קיימת (הגבוה מביניהם).

אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
 מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
 תכן מבנה מיטעב וניהול פרויקטים  
 מ.ר. 111386 - נצרות עלית

קוטר כלונס, ס"מ		אורך כלונס לחישוב ללא עובי מילוי, מ'	אורך כלונס בקרקע טבעי
60	50		
תסבולת מותרת, KN	תסבולת מותרת, KN		
424	353	11	9
471	393	12	10
603	491	13	11
650	530	14	12
0.6	0.6	אחוז הזיון המינימלי, %	אחוז הזיון המינימלי, %

**טבלה מס' 5.1: הערכת תסבולת הכלונסאות בהתאם לחתך הקרקע המייצג**

קביעת כמות הזיון הנדרשת בכלונסאות יעמדו בדרישות ת"י 940 המסוכמות להלן:

- קוטר מוטות הזיון לא יפחת מקוטר 12 מ"מ.
- מספר המוטות המתיחה לא יהיה קטן יותר מהגדול שבין שלושת הערכים שלהלן:
  - 5 מוטות
  - קוטר הכלונס (ס"מ) מחולק ב- 10.
  - מספר המוטות המחושב לפי כוח המתיחה Z.
- שיעור זיון מינימלי של 0.6%.

**הערות כלליות:**

- ערכי התסבולת המותרת בכלונסאות מתבססת על הנחת שכבת חרסית בעובי של 2.0 ס"מ בהתאם לחתך הקרקע המוערך מתוך המידע הקיים.
- אורך הזיון יהיה 1.0 מ' פחות מאורך הכלונס. החישוק הוא חישוק לוליאני בקוטר 8.0 מ"מ שיצופף כל 10 סמ' ב- 3 המטרים הראשונים ויצופף כל 15 סמ' בשאר אורך הזיון. מצד שני, לאור בעיית התפיחה הצפויה מומלץ לצופף את החישוק הלוליאני לאורך 5.0 מ' העליונים של הכלונס עם הגדלת מספר המוטות בחלק זה.
- החישוק הלוליאני יחוזק ע"י טבעת עזר בקוטר 16 מ"מ במרווחים של 3.0 מ' לאורך הכלונס.

- אחוזי הזיון שצוינו בטבלה 5.1 הינם אחוזים מינימלים אשר עשויים לגדול לפי דרישות התקנים השונים כולל תקן הביסוס ת"י 940 ו- ת"י 413 – תקן רעידות אדמה- עבור קרקעות תופחות או לפי חישוב מנת הזיון עבור חישוב כוחות אופקיים ומומנטים .
- המרחק הצירי בין שני כלונסאות לא יקטן משלושה פעמים הקוטר הגדול מבין הכלונסאות הסמוכים. ערכים אלו הינן ערכים מינימלים ויש להשתדל להרחיק אותם ככל האפשר.
- אורך הכלונס המינימלי יהיה 11 מ'
- השקיעה הצפויה בכלונסאות הנ"ל מוערכת כ- 0.7 ס"מ. כ- 70% מהשקיעה הינה שקיעה מיידית והיתרה "זחילה" הנמשכת לאורך שנים אם כי בדעיכה.
- במידה ואחד או יותר מהכלונסאות יהיה מועמס בעומסים גדולים מהטבלה, ניתן להגדיל את אורך או קוטר הכלונס בתיאום עם יועץ הקרע בשלב התכנון.
- בנספח מצורף דף עזר לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים. כאמור, אזור **שדה אילן** מוגדר כבעל תאוצת קרקע של  $a=0.220g$  לפי ת"י 413 לרעידות אדמה. מומלץ להימנע מקומות עמודים מפולשות ללא הקשחה מתאימה ולהימנע מעמודי יסוד.
- במפרט הערה בהקשר לביצוע במקרה של הופעת מים בקדוחים.
- בזמן יציקת הכלונסאות יש להחדיר לעומק של 1.0 מ' תבנית מקרטון קשיח ושתבלוט עד לתחתית קורות היסוד ולהשלים את היציקה עד לתחתית קורות היסוד. לא תותר יציקת עמודי יסוד.
- בהמשך לנ"ל, אסור להרשות מצב שבו תתקבל "פיטריה" בראש הכלונס. במידה ומתקבלת פיטריה כזו, יש לנסר אותה למחרת היציקה כאשר הבטון עדיין לא התחזק בצורה משמעותית. לצורך הימנעות מיצירת פיטריה זו, יש למקם בראש הכלונס גליל קרטון מיוחד שימוקם בקצה העליון של הכלונס בעת היציקה.
- חשוב מאד: בקדיחת כלונסאות באזור מילוי יש צורך להאריך את עומק הכלונס באורך השווה לאורך שכבת המילוי באותו מקום מעבר לאורך הרשום בטבלה לעיל. בנוסף, מומלץ להשתמש בשרוול כפול באזורי המילוי וגם באזורי חרסית תופחת.
- יש לתאם את המידות הסופיות של הכלונסאות בתיאום בין יועץ הקרקע לבין מהנדס שלד המבנה.
- יש לחשב את שטח הזיון ומספר המוטות שנדרשים בכלונסאות השונים על מנת לעמוד בדרישות המפורטות לעיל.
- במידה ויתגלו אזורי מילוי גבוה במיוחד, יש להוסיף מוטות זיון מחשש להעמסה נוספת שנגרמת ע"י שכבת המילוי בעת התייצבותה.

