

באר שבע, תחנת משטרה מבנה חדש בצמוד לקיים

דו"ח סקר קרקע והמלצות גיאוטכניות

אוגוסט 2023

עדכון אוקטובר 2023

5856-0

10.8.23

עדכון 26.10.23

5856-0

משטרת באר שבע - מבנה חדש - המלצות גיאוטכניות

מזמין העבודה הינה חברת נחמן אידלס מהנדסים עבור עצמה ו/או עבור מי מטעמה שהוא המשתמש הסופי בדו"ח (להלן ביחד ולחוד המזמין).

1. הקדמה ומטרת הדו"ח

מדובר במבנה חמש (5) קומתי מעל מרתף כפול. גבה כל קומה 4 מ'. שטח כל קומה כ-1000 מ"ר. המבנה ישמש כמשרדים, חניה ומרכז שליטה.

העומסים המתוכננים ליסודות משתנים בין 300 ל-1,250 טון לעמוד, במצב שירות (לפני הכפלה במקדמי ביטחון).

המבנה מתוכנן בצמוד למבנה קיים בצד אחד ומרוחק מאחרים ביתר צדדיו. המבנה הצמוד מבוסס, כפי שנמסר, על גבי כלונסאות קדוחים אשר חודרים ככל הנראה לעומק 10 מטר מפני קרקע קיים.

דו"ח זה דן בהמלצות לביסוס המבנה. כמו כן דן הדו"ח בנושאי פיתוח האתר.

ה- "0.0" של המבנה מתוכנן ברום +271.2 מ'.

מפלס קרקע קיים משתנה בין +268 מ' ל- +272 מ' בקרוב (על פי תוכנית העמדה על מצב קיים).

מבחינה סייסמית מצוי האתר באזור מסוג "D" בעל המקדמים הבאים, לתקופה חזרה של 50 שנה:

S_1	S_s	Z	הסתברות [%]
0.04	0.14	0.06	10
0.05	0.17	0.07	5
0.07	0.23	0.09	2

האתר אינו סמוך להעתקים פעילים או החשודים כפעילים.
אין סכנת צונאמי או התנזלות.

2. תנאי הקרקע באתר

ההמלצות המובאות להלן מבוססות על סקירת מחשופים ומחפורות ותוצאות סקר אשר כלל חמישה (5) קידוחי ניסיון אשר נמשכו לעומקים משתנים של 20 מ' ולו על ידי מפקח גיאולוגי.

א. האתר ממוקם באזור הגבול "בין מחשופי חבורת עבדת והתעלה הנאוגנית". בסיס חבורת עבדת נמצא ברום מוחלט של +240 מטר מעל הים, כלומר בעומק של כ- 70 מטר מפני קרקע קיימים.

ב. **קרקע לס, חרסית וצורות** נמצא מפני השטח ועד עומק 10 מטר. ההתנגדות להחדרה תקנית בשכבה זו הייתה בתחום של 11-40 חבטות, דהיינו קרקע בעל צפיפות וחוזק נמוך עד גבוה.

ג. **הסלע – אבן חול כורכרית** - נמצא החל מעומק 10 מטר ועד לסוף הקידוחים. בבדיקות החדרה תקנית עד לעומק רב, התקבלו תוצאות מעבר ל- 50 חבטות, תוצאה המצביעה על צפיפות גבוהה עד גבוהה מאד.

3. המלצות לתכנון

3.1. שיטת הביסוס ועומקו

מומלץ לבסס את המבנה על גבי רפסודה, על כל שטח תחתית החפירה, אשר תבוסס בתוך הפורמציה החולית כורכרית/אבן חול.

3.2. פרמטרים לתכנון ממדי הרפסודה

מומלץ לבסס את המבנה ע"ג רפסודה שתותקן על גבי 80 ס"מ מצע סוג א', מהודק בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א, לדרגת צפיפות 98% לפחות (בהתחשב בקושי להוריד מכבש גדול לתחתית החפירה).

ממדי הרפסודה (עובי) יתוכננו לפי ספרת מצע המוערכת על פי Scott, (1981) "לפי הקשר הבא:

$$K_{0.3} = 1.8N \left[\frac{MN}{m^3} \right]$$

כאשר:

N = מספר ההקשות בבדיקת SPT להחדרת הדגמן 30 ס"מ – בתחום העומק המיועד לתחתית רפסודה וקצת יותר התקבלו בין 30 ל- 50 הקשות עם ממוצע של 40 הקשות.

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

להלן ערכי א [ק"ג/סמ"ק = ק"ג/סמ"ר לשקיעה של 1 ס"מ] עבור ערכי N משתנים:

N	$K_{0.3}$	K
20	3.6	1.2
25	4.5	1.5
30	5.4	1.8
40	7.2	2.4
50	9.0	3.0

על מנת להגדיל את ספרת המצע וכפועל יוצא את מאמץ המגע המותר נתן להתקין מתחת לרפסודה מצע מהודק, בהתאם לאמור בקשרים הבאים:

הערכת ספרת מצע לקרקע טבעית, על פי סוג הקרקע:

Table 1. Relationships Between Soil Type and Bearing Values

Type of soil	Subgrade strength	CBR, (2) percent	Design k-value, pci
Silts and clays of high compressibility ⁽¹⁾ at natural density	Low	2 or less	50
Silts and clays of high compressibility ⁽¹⁾ at compacted density Silts and clays of low compressibility ⁽¹⁾ Sandy silts and clays, gravelly silts and clays Poorly graded sands	Average	3	100
Gravelly soils, well-graded sands, and sand-gravel mixtures relatively free of plastic fines	High	10	200

¹High compressibility, liquid limit equal to or greater than 50.
Low compressibility, liquid limit less than 50.
(Liquid limit by ASTM D423, Standard Method of Test for Liquid Limit of Soils.)

²California Bearing Ratio, ASTM D1883, Standard Method of Test for Bearing Ratio of Laboratory-Compacted Soils.

עבור הקרקע במפלס תחתית הרפסודה, המורכבת מחול חרסיתי עד חול עם דקים, מתאים ערך של 100pci (2.77 ק"ג/סמ"ק), אקוויולנטי לכ- 45 הקשות בבדיקות החדרה תקנית (SPT).

מקור הנתונים:

Slab Thickness Design for Industrial Concrete Floors on Grade

by Robert G. Packard*

על פי המקור הנ"ל:

If a high-quality, well-compacted granular subbase is

used under the floor slab, the k value will increase. On large projects it may be feasible to construct a test section and perform plate-load tests on top of the subbase. If this is not practical, the k value on top of the subbase can be estimated from Fig. 1.

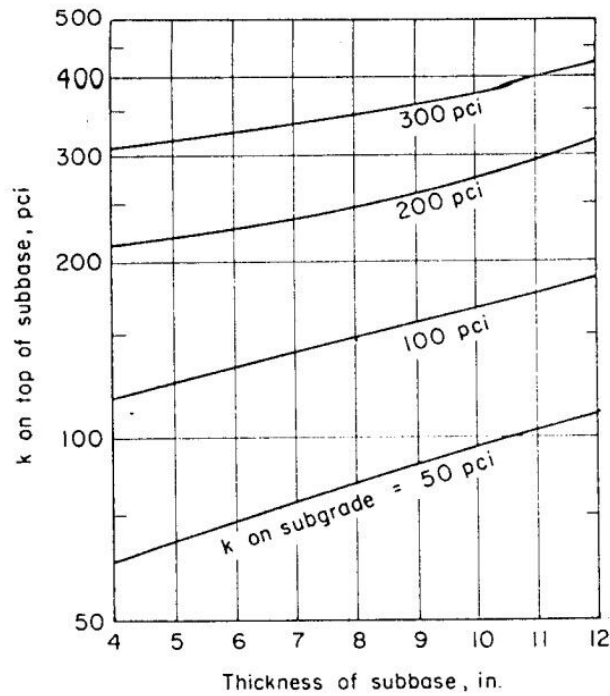


Fig. 1. Effect of granular subbase thickness on k -value.

נתן לראות כי הוספת מצע מהודק בעובי 30 ס"מ מגדילה את ערך ספרת המצע מ-100 לכ-190 פאונד לאינץ' בשלישית (5.3 ק"ג/סמ"ק).

לצרכי תכנון, על מנת לאפשר התחשבות במקדם בטחון, נתן להתחשב בספרת מצע בערך של 4.5 ק"ג/סמ"ק, עבור החלפת קרקע של 40 ס"מ, מצע סוג א' (2 שכבות, 20 ס"מ כ"א, מהודקות ל-100% "מודיפייד פרוקטור").

בהתחשב כי מדובר בקרקע אשר תיחפר לעומק 10 מטר לפחות, אשר נחשפה כבר לעומס שכבות קודם המסתכם בכ-20 טון/מ"ר לפחות (2 ק"ג/סמ"ר), אולם בהתחשב כי תוצאות ה-SPT הציגו גם ערכים בסביבות 30 הקשות, מומלץ להגביל את מאמץ המגע המותר לתכנון ממדי הרפסודה ל-5 ק"ג/סמ"ר.

