

יעוץ לביסוס מבנה
הנדסת מכונות
מכללת בראודה – כרמיאל
2118145

17.8.21

תוכן:

1. **מבוא**
2. **הקרקע**
3. **המלצות לתכנון ולביצוע**
 - 3.1 **ביסוס**
 - 3.2 **רצפות, קירות וקורות**
 - 3.3 **נקוז וביוב**
 - 3.4 **פיתוח שטח וקירות תומכים**
4. **כללי**

נספחים: - דו"ח גאולוגי

- מפרט לביצוע מיקרופיילים

- דף עזר לחישוב הכלונסאות לכוחות אופקיים ומומנטים

תפוצה: - מנספלד קהת אדריכלים

- מהנדס דותן רייכרט

- קידן/רונן סרוסי + יואב גריבי

יעוץ לביסוס מבנה

הנדסת מכונות

מכללת בראודה – כרמיאל

2118145

מבוא

1.

דו"ח זה מתייחס לבניה מתוכננת של מבנה הנדסת מכונות, בצד המערבי של המכללה, מערבית למבנה קיים, סביב נ.צ. 226591/757735. מתוכנן מבנה הכולל קומה בחלקה תת קרקעית תומכת עפר, שמתחברת עם מפלס רצפה קיימת של מבנה קיים, מעליה קומת עמודים וקפיטריה (שנצמדת למבנה הקיים) ו- 2 קומות כיתות. צורת המבנה אי רגולרית ויש בו דירוג. פני רצפת המרתף מתוכנן במפלס אבסולוטי +246.5 מ'. הקומה מעליה שחלקה בפני הקרקע, במפלס +251.0 מ' אבסולוטי. לפי העמדה שקבלנו פני השטח הקיימים בתחום המבנה משתנים בטווח מפלסים (+249.4) - +245.8 מ' אבסולוטי. מתוכננים מילויים בעובי עד כ- 4.5 מ'. הצוות המקצועי: מנספלד – קהת אדריכלים (אדריכלות). מהנדס דותן רייכרט (קונסטרוקציה). קידן/רון סרוסי + יואב גריבי (ניהול פרויקט).

הקרקע

2.

דו"ח גאולוגי המצורף בנספח, מתאר את תנאי הקרקע המשוערים, והוא מסתמך על סיור באתר, ומידע מצטבר ממקורות שונים. השלמת האינפורמציה תעשה בשלב מתקדם יותר, בעת הביצוע בפועל של העבודות בשטח. כמו כן מצורפים בנספח 3 דפי עזר לחישוב ספקטרום למבנה המתוכנן עפ"י מיקום האתר גאומטריית המבנה וסוג הקרקע, לפי תיקון 5 של ת"י 413 (הקרקע תסווג C).

3. המלצות לתכנון ולביצוע

3.1 ביסוס

בנתוני הקרקע באתר, מומלצת שיטת הביסוס ע"י כלונסאות קטני קוטר (מיקרופיילים).

להלן ריכוז ההנחיות לתכנון ולביצוע:

א. קוטר 45 ס"מ.

ב. תסבולת אנכית מקסי' מותרת: 120 טון.

ג. אורך מינימום: 8 מ', מיני' חדירה לסלע קשה: 3 מ', או 6 מ' לסלע בינוני, או שילוב כלשהו שלהם. אורכי הכלונסאות בפועל צפויים לגדול לעומת המינימום, אם עקב העומסים, אם עקב תנאי הקרקע/סלע, במיוחד המצאות חומרים פריכים, תופעה בהחלט סבירה.

ד. התסבולת המקסי' המותרת בסלע קשה תחושב לפי 20 טון/מ"א, ובסלע בינוני 10 טון/מ"א. ההנחיה המדויקת לצורך קביעת אורך כל כלונס וכלונס תנתן בזמן הביצוע, עפ"י תנאי הקרקע, על ידי המפקח ה"צמוד" שיודרך על ידינו במסגרת הפיקוח העליון (שיבוצע לפי הזמנתכם). בכל מקרה תסבולת חרסית ומילוי יוזנחו, וכן סלע, בתחום 2 המטרים העליונים של הכלונס, או כשבקרבתו הפרש מפלס. יתד תאורטי של 1:1, העולה מנקודת הדיקור התחתונה של הפרש הגובה, יהווה תחום שמעליו "לא סופרים" חדירה בסלע, בכל מקרה.

