



תהליכי בנייה – עבודות חפירה- 704 - Excavations

עדכון אחרון: אוקטובר 2018

תוכן עניינים

1.....	מבוא
1.....	הגדרות
3.....	תנאים מוקדמים לביצוע עבודות חפירה
3.....	דרישות דיפון בביצוע חפירות
4.....	תנאי עבודה בסוגי קרקע וזוויות שיפוע טבעי
4.....	מבנים סמוכים לחפירה
4.....	סיכונים בטיחותיים
4.....	התמוטטות הקרקע
6.....	פגיעת אדם כתוצאה מנפילת חומר רופף
7.....	נפילת אדם לתוך חפירה
7.....	לכידת עובדים בתוך החפירה בזמן הצפתה
8.....	סיכונים גהותיים
8.....	חשיפת עובדים לחומרים כימיים עקב זיהום אוויר בחפירה
8.....	חשיפה לרעש מזיק
9.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
10.....	ביבליוגרפיה

מבוא

עבודות חפירה נחשבות כמסוכנות ביותר מבין עבודות הבנייה והן מהוות סיכון רציני לכלל המעורבים בעבודות האלה. התקרית המסוכנת ביותר בעבודות החפירה הינה התמוטטות קרקע כי היא מתרחשת במהירות, עוד בטרם העובדים והאנשים הנוספים השוהים בה יכולים להימלט. בתאונות של התמוטטות קרקע קיים סיכוי גבוה מאוד לגרימת תאונת מוות. לדוגמה, משקלו של מ"ר של אדמה הינו שווה ערך למשקלה של מכונת.

כמו כן, קיימים בעבודות חפירה סיכונים אחרים כמו נפילת משאות, זיהום אוויר, סיכונים מכניים ועוד [2,1].

הגדרות

מינהל הבטיחות של ארה"ב (OSHA) מגדיר חפירות (Excavations) ככל חתך, חלל, תעלה או הנמכת פני הקרקע אשר היא מעשה בני-אדם ונוצרת באמצעות סילוק אדמה [OSHA].

עבודות חפירה הינן תהליך של העברת אדמה, סלע או חומרים אחרים באמצעות כלים ידניים, ציוד מכני או חומרי נפץ. [3].

להלן רשימת סוגי חפירות והגדרותיהן:

- א. חפירת קרקע פתוחה (open excavation) - כול חפירה פתוחה יכולה להיות שונה בצורתן ובגודלן.
 - ב. חפירת חור בדיקה (potholing המכונה גם daylighting) - תהליך של חפירת חור בדיקה על מנת לחשוף מערכות תת קרקעיות כמו צינורות וכו'.
 - ג. חפירת בור (pit excavations) - חפירת בורות הן בדרך כלל מאופיינות בנות ארבע-צדדיים של קירות, כאשר העומק שלהן גדול מאורכן. בורות נחפרים בדרך כלל להתקנת פתחי ביוב, תחנות שאיבה או למכלים תת קרקעיים;
 - ד. חפירת תעלות (trenches excavation). תעלה היא חפירה צרה וארוכה, אשר עומקה בדרך כלל גדול מרוחבה, ופתוחה אל פני השטח לאורכה. תעלות נחפרות בדרך כלל על מנת להתקין או לתחזק את המערכות התת קרקעיות או לחקור את החלל מתחת לפני הקרקע (כמו תעלות ארכאולוגיות);
 - ה. חפירת פירים (shafts excavation). חפירת פיר כוללת פעילות חפירה אנכית תוך גישה אל החלק העליון וגם פינוי אדמה מהחלק העליון;
 - ו. חפירת מערות (drives excavation). ההתייחסות למערות קטנות הנוצרות ונחפרות בצדי תעלות או פירים או במקומות אחרים, למשל, מתחת לכבישים. חפירת מערות כאלה הוא מסוכן, במיוחד מפני שבתהליך זה קיים סיכון של לכידת עובדים ללא אפשרות הימלטות באמצעות פתח יציאה חלופי [WorkSafe];
 - ז. חפירת (כריית) מנהרות. חפירת מנהרה היא חפירה תת קרקעית אופקית להנחת מסילות רכבת, סלילת כבישים או הנחת תשתיות.
- להלן דוגמאות להמחשת סוגים שונים של חפירות:



חפירת חור בדיקה. המקור:
Interlaken . Rose City Rehab
Potholing.

