



## תהליכי דיפון בבניה – הקמת כלונסאות קידוח לדיפון בור

### Drilled Shafts – וליסודות הבניין

עדכון אחרון: ספטמבר 2018

#### תוכן עניינים

1.....	מבוא
2.....	הגדרה
2.....	קידוח יבש
2.....	קידוח רטוב
2.....	חומרי עיסה
4.....	שלבים עיקריים בהקמת דיפון באמצעות כלונסאות קידוח
4.....	הציוד והחומרים אשר נמצאים בשימוש בהקמת דיפון באמצעות כלונסאות קידוח
5.....	סיכונים בטיחותיים
5.....	נפילת עובד לתוך הבור בזמן הכנסת כלוב
5.....	נפילת עובד לתוך הבור עקב קריסת אדמה פנימה
5.....	פגיעה עקב התהפכות כלים מכניים
6.....	פגיעה עקב תלישת כלוב הזיון או רכיביו הבודדים
6.....	סיכוני פגיעה מחשמל
7.....	סיכונים גהותיים
7.....	חשיפה לחומרים כימיים
8.....	סיכונים פסיקליים
8.....	חשיפה לרעש מזיק
8.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
10.....	ביבליוגרפיה

#### מבוא

אחד השלבים הראשונים בבניה הינו שלב של חפירות כאשר חופרים בורות ותעלות על מנת להשתמש בהם לצורך הקמת יסודות הבניין או כחלק מהבניין.

על פי דרישות תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בניה), תשמ"ח-1988 כל החפירות שעמקם או גובהם עולה על 1.20 מטרים, אמורים להיות בטוחים מפני התמוטטות על ידי דיפון מתאים [1].

דיפון החפירות ניתן לבצע באמצעים שונים, בהתאם לעומק החפירה. ביניהם דיפון באמצעות לוחות עץ, שימוש בתאי הגנה, דיפון שיגומים, דיפון באמצעות קיר סלארי ודיפון באמצעות כלונסאות קידוח מבטון [2].

## הגדרה

הקמת כלונסאות קדוחים – (Drilled Piles or Drilled Shafts) הינו תהליך הקמת דיפון באמצעות כלונסאות מבטון מזוין אשר יוצקים בתנאי אתר הבנייה.

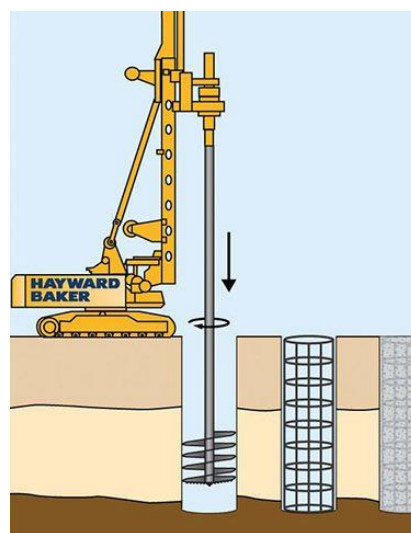
ידוע כי הקמת דיפון מכלונסאות קידוח הינו אחד התהליכים המסוכנים של עבודות הבנייה [3].

קיימות שתי שיטות עיקריות של קידוח כלונסאות: קידוח יבש וקידוח רטוב.

## קידוח יבש

קידוח יבש מבוצע ללא כל חומר במהלך הקידוח, כשבגמר הקידוח מחדירים כלוב ברזל למרכז בור הקידוח ויוצקים בטון לתוך הבור. קידוח יבש מבוצע בדרך כלל בקרקע יציבה וחזקה.

להלן האיור להמחשת תהליך של הקמת כלונסאות קידוח.