4. רצפות

הרפסודה תהווה את הרצפה ותתוכנן כרצפה מונחת בהתאם לפרמטרים לעיל.

5. ניקוז ופתוח

מומלץ לשמור על משטר מים אחיד בסביבת המבנה, למנוע הצטברות מים בסביבת היסודות ולדאוג לסילוק מהיר ומבוקר של מים באמצעות הסדרת שיפועים נאותים (לא פחות מ- 2% בקרקע חשופה ולא פחות מ- 1% משטחים מצופים באספלט ו/או בטון ו/או אבנים משתלבות) מן המבנה החוצה. מומלץ למנוע שפיכת מי מרזבים ישירות על קרקע חשופה.

עבודות יישור המגרש תבוצענה על ידי חפירה/ חציבה בלבד, לא במילוי.

חציבות בסלע תבוצענה בשיפועים שאינם תלולים מ- 2 אנכי ל- 1 אופקי.

חפירות בקרקע תבוצענה בשיפועים שאינם תלולים מ- 1 אנכי ל 1.5 אופקי.

בהיקף המבנים, באזורים המיועדים לגינון, יבוצע מילוי מחומר נברר העומד בכל דרישות מפרט 51, פרק 51.04.09. החומר יותקן בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א ויהודק בבקרה מלאה באמצעות לפחות ששה (6) מעברי מכבש, עד הפסקת כל שקיעה, לצפיפות 98% "מודיפייד פרוקטור".

טרם התקנת המילוי הנברר יש להרחיק מהמקום קרקע מופרת/או עודפי חפירה אשר הושארו מתקופת הביצוע.

בנוסף:

א. כל עבודות העפר תבוצענה תחת בקרה מלאה, הן של טיב החומרים והן של דרגות ההידוק. הכל בכפוף לדרישות מפרט 51 (2014).

ב. הרחקה לפחות של 100 ס"מ מהחומר המקומי או לעומק 160 ס"מ מתחת לקו אדום מתוכנן (פני אספלט).

ג. הידוק תחתית החפירה עד הפסקת כל שקיעה באמצעות לפחות ששה (6) מעברי מכבש כבד.

ד. מילוי חוזר המורכב מ- 100 ס"מ חומר מילוי נברר כנ"ל, בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א, מהודק לדרגת צפיפות 98% "מודיפייד פרוקטור".

ה. 40 ס"מ מצע סוג א', בשכבות בעובי מכס' 20 ס"מ כ"א, מהודק לדרגת צפיפות

100% "מודיפייד פרוקטור".

- ו. מעל למצע הנ"ל יותקן "כובע אספלט" בעובי 11 ס"מ המורכב מהשכבות הבאות:
 - 5 ס"מ תא"צ 19 דולומיט, סוג א', ביטומן PG70-10 .
 - 6 ס"מ תא"צ 25 דולומיט/ גיר, סוג א', ביטומן PG68-10 .
- ז. המבנים הנ"ל יותקנו הן בדרך הגישה והן ברחבת החניה.
- ח. הטיפול (סילוק חומר קיים והתקנת החלפת קרקע) יבוצע עד למרחק 3 מטר מעבר (מחוץ) לקווי הסלילה.
- ט. יש להבטיח ניקוז מלא לסביבת המבנים הנ"ל, הסדרת שיפועים המרחיקים את המים מהמיסעה. הסדרה ותחזוקה של תעלות הניקוז היקפיות, מניעת הצפות וכל אמצעי מאושר אחר להרחקה של מים מסביבת המיסעות.

6. דיפון וקירות פיתוח

לאורך דופן מגרשים למבנים עם מרתף הגובלים במבנים שכנים ו/או כבישים, יהיה צורך לדפן את הקרקע למניעת התמוטטותה. הדיפון יבוצע באמצעות קיר דיפון הבנוי מכלונסאות קדוחים בקוטר 50 - 60 ס"מ לפחות אשר יחדרו 4 מ' לפחות אל מתחת למפלס קרקע התחתון (מפלס תחתית החפירה לרפסודה) בהתחשב גם בעומק החלפת הקרקע. ביצוע הכלונסאות יהיה בכפוף לכל האמור במפרט 23, מהדורת 2008. **כלונסאות אשר מתוכננים גם להעברת עומסים אנכיים, יוארכו לעומק נוסף של לפחות 6 מטר מתחת לנקודת הריתום, שנמצאת לפחות 2 מטר מתחת לתחתית החפירה.**

העבודה, תבוצע בהתחשב במספר אילוצים, הן בגלל פורמציות מצומנטות, הן בגלל צורך לקדיחת כלונסאות בצמוד לכלונסאות ביסוס קיימים. בתחום קירות שאינם צמודים למבנה הקיים נדרשת מכונת קידוח סיבובית חזקה כגון M-600, המצויידת גם במקדחי וידיה. במידה ויחולו התמוטטויות בפורמציה החולית, תעבור העבודה לביצוע תוך שימוש בתרחיף בנטונייט לייצוב הקדחים. בתחום קירו הדיפון הצמוד לכלונסאות המבנה הקיים, על מנת לא להיות במצב בו קיים קדח ריק מעפר (דבר העלול להקטין מאד את תסבולת כלונסאות הביסוס של המבנה הקיים ואף לגרום לתזוזה אופקית) קדיחת הכלונסאות תבוצע באמצעות מכונת CFA חזקה, אשר יש חובה על הקבלן להוכיח כי מסוגלת לחדור לתוך הפורמציה החולית התחתונה העשויה להכיל גם

בולדרים ואבני כורכר. מומלץ לחייב את הקבלן להביא את המכונה לשטח, לקדיחת ניסיון, להוכחת יכולת.

עבודות הקדיחה תבוצענה בהתאם לדרישות מפרט 23, מהדורת 2008, לרבות בקרה (בדיקות סוניות לכל הכלונסאות, 7 ימים מתום היציקה).

הדיפון יחושב לפי הפרמטרים הבאים:

משקל מרחבי של הקרקע במצב יבש – 2.2 טון/מ"ק.

מקדם לחץ עפר במנוחה – 0.5.

מקדם לחץ עפר אופקי במצב אקטיבי – 0.35.

מקדם לחץ עפר פסיבי – 3.0.

ספרת מצע אופקית – 0.5 ק"ג/סמ"ק בתחום 3 המטר העליונים, 1.5 ק"ג/סמ"ק בתחום עומקים עד 10 מטר ו- 2.5 ק"ג/סמ"ק ביתרת העומק.

בהתחשב בקרבה בין כלונסאות, יש להקטין את ספרת המצע בהתאם למרחק הצירי בין כלונסאות סמוכים, לפי הקשרים הבאים:

כאשר העומס עובד בכיוון הכלונסאות (כלונסאות בטור), ערכי K יופחתו לפי המפורט להלן כאשר קיימת קרבה בין כלונסאות בכיוון פעולת העומס:

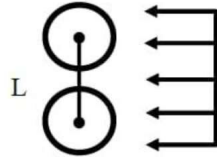
מרחק ציר – ציר בין כלונסאות	מקדם הקטנה ל-K
3d	0.25
4d	0.40
6d	0.70
8d	1.00



כאשר ההטרחה פועלת בניצב לכלונסאות (כלונסאות בשורה כגון דיפון), יש להפחית את ערכי K בהתאם להנחייה להלן:

עבור כלונסאות המתוכננים במרווח צירי הקטן מ- 5 פעמים הקוטר יש להקטין את ערכי ה-Coefficient of Subgrade Modulus, המחושב בהתאם לפרמטרים שהוצגו לעיל.

כאשר הכוח האופקי הפועל על הכלונסאות הינו בניצב לציר הכלונסאות המשותף:



הקטנת הערכים תחושב בהתאם לטבלה להלן:

מרחק צירי בין כלונסאות סמוכים [L/D]	הקטנת מקדם אופקי כאשר הכוח האופקי פועל בניצב לציר הכלונסאות [%]
5.0	4
4.0	8
3.0	12
2.0	24
1.5	30
1.1	36

עומס נייד בראש הקיר (אנכי, כלפי מטה) – 1 טון/מ"ר לפחות. עומס נוסף – קבוע – כתוצאה מקרבת המבנה הקיים – בעומק 3 מטר מפני הקרקע בערך של כ- 20 טון/מ"ר. מקדם בטחון לעומק חדירה מחושב בקרקע – 1.2.

בקביעת ממדי הדיפון יש להתחשב גם בדרישות ת"י 940, חלק 3.1, סעיף 4.3.2.1, כדלקמן:

ת"י 940 חלק 3.1 (2017)

בתוך הקרקע. ראשית ייקבע עומק ההחדרה של הקיר ביחס למצב הסופי כדי להבטיח יציבות כללית, ולאחר מכן ייקבע חתך הקיר הדרוש כדי לשאת את העומסים הפועלים.

האורך המוחדר של הקיר ייקבע תוך התחשבות בתוספת של לפחות 80 ס"מ לעומק החפירה המקסימלית המתוכננת, כדי להתחשב בחפירת יתר, בסחיפה (ארוויה), בסדיקה וכדומה. חתך הקיר ייקבע בהתאם.