<https://wedigoportland.com/rose-city-rehab-potholing/>



חפירות פתוחות. המקור: RK Company. Open
Excavation. <http://rkandcompany.com/open-excavation/>



חפירת תעלה. המקור: [TTH -](#)
. Amazing New [Machinery](#)
Technology Machine 2017
Trenching, Deep Excavation,
excavators

<https://www.youtube.com/watch?v=AdOrqcRNO3Q>



חפירת בור. המקור: Er.G.Praveen Kumar .
Footing pit excavation work near to river.

<https://www.youtube.com/watch?v=mzZzDP4jT88>

תנאים מוקדמים לביצוע עבודות חפירה

עבודות חפירה יש לתכנן בהתאם לתנאים הבאים:

א. תנאי קרקע:

1. סוג קרקע
 2. מי תהום
 3. מאפייני קרקע וסלע אחרים
 4. זיהום קרקע
 5. פוטנציאל לסיכונים סיסמיים (כגון סדק באדמה, התנזלות קרקע, נפילות סלעים)
- ב. תנאי אתר החפירה
1. מערכות תת קרקעיות ומערכות על קרקעיות (מערכות חשמל, תקשורת, ביוב, מים, גז ועוד - צינורות וכבלים תת קרקעיים וקווים עליונים)
 2. שיפוע של קרקע באתר
 3. זרמי מים, כולל כאלה תת קרקעיים
 4. עצים
 5. מבנים סמוכים לאתר
 6. קיום חפירות אחרות בקרבת האתר
 7. תנאי מזג אוויר ותנאים סביבתיים באזור האתר [4,WorkSafe].

דרישות דיפון בביצוע חפירות

על פי דרישות תקנות הבטיחות בעבודות, בעת חפירת חפירות שעמקן עולה על 1.20 מטרים, יש לנקוט באמצעי זהירות מפני התמוטטות על ידי דיפון מתאים, עשוי עץ, מתכת או חומר אחר בעל חוזק נאות, על ידי מערכת שגומים או על ידי כלונסאות (ראה תהליכי דיפון בבנייה - כלונסאות קידוח לדיפון בור חפירה וליסודות בנייה ותהליכי דיפון בבנייה – קיר סלארי) [5].

ניתן לוותר על ביצוע דיפון בחפירות שעומקן עולה על 1.20 מטרים כאשר אין צורך להוריד עובד לחפירה.

תנאי עבודה בסוגי קרקע וזוויות שיפוע טבעי

קרקעות שונות נבדלות זו מזו בחוזקן ובמשקלן. עבודות חפירה ניתן לבצע בסוגי הקרקע הבאים:

- **חול** - אדמה שגודל הגרגיר שלה נע בין 0.005 לבין 2 מילימטרים
- **חרסית** - אדמה שגודל הגרגיר הוא פחות מ-0.005 מילימטרים
- **חמרה** - תערובת של אדמת חול ואדמת חרסית
- **קרקע סלעית** - אדמה המורכבת מאבנים בגדלים שונים
- **כורכר** - תערובת של אדמת חול ואבנים [מאה]

סוג הקרקע וחוזקה מגדירים את זווית השיפוע הטבעי (Angle of Repose) – זווית שיפוע המרבי שבו ערימה של כל חומר מוצק אך רופף (כמו אדמה) תוכל להיות יציבה ללא תזוזה [6].



Ross M.: Trench Safety Duties of the המקור: שיפוע טבעי. המוקד: Efficiency Production, inc. <<https://www.miea.org/docs/3%20%20Ross%20-%20Trench%20Safety.pdf>>