תהליך התקנת כלונסאות קידוח. המקור: Hayward

Backer

[https://www.haywardbaker.com/uploads/solutions-techniques/drilled-shafts/375xAUTO\\_fit\\_center-center/Drilled-Shafts.jpg](https://www.haywardbaker.com/uploads/solutions-techniques/drilled-shafts/375xAUTO_fit_center-center/Drilled-Shafts.jpg)

## קידוח רטוב

קידוח רטוב מבצעים בעזרת עיסת בנטוניט (Slurry), כאשר דפנות הבור נתמכות בתחילה על ידי הבנטוניט או פולימרים מבוססי עיסה המונעים פלישות קרקע לתוך הבור. דיפון כלונסאות תוך קידוח בקרקעות אשר אינן יציבות (קרקעות חוליות או קרקעות המוצפות במי תהום) מומלץ לבצע בשיטת קידוח רטוב, כאשר ממלאים את הבור בעיסת בנטוניט השומר על יציבות דפנות הבור ומונע פלישת הקרקע לתוכו. לאחר המילוי בבנטוניט, מחדירים לתוך הבור כלוב ברזל מזוין ומתחילים בתהליך יציקת הבטון. תוך כדי היציקה הבטון דוחק את בנטוניט מעלה והוא נשאב לתוך המאגר באמצעות המשאבה.

## חומרי עיסה

בנטוניט הוא חומר טבעי המופק ממינרלים מיוחדים. כאשר מערבבים את הבנטוניט עם מים, הוא מתנפח לנפח גדול יותר בהשוואה לנפח בעת היותו יבש.

מכיוון שבנטוניט הוא חומר טבעי ותוצר סופי, החל משנות ה-70 היו ניסיונות שימוש בחומרים מלאכותיים כעיסה לתמיכה בחפירות. המהפך קרה בתחילת שנות ה-90 כאשר פוליאקרילאמידים (partially hydrolyzed polyacrylamides (PHPAs)) הוכנסו לשימוש במקום בנטוניט תחילה בארה"ב ולאחר מכן בכל העולם. כיום קיימים גם חומרים מלאכותיים או חצי מלאכותיים אחרים בהם משתמשים, לצדו של בנטוניט, בתור עיסה לתמיכה בחפירות, למשל xanthan gum (XAM) carboxymethyl cellulose (CAM) ועוד [4].

את הדוגמות להקמת כלונסאות קידוח ניתן לראות באיורים הבאים:



מילוי הבור על ידי עיסה מלאכותית (פולימר).  
המקור: MATRIX Construction Products  
<http://www.matrixcp.com/bigfoot-polymer-slurry>

קידוח בורות לכלונסאות. המקור: Dan & Sarah Makers  
<<https://www.youtube.com/watch?v=HAuFgCJRm-U>>



דופן כלונסאות אחרי יציקה. המקור: ALTRI  
 PRODOTTI BAUER SPEZIALTIEFBAU

< <http://www.archiexpo.it/prod/bauer-spezialtiefbau/product-61344-848548.html> >

הכנסת כלוב ברזל לתוך הבור. המקור: Dan & Sarah Makers

< <https://www.youtube.com/watch?v=HAuFgCJRm-U> >

### שלבים עיקריים בהקמת דיפון באמצעות כלונסאות קידוח [מאה]

- א. קידוח בורות עבור הכלונסאות, מקובל לקדוח במקביל בורות במרחקים של 4 - 6 מטרים בין כלונסה לכלונסה ולמלא את הרווח בבורות נוספים.
- ב. הורדת כלוב ברזל מזוין לתוך הבור.
- ג. יציקת הכלונסה באמצעות בטון.
- ד. הוצאת אדמה מהחפירה בשלבים תוך כדי יצירת עוגנים להבטחת יציבות הדיפון.