התכן ייעשה לפי אחת השיטות המפושטות (simplified methods) המקובלות (ראו סעיף 4.3.2.2), או לפי שיטה מקובלת אחרת, כגון שימוש בתוכנות מחשב מוכרות ומקובלות, או אנליזות נומריות (אלמנטים סופיים, הפרשים סופיים וכדומה).

הדיפון יעוגן לקרקע בלפחות שתי (2) שורות עוגנים דרוכים, קבועים (במידה ותקופת

בניה תימשך יותר משנתיים).

בהתחשב בצורך לקדוח את העוגנים בין כלונסאות קיימים, יש לבצע בפני הקרקע חפירת גישוש אורכית, לקביעת מיקום הכלונסאות ולפי הממצאים לתכנן את מערך העוגנים. בנספח לדוח זה מצורפים מפרטי עבודה.

במידה ויוחלט לתגבר את התמיכה האופקית על ידי קירות ניצבים לקיר הדיפון, מכלונסאות קדוחים צמודים מחוברים על ידי קורת ראש (בגלל מגבלות למיקום עוגנים או מכל סיבה אחרת), יש להתחשב רק בשכבות הקרקע שמתחת לתחתית המתוכננת לרפסודה להעברת עומסים.

רוחב המגע האפקטיבי של הקיר יילקח כשווה לשלוש (3) פעמים הקוטר.

מאמץ המגע המותר בעומק המדובר (ממפלס תחתית הרפסודה ומטה) יילקח כשווה ל- 3 ק"ג/סמ"ר.

תרומת החיכוך לאורך מקטעי הכלונסאות היוורדים אל מתחת לתחתית החפירה יחושב עבור מאמץ חיכוך מותר השווה 4.0 טון/מ"ר בלחיצה ו- 2.0 טון/מ"ר במתיחה, ללא תרומת הקצה עבור מצב מתיחה. לעומת זאת, ניתן להתחשב במחצית משקל הכלונס.

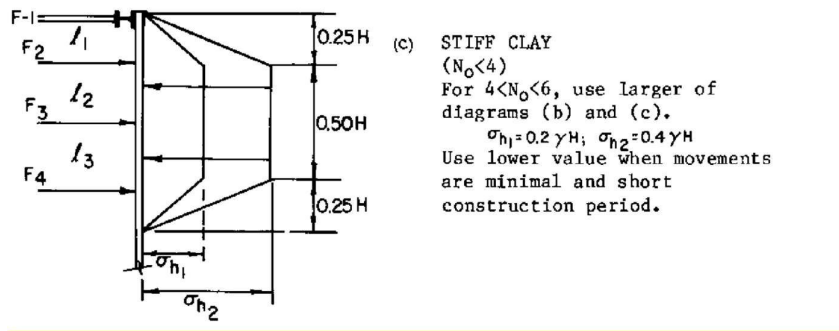
שקיעה של כלונסאות תחושב בהתאם לפרוצדורה שבנספח. לצורך החישוב ניתן להניח כי כל העומס עובר בחיכוך מעטפת (בהזנחת תרומת הקצה) עבור מודול אלסטיות של העפר החולי, הצפוף, השווה 3,000 טון/מ"ר.

ספרת מצע אופקית נתונה לעיל, בהתייחס לדיפון.

תשומת הלב מופנית לכך שביצוע כלונסאות בפורמציה החולית, מתחת לשכבות החרסיתיות, עשוי לחייב שימוש בתמיסת בנטוניט, לייצוב הקדחים.

כל עבודות הקדיחה של כלונסאות באתר יבוצעו בכפוף לכל הדרישות המרוכזות המפרט 23, מהדורת 2008.

פירוס לחצי העפר (לא כולל עומסים נוספים) על קירות הדיפון, בתחום עומקים מפני הקרקע בראש הקיר עד תחתית החפירה, יחושב לפי הדיאגרמה הבאה:



עבור קירות עם הגבלת דיפורמציות יש להתחשב בערך של 0.4 עבור K_a . עבור קירות שעבורם אין מגבלה על דיפורמציות מעבר להגדרות התקן ותקופת השירות אינה ארוכה, ניתן להתחשב בערך של 0.2 עבור K_a .

בנוסף, בצד הגובל במבנה הקיים, יש להתחשב בעומס אנכי מפורס של 20 טון/מ"ר לפחות בעומק 3 מטר מפני הקרקע, אשר מייצג את הטרחת המבנה הקיים על הקרקע דרך היסודות שלו. עומק של 3 מטר נקבע לפי פירוס מאמצים בשיפועים של 1:1.

7. מעקב

- א. יש להעביר ליועץ הביסוס תכניות, לעיון.
- ב. יש להודיע לחתום מטה על מועד תחילת עבודות הביסוס, בהתראה של 3 ימי עבודה מראש.
- ג. במידה ומתגלה באתר חתך שונה מהמתואר בדו"ח זה, יש ליידע את החתום מטה, לקבלת הנחיות.
- ד. מומלץ לבצע חקירת אימות לתנאי הקרקע היות ובעת ביצוע עבודות בניה יש נטייה לערעור תחומי קרקע הסמוכים למבנים בגין מעברים רבים של משאיות עמוסות במקום. נתן להסתפק בבדיקה מדגמים כגון דקר דרום אפריקאי, להערכת דרגת הצפיפות של הקרקע ולאפיין את החומר על ידי נטילת מדגמים למעבדה על ידי מחפרון אשר יחפור מספר שוחות מבחן.

8. זכויות יוצרים ותוקף דוח הביסוס

א. כל זכויות היוצרים בדוח הביסוס ובאמור בו שייכות ליועץ בלבד. המזמין רשאי לעשות שימוש בדוח הביסוס רק לצורך בניית המבנה המתואר בהקדמה לעיל ורק על חלקת הקרקע הספציפית לגביה נמסר ליועץ כי עליה עתיד להיבנות המבנה. המזמין לא יחשוף או ימסור לאף גורם את דו"ח הביסוס, או כל העתק ממנו, למעט ככל שהדבר דרוש לצורך בניית המבנה המתואר בהקדמה לעיל.

ב. תוקפו של דוח הביסוס יפוג שנתיים לאחר שנמסר למזמין ואין לעשות בו כל שימוש לאחר תקופה זו. כמו כן תוקפו של דוח הביסוס תלוי בנכונות המידע שנמסר ליועץ וכל שינוי בתכנון המבנה, או כל שינוי ביחס למידע המצוי במסמכים שהועברו ליועץ יגרום לתפוגת תוקפו של דוח הביסוס באופן מיידי ואין לעשות בו כל שימוש לאחר מכן.

בכבוד רב,

דורון אשל



לוטה: לוגים של קידוחי ניסיון + מפרטי ביצוע

שיטת חישוב שקיעות בכלונסאות

Solution

From Eq. (8.56)

$$q_{u(\text{design})} = \frac{q_{u(\text{tab})}}{5} = \frac{10,200}{5} = 2040 \text{ lb/in.}^2$$

$$Q_{p(\text{all})} = \frac{[q_u(N_\phi + 1)]A_p}{FS}$$

$$N_\phi = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45 + \frac{28}{2} \right) = 2.77$$

So

$$Q_{p(\text{all})} = \frac{[(2040)(2.77 + 1)](256)}{(4)(1000)} \approx 492 \text{ kips}$$

From Table 8.3b, the bearing design capacity of the pile should not exceed 320 kips. **Since this is smaller than $Q_{p(\text{all})}$ calculated above, use 320 kips.** ≡

8.9 Settlement of Piles

The settlement of a pile under a vertical working load (Q_w) is caused by three factors:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 \tag{8.57}$$

where s = total pile settlement

s_1 = settlement of pile shaft

s_2 = settlement of pile caused by the load at the pile point

s_3 = settlement of pile caused by the load transmitted along the pile shaft

The procedures for estimating the preceding three elements of pile settlement are as follows:

Determination of s_1

If one assumes the pile material to be elastic, then the deformation of the pile shaft can be evaluated using the fundamental principles of mechanics of materials:

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_p E_p} \tag{8.58}$$

where Q_{wp} = load carried at the pile point under working load condition

Q_{ws} = load carried by frictional (skin) resistance under working load condition

A_p = area of pile cross section

L = length of pile

E_p = Young's modulus of the pile material

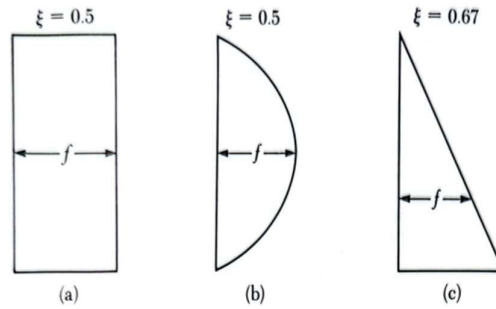


Figure 8.26 Various types of unit friction (skin) resistance distribution along the pile shaft

The magnitude of ξ will depend on the nature of unit frictional (skin) resistance distribution along the pile shaft. If the distribution of f is uniform or parabolic in nature, as shown in Figure 8.26a and b, ξ is equal to 0.5. However, for triangular distribution of f (Figure 8.26c), the value of ξ is about 0.67 (Vesic, 1977).