ה. לחישוב הכלונסאות לכוחות אפקיים ומומנטים –
ר' דף עזר בנספח. יש לחשב את המבנה לפי
ההמלצות לחישוב לרעידת אדמה.

ו. בצוע העבודה בכפוף למפרט המצורף בנספח.
יצוין שקיים גם מפרט כללי (23), ותקן
מיקרופיילים (1378). במקרה של סתירה, יובא
הענין להחלטת המתכננים.
ציוד המיקרופיילים יותאם לבעיות הנגישות
לנקודות הקדיחה השונות.
במקרה של מפולות, יהיה צורך בטכניקה של
יציקת בטון ללא זיון, וקדיחה שלו לאחר
התקשותו. זהו תהליך שיכול להמשך במספר
שלבים, עד שמתגברים על בעיית המפולות (בעיה
במילוי בד"כ).
במקרה של מערות/חללים, ינתנו הנחיות
ספציפיות לפי היקף הבעיה.

ז. מרחק צירי בין כלונסאות סמוכים לא יפחת
מ- 1.5 מ'.

ח. יש צורך לקשור את הכלונסאות לשני הכוונים
ע"י מערכת קורות קשר או רצפה, הכל עפ"י
הנחיות מהנדס הקונסטרוקציה.

ט. כמות זיון מיני: 7 מוטות 16 מ"מ מצולע.
החישוק הלוליני יהיה בקוטר 8 מ"מ מצולע,
ויצופף לפסיעה של 10 ס"מ לכל אורך הזיון
(כאורך הכלונס פחות 0.1-0.5 מ').

י. כאשר "גג" הסלע הקשה מרוחק מראש הכלונס יותר מ- 6 מ', יש להוסיף 15% לכמות הזיון הרגילה, ובמקרה של 10 מ' ומעלה, בנוסף לכך, הבטון ישונה ל- 40. ההערה בענין הפרשי המפלס (סעיף קטן ד'), רלוונטית גם לענין זה.

יא. אפשרי לשלב לחלק או אף לכל העבודה, קידוח ע"י מכונת קידוח סיבובית, מצוידת במקדחי וידיה.

רצפות קירות וקורות 3.2

האלמנטים הנ"ל יופרדו מהקרקע ע"י ארגזי פוליביד (חיתוך "סכין"), בגובה של 19 ס"מ. ברור שהרצפה הראשונה, תתוכן כרצפה "תלויה". מאחר שהרצפה אינה מבוצעת על תבנית, יש למנוע העמסה עליה, עד להתקשות מספקת של הבטון, עפ"י הנחיות מהנדס הקונסטרוקציה.

במקרה של מגע עם סלע נקי, או מילוי מעל 1.0 מ', שאינו חרסיתי או חווארי ניתן להסתפק בהפרדה ע"י 5 ס"מ "קלקר".

נקוז וביוב 3.3

פני הקרקע בתחום המבנה יוגבהו מהסביבה ע"מ למנוע הקוות מים בהם.

מחוץ למבנה יעובדו שפועי קרקע כלפי חוץ. מי מרזבים יורחקו לפחות 4 מ' מקווי המבנה. שוחות, קווי מים וקווי ביוב יורחקו למרחק כנ"ל. המילוי מאחורי הקירות ככל שיתוכנן יהיה מחומרים מקומיים, לפי סדר השכבות המקורי או מילוי אינרטי אטים, עם אחוז עובר

נפה #200 בטווח של 20-35%. ורטיבות וצפיפות ההידוק הנדרשים

– לפי המפרט הכללי, ולכל העומק!!

החמרות:

א. גודל אבן מקס': 3".