- באזורים שבהם מתגלה מפלס מי תהום בחור הקידוח על מנת להימנע מהאפשרות להצטברות כמויות מים בחור הקידוח, מומלץ לבצע יציקה מהירה ומיד עם סיום הקדיחה. החלטה בנושא תתקבל תוך התייעצות עם יועץ הקרקע לאחר ביצוע קידוח ניסיון ומעקב אחרי זמני הזרימה והצטברות המים.
- בהמשך לנ"ל ובמידה ובמהלך הקדיחה של הכלונסאות הראשונים מתברר שלא ניתן לבצע יציקה מהירה והמים מצטברים במהירות בתוך הקידוח, יש לעבור לאחת שיטות ביצוע הכלונסאות במים תהום – ביטונייט או CFA.
- בכל הכלונסאות בכלל ובכלונסאות שבהם קיים חשש לביצוע לא תקין בפרט, יש לבצע בדיקות סוגיות לצורך בחינת איכות ורציפות הכלונסאות. בדיקות אלו יתואמו עם יועץ הביסוס מראש. בדיקות אלו יילקחו בחשבון באומדן כתב הכמויות המתוכנן.
- יש לקחת בחשבון שינויים בהנחיות הביסוס וזאת בהתאם לממצאי השטח בתחילת העבודות. שינויי ההנחיות עשוי לכלול העמקת קידוחי הניסיון או שינוי שיטת הביצוע.
- לאור פרמטרי החוזק הנמוכים שמאפיינים את הקרקע ולצפי של עומסי תכנוני גבוהים, צפוי מצב שבו נדרש לבצע מערכת צפופה של כלונסאות. יש לתכנן את שלבי הביצוע כך שלא יוצר מצב שבו קודחים כלונסאות סמוכים ללא יציקה. באזורי כלונסאות סמוכים יש לחלק את שלבי הביצוע כך שמכונת הכלונסאות לא תמעך או תביא להתמוטטות של קידוחים שטרם נוצקו – זה באחריות הביצוע.

מפרט והנחיות לביצוע הכלונסאות היצוקים באתר מפורטים בהמשך.

## 6.2. ביסוס קירות גדר

ביסוס הגדרות יהיה לפי אחת משתי החלופות כלהלן:

- ביסוס על גבי כלונסאות בהתאם למפורט לעיל. יש לקיים את כל ההנחיות של התכנון והביצוע המפורטות לעיל – חלופה מומלצת.
- ביסוס על גבי החלפת קרקע עם העמקה מקומית לאזור יסוד הקיר. במקרה זה יש להדגיש מספר הערות:
  - אזור החלפת הקרקע יורחבו למרחק של 2 מ' בקדמת הקירות עם העמקה מתאימה כך לצורך ביסוס הקירות/גדרות.
  - במידה והחלופה הינה חלופה יריעת איטום, יש לבצע העמקה מקומית לסביבת ביסוס הקיר. במקרה זה, יש לעבות את עובי שכבת המילוי מעל יריעת האיטום וזאת לצורך גיוס מאמצי חיכוך. עובי השכבה יהיה לפחות 80 ס"מ.

## 7. הנחיות כלליות

מובא להלן הנחיות כלליות לביצוע קורות המסד, רצפות ולבעיות מיוחדות בביצוע. במידה ומתעוררות הבהרות כלשהן, יש לפנות ליועץ הקרקע להתייעצות טרם תחילת הביצוע.