Determination of s_2

The settlement of a pile caused by the load carried at the pile point can be expressed in a form similar to that given for shallow foundations [Eq. (3.67)]:

$$s_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} \tag{8.59}$$

where D = width or diameter of pile

q_{wp} = point load per unit area at the pile point = Q_{wp}/A_p

E_s = Young's modulus of soil at or below the pile point

μ_s = Poisson's ratio of soil

I_{wp} = influence factor

For all practical purposes, I_{wp} may be taken to be equal to α_r as given in Eq. (3.67) and can be evaluated from Figure 3.23. In the absence of any experimental results, representative values of Poisson's ratio can be obtained from Table 3.6.

Vesic (1977) has also proposed a semiempirical method to obtain the magnitude of the settlement, s_2 . This can be expressed by the following equation:

$$s_2 = \frac{Q_{wp} C_p}{D q_p} \tag{8.60}$$

Table 8.11 Typical Values of C_p [Eq. (8.60)]

Soil type	Driven pile	Bored pile
Sand (dense to loose)	0.02–0.04	0.09–0.18
Clay (stiff to soft)	0.02–0.03	0.03–0.06
Silt (dense to loose)	0.03–0.05	0.09–0.12

From "Design of Pile Foundations," by A. S. Vesic, in NCHRP *Synthesis of Highway Practice 42*, Transportation Research Board, 1977. Reprinted by permission.

where q_p = ultimate point resistance of the pile
 C_p = an empirical coefficient

Representative values of C_p for various soils are given in Table 8.11.

Determination of s_3

The settlement of a pile caused by the load carried by the pile shaft can be given by a relation similar to Eq. (8.59), or

$$s_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws} \tag{8.61}$$

where p = perimeter of the pile
 L = embedded length of pile
 I_{ws} = influence factor

Note that the term Q_{ws}/pL in the preceding equation is the average value of f along the pile shaft. The influence factor, I_{ws} , can be expressed by a simple empirical relation as follows (Vesic, 1977):

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}} \tag{8.62}$$

Vesic (1977) has also proposed a simple empirical relation similar to Eq. (8.60) for obtaining s_3 as

$$s_3 = \frac{Q_{ws} C_3}{L q_p} \tag{8.63}$$

where C_3 = an empirical constant = $(0.93 + 0.16\sqrt{L/D})C_p$ (8.64)

מפרט לביצוע עוגן קבוע

ביצוע העוגנים לפי מפרט מיוחד זה והמפרט הבין משרדי מס' 26 -
"מפרט כללי לעוגני קרקע" ות"י 940 חלק 4.2 "תכן גאוטכני: חיזוק וייצוב
מבנים למטרות הנדסיות - עוגני קרקע מדויסים". במסמך זה המונח "ת"י
לעוגנים" מתייחס לת"י הנ"ל.

1. חתך תת הקרקע באתר:

- א. מוערך שהקדיחה תבוצע דרך קרקע לס (טינית חרסיתית עם צרורות ובולדרים וחול כורכרי).
- ב. תתכן הופעה של כיסי קונגלומרט.

2. כח עבודה בעוגן:

- א. מפרט זה מתייחס לעוגנים עם כח מתוכנן של 45 טון.

3. מבנה העוגן ונתונים גיאומטריים:

- א. ניתן לבצע עוגן מוט או עוגן כבלים.
- ב. העוגן יכיל פלדה בכמות מספקת לקבלת כוח המתיחה המתוכנן עם מקדם בטחון לקריעה של 2.0 לפחות. כוח מקסימלי בזמן דריכה, ראה סעיפים 7.2.1 ו-7.2.2.
- ג. אורך העוגן הכללי מורכב מאורך חופשי ואורך תפיסה. אורך התפיסה המינימאלי יהיה לפי:

אורך תפיסה מינימאלי (מ')	כח מתוכנן בעוגן (טון)
8	45

האורך החופשי המינימאלי ייקבע לפי מיקום העוגן מעל פני החפירה הסופית בחזית הקיר:

אורך חופשי מינימאלי (מ')	גובה העוגן (מ')
4	עד 4
5	4 - 6
6	6 - 9

ד. בכל מקרה האורכים המומלצים הינם מינימאליים. הקבלן רשאי להוסיף לאורכים בכדי לקבל את הכח המתוכנן בעוגן.

ה. שיפוע העוגן יהיה 3 אופקי ל - 1 אנכי.

ו. מיקום העוגנים ופרטי קורת גשר על פי תכנית מהנדס הקונסטרוקציה.

ז. קוטר הקידוח לא יפחת מ - 12 ס"מ.

ח. מבנה ראש העוגן יאפשר דריכה חוזרת בעתיד. פלטת הנעילה צריכה להיות בעלת תבריג חיצוני או התקן אחר על מנת לאפשר בדיקות עומס משתייר לזמן ארוך (ראה סעיף 7.2.2 למטה). פלטת הנעילה והטופסניות צריכות להיות תוצרת של אותו יצרן. יצרן יהיה מוכר בתחום העוגנים.

ט. לאחר נעילת העוגנים יש לסגור את ראש העוגן עם מכסה ומילוי גריז אנטיקורוזיבי.

י. הקבלן יעביר תיק מוצר לאישור הפיקח, מהנדס הביסוס ומהנדס הקונסטרוקציה. חומר זה יכלול, בין השאר: פרט העוגן, פרט ראש העוגן ונתונים ומפרטים טכניים של כל מרכיבי העוגן והתאמתם לדרישות ת"י לעוגנים ו\או מפרט 26.

4. קדיחת העוגנים:

א. ציוד הקדיחה יהיה מתאים לקדיחה דרך כל סוגי הקרקע והסלע באתר לרבות: מילוי, חרסית, חרסית עם אבנים, קרטון רך, קרטון קשה, חואר ואבן גיר.

ב. שיטת הקדיחה תהיה באחריות המלאה של הקבלן.

ג. על הקבלן לקדוח את העוגנים באופן שימנע פגיעה בצנרת תת קרקעית, הקירות הקיימים או כל אלמנט הנדסי או תת קרקעי אחר.

ד. על הקבלן להגן על חור הקידוח בפני מפולות.

ה. לפני הכנסת העוגן לחור הקידוח יש לוודא שהקדח נקי לכל אורכו.

ו. מהנדס האתר יאשר כל עוגן ועוגן לפני הכנסתו לקדח.

5. הכנסת העוגן לקדח והזרקת דייס:

- א. העוגן יוכנס לתוך הקדח תוך כדי השימוש בשומרי מרכז, כך שתיווצר עטיפת דייס אחידה שעובייה המינימלי 10 מ"מ.
- ב. הדיוס יתבצע בנוכחות המפקח לאחר שהעוגן הוכנס לקדח במלוא אורכו המתוכנן. הזרקת הדייס תתבצע מיד באופן רצוף וללא הפסקות ולא יאוחר מ-8 שעות ממועד הקדיחה בשיטה המבטיחה מילוי מלא ומניעת חללים בקדח.
- ג. הדיוס יבוצע ממפלס התחתון כלפי מעלה בזרימה חופשית תוך כדי הוצאת צינורות מגן (במידה וקיימים). בכל מקרה לא יעלה לחץ ההזרקה על לחץ שכבות הקרקע שמעל מפלס הדייס. אם מכל סיבה שהיא לא בוצע הדיוס בתוך 8 שעות יש להעמיק את הקדח ב-0.5 מ' ולבצע את ניקיון הקדח בסמוך למועד הדיוס החדש.
- ד. יש להבטיח כי אורך של כ- 1 מ' בקטע החופשי מתחת למשטח הדריכה ימולא בגריז אנטיקורוזיבי ולא בדייס צמנטי.
- ה. פרטי הדייס ירשמו במדויק. כמויות דייס ירשמו במדויק כנגד כמויות תיאורטיות.
- ו. דיוק המדידה והקריאה של ציוד מדידת לחץ הדייס יאפשרו קריאה אמינה בדיוק מינימלי של 0.1 בר.
- ז. מנת המים בתערובת תהיה בתחום 0.40 - 0.45.
- ח. יש לבצע את הבדיקות הבאות על הדייס: בדיקת כושר הנזילות (Fluidity Test), הפרשת מים ושינוי נפח (Bleeding Test) וחוזק לחיצה, הכל לפי המפורט במפרט 26.
- ט. הבדיקות הנ"ל יבוצעו על ידי מעבדה מוסמכת.
- י. על הקבלן להביא בחשבון האפשרות שידרש תהליך של דיוס ראשוני לצורך סגירת סדקים בתווך הנקדח.

6. הגנה כנגד קורוזיה:

- א. דרושה הגנה כפולה נגד קורוזיה לכל אורך העוגן כולל הראש, לפי הדרישות במפרט הבין משרדי פרק 26 או ת"י לעוגנים.
- ב. ראש העוגן יהיה גם הוא מוגן כנגד קורוזיה. ההגנה הכפולה תמשך לכל האורך ולאחר דריכה סופית יוזרק דייס גם באזור החופשי של העוגן.