ב. עובי שכבה מירבי: 15 ס"מ.

ג. הבקרה – לכל נפח ההידוק, כולל לשתיית שחייבת להיות טבעית.

50 הס"מ הקרובים לקיר ימולאו בחומר גרנולרי מנקז אשר בתחתיתו יונח צנור שרשורי מחורר מופנה כלפי מוצא מסודר מרוחק לפחות 4 מ' מקווי הבנין, או בהעדף אפשרות כזו, לשוחות, בהן יותקנו משאבות עם פיקוד אוטומטי וגיבוי למקרה של הפסקת חשמל.

30 הס"מ העליונים של המילוי (כולל בתחום 50 הס"מ שמאחורי הקירות) ימולאו מחומר מקומי מורטב ומהודק למטרת איטום. הקירות יחושבו לפי מקדם לחץ עפר במנוחה.

3.4 פיתוח שטח וקירות תומכים

לחישוב קירות תומכים הן קירות מבנה והן קירות חוץ, מסלעות, שיפועי חפירה/חציבה ומילוי, בדיקת יציבות מדרונות, דיפון וכן מערכות כבישים ומשטחי חניה מוצע לייחס לנפח הקרקע/סלע ערכים כלהלן:

<u>סלע</u>	<u>סלע בלוי</u>	<u>חרסית/טיין</u>	<u>מילוי מהודק</u>	<u>מילוי אחר</u>
<u>קשה</u>		<u>או חוואר</u>	<u>ומבוקר</u>	
			<u>בשכבות</u>	
משקל מרחבי כולל	2.5	2.3	2.0	2.2
(טון/מ"ק):				
קוהזיה:	0	0	0	0

זוית חיכוך פנימית (מעלות): 28 35 26 42 55

CBR (%) : 3 10 3 8 12

מאמץ מגע מקס' מותר (טון/מ"ר): 30 20 50 70

* מילוי חדש יבוצע מחומרים ממקור דלומיטי – גירי – קרטוני כשגודל אבן מקס': 3" ואחוז עובר נפה #200 בטווח 20-35%, כשעובי שכבות מהודקות, עד 20 ס"מ (נטו, לאחר הידוק), ונדרשת קבלת צפיפות של 98% לפחות מהמקסימום, הכל לפי תקני ASTM מס' 1556/7.

במקרה שהחומרים הממולאים אינם "ברי בדיקה", תישקל אלטרנטיבה של בקרה ויזואלית + בדיקה אופציונאלית של תכולת הרטיבות. לצורך בקרה כזה, נדרש מפקח מנוסה.

במסגרת פיתוח השטח, מוצע לסלק מילויים ישנים הנראים/נבדקים כבלתי מהודקים/מתאימים לפי הדרישות שלמעלה ולחפור עד קבלת משטחים אופקיים של סלע נקי או מילוי מתאים, וממפלס זה לבצע מילוי מהודק ומבוקר בשכבות, עפ"י הדרישות שלמעלה.

עבודות החפירה/חציבה הכללית יעשו תוך נקיטת כל אמצעי הבטיחות כמתבקש.

הערה: ביצוע העבודות כרוך בהעברת ויברציות. מדובר בעבודות חיצוב, ביצוע מיקרופיילים, והידוק במכבשים. יש להקפיד ולהמנע מויברציות מסוכנות.

לצורך ענין זה מוצע מוניתורנג של זעזועים ע"י גורם מתאים, שיכלול אופציית דווח בזמן "אמת" על כל חריגה מהתקנים המקובלים (בד"כ התקן הגרמני).

כללי

4.

תוכניות רלוונטיות יועברו לעיוננו.
כמו כן נוזמן לביקורת בתחילת הביצוע. הבקורת נחוצה הן למטרתה המקובלת – דהיינו בדיקה באם העבודות מבוצעות נכון ובמקצועיות, והן למטרה נוספת הנובעת מאופי מסת הקרקע אשר בד"כ אינה הומוגנית.
הבקורת הנוספת בזמן הביצוע תפקידה לכן הינו גם להשלים את סקר הקרקע ולוודא התאמת הממצאים בשטח לחזוי בדו"ח. ברור שבמקרה הצורך יערכו שנויים בהנחיות כמתבקש מהממצאים בשטח.