### 7.1. ניקוז הנגר העילי ומי הביוב

בכל מקרה, מומלץ ניקוז מי הנגר העילי הצפויים בעונת הגשמים, מים ממקורות אחרים ו/או מי ביוב קרובים ע"י תכנון שיפועי קרקע אשר מבטיחים הרחקת המים/הביוב אל מחוץ לאזור ההשפעה של המבנה המתוכנן.

ההמלצה היא הגבהת שטח הבנייה המתוכנן ו/או החלפת הקרקע המקומית בעלת הפוטנציאל הגבוה לתפיחה בחומרי מילוי אינרטי בעלי מקדמי חדירות נמוכים שאינם תופחים.

מי מרזבים ו/או צינורות קווי המים ו/או הביוב יורחקו למרחק של 3.0 מ' מאזור ההשפעה של הכלונסאות. המידה וקיים חשש מנזילות עתידיות, יש לבצע הגנה נוספת לצינורות אלו ע"י שימוש במילוי אינרטי מסביב לשוחות / קווים אלו בצד הכלונסאות החדשים.

### 7.2. בטיחות

בנוסף לכללי הבטיחות הנדרשות מהקבלן המבצע ושאר הגורמים, להלן מספר הערות נוספות:

- יש לבצע בדיקה קפדנית למיקום הכלונסאות המתוכננים. ההמלצה היא להיעזר בשירותי מודד מוסמך.
- מאחר והמבנים מתוכננים בסביבת מבנים קיימים, יש להיזהר מפני פגיעה או נזקים כלשהם למבנים הקיימים בסביבה או למערכות תת-קרקעיות קיימות בעת כניסת מכונת הקידוח והתארגנותה, במהלך הקדיחה או במהלך הכנסת כלוב הזיון לקדח.
- בהמשך לנ"ל, יש לערוך סקר נזקים ואיתור כל המערכות התת-קרקעיות והמערכות העיליות ולהתריע את הגורם המבצע.
- יש לפנות את עודפי הקדיחה מסביבת חור הקדח לאחר סיום עבודות הקדיחה על מנת להימנע מפילת עודפי החומר המופר אל תוך חור הקדח.
- במידה וקיים חשש להתמוטטות חור הקדח, יש לבצע יציקה מיידיית לאחר סיום עבודות הקדיחה. במקרים אחרים יהיה חובה להשתמש בצינור מגן לצורך ייצוב החלק העליון של בור הקדח.

### 7.3. ביצוע החלפת קרקע בחומר מילוי אינרטי

בהתאם למפורט לעיל בנוגע לפתרון בעיות התפיחה באזורי הסלילה ובאזורי הפיתוח למיניהם, מובאות להלן דרישות האיכות של חומר המילוי האירטי – שכבת החלפת הקרקע:

- חומר החלפת הקרקע יהיה מחומר אינרטי לא תופח שכולל אחוז עובר נפה #200 בתחום של 25%-40%. חשוב לדאוג שהחומר לא יהיה פעיל.
- מת"ק מינימלי תכנוני יהיה 6%.
- דרגת תפיחה לא תעלה עד 0.5% במבחן בדיקות מת"ק מעבדתי.
- גבול הנזילות לא יעלה על 25% ואינדקס הפלסטיות לא יעלה על 10%.

### 8. תכנון למצב רעידות אדמה

כאמור לעיל, אזור **שדה אילן** מוגדר כבעל תאוצת קרקע של  $a=0.220g$  לפי ת"י 413 לרעידות אדמה. מקדם השתית המוצע בהתאם לתקן 413 שמתאים לתיאור חתך הקרקע הקיים נע בין 1.5-2.0. מקדם זה נקבע בהתאם לסיווג קרקע של S3 או S4 (טרם נקבע החתך המתאים באופן סופי). המקדם הגבוה הנ"ל מתאים לחתכי קרקע המורכב מחרסית שמנה רכה לעומק גדול יותר מ-12 מ'. מצד שני, הצפי שהקרקע באזור הפרויקט הינה חרסית קשה טרם דחוסה. בהתאם, להלן המלצות כלליות לצורך תכן המבנה:

- מומלץ להימנע מקומות עמודים מפולשות ללא הקשחה מתאימה ולהימנע מעמודי יסוד.
- הבטון יהיה מסוג ב-30 לפחות וקוטר החישוקים יהיה 8 מ"מ מסוג זיון מצולע אשר יצופף למרחקים של 10 ס"מ או בהתאם לשיקול דעתו של מתכנן שלד הבניין.