מבנים סמוכים לחפירה

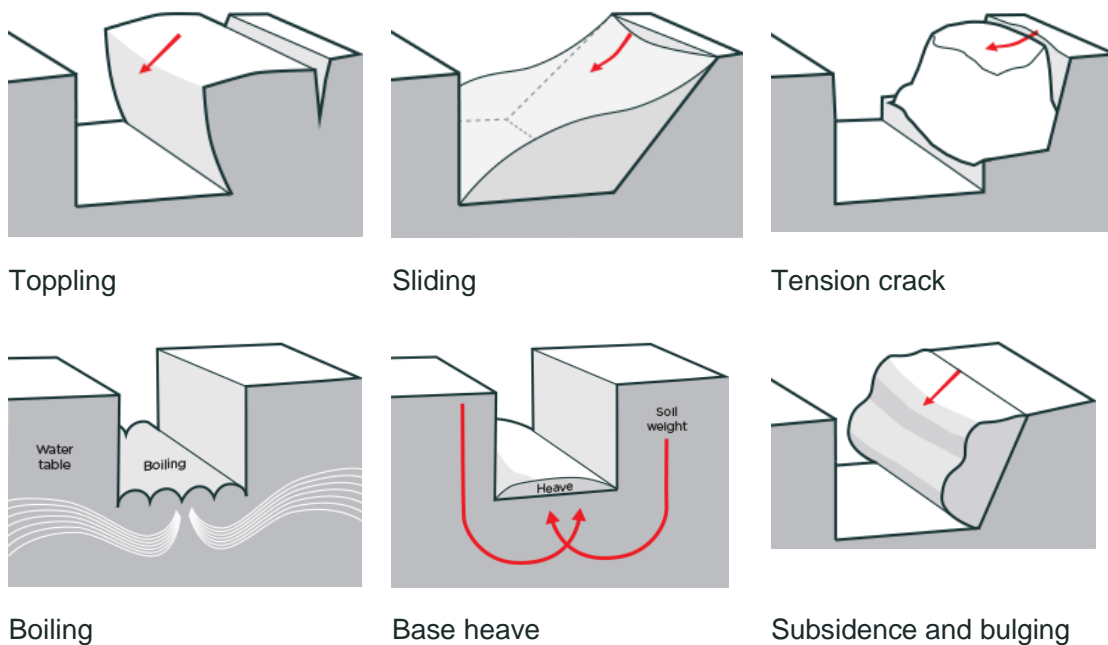
מבנים המאוד סמוכים לחפירה עלולים להינזק מבחינת יציבותם, לכן, במקרה שיש מבנה סמוך לחפירה (בניין קבוע, מבנה ארעי, עגורן ועוד) חשוב לבדוק את תכנית המבנה, במיוחד את יציבות הבסיס והימצאותם של מרתפים בבניינים הסמוכים. המרחק המינימאלי מבניין קיים, בו ניתן לחפור, תלוי בעומק יסודות של הבניין. ככלל, מקובל לחשב את מרחק החפירה כ- 1.3 מטרים מהבניין כפול עומק של יסודותיו.

סיכונים בטיחותיים

התמוטטות הקרקע

זיהוי:

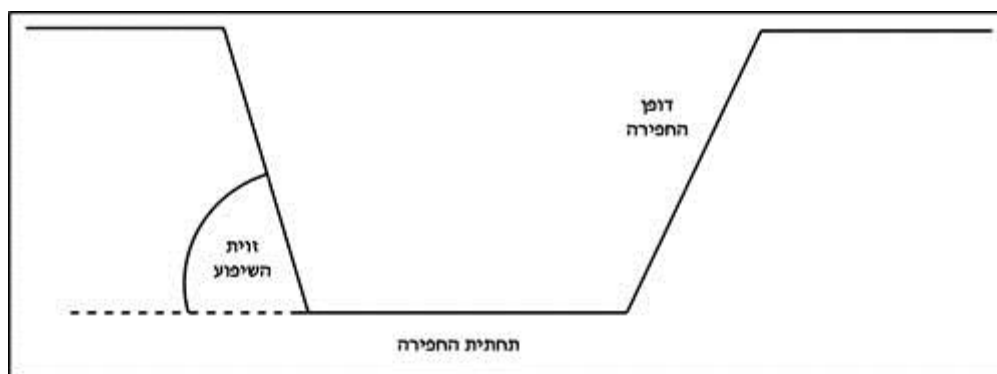
התמוטטות הקרקע הינה הפרדת מסה של אדמה מהשיפוע של החפירה [7].
 התמוטטות הקרקע היא אחד הסיכונים העיקריים בעבודות חפירה. כל החפירות, ללא שוני ב עומקן, עלולות להיות מסוכנות. התמוטטות הקרקע עלולה להתרחש במהירות וללא התראה, כך ש לעובד אין זמן מילוט מתאים, במיוחד אם ההתמוטטות היא נרחבת.
 להלן דוגמאות להמחשת תהליכי התמוטטות הקרקע:



דוגמאות לסוגים שונים של תהליכי התמוטטות הקרקע. המקור: New Zealand Ministry for Workplace Relations and Safety. WorkSafe.Excavation Safety. <https://worksafe.govt.nz/topic-and-industry/excavation/excavation-safety-gpg/>

בקרה:

השיטות הפשוטות למניעת התמוטטות חפירות – הקניית זווית שיפוע טבעי לדפנות החפירה.



שיטה נוספת למניעת התמוטטות של קרקע הינה דיפון (shoring) של חפירות. הדיפון הינה מערכת המספקת תמיכה לשטח הפנים של חפירה כדי למנוע את תנועת ל הקרקע והתמוטטותה [Safe Work Australia].

קיימים סוגים שונים של דיפון חפירות בהם משתמשים בהתאם לעומק החפירה, סוג האדמה ותנאים אחרים. ביניהם לוחות עץ, תאי הגנה, שגומים, כלונסאות בטון ועוד.