נכבד רב,



ישראל קלר, M.Sc., מהנדס יועץ לביסוס

28/07/2021

כרמיאל, מכללת בראודה, מבנה הנדסת מכונות

דו"ח גאולוגי

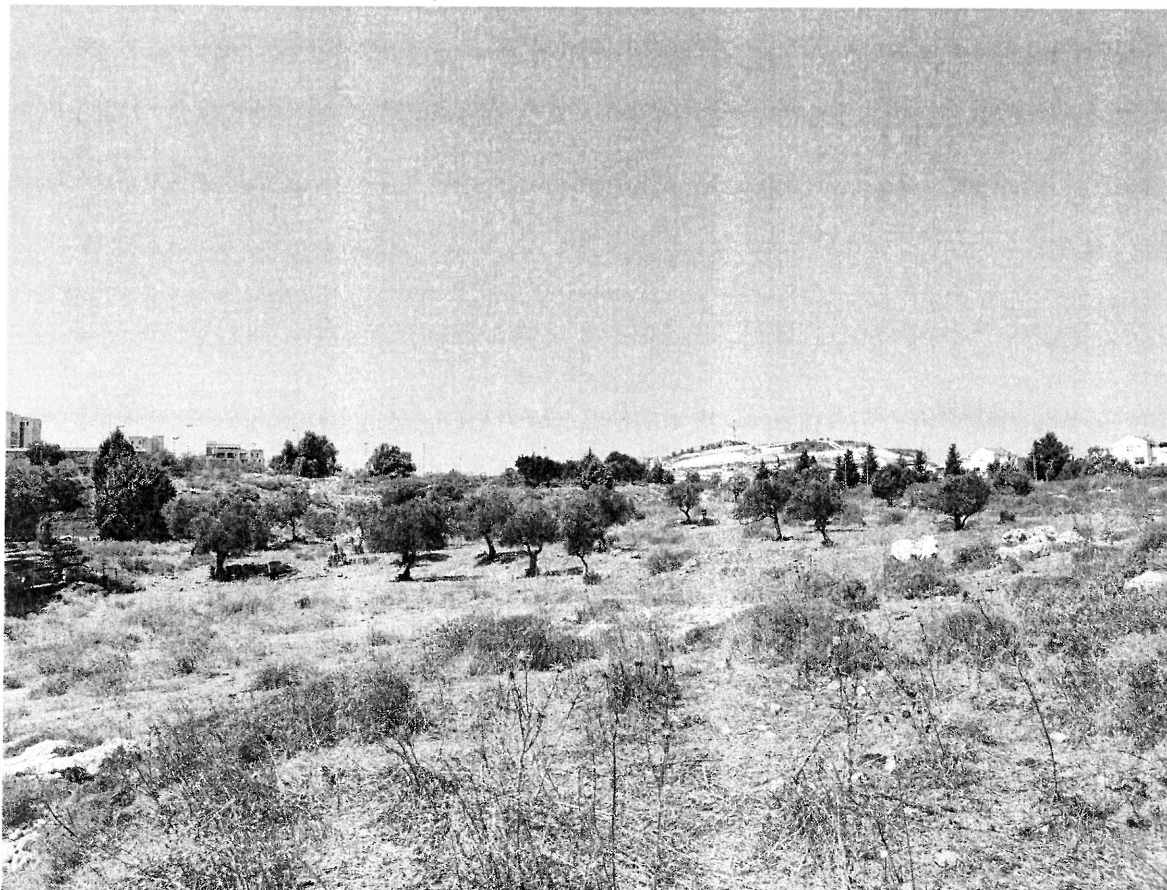
2118145

הדו"ח הגאולוגי מבוסס על התכניות שקיבלתי, על הנתונים שחשופים בפני השטח כפי שנמצאו בסיור שערכתי בתאריך 28.7.2021, ועל מידע מצטבר ממקורות שונים. עדכונים והשלמות יעשו אחרי הכשרת השטח ובזמן ביצוע העבודות.