### הציוד והחומרים אשר נמצאים בשימוש בהקמת דיפון באמצעות כלונסאות קידוח

קידוח הבור מתבצע באמצעות מכונות קידוח מתאימות.  
 הכנסת קלוב מברזל מזוין לתוך הבור מתבצע באמצעות מנוף נייד.  
 הסכנות הן גם בעת פריקת הכלוב מהמשאית, שינועו, אחסנתו באתר והכנסתו לתוך הבור.  
 כמו כן, מתבצעות העבודות עם כלים מכניים בשטח פתוח כשגם עבודות האלה מהוות סכנה בטיחותית.  
 הציוד המופעל באתר הבנייה מהווה מקור לרעש במפלסים גבוהים אליו חשופים העובדים

בעת הקמת הדיפון באמצעות כלונסאות קידוח, תוך הכנת תרחיף בנטוניט או פולימר (עיסה) או יציקת הכלונסה העובדים יחשפו ל אבק או אדים של חומרי הגלם.

## **סיכונים בטיחותיים**

### **נפילת אדם לתוך הבור בזמן הכנסת כלוב**

#### **זיהוי:**

נפילת אדם לתוך הבור לעומק העולה על 2 מ' עקב המצאותו בשפת הבור לצורך הכנסת כלוב ברזל המזוין לתוך הבור (קידוח יבש) או לצורך הכנת ציוד למילוי הבור בבנטוניט (קידוח רטוב).

#### **בקרה:**

שימוש במשטח עבודה או במערכת למניעת או בלימת נפילת אדם מגובה המקובעת לקרקע יציבה או לגוף יציב אחר.

### **נפילת אדם לתוך הבור עקב קריסת אדמה פנימה**

#### **זיהוי:**

נפילת העובד לתוך הבור כתוצאה מהתמוטטות הדפנות פנימה בטרם הכנסת כלוב הברזל המזוין (קידוח יבש). הקריסה עלולה להתרחש עקב אי אחידות הקרקע בשטח בור החפירה. סיכונים אלה לא חלים על קידוח רטוב.

#### **בקרה:**

שימוש במשטח עבודה או במערכת למניעת או בלימת נפילת אדם מגובה המקובעת לקרקע יציבה או לגוף יציב אחר.

### **פגיעה עקב התהפכות כלים מכניים**

#### **זיהוי:**

פגיעה בגוף של מפעיל הכלי המכני או באנשים שמסביבו עקב התהפכות הכלי.

#### **בקרה:**

- א. הכלי יופעל רק על-ידי אדם מיומן בעל רישיון נהיגה מתאים.
- ב. יש לוודא כי הכלי (במיוחד הטרקטור הזחלי), מצויד בתא נהיגה בטיחותי הכולל רצועות בטיחות לקשירת המפעיל.
- ג. אין לבצע שום פעולת חפירה אם קיים חשש להתפוררות הקרקע עליה נמצא הכלי.
- ד. יש לסמן את נתיבי הנסיעה על מנת למנוע פגיעה בתשתיות תת קרקעיות, כגון קווי טלפון וצינורות מים, וכן למנוע סכנת התהפכות.

ה. בעת כניסה לחפירה יש לוודא כי שיפועה אינו יוצר סכנת התהפכות. אם קיימת סכנה כזו, יש לבצע חיזוקים בכניסה לחפירה. כדי למנוע סכנה זו, יש לוודא כי אין בשטח בורות ישנים המכוסים בפחים ולוחות.

ו. אם הטרקטור או כלי אחר אינו מתאים לנסיעה על כביש יש להעבירו באמצעות מוביל מתאים בעל כושר נסיעה גדול ממשקל הציוד.

ז. בעת שהותם באתר הבנייה על העובדים להשתמש בציוד מגן אישי מתאים - כובעי מגן ונעלי בטיחות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\), תשנ"ז-1997](#)

## פגיעה עקב תלישת כלוב הזיון או רכיביו הבודדים

### זיהוי:

פגיעות בראשו ובגופו של העובד, עלולות להתרחש, תוך כדי הרמת כלוב הברזל מזוין באמצעות כלי הרמה, בעקבות תלישת הכלוב כולו או רכיביו הבודדים מכלי ההרמה כתוצאה מקשירתו הלא נכונה לאבזרי הרמה של הכלי, פגיעות בכלוב כתוצאה מפריקתו מהמשאית, שינועו ואחסונו באתר או כתוצאה מכשל ביצור הכלוב.