להלן דוגמאות להמחשת סוגים שונים של שיפון חפירות



דיפון באמצעות לוחות עץ. המקור:
D.J.Scheffler & Nye Foundation and Shoring.
Secant Pile Wall Shoring.
<https://www.djscheffler.com/earth-shoring/>



דיפון באמצעות כלונסאות בטון. המקור:
D.J.Scheffler & Nye Foundation and Shoring.
Soldier Pile And Tieback Shoring.
<https://www.djscheffler.com/earth-shoring/>



תא הגנה לתעלות. המקור: ShoreHire. Shore
4.2m Aluminium Trench Box.
<http://www.shorehire.com.au/products-type/shoring/>



דיפון תעלה באמצעות יריעות מתכת. המקור:
Trench Shoring Services. Shoring & Trench
Sheets.
<https://shoring.com/products/shoring-sheets/>

כמו כן, התמוטטות הקרקע עלולה להתרחש עקב הגברת לחץ פיזי על הקרקע בקרבת החפירה, לכן יש למנוע התקרבות כלי רכב או ציוד מכני כבד לשפת החפירה.

פגיעת אדם כתוצאה מנפילת חומר רופף

זיהוי:

עובדים עלולים להיפגע מחומר רופף :

- א. הנוצר בתהליך חציבת קיר (בחפירת קרקע סלעית) או עקב הידרדרות סלעים בעבודה במדרון או בקרבתו;
- ב. הנוצר עקב פגיעה במערכות הסמוכות לחפירה, כמו בסיס של פיגומים, מערכות תת קרקעיות או בסיסים או קירות של מבנים הסמוכים לחפירה;
- ג. הנוצר כתוצאה מפעילות כלים מכאניים באתר.

בקרה:

ההגנה על שפת – שולי החפירה צריכה להתבצע תוך זהירות מרבית, ע"מ לא לפגוע בעובדים על ידי אמצעים רופפים. ניתן לבצע זאת באמצעות:

- א. לוחות מעבר או לוחות מגן אחרים;
- ב. דיפון ארוך העולה על שפת החפירה ומונע פגיעה ע"י חפצים נופלים;
- ג. בדיקה ובמידת הצורך – חיזוק מבנים או מערכות אשר לגביהם קיים סיכון שיציבותם תתערער כתוצאה מ החפירה;
- ד. איסור חניה של כלים מכאניים בסמוך לחפירות [8].

חובה על עובדים להשתמש באמצעי הגנה אישיים – קסדות מגן

נפילת אדם לתוך חפירה

זיהוי:

עובדים ואנשים אחרים הנמצאים באתר העבודה עלולים ליפול לתוך חפירה, בין היתר, מסיבות הבאות:

- א. עובדים העוברים בסמוך מאד לשפת החפירה;
- ב. חוסר בדיפון או התמוטטת הדפנות עקב דיפון לא מתאים;
- ג. חוסר בתאורה בשעות הלילה;
- ד. חוסר בשילוט אזהרה ועוד [9].

בקרה:

נפילות לבורות, חפירות, קירות חצובים, או מדרונות אשר לאורך קירותיהם עלולים עובדים ליפול מגובה העולה על 2 מ, ניתן למנוע באמצעות גידור קרוב ככל האפשר לשפה, ע"י באזן יד ובאזן תיכון מתאימים, המחוזקים באופן מתאים.

לכידת עובדים בתוך החפירה בזמן הצפתה

זיהוי:

הצפה של חפירות עלולה להתרחש עקב חדירת מים לתוכה, במקרים הבאים:

- א. חלחול מי תהום לתוך החפירה;
- ב. חדירת מים לתוך החפירה ממערכות ניקוז הנמצאות בקרבתה;
- ג. הצפה על ידי זרמי מים מהאתר לאחר גשם כבד;
- ד. חלחול מים לתוך החפירה מביצה, אגם או נהר הנמצאים בקרבתה.

בקרה:

למניעת הצפות של חפירה ניתן להשתמש ב:

- א. דיפון מתאים;
 - ב. טכניקות שונות לניקוז מים [WorkSafe].
- בחפירות עמוקות חובה להקים סולמות ודרכי מילוט מתאימים ומספקים [מאה].