תנאי השטח

מכללת בראודה מצויה בצד הצפון מזרחי של צומת של שדרות נשיאי ישראל עם כביש 784 בכרמיאל. המבנה החדש מתוכנן בצד המערבי של המכללה, מערבית למבנה קיים, סביב נ.צ. 226591/757735. המבנה החדש מתוכנן בשטח פנוי שמצוי ליד המבנה הקיים.

בפני השטח רואים שכבת מילוי רדודה שמורכבת מחרסית עם שברי גיר. עובי המילוי משתנה בהתאם לתבליט הקודם של השטח. פני השטח נטויים קלות לכיוון המזרחי. כמו כן בצד הצפוני של השטח הנדון קיימת גבעה קטנה שבה רואים משטחי גיר קשה.



מבט מצפון לדרום

נתונים גאולוגיים

כאמור בפני השטח קיימת שכבת מילוי רדודה שמורכבת מחרסית עם שברי גיר. עובי המילוי משתנה בהתאם לתבליט הקודם של השטח. לפי משטחי הסלע שרואים בשטח, מדובר במסלע גירי קשה מתצורת בענה. לפי הנתונים במפה הגאולוגית, הסלע הטבעי באתר הוא חלק מתצורת בענה. זוהי יחידת מסלע עבה שמורכבת בעיקר משכבות של גיר קשה, בעובי כ-200-50 ס"מ. מידי פעם מצויות בחתך שכבות ביניים דקות של קירטון וחואר. הבליה הקארסטית של שכבות הגיר עלולה להתבטא בצורת חללים מקומיים וקטעים פריכים, שנמשכים לעיתים לעומק רב.

קרבה להעתקים פעילים וחשודים כפעילים

לפי מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל, שעודכנה ע"י המכון הגאולוגי בשנת 2019, בצד הצפון מזרחי של השטח, במרחק כ-4.5 ק"מ עד הקצה הצפוני של השטח המתוכנן, מצוי העתק פעיל. בצד הצפוני של השטח, במרחק כ-2.5 ק"מ מהקצה הצפוני של השטח המטופל, מצויים העתקים חשודים כפעילים.

בכבוד רב,

רוסלן מקרנקו, גאולוג

מפרט לבצוע כלונסאות קטני קוטר

1. מפרט זה מתייחס לכלונסאות בקוטר 45 ס"מ. הכלונסאות הנדונים מבוצעים בשיטת הקשה וסיבוב של ראש הקידוח, כאשר הוצאת החומר מתבצעת ע"י לחץ אוויר.
2. הקבלן המבצע אחראי לשיטת קדיחה מתאימה, בצוע הקדוח לפי הדרישות, התאמת הפלדה לתקן, טיב הבטון, טיב היציקה וכו', עד לקבלת מוצר תקין.
3. הקבלן יעשה את כל הסידורים הטכניים הדרושים כדי לבצע נסויי שליפה עפ"י דרישות המהנדס. בצוע נסיונות השליפה יהיה ע"י גורם מוכר. מחיר הנסויים אינו כלול במחירי היחידה, והם יבוצעו רק לפי דרישה מפורשת.
4. הקבלן ינהל רישום מדויק של מהלך העבודה. ירשמו פרטי פרופיל הקרקע ואורך קטעי הסלע, וכן אינפורמציה נוספת כגון: המצאות חללים או התמוטטויות, הופעת מי תהום וכו'. יש לדווח מיד למהנדס הביסוס על כל ארוע חריג. כמו כן יש לרשום את פרטי היציקה (זמני התחלה, סיום), כולל כמויות בטון והפעלת ויברציה, כולל העומק.
5. הכלונסאות יבוצעו לאחר ישור השטח למפלס הסופי. לא יורשו עבודות מילוי ו/או חפירה בכלים מכניים בשטח שבו בוצעו כבר כלונסאות. שבירת קצה הכלונס העליון תותר רק בכלים קטנים, שיאושרו ע"י יועץ הקרקע, ולאחר התחזקות מספקת של הבטון.