7. דריכת העוגנים:

7.1 כללי:

- א. ניתן להתחיל בדריכת העוגנים עם הגיע חוזק הדייס ל- 280 ק"ג/סמ"ר, וכפוף לאישור מהנדס הקונסטרוקציה לגבי חוזק הקורה.
- ב. תכנית מערכת הדריכה תוגש ע"י הקבלן לאישור המהנדס.
- ג. לפני תחילת הדריכה ימסור הקבלן למהנדס עקומת כיוול של המגבה ההידראולי. שעוני הלחץ יכילו לפני תחילת העבודה ותעודות הכיוול יוגשו למהנדס.
- ד. במהלך הדריכה ימדדו הפרמטרים: כח והתארכות העוגן.
- ה. יש למדוד את התזוזה באמצעות דפלקטומטר המורכב על מתקן מדידה יציב הניצב ממול המסמר ובלתי תלוי מהקיר, בדיוק 0.01 מ"מ לפחות.
- ו. תנאי הקבלה לפי בדיקות הדריכה ובדיקת כוח משתייר על פי הדרישות בת"י לעוגנים, פרק ה'.
- ז. כל שלבי הדריכה יבוצעו בפיקוח צמוד של מכון או מהנדס עם נסיון מוכח בפיקוח על דריכת עוגנים, באישור מהנדסי הקונסטרוקציה והביסוס.
- ח. כח הנעילה של העוגן, P_0 , יהיה 40 טון.

7.2 מהלך הדריכה:

7.2.1 בדיקת ביצועים על 2 עוגנים:

- א. יש לבצע בדיקת ביצועים על 2 עוגנים לפני הייצור הסדרתי של העוגנים. בדיקת ביצועים תבוצע לפי טבלה מס' 4 בת"י לעוגנים. הכוח המירבי בטבלה, P_p הינו 175% מכוח העבודה המתוכנן של 45 טון. זמן ההמתנה בכוח המירבי יהיה 60 דקות.

טבלה 4 – דוגמה למחזורי העמסה ומשך מינימלי להמתנה עבור בדיקות מקדימות לעוגנים
בשיטת בדיקה 1

זחילה מותרת (מ"מ)	משך זמן מינימלי להמתנה בבדיקה, t_i (דקות)	כוח הדריכה בפועל באחוזים מכוח הדריכה המקסימלי (%P _p)					
		מחזור 1	מחזור 2	מחזור 3	מחזור 4	מחזור 5	מחזור 6
-	1	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
-	1	85	70	55	40	25	-
5% מההתארכות האלסטית Δs	15 (30, 60 או 180)	100	85	70	55	40	25
-	1	85	70	55	40	25	-
-	1	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5

תערות לטבלה:

א. הזחילה המותרת משמעותה: הזחילה המקסימלית המחושבת לפי ההתארכות הנמדדת במהלך הפעלת הכוחות המקסימליים לאחר 1-2-3-5-10-15-20-30-45-60-120-180 דקות בין נקודת מדידה לנקודת ייחוס קבועה (שאינה בעלת זיקה כלשהי למערכת הדריכה). לדוגמה: במחזור 1 בכוח P_p 25% יש למדוד את ההתארכות לאחר 1-2-3-5-10-15 דקות.

ב. משכי הזמן המינימליים להמתנה בעת מדידת ההתארכות בכוח המקסימלי בכל מחזור דריכה עד מחזור 5 ועד בכלל הם אלה:
- 15 דקות בשלבים 1 ו-2;
- 30 דקות בשלבים 3-5 עבור עוגן המותקן בקרקע לא קוהזית;
- 60 דקות בשלבים 3-5 בקרקע קוהזית.

ג. משך הזמן המינימלי למדידת התארכות בכוח הדריכה המקסימלי P_p במחזור 6 הוא 60 דקות בעוגנים המותקנים בקרקע לא קוהזית, ו-180 דקות בקרקע קוהזית.

ד. הזחילה תחושב בין כל שני פרקי זמן סמוכים (לדוגמה: בין 3-5, 5-10 דקות).

ה. אם לא מתקבלת זחילה משמעותית (עד 20% מחזילה המותרת לפי התכנון) במשך 5 הדקות הראשונות, ניתן לעבור לשלב הכוח הבא. במחזור 6 זמן ההמתנה המינימלי יהיה 10 דקות.

ו. קצב תזוזת הזחילה K_s יחושב בין כל שני פרקי זמן סמוכים (לדוגמה: בין 3-5, 5-10 דקות), לפי הנוסחה:
$$K_s = (S_i - S_{i-1}) / \text{Log}(t_i / t_{i-1})$$

שבה:
S_i היא ההתארכות המדודה לאחר t_i;
S_{i-1} היא ההתארכות המדודה לאחר t_{i-1}.

ז. קצב תזוזת הזחילה K_s ייקבע לאחר קבלת קצב זחילה קבוע בשני פרקי זמן רצופים וישמש לצורך חישוב תסבולת העוגן.

ב. יש להוסיף פלדה לעוגנים אלה לפי הצורך. כמות הפלדה בעוגנים אלה תקבע לפי סעיף 5.3.2.1 בת"י לעוגנים. ניתן להשתמש בעוגנים אלה במערך יתר העוגנים בתנאי שמתקבלות תוצאות תקינות של הדריכה ובדיקות כוח משתייר, וכמות הפלדה תתאים לסעיף 5.3.2.3 בת"י לעוגנים.

ג. יש לבצע בדיקות כוח משתייר לפי טבלה מס' 7 בת"י לעוגנים. כל העוגנים ייבדקו לאחר 24 שעות ולאחר 10 ימים.

טבלה 7 – קריטריון קבלה לאיבוד כוח ותזוזות בעוגנים כנגד זמן המדידה

תזוזה מותרת (% מההתארכות האלסטית של העוגן בכוח הנעילה הראשוני)	איבוד כוח מותר (% מכוח הנעילה הראשוני)	תקופת המעקב (דקות)
1	1	5
2	2	15
4	4	150
5	5	500
6	6	1500 (יממה) ^(א)
7	7	5000 (3 יממות) ^(א)
8	8	15000 (10 יממות) ^(א)

הערה לטבלה:
(א) מדידה לאחר 500 דקות אינה מיושמת כשגרה.

7.2.2 בדיקת קבלה על יתר העוגנים:

א. בדיקות קבלה יבוצעו על כל יתר העוגנים לפי טבלה מס' 6 בת"י לעוגנים.

טבלה 6 – דוגמה למחזורי העמסה ומשך זמן מינימלי להמתנה עבור בדיקות קבלה לעוגנים
בשיטת בדיקה 1

מחזור 2		מחזור 1	
משך זמן מינימלי להמתנה בבדיקה, t_i (דקות)	כוח (% P_p)	משך זמן מינימלי להמתנה בבדיקה, t_i (דקות)	כוח (% P_p)
1	12.5	1	12.5
1	25	1	25
1	50	1	50
1	75	1	75
15 (10)	100	1	100
1	75	1	75
1	50	1	50
1	25	1	25
1	12.5	1	12.5
5	P_0	-	-

הערות לטבלה:

א. הזחילה לא תהיה גדולה יותר מ-5% מההתארכות האלסטית Δs בכוח המוכח P_p . ערכים גבוהים יותר של זחילה מומלצים אם הוכחו כמתאימים בבדיקות מקדימות. במחזור הראשון, משך זמן ההמתנה בכל כוח יהיה מינימלי עד לקבלת התייצבות בתזוזות. במחזור השני משך זמן ההמתנה יהיה 10 דקות לפחות בכוח המוכח P_p בקרקע לא קוהזית, ו-15 דקות לפחות בקרקע קוהזית.

ב. קצב תזוזת הזחילה K_g יחושב בין כל שני פרקי זמן סמוכים (לדוגמה: בין 3-5, 5-10 דקות), לפי הנוסחה:

$$K_g = (S_i - S_{i-1}) / \text{Log}(t_i / t_{i-1})$$

שבה:

- S_i היא ההתארכות המדודה לאחר t_i ;
- S_{i-1} היא ההתארכות המדודה לאחר t_{i-1} .

ג. קצב תזוזת הזחילה K_g ייקבע לאחר קבלת קצב זחילה קבוע בשני פרקי זמן רצופים וישמש לצורך השוואה עם התוצאות של הבדיקות המקדימות ובדיקות ההתאמה.

ב. הכוח המירבי בטבלה, P_p הינו 150% מכוח העבודה המתוכנן של 45 טון.

ג. יש לבצע בדיקת עומס משתייר על כל העוגנים לפי טבלה מס' 7 בת"י לעוגנים. כל העוגנים ייבדקו לאחר 24 שעות ולאחר 10 ימים.

ד. יש לבצע בדיקת כח משתייר על כל העוגנים מדי חצי שנה עד להשלמת הבניה בחזית קיר הדיפון. אם זמן הביצוע פחות מחצי שנה, יש לבצע בדיקה לפני סגירת הגישה לעוגנים.