חשיפת עובדים לחומרים כימיים עקב זיהום אוויר בחפירה**זיהוי:**

לעיתים קרובות בתוך החפירות קיים אוורור לקוי וקיימת סכנה לחשיפת עובדים לגזים ואדים שונים העלולים להצטבר בעומק החפירה. מקורות חומרים אלה הם:

- א. מגזים טבעיים אשר מקורם באדמה, כמו מימן גופרי (hydrogen sulfide) או מתן (methane);
 - ב. מגזי פליטה של מנועי בניזין ומנועי דיזל המכילים גזים כמו: פחמן חד חמצני, פחמן דו חמצני וחומרים אחרים;
 - ג. מזיהום קרקעי עקב נזילות ממכלי גז, מכלי דלק, מערכות ביוב, מערכות ניקוז ועוד.
- הפגיעה עלולה להתרחש גם עקב הרעלה על ידי גזים או אדים מזיקים (פחמן חד חמצני ועוד) וגם עקב חוסר חמצן אשר נדחה מחלל החפירה על ידי גזים דוחי חמצן, כמו פחמן דו חמצני.

בקרה:

- על מנת למנוע חשיפת עובדים לחומרים כימיים אשר באוויר יש לנקוט באמצעים הבאים:
- א. להימנע משימוש בציוד עם מנועי בעירה (קומפרסורים וגנרטורים) בחפירות כאשר קיים סיכוי שהעובדים ישהו ויעבדו בה;
 - ב. יש לוודא קיומה של מערכת בקרת זיהום אוויר בתוך החפירה באמצעות ציוד לניטור אוויר;
 - ג. יש לאוורר היטב את חלל החפירה באמצעות אוורור טבעי או מכאני (מאווררים וכו').

חשיפה לרעש מזיק**זיהוי:**

רעש היינו כל צליל בלתי רצוי הנובע במקרה זה כתוצאה מהפעלת מנועים וביצוע העבודה. מפלס רעש מזיק היינו מפלס רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.

לפי [תקנות הבטיחות בעבודה \(גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש\), התשמ"ד-1984](#), רעש אשר מפלסו המשוקלל עולה על 85 dB(A) למשך חשיפה של 8 שעות, הנו רעש מזיק. מקורות הרעש העיקריים בעבודות חפירה הם: ציוד מכאני המופעל באתר.

בקרה:

- א. ביצוע פעולות להפחתת מפלס הרעש במקור. לדוגמא: העדפה של שימוש במכונות אוטומטיות בעלות התקנים למניעת רעש סביבתי, כאשר העובד נמצא באזור שאין בו רעש מזיק. הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי, (לרבות אוזניות, אטמים) באותם מקרים בהם אין יכולת להפחית את מפלסי הרעש, בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997;
- ב. ביצוע הדרכות הנוגעות לסיכונים בחשיפה לרעש;

- ג. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984;
- ד. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים החשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984;
- ה. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודות חפירה, 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 העובד יש לוודא ביצוע הדרכה ביחס לסיכונים בעבודות חפירה, האמצעים להפחתת הסיכונים 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.

בקרה על בטיחות של תהליכי חפירה, מילוי, חציבה או דיפון על ידי מנהל עבודה בכל אחד מאלה:

- א. מדי יום לפני התחלת העבודה;
- ב. אחרי הפסקת עבודה של שבעה ימים ולפני חידושה;
- ג. אחרי הפסקת עבודה בשל גשם או הצפה ולפני חידושה;
- ד. מנהל העבודה ירשום בפנקס הכללי את תוצאות הבדיקה.

2. דרישות למקום עבודה

עבודות חפירה מתבצעות בשטח פתוח בו קיימים גורמים רבים בסביבתו של העובד, המהווים סיכוני גהות, כלומר, מסכנים את בריאותו ורווחתו של העובד (בעיקר אבק, סיכונים אקלימיים הגורמים להתייבשות העובד, מכות חום, פגיעות קור, החלקה של העובד בזמן הגשם וכ"ו). למניעת פגיעות הנ"ל על הגורם המבצע את הבנייה לנקוט באמצעים כלליים לשמירה על הגהות במקום העבודה:

- א. הנגשת מחסה מפני מזג אוויר;
- ב. הנגשת מקום מנוחה ואכילה;
- ג. אספקת ביגוד, נעלי בטיחות, מסכות ומשקפי מגן;
- ד. אספקת מי שתייה;

- ה. הנגשה של פריטי עזרה ראשונה;
- ו. הנגשה של מלתחה;
- ז. הנגשה של נוחיות סניטרית;
- ח. תליית שילוט המורה על הסיכונים באזור העבודה וכן תליית שילוט במידת הצורך המורה על השימוש בציוד מגן אישי.

3. פגיעה מכנית

- ה. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים;
- ו. הרכבת משקפי מגן;
- ז. הגנת ראש על ידי כובע מגן תיקני;