6. הקבלן המבצע יקבל נתונים לגבי גובה המילוי בשטח לפני תחילת העבודה. שימוש במים יותר רק בקדיחת המילוי או בהעדר מילוי במטר העליון בלבד. שימוש במים מעבר לזה דורש אישור בכתב של מהנדס הביסוס.
7. העומקים הנדרשים ימדדו מפני הקרקע או מתחתית הקורות או הקירות לפי החמור יותר. בכל מקרה, המונח: אורך כלונס, מתייחס לאורך כלונס יצוק.
8. תכנית יסודות עם סימון העומסים, אנכיים, אפקיים ומומנטים, והנחיות ביסוס יהיו בשטח בידי הקבלן.
9. מרכז כל כלונס יסומן במדויק ומומלץ להכין גם הבטחות.
10. הקדוח יבוצע במיקום המדויק שיקבע בעזרת שבלונה מתאימה ממתכת בקוטר ראש המקדח שתמורכז על סימון הנעוץ בשטח. הקדיחה תחל רק לאחר יצוב המכונה כנגד סטיות ושקיעות וקביעת אנכיות המקדח.
11. לצורך סיכום החדירה לסלע יחושבו קטעי קדוח בסלע בלבד, כאשר האורך של כל קטע הינו לפחות 0.8 מ'. 1.5 מ' עליון לא יחשב בכל מקרה, גם אם יהיה בסלע רצוף.
12. כלונסאות המבוצעים דרך מילוי בלתי מהודק תוארך חדירתם לסלע עקב החיכוך השלילי העלול להוצר. ינתנו הנחיות מיוחדות לפי סוג חומר המילוי, מידת הידוק, עוביו וסוג הסלע. כמו כן ישקול המהנדס הגדלת דרישות חוזק הבטון או שנוי בכמות הזיון, או שנוי הקוטר.
13. הסטיה המותרת מהציר המתוכנן הינה עד 5% מקוטר הכלונס. בכל מקרה של סטיה הקוצים יוכנסו צנטרית לכלונס.
14. השפוע המקסימלי מהאנך המותר לכלונס הינו 2%.

15. זיון הכלונס יהיה עפ"י דרישות מהנדס הקונסטרוקציה ובהתאם לתקנים המתאימים ולמצויין בדו"ח היעוץ לביסוס.

16. בהעדר דרישה אחרת בדו"ח היעוץ לביסוס, החישוק הלוליני יהיה בפסיעה של 10 ס"מ בשני המטרים העליונים ו - 15 ס"מ בשאר האורך. קוטר מינימום של החישוק - 8 מ"מ מצולע. לכלונסאות במילוי או המועמסים אופקית ינתנו הנחיות בנפרד, ובכל מקרה, הקטע שבו החישוק יצופף, יהיה בכל המילוי + 2 מ' נוספים.

17. כיסוי הזיון 6 ס"מ לפחות.

18. הבטון ב - 30" 5, עם אגרגט מקסימלי של 2 ס"מ. דרוג האגרגטים יתייחס ל"בטון משאבה".
בכל מקרה קובעת הדרישה בתכנית היסודות.

19. לפני גמר הקדיחה יש לנקות את סביבת הבור ולהכניס צנור מגן באורך של 0.8 מ' לפחות לקצהו העליון של הכלונס. הדרישה לגבי צנור המגן תבוטל, בתנאים בהם לא יהיה בו צורך, באישור יועץ הקרקע.
בכל מקרה, במקומות בהם במסת הקרקע העליונה חרסית, יש למנוע מצב של "פטריה", ובטון עודף יסותת בזהירות.

20. הזיון יתלה צנטרית בעת היציקה תוך שימוש בשומרי מרחק בשיטה שתאושר ע"י מהנדס הביסוס.