### בקרה:

- א. טרם הרמת הכלוב באמצעות כלי הרמה יש לוודא שאין בכלוב פגמים מכנים.
- ב. יש לקשור את הכלוב לכלי ההרמה באמצעות אבזרי הרמה תיקנים, אשר נבדקו על ידי בודק מוסמך.
- ג. קשירת הכלוב תבוצע על ידי אתר/עניבן מוסמך לתפקיד או על ידי עובד שהודרך על ידי מבצע הבניה וזאת בהשגחתו הישירה של מפעיל כלי ההרמה.
- ד. בעת שהותם באתר הבנייה על העובדים להשתמש בציוד מגן אישי מתאים - כובעי מגן ונעלי בטיחות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\), תשנ"ז-1997](#)

## סיכוני פגיעה מחשמל

### זיהוי:

העובד עלול להתחשמל כתוצאה משימוש בציוד חשמלי לא תיקני, לא תקין או עקב פגיעה מכאנית בכבל חשמלי או בקו חשמל עילי על ידי כלי מכני. כמו כן, העובד עלול להתחשמל כתוצאה מחוסר הארקה או אי תקינות של מפסק מגן (ראה "בקרה", פיסקה ד').

מכת חשמל (שוק) הנה תוצאה של מעבר זרם דרך הגוף בעוצמה הגורמת לתופעות פיסיולוגיות שליליות. חומרת המכה תלויה בכמות הזרם, משך ההופעה ומסלולו.

### בקרה:

- א. שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל, תשי"ד – 1954; ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(חשמל\), התש"ן – 1990](#).
- ב. בדיקת הציוד החשמלי באופן תקופתי על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה. יש לסמן את נתיבי הנסיעה על מנת למנוע פגיעה בתשתיות תת קרקעיות. לפני תחילת ביצוע עבודות חפירה על מבצע העבודה לבדוק את קיומם האפשרי של קווי חשמל, מים, ביוב, טלפון, גז וכיוצא באלה, ולא להתחיל בחפירה אלא לאחר שנקט אמצעי זהירות מיוחדים למניעת פגיעה בעובדים או במיתקנים.
- ג. יש לשמור על מרחקי בטיחות בכל מעבר או עבודה בסמוך לקווי חשמל עיליים.
- ד. מתקן חשמל ארעי באתר יצויד בלוח חשמל. לוח חשמל להזנת מכשירי חשמל מיטלטלים יצויד במפסק מגן ברגישות 0.03 אמפר.
- ה. מערכת חשמל ארעית תיבדק באתר על ידי חשמלאי בודק.

## סיכונים גהותיים

## חשיפה לחומרים כימיים

### זיהוי:

חשיפת דרכי הנשימה ועור לאבק או אדים של חומר גלם בהכנת תרחיף בנטוניט או פולימר.

### הערכה:

הריכוזים המרביים המותרים של אבק מינרלים בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחבורת בה מופעים הערכים המרביים המותרים של ACGIH. בהקשר לפולימרים שבשימוש יש לעיין בגיליונות הבטיחות של החומרים הללו ולנהוג בהתאם להמלצות שבגיליונות.

### בקרה:

- א. הגנה מפני חשיפה עורית ועל העיניים: על העובד ללבוש בגדי עבודה בעלי שרוולים ארוכים ולהרכיב משקפי מגן, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997.
- ב. הגנה מפני חשיפה נשימתית: על העובד להשתמש במסכת נשימה עם מסנן לאבק כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 ובהתאם לתקן ישראלי 4013-16-00-0.

### חשיפה לרעש מזיק

#### זיהוי:

רעש היינו כל צליל הנובע במקרה זה כתוצאה מהפעלת מנועים וביצוע העבודה.

רעש מזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.

לפי [תקנות הבטיחות בעבודה \(גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש\), התשמ"ד-1984](#), רעש שמפלסו המשוקלל עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות הנו רעש מזיק.