### 9. פיקוח

על הגורם היוזם למנות פיקוח צמוד של איש מקצוע ובעל ניסיון בסוג עבודות אלו. בכל מקרה יש לשתף את יועץ הקרקע בהתפתחויות המתרחשות ובמיוחד כאשר נדרשת חוות דעת מקצועית בנושא הקרקע והביסוס. יש להודיע ליועץ הקרקע על מועד תחילת עבודות החישוף ומועד ביצוע הקדיחה מספר ימים לפני תחילת העבודה.

### 10. סיכום

תוכניות הביסוס יועברו ליועץ הקרקע לעיון לפני הביצוע במספר ימים כדי לבקר את התוכניות. כמוזכר לעיל, יש להודיע על מועד תחילת העבודה לצורך מעקב מקרוב במיוחד ולא בוצעה חקירה מעמיקה בשטח. הביקורת נחוצה למטרתה המקובלת – דהיינו בדיקה באם העבודות מבוצעות באופן נכון ומקצועי, והן למטרה נוספת הנובעת מאופי מסת הקרקע אשר בד"כ אינה הומוגנית ואז יהיה ניתן לתת פתרון מקצועי מיידי ובמיוחד שחתך הקרקע ישתנה באופן קיצוני או במקרה הופעת מים בתוך בורות הקדיחה. מטרה נוספת לפיקוח בזמן הביצוע תפקידה גם להשלים את סקר הקרקע החלקי ולוודא התאמת הממצאים בשטח לממצאי הדו"ח. במקרה הצורך יערכו שינויים בהנחיות כמתבקש מהממצאים בשטח. חשוב לקחת עובדה זו בחשבון ולהיערך למקרה שבו יהיה צורך לשנות חלק מהנחיות הביסוס לרבות העמקת הקידוחים. מומלץ מאד להעמיד פיקוח צמוד לפחות לביצוע הביסוס על מנת לרשום ולבקר את הביצוע ואת השינויים. במידה ותידרש עבודת פיקוח צמוד ע"י יועץ הקרקע, התשלום יבוצע בנפרד.

בכבוד רב,

אנג' חביב אללה מוחמד MSc.

מהנדס יועץ לביסוס מבנים ותכן דרכים

אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת ארקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית

## 11. נספח מס' 1 – מפרט לביצוע כלונסאות רגילים ללא הרחבה

### 11.1. כללי

1. מפרט זה מתייחס לכל העבודות, החומרים והציוד הדרושים לביצוע תקין של כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר בקטרים שבתחום 50-80 סמ', ומשלים את תוכניות הביצוע וד"ח המהנדס.
2. יש להגן על אתר הבנייה בפני גשמים ושיטפונות ע"י ניקוז היקפי של שטח האתר. באם מתוכננים בשטח נקזים, יבוצעו תחילה הנקזים כדי למנוע הצפת השטח.
3. יש לנהל יומן עבודה שיאושר ע"י המהנדס. יועץ הקרקע יוזמן לאתר ביום הקידוחים הראשון, לבקרת הביצוע ומתן הנחיות סופיות. מעצם אופייה של עבודת הקדיחה והיציקה, מומלץ שתבוצע תחת פיקוח צמוד של גורם בעל ידע וניסיון מתאימים.