ה. נדרש להתקין שלושה תאי כוח על עוגנים קבועים. העבודה כוללת לוח בקרה לאיסוף הנתונים וכל החוטים, הצנרת וההגנות הדרושות כדי לחבר את העוגנים ללוח בקרה. נדרשת אחריות של המערכת למשך 10 שנים לפחות.

8. תיעוד ופיקוח:

- א. כל שלבי הביצוע של העוגנים ייעשו בפיקוח הנדסי צמוד.
- ב. לפחות שליש מהקידוחים יבוצעו בנוכחות גיאולוג. הגיאולוג יכין תאורים מפורטים של מהלך הקדיחה.
- ג. יש לנהל רישום של הביצוע של כל עוגן בטפסי בקרה כדוגמאת הטפסים בנספח ה' לת"י לעוגנים, או בנספחים 1 ו-2 במפרט הבין משרדי פרק 26.
- ד. לכל עוגן יש להגיש תרשים של כח והתארכות, כולל ההתארכות תחת כח קבוע (זחילה). כמו כן יש להראות את קו ההתארכות התיאורטי של העוגן.

9. אחריות הקבלן:

- א. הקבלן יעביר למהנדס טבלאות, תרשימי דריכה לכל עוגן וכל חומר טכני אחר שיידרש.
- ב. כל דרישות המפרט לעיל הן דרישות מינימאליות. הקבלן רשאי להוסיף על קוטר העוגן, אורך העיגון וכמות הפלדה וכל זאת בתנאי שיתקבל הכח הנדרש בעוגן.
- ג. לא תשולם תוספת עבור תיקון עוגנים לקויים או תוספת עוגנים כתוצאה מעוגנים לקויים.

כלונסאות יצוקים במקום מפרט מיוחד

01.01	<u>כלונסאות יצוקים ב"יבש"</u>
01.01.1	<u>כללי</u> הבסוס ייעשה על ידי כלונסאות בקטרים בהתאם לתוכניות. אורך הכלונסאות יהיה כמצוין בתכניות מפני קרקע סופיים או כל אורך שייקבע ע"י המתכנן. בכל מקרה העומק הסופי ייקבע ויאושר במקום על ידי המפקח. בעבודה תבוצע בכפוף למפרט 23 (2008) ולאמור במפרט זה.
01.01.2	<u>סימון הכלונסאות באתר</u> הקבלן יקבל מהמזמין נקודות קבע ונקודות גובה בתוך השטח ותכנית המאפשרת לתאר את מיקומם של כלונסאות הבסוס. הקבלן יהיה אחראי לאחזקת ואבטחת הנקודות הנ"ל ונקודות הגובה ויבצע על חשבונו ואחריותו את סימון כלונסאות הבסוס, לפי התכנית ועל ידי מודד מוסמך. לפני תחילת העבודה על הקבלן לוודא את גובה הקרקע ומיקום מרכז הכלונס ולדווח על כך למפקח.
01.01.3	<u>דיוק קדוחי הכלונסאות</u> א. יש לוודא את מרכזיות מכונת הקדוח ואת אנכיותה לפני תחילת החפירה, וכן תוך מהלכה. הקבלן יכין משטח עבודה שיבטיח יציבות המכונה על מישור אופקי. יש לבדוק פלס עם שנתות את השפוע של מכונת הקדוח. ב. בקורת המרכזיות תעשה באמצעות ציוד מדידה ממוחשב / לייזר לפני הקדיחה ולאחר הכנת הזיון, לפני יציקת הבטון. לאחר היציקה תעשה מדידה למרכזיות: הסטיות אם בכלל, יירשמו על גבי תכנית הסימון שתועבר למפקח. ג. לא יאושר כלונס שסטית צירו מהאנך עולה על 1.5% וסטיית מרכז מהמרכז המתוכנן עולה על 5% מקוטרו. הקבלן יוסיף זיון על חשבונו אם הסטיה תעבור את הנ"ל וכן יבצע כל תיקון אחר לפי הוראות המפקח.

- 01.01.4 **ייצוב דפנות הקדוח**
- א. שיטת הבצוע, כולל סוג המקדח, תוצע על ידי הקבלן, אך היא טעונה אישור המפקח מראש. הקבלן יהיה אחראי בלעדי לכל הכרוך בביצוע, לרבות ייצוב דפנות הקדוח. על שיטת ייצוב הדפנות (צנור מגן), עליו לקבל אישור המפקח מראש. אישור המפקח כאמור אינו פוטר את הקבלן מאחריות כלשהיא.
- ב. בכל מקרה, למרות האמור לעיל, תובטח יציבות ראש הקדוח עד לעומק של 1.5 מ' לפחות באמצעות צנור מגן שישלף עם תום היציקה. שליפת היציקה. שליפת לא להפר את יציבות הקרקע באיזור ראש הכלונס.
- 01.01.5 **יציקת הבטון**
- א. הבטון יהיה בעל חוזק ב-30 לפי ת"י 118. התערובת תהיה בדרגת סומך כזו שתאפשר יציקה רצופה באמצעות צנור טרמי, שקיעת קונוס "8-7" אך מנת מים-צמנט לא תעלה על 0.55. גודל האגרנט המכסימלי 2.5 ס"מ. הבטחת העבידות תעשה על ידי תוספת ערבים, הכל לפי קביעת מעבדה מוסמכת מאושרת.
- ב. תערובת הבטון לפרטיה תוכן במבדקת בטונים מוסמכת ומאושרת לפי העקרונות הנ"ל ותקבל את אישורו של המפקח. אחוז החלל בבטון לאחר ההתקשות, יהיה בין 4%-6%.
- ג. יציקת הבטון לכלונס תעשה מייד לאחר הקדיחה והכנסת הזיון כאשר הקדוח נקי מקרקע תחוחה.
- ד. היציקה תבוצע באמצעות צינור טרמי ברציפות לכל העומק. צנור יורד לתחתית הקדוח. לאחר מילוי הצנור בבטון יורם צנור הטרמי כדי לאפשר זרימת בטון אל מחוץ לצנור. הרמה זו לא תהיה יותר מ-20 מעל תחתית המחפורת. אין להרים את צנור הטרמי יותר מהנ"ל אלא כאשר גובה היציקה יהיה 5 מ' מעל תחתית הצנור. צנור הטרמי יהיה טבול תמיד לפחות 4-5 מ' בתוך בטון טרי.
- ה. יציקת הבטון תמשך ברציפות, ללא הפסקה עד לראש הכלונס. בגמר היציקה ימצא בטון נקי לכל אורך הכלונס, עד למפלס המתוכנן. עודף הבטון יסותר.

1. החפירה סביב הכלונס וסתות הראש באם יידרשו וכן כל יתר העבודות הדרושות יהיו על חשבון הקבלן.
2. אין להתחיל ביציקה לפני שכמות הבטון להשלמת היציקה בכל הקדוחים המתוכננים לאותה עת נמצא באתר.
- ח. במידה וחל עכוב באספקת הבטון מעל חצי שעה, יש לקדוח את שלושת המטרים האחרונים רק סמוך למועד יציקת הבטון.
- ט. אין לקדוח ברציפות שני כלונסאות הסמוכים זה לזה. (כאשר המרחק החופשי ביניהם הוא פחות מ $3 \times$ קוטר הכלונס הגדול). קדיחת הכלונס השני תותר רק לאחר שהכלונס הראשון הגיע ל- 50% מחוזקו (כפי שתקבע מעבדת בטונים מוסמכת), בכל מקרה לא לפני שחלפו 3 ימים.
- י. הקבלן ירחיק על חשבוננו מאתר העבודה, באופן רצוף, את האדמה שנחפרה מהקדוחים, ויסלקה אל מחוץ לשטח, הכל בהתאם להוראות המפקח.

זיון

01.01.6

- א. כלוב הזיון יוכן מראש כיחידה אחת (ע"י חפיה או ריתוך לפי הנחיות המתכנן) יציבה וקשורה היטב כאשר החישוק הספיראלי בקוטר 12 מ"מ מרותך למוטות הזיון על מנת להבטיח הכלוב מפני התפתלות. שומרי מרחק לכלוב הזיון יוכנו מ- 3 צנורות פלדה בקוטר 2", צמודים לכלוב מבחוץ. הצנורות ישלפו מבחוץ עם התקדמות היציקה, בזהירות מירבית, כשהוא אנכי באופן מוחלט ותוך שמירה מפני גרימת מפולת. הכלוב יורד לתחתית הקדוח עד לקצהו, ואחר כך יורם כ- 50 ס"מ וייתלה באמצעות "עול" עליום על שפת הקדוח.
- ב. הזיון ייעשה עם מוטות מצולעים לפי ת"י 739, החישוקים יהיו מפלדה מעורגלת (ברזל עגול) לפי ת"י 893.