21. היציקה תבוצע באמצעות משפך יציקה שיאושר ע"י מהנדס הביסוס. גובה מירבי מותר לנפילה "חופשית" של בטון - 4 מ'. הבטון יהיה כאמור בעל שקיעת סומך של 5" ויבוצע ציפוף בויברטור לכל העומק. יש להבטיח אספקה רצופה של בטון ואין לעשות הפסקה ביציקה. במקרה של הופעת מים, הבצוע לפי דרישות יועץ הקרקע: בד"כ נדרש לצקת ע"י מעין צנור טרמי (בקוטר קטן), אשר יגיע עד תחתית הכלונס, והיציקה מלמטה כלפי מעלה, ובכל זמן היציקה, לפחות 3 מ' של הצינור הטרמי בתוך הבטון.

במקרה זה ישונה סומך הבטון ל -7", ויש להשתמש בויברטור, וכן לחזור על פעולת הויברציה לאחר כ - 15 דקות + יציקה משלימה במידת הצורך. במקרים של מפולות בקידוח, תבוצע יציקה (ללא זיון), וקידוח חוזר לאחר התחזקות מספקת של הבטון.

תהליך זה יכול לחזור על עצמו מספר פעמים עד שמתגברים על בעיית המפולות.

במקרים של חללים, הפתרון הטוב ביותר הינו יציקת בטון עד למילוי החללים (ללא זיון) ואח"כ קידוח לפי הצורך, ויציקה עם זיון. פתרונות ספציפיים אחרים ינתנו לפי הממצאים בכל מקרה ומקרה.

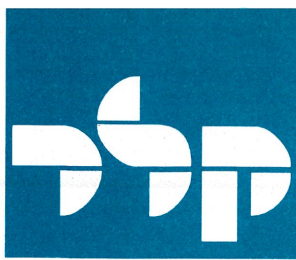
22. אין להשאיר בורות פתוחים מעל 24 שעות, ובתנאי חורף אין להשאיר בורות פתוחים לא יצוקים, למחרת, ז.א. יש לצקת את כל הבורות באותו היום.

23. כללית, שיטת המיקרופיילים, מאופיינת בכך, שהעומק של כל יסוד ויסוד, נקבע עפ"י העומסים עליו (רשום בתוכניות), ותנאי הקרקע המתגלים ספציפית, בעת קידוח כל כלונס וכלונס.

ברור, שבתנאים כאלה, רצוי שיהיה פיקוח "צמוד" של נציג ממושרד יועץ הקרקע, על מנת להגיע לאופטימיזציה של הביצוע, דהיינו: כלונסאות בממדים הנכונים, לא ארוכים מדי, ולא קצרים מדי.

24. לשיקול דעת של המפקח, מומלץ ביצוע בדיקה סונית של הכלונסאות בכדי לוודא את רציפות הבטון, ואורכי הכלונסאות, במקרים בהם לא היה פיקוח צמוד.

מיקרו 45 ב - 300



השפעת כוחות אופקיים ומומנטים על כלונסאות

$$E = 300000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F = 2.00 \text{ Kg/cm}^3$$

מקדם האלסטיות בבטון
מקדם הקשור בקרקע

קוטר כלונס (ס"מ)	a_1	a_2	b_1	b_2	מקדם קשיחות יחסית (מ')	אורך כלונס מינימלי (מ')	עומק היווצרות המומנט המקסימלי (מ')
45	0.077	0.039	0.973	0.80	1.250	5.00	1.625

$$\delta = a_1 P + a_2 M$$

$$M_{max} = b_1 P + b_2 M$$

δ	- תזוזה בראש הכלונס (ס"מ)
M_{max}	- המומנט המקסימלי בכלונס בעומק המצוין בטבלה
P	(ton) כח אופקי -
M	(ton-m) המומנט בראש הכלונס -
a_i, b_i	מקדמים -

החישוב הינו "אלסטי", פרמטרי הקרקע הוערכו באופן "גס", ויכולים להשתנות בתוך מסת הקרקע.
תזוזה סופית יכולה להיות גדולה עד פי 3 מהאלסטית עקב זחילה וכו'.