### 11.2. הקדיחה

- (א) הקידוח יבוצע ע"י קבלן עם ציוד תקני ותקין שיאושר ע"י המהנדס, ומותאם לתנאי הקרקע הצפויים באתר. בד"כ (אם לא צוין אחרת), דרושה מכונת קידוח בעלת הספק מנוע עליון של 150-250 כ"ס ומצוידת במקדחי וידיה (למקרה הצורך).
- (ב) יש לוודא את מרכזיות מכונת הקידוח ואת האנכיות שלה לפני התחלת הקדיחה וכן תוך מהלכה.
- (ג) לא יאושר כלונס שסטיית צירו מהאנך עולה על 1% וסטיית מרכזו מהמרכז המתוכנן עולה על 5% מקוטרו.
- (ד) קוטר הכלונסאות יהיה לפי המסומן בתוכנית. אין לשנות את מימדי הכלונסאות ללא אישור המהנדס. אורך הכלונס המסומן בתוכניות הינו באומדן ולפי ממצאי פרופיל הקרקע יתכנו שנויים על פי הנחיות המהנדס.
- (ה) יש לנהל רישום שלבי הקדיחה והיציקה ולציין את עומק השכבות השונות.
- (ו) יש להכניס צינור מגן ולהבליטו מפני הקרקע, על מנת למנוע חדירת חומר מופר או כל לכלוך אחר לבור הקידוח בזמן היציקה. במקרה של קדיחה בחתך קרקע יציבה בחלקו העליון של הכלונס, ניתן לוותר על הדרישה בסעיף זה באישור יועץ הקרקע בלבד.
- (ז) יש לנקות את תחתית הקידוח מקרקע מופרת, שירי בוץ ושקע חול. הניקוי יהיה טרם הכנסת הזיון לבור הקידוח ע"י מקדח שטוח וסגור. לפני גמר הקידוח תנוקה כל סביבת הבור מכל חומר שהוצא מהקידוח כדי למנוע הפרת התחתית בעת החדרת הזיון לבור הקידוח והיציקה.
- (ח) יש לתכנן את העבודה כך שהיציקה תעשה ביום הקדיחה. אין להשאיר בור פתוח למחרת. הזיון יקשר את צינור המגן כך שקצה הזיון לא יהיה במגע עם הקרקע בתחתית הקידוח.

ט) במקרים בהם יש חשש להתמוטטות דפנות הקידוח ו/או חדירת מים יש לבצע את היציקה מיד בגמר הקידוח. לצורך זה יעמוד מערבול בטון מוכן בהמתנה. כמו כן יש לקחת זאת בחשבון בעת תכנון תערובת הבטון.

במקרה שעד תחילת היציקה מצטברת בתחתית הבור כמות של מים בגובה שעולה על 10 סמ' יש לצקת בטכניקת הצינור הטרמי (בקורט המותאם לקוטר הקידוח) שיורד עד תחתית הקידוח והיציקה תהיה מלמטה כלפי מעלה כשתמיד לפחות 4 מ' של הצינור הטרמי בתוך הבטון. היציקה עד קבלת בטון בראש הכלונס. הבטון יהיה במקרה זה לא פחות מ- 30.

### 11.3. הזיון

א- על הקבלן לוודא שכלוב הזיון יהיה קשיח כדי למנוע התכופפות הזיון וצינורות הבקרה המחוברים אליו. לשם כך יש לרתך חישוקים עגולים וסגורים בקוטר 16 מ"מ לאורך הכלונס כל 3.0 מטר לפחות. במידת הצורך יש להוסיף ברזלים אלכסוניים לאורך היקף כלוב הזיון או צלבים פנימיים לשמירת קוטר הכלוב.

צלבים אלה יש לפרק בזמן הכנסת הזיון לתוך הקידוח. במקרה שהזיון אינו לכל אורך הכלונס, יש צורך לרתך לצינורות הבקרה חישוקים בקוטר מתאים, להקשחת מערכת הזיון, ולשמירת מרחק זהה בין הצינורות.

ב- כיסוי הבטון סביב הזיון יובטח ע"י גילי פלסטיק שיורכבו על החישוקים הסגורים שלאורך הכלונס, או בשיטה אחרת שתאושר ע"י המהנדס. אחת השיטות המומלצות הינה יצירת מרווח כלפי צינור המגן ע"י 3 צינורות או יותר באורך 4.0 מ'.

ג- הכנסת הזיון תעשה בעזרת מנוף ללא פגיעה בדפנות הקידוח. כאשר הזיון כבד רצוי להשתמש בשני מנופים: אחד להרמת הזיון במרכז הכובד והשני להבאתו למצב אנכי והורדתו לבור.

### 11.4. יציקת הבטון

1- במידת הצורך יש להשתמש בצמנט פורטלנד בעל התנגדות לסולפטים (על פי דרישה מיוחדת של המהנדס). אם לא מצוין אחרת, נדרש בטון ב-30" 5.

2- יציקת הכלונס תעשה באמצעות צינור שוקת באורך 10.0 מ' ובקוטר 6" לפחות.

3- יש להבטיח אספקה רצופה של הבטון ואין לעשות הפסקה ביציקה.

4- במקרה של סיתות ושבירה של חלק הכלונס העליון, הרי שאלה יבוצעו בזירות, ובכבחים שיאושרו מראש ע"י יועץ הקרקע והמתכננים.