תערובת הבטון

01.01.07

- א. כמות הצמנט תהיה לפחות 280 ק"ג למ"ק.
- ב. לפחות 25% מכמות האגרנט תהיה קטנה מ-1 ס"מ.
- ג. גודל הגרגיר המקסימלי יהיה 2.0 ס"מ.
- ד. שקיעת הקונוס תשתנה בין 5-6 אינץ'. 6 אינץ' - ללא וויברציה, 5 אינץ' - עם וויברציה, בדיקת שקיעת קונוס יש לבצע באתר לכל משלוח בטון.
- ה. חוזק הבטון יהיה ב-30 לפי ת"י 118.

דגימות ובדיקות	01.01.8
א. דגימות בטון ילקחו מכל יציקה בהתאם לדרישות המפקח. הדוגמאות יילקחו הן מן המערבל והן מתוך הבטון הנשפך מפני הקדוח היציקה ונחשב לבטון בריא וטוב. הכל לפי קביעת המפקח.	בתוך
ב. גמר יציקת הכלונס יהיה כאשר בטון נקי נמצא 10 ס"מ לפחות מעל למפלט המתוכנן.	
ג. בכל הכלונסאות, יבוצעו בדיקות סוניות. בחלק מן הכלונסאות יבוצעו בדיקות אולטרה-סוניות, הכל לפי הוראות המפקח.	
ד. הבדיקות הסוניות כלולות במחיר היחידה האולטרה - סוניות יהיו על חשבון המזמין. הבדיקה תבוצע להוכחת טיב הבטון מבחינת רציפות ומימד הכלונס.	
ה. הבדיקות (הסוניות האולטרה - סוניות) חייבות לענות לכל דרישת המפרט. אם יוכח כי הבדיקות אינן עונות על הדרישות, יחולו התשלומים בגין כל הבדיקות הנ"ל והנוספות, כולל קדוחי גלעין בקוטר T-6 על הקבלן. בכל אחד מהמקרים הנ"ל יכללו התשלומים עבור הבדיקות, את כל ההוצאות הישירות והעקיפות הכרוכות בביצוע הקדוחים, הוצאת המדגמים ובדיקתם לפי ת"י.	
קביעת תחתית ופני הכלונסאות	01.01.9
א. אין להתחיל בקדוחי הכלונסאות הראשונים ללא נוכחות של מהנדס בסוס.	
ב. עומק הבסוס המופיע בתכנית הוא משוער. במקרה הצורך יעמיק הקבלן את הקדוחים כדי לבסס את הכלונסאות בשכבה שתקבע על ידי מהנדס הבסוס.	
ג. פני הכלונסאות העליונים הסופיים יהיו <u>מדוייקים</u> בהתאם למפלסים הכתובים בתכנית (O.K), ו/או לפי הוראות המפקח.	
בקורת ופיקוח	01.01.10
א. כל העבודות יהיו בפיקוח צמוד של המפקח.	
ב. יש לנהל מעקב ורשום שכבות הקרקע/סלע המוצאות מהקדוח ולשמור דוגמאות (מדגמים מייצגים). הנ"ל ישמש את המפקח לקביעה סופית של אורכי הכלונסאות. במקרה של ספק לגבי טיב התחתית וצפיפות הקרקע יבוצעו בדיקות החדרה תקנית לפי 67--15856-ה ASTM-D הנעודכן.	
ג. יש לרשום את תאריכי הקדיחה של כל הכלונסאות.	

- ד. יש לרשום את תאריכי הקדיחה של כל הכלונסאות.
- ה. תוך כדי מהלך יציקת הבטון, יש לרשום את נפח הבטון שנכנס לכל הכלונס.
- ו. כאמור, הקבלן אחראי לאיכות הכלונסאות ושלמות ביצועם. אי מילוי הוראות הסעיפים המצויינים במפרט או בתכניות לשביעות רצונו של המפקח, יאפשר הפסקת העבודה בכל עת ו/או אי קבלת העבודה.
- במקרה זה יידרש הקבלן לבצע כלונסאות חדשים, על כל הכרוך בכך, הכל על חשבונו.
- ז. אם בבקורת האיכות (בדיקות סוניות, אולטרה-סוניות, קדוחי גלעין, קוביות בטון ו/או כל בקורת נוספת) התגלתה איכות ירודה של הכלונס, כל זאת לפי קביעת המפקח, ייעשה הקבלן על חשבונו את כל התיקונים ו/או כלונסאות חדשים על פי דרישת המפקח.
- ח. הקבלן יבצע את העבודה על ידי צוות מאומן ומיומן, בעל ניסיון בעבודה זו, אשר יאושר על ידי המפקח.
- זכותו של המפקח לדרוש החלפת מנהל העבודה או כל עובד אחר. החלפה
זו תבוצע תוך 24 ממתן הוראות.
- 01.10.11 **מדידה לתשלום**
- א. כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר ימדדו במ"א, החל מתחתית הקדוח המאושר ע"י המפקח עד למפלס העליון המתוכנן של הכלונס בציון הקוטר. המחיר יכלול את כל החמרים והמלאכות הכרוכים בקדוח, ייצוב דפנות, הכנסת הזיום ויציקת הבטון (הזיון ימדד בנפרד) לרבות של הבדיקות כאמור לעיל.
- ב. המחיר אחיד לכלונסאות באורך כלשהוא.

01.02	כלונסאות יצוקים עם תמיסת "בנטוניט"
01.02.1	שמוש בבנטוניט
	א. הסעיפים בתת פרק 01.02 משלימים ומהווים חלק בלתי נפרד מתת פרק 01.01. סעיפי תת פרק 01.02 מתייחסים לדרישות הטכניות תוך בתמיסת "בנטוניט". השימוש בשיטת קדיחה זו ייקבע אך ורק על ידי המפקח לפי הוראה מפורשת.
	ב. ריכוז תמיסה הבנטוניט יהיה 6% עד 8% ובהתאם לכך, הצפיפות תהיה לפחות 1.04 (60 ק"ג בנטוניט לפחות ל-940 ליטר מים). הצפיפות מדויקת תיקבע תוך התחשבות בסוג הקרקע. הקבלן יכין מערכת מיכלים ומשאבות לסחרור הבנטוניט. המערכת תבטיח את אחידות התערובת במשך כל זמן הקדיחה והחפירה. על הקבלן לקבל את אישור המפקח מראש לגבי תכנית העמדת מתקני הסחרור והשיקוע הנ"ל. הערבוב של הבנטוניט יעשה באופן כזה שהפרדת המים לאחר 24 שעות לא תעלה על 1%. נפח מיכלי הבנטוניט יהיה בקיבולת של הנפח המתאים להספק הקדיחה הכללי של יומיים קדיחה.
	ג. הקבלן יחליף את תערובת הבנטוניט במחפורת, בכל מקרה שהמפקח ידרוש זאת. יש להוסיף כמויות בנטוניט תוך כדי התקדמות החפירה והקדוח כך שהמחפורת תהיה תמיד מלאה. עבודות הקדיחה של כל כלונס תבוצע ברציפות וללא הפסקות עד לקבלת החתך הרוחבי הרצוי לכל העומק הנדרש. את היציקה יש לבצע בסמוך ככל האפשר לתום הקדיחה, אך לא יותר מאשר 30 דקות לאחר שהסתיימה הקדיחה.
	ד. בכל מקרה של הפסקה של יותר מ- 30 דקות בין קדיחה ליציקה, יש לבצע קודם כל ניקוי הקדוח, בדיקת עומק, חפירה של 50 ס"מ לעומק נוסף, החלפת הבנטוניט, ורק אחר כך להכניס את כלוב הזיון וצלקת. הקבלן יחזיק באתר את כל כלי המדידה הנחוצים לפעולות הבקרה של הבנטוניט.
	ה. באופן כללי, אם תוך התקדמות הקדיחה יחול זיהום של תמיסת הבנטוניט מחול שנפל מהדפנות, על הקבלן לבדוק לפי הוראות המפקח את צפיפות התמיסה המזוהמת בדגמן מיוחד בגובה 1.0 מ' ו- 3.0 מ' מעל תחתית החפירה. אם לפי תוצאות הבדיקות, צפיפות התמיסה עולה על 1.25 טון/מ"ק, יש להחליף את התמיסה לפני היציקה. מפלס תמיסת הבנטוניט לא יהיה נמוך מ-1 מ' ממפלס הקרקע כל עת העבודה. יש להפסיק את הקדיחה בבנטוניט כנדרש.

תכונות הבנטוניט יהיו כדלקמן:

הדיספרסיה תהיה כזו שדוגמא בנפח 100 סמ"ק תראה לא יותר מאשר 1% מים נקיים לאחר שיקוע של 3-4 שעות.

ויסקוזיות בבדיקת מרשל תהיה כזו שזרימת 1 ליטר בנטוניט ממשפך של 1500 סמ"ק תארך לפחות 38 שניות.

חוזק הגזירה של התערובת יהיה תחום של 10 - 1.4.

דרגת החומציות תהיה - 12 - 9.5.

- 01.02.2 **זיון**
- א. הכל מפורט בסעיף 01.02.6 א' לעיל.
- ב. הזיון ייעשה עם מוטות מצולעים לפי ת"י 739, החישוקים יהיו מפלדה מעורגלת (ברזל עגול) לפי ת"י 893.
- ג. בחלק מן הכלונסאות (בעמוד עם כלונס בודד) יוכנסו "קוצים" מיד עם גמר היציקה. מיקום ה"קוצים" ייקבע ע"י המודד המוסמך מטעם הקבלן.

- 01.02.3 **יציקת הבטון**
- א. הבטון יהיה בעל חוזק ב-40 לפי ת"י 118. כמות הצמנט תהיה לפחות 400 ק"ג למ"ק בטון, התערובת תהיה בדרגת סומך כזו שתאפשר יציקה רצופה באמצעות צנור טרמי. שקיעת קונוס "7"8" אך מנת מים-צמנט לא תעלה על 0.55. גודל האגרנט המכסימלי 1.5 ס"מ. הבטחת העבידות תעשה על ידי תוספת ערבים, הכל לפי קביעת מעבדה מוסמכת מאושרת.
- ב. תערובת הבטון לפרטיה תוכן במבדקת בטונים מוסמכת ומאושרת לפי העקרונות הנ"ל ותקבל את אישורו של המפקח. אחוז החלל בבטון לאחר ההתקשות, יהיה בין 5%-6%.
- ג. היציקה תבוצע באמצעות צנור טרמי ברציפות לכל העומק. צנור היציקה יורד לתחתית הקדוח. לאחר מילוי הצנור בבטון יורם צנור הטרמי כדי לאפשר זרימת בטון אל מחוץ לצנור מבלי שהבנטוניט יחדור לתוכו. הרמה זו לא תהיה יותר מ-20 ס"מ מעל תחתית המחפורת. אין להרים את צנור הטרמי יותר מהנ"ל אלא כאשר גובה היציקה יהיה 5 מ' מעל תחתית הצנור. הצנור הטרמי יהיה טבול תמיד לפחות 4-5 מ' בתוך בטון טרי.

- ד. הכלונס
בכל מקרה של חדירת תערובת בנטוניט לתוך הצינור הטרמי יפסל והקבל יהיה חייב לנקות את המחפורת ולבצע כלונס חדש. במקרה כזה ימלא הקבלן אחרי הוראות המפקח וישא בכל ההוצאות הנובעות ממצב זה.
- ה. הפסקה
לאמור במפרט ו/או לפי
אין להתחיל ביציקה לפני שהבטון הדרוש ליציקה יהיה באתר. יציקת הבטון תיעשה ברציפות, ללא הפסקה כלשהיא. במקרה של שתעלה על חצי שעה, על הקבלן לנהוג בהתאם הוראות המפקח להוכחת טיב הבטון.
- 01.02.4 **דגימות ובדיקות**
- א. דגימות בטון ילקחו מכל יציקה בהתאם לדרישות המפקח. הדוגמאות ילקחו הן מן המערבל והן מתוך הבטון הנשפך מפני הקדוח היציקה ונחשב לבטון בריא וטוב. הכל לפי קביעת המפקח. בתוך
- ב. גמר יציקת הכלונס יהיה כאשר בטון נקי נמצא 10 ס"מ לפחות מעל למפלס המתוכנן. על הקבלן לסלק מאתר הבניה את כל עודפי הבטון.
- ג. בכל הכלונסאות, הקבלן יקבע בכלוב הזיון צנורות פלדה על מנת לבצע בדיקות רדיואקטיביות או בדיקות אולטרה-סוניות. הקבלן יבטיח גישה לכלונסאות הנבדקים.
- ד. עבור הבדיקות האולטרה-סוניות צנורות הבדיקה יהיו חדשים וישרים, עם קוטר פנימי של לא פחות מ-2" (51 מ"מ). כל החיבורים יהיו מרותכים, תוך הקפדה שחומר הריתוך לא יחדור פנימה. שני קצות הצנור יאטמו בריתוך. הקבלן ינקוט בכל האמצעים הדרושים לשמור על שלמות הצנורות בעת הייצור, ההרכבה והיציקה והוא אחראי לכל נזק שייגרם לצנורות. הקבלן יחתוך את ראשי הצנורות במקומות שידרש וימלא את הצנורות במים נקיים. הצנורות ישארו מלאים במים עד גמר הבדיקה.
- ה. מיקום הצנורות בכלונסאות יקבע על ידי המפקח, והם יהיו מרותכים לכלוב הזיון. הבדיקה הרדיואקטיבית תחול על המזמין הוראות המפקח. צנורות הפלדה לנ"ל נמדדים בנפרד הכמויות. במקומות לפי לפי סעיף בכתב
- קדוחי גלעין לכל עומק הכלונס יבוצעו בכלונסאות שייבחרו באקראי על ידי המפקח. קדוחי הגלעין יהיו בקוטר T6 להוכחת טיב הבטון, תהיה רציפות של 100% בהחזר גלעין, שלמות הגלעין וחוזק ב-40 לפי תקן ויבוצעו על חשבון הקבלן.
- ו. בכל הכלונסאות יבוצעו בדיקות סוניות להוכחת רציפות ומימדי הכלונס, והן תהיינה על חשבון הקבלן.

ז. הבדיקות הסוניות, האולטרה-סוניות וקדוחי הגלעין חייבות לענות לכל דרישות המפרט. אם יוכח כי הבדיקות אינן עונות על הדרישות, יחולו הקבלן, בכל אחד מהמקרים הבדיקות את כל ההוצאות הישירות הקדוחים, הוצאת המדגמים ובדיקתם לפי הנ"ל יכללו התשלומים עבור והעקיפות הכרוכות בביצוע ת"י.

01.02.5

קביעת תחתית ופני הכלונסאות

א. אין להתחיל בקדוחי הכלונסאות הראשונים ללא נוכחות של מהנדס הבסוס.

ב. עומק הבסוס המופיע בתכנית הוא משוער. במקרה הצורך יעמיק הקבלן את הקדוחים כדי לבסס את הכלונסאות בשכבה שתקבע על ידי מהנדס הבסוס.

ג. פני הכלונסאות העליונים הסופיים יהיו מדוייקים בהתאם למפלסים הכתובים בתכנית (O.K), ו/או לפי הוראות המפקח.

01.02.6

בקורת ופיקוח

א. כל העבודות יהיו בפקוח צמוד של המפקח.

ב. יש לנהל מעקב ורשום שכבות הקרקע/סלע המוצאות מהקדוח ולשמור דוגמאות (מדגמים מייצגים).

ג. יש לרשום את תאריכי הקדיחה של כל הכלונסאות.

ד. יש לרשום את אורך הקדוח טרם היציקה ואורך צנור המגן.

ה. תוך כדי מהלך יציקת הבטון, יש לרשום את נפח הבטון שנכנס לכל

הכלונס.

ו. כאמור, הקבלן אחראי לאיכות הכלונסאות ושלמות ביצועם. אי מילוי הוראות הסעיפים המצויינים במפרט או בתכניות לשביעות רצונו של המפקח, יאפשר הפסקת העבודה בכל עת ו/או אי קבלת העבודה. במקרה זה יידרש הקבלן לבצע כלונסאות חדשים, על כל הכרוך בכך, הכל על חשבונו.

ז. אם בבקורת האיכות (בדיקות סוניות, אולטרה-סוניות, קדוחי גלעין, קוביות בטון ו/או כל בקורת נוספת) התגלתה איכות ירודה של הכלונס, כל זאת לפי קביעת המפקח, ייעשה הקבלן על חשבונו את כל התיקונים ו/או כלונסאות חדשים על פי דרישת המפקח.

ח. הקבלן יבצע את העבודה על ידי צוות מאומן ומיומן, בעל נסיון בעבודה זו, אשר יאושר על ידי המפקח. זכותו של המפקח לדרוש החלפת מנהל העבודה או כל עובד אחר. החלפה זו תבוצע תוך 24 ממתן הוראות.

מדידה לתשלום

01.02.7

א. הכל כמפורט בסעיף 01.01.11 לעיל.

ב. המחיר אחיד לכלונסאות באורך כלשהוא.

נוהל מסירת העבודה למפקח

01.02.8

א. מודד מוסמך של הקבלן יכין ויעביר למפקח תכנית "כפי שבוצע" (AS MADE) של כל הכלונסאות, הכל לפי הנחיות המפקח.

ב. התכנית הנ"ל תוכן על בסיס קובץ תכניות שנתקבל מהמתכנן ובה פרטים הבאים של כל כלונס:

ירשמו

1. קוטר הכלונס.

2. מפלס עליון (O.K) של הכלונס.

3. סטיות מהציר המתוכנן.

4. אורכי ה"קוצים" הבולטים.

ג. לאחר אישור המהנדס, חתימת הקבלן וחתימת המפקח על "תוכנית העדות", שהיא אמנם תואמת את החוזה והמציאות, תיחשב הכלונסאות כגמורה ומאושרת.

עבודת

קדוחי כלונסאות ראשוניים

01.02.9

קדוחי הכלונסאות הראשוניים שיבוצעו באתר ייעשו במספר ובמקומות שיקבעו ע"י המפקח ולעומק שייקבע על ידו וכל זאת ללא תמורה נוספת מעבר למחירי היחידה עבור הכלונסאות כמצויין בכתב הכמויות.