#### בקרה:

א. ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור. לדוגמא: העדפת ביצוע פעולות במכונות אוטומטיות בעלות התקנים למניעת רעש סביבתי כאשר העובד נמצא באזור שאינו מרעיש. הקפדה על שימוש בצידוד מגן אישי כאשר פעולות כאלה לא צלחו בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (צידוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 לשם הפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

ב. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה למפלסי רעש.

ג. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984.

ד. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984.

ה. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בצידוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).

### מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה דיפון באמצעות כלונסאות קידוח מומלץ לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

#### 1. כללי

קיום הדרכה לפחות אחת לשנה בדבר מניעת סיכונים והגנה מפניהם באמצעות בעל מקצוע מתאים אשר יוודא שכל עובד הבין את הסיכונים והוא בקיא דיו בנושאי ההדרכה, בהתאם לתפקידו ולסיכונים שלהם הוא חשוף.

ניהול פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד. עם כניסתו של עובד חדש או שינוי עמדת העבודה של עובד יש לדאוג לביצוע הדרכה ביחס לסיכונים בעבודות דיפון חפירות,



אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [תקנות הדרכת עובדים].

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי.

הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות מחזיק במקום העבודה. העברת מידע מהעובדים להנהלת האתר, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

## **2. דרישות למקום עבודה**

עבודות הקמת כלונסאות קידוח מתבצעות בשטח פתוח בו קיימים גורמים רבים בסביבתו של העובד, המהווים סיכונים גהות, כלומר, מסכנים את בריאותו ורווחתו של העובד (בעיקר אבק, סיכונים אקלימיים שגורמים להתייבשות גוף העובד, מכות חום, פגיעות קור, נפילה כתוצאה מהחלקה וכ"ו). למניעת פגיעות הנ"ל על מבצע הבנייה לנקות אמצעים כלליים לשמירה על גהות במקום העבודה:

- א. מחסה מפני מזג אוויר
- ב. מקום מנוחה ואכילה
- ג. ביגוד, נעלי בטיחות, מסכות, משקפי מגן
- ד. מי שתייה
- ה. עזרה ראשונה
- ו. מלתחה
- ז. נוחיות סניטרית
- ח. שילוט הסיכונים באזור העבודה, שילוט במידת הצורך בשימוש בציוד מגן אישי.

## **3. פגיעה מכנית**

- א. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים.
- ב. הרכבת משקפי מגן.
- ג. הגנת ראש על ידי כובע מגן תיקני.
- ד. הגנת כפות הרגליים על ידי נעלי בטיחות תקינות.

## **4. סיכוני פגיעה מחשמל**

- א. שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק.
- ב. בדיקת מערכת חשמל ארעית על ידי חשמלאי בודק.

## **5. חשיפה לרעש מזיק**

- א. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.
- ב. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה.

ג. הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי).  
תשנ"ז-1997.

## 6. חומרים כימיים

- א. שימוש במסכה עם מסנן מתאים להגנת דרכי הנשימה.
- ב. ביצוע מעקב רפואי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.

## ביבליוגרפיה

1. תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בניה), תשמ"ח-1988
2. מאה – היחידה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי, משרד העבודה; המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות לקורס מנהלי עבודה בענף בנייה. שיעור 3 – חפירות ועבודות עפר. >  
[http://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson03\\_3.htm](http://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson03_3.htm)
3. Deep Foundation. Drilled Shaft Foundation Safety: The Aldridge Story of Success. <<http://www.pilebuck.com/foundation/drilled-shaft-foundation-safety-aldridge-story-success/>>. Accessed 04-08-2018.
4. Lam C., Jefferis S. A.: Performance of Bored Piles Constructed Using Polymer Fluids: Lessons from European Experience. Journal of Performance of Constructed Facilities. Vol 30 Issue 2 - April 2016.  
<<https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CF.1943-5509.0000756>> Accessed 04/08/2018.