### 11.5. פיקוח ובקרה

- 5- על הקבלן לאפשר למהנדס גישה חופשית ונוחה לאתר ולמקורות החומרים כדי לבדוק את החומרים, הציוד והעבודה. על הקבלן להעמיד למהנדס עזרה לצורך נטילת דוגמאות וביצוע בדיקה לפי התקן.
- 6- איכות הקדיחה והיציקה יבדקו ע"י שילוב של השיטות הסוניות והאולטראסוניות.
- 7- על הקבלן לקחת דוגמאות מאצוות הבטון ולהעבירו לבדיקה במעבדה מוסמכת לבדיקת חוזק הבטון. מספר המדגמים ומאיזה מערבלים ייקבעו ע"י המהנדס במקום ולא יפחת מבדיקה לכל כלונס. כל ההוצאות הכרוכות בבדיקות הבטון חלות על הקבלן.
- 8- במידה והביקורת בשיטות השונות תעורר ספקות ביחס לרציפות הבטון או ניקוי הקרקעית יידרשו קידוחי גלעין ובדיקות S.P.T. בתחתית ו/או בדיקות נוספות כולל בדיקות אולטראסוניות בין הקידוחים שבוצעו על חשבון הקבלן, ועל פי הוראות יועץ הקרקע ובהתאם להיקף הבעיה.
- 9- במקרה של תוצאות בלתי מספקות, יחויב הקבלן לביצוע כל התיקונים הדרושים כפי שייקבע ע"י המהנדס, כולל מחיר הבדיקות הלא תקינות עצמן.
- 10- בגמר הבדיקות והתיקונים, על הקבלן למלא את צינורות הבקרה ע"י דייס צמנטי (גראוטינג).
- 11- על הקבלן שינהל יומן עבודה שיכלול:
  - שעת התחלת הקידוח.
  - שעת גמר הקידוח.
  - עומק הקידוח לאחר גמר הקידוח.
  - עומק הקידוח לפני היציקה.
  - שעת התחלת היציקה.
  - שעת גמר היציקה.
  - כמות הבטון הנכנסת לקידוח.
  - אירועים מיוחדים כגון: הספקות בזמן היציקה או הקדיחה, שקיעה או התרוממות כלוב הזיון .....

## 12. נספח מס' 3 – חישוב כלונסאות לכוחות אופקיים

אינדקס סימונים:

F - מקדם התלוי בסוג הקרקע  $F = 0.60 kg / cm^3$

E - מודול אלסטיות – מודול יאנג לבטון מוערך ב-  $300000 kg / cm^2$

B, A – מקדמים

D – קוטר הכלונס.

T - פרמטר הקשיחות.

$L_{min}$  - אורך מינימלי של הכלונס.

$L_{max}$  - מיקום מומנט  $M_{max}$  מקסימלי מתחת לפני האדמה.

$\Delta$  - תזוזת ראש הכלונס בס"מ.

P - כוח אופקי הפועל על ראש הכלונס ב- טון.

M – מומנט הפועל על ראש הכלונס ב-  $ton \cdot m$ .

$M_{max}$  - המומנט המקסימלי בכלונס ב-  $ton \cdot m$ .

$$\Delta = A1 \cdot P + A2 \cdot M$$

$$M_{max} = B1 \cdot P + B2 \cdot M$$

$Z_{max}$	$L_{min}$	$T(m)$	B2	B1	A2	A1	D(cm)
2.150	6.65	1.65	0.80	1.29	0.054	0.145	50
2.487	7.65	1.91	0.80	1.50	0.034	0.108	60
2.875	9.0	2.21	0.80	1.73	0.025	0.085	70

חישוב זה הוא חישוב אלסטי, המקדם F הוערך באופן גס והוא יכול להשתנות בתוך מסת הקרקע. התזוזות עשויות לגדול עד לשלשה פעמים כתוצאה מתהליך הזחילה וכו'.

בכבוד רב,

אנג' חביב אללה מוחמד MSc.

מהנדס יועץ לביסוס מבנים ותכן דרכים

- סוף מסמך -

אינג' חביב אללה מוחמד (Eng.) M.S.c.  
מהנדסים יועצים להנדסת קרקע וביסוס  
תכן מבנה מיסעה וניהול פרויקטים  
מ.ר. 111386 - נצרת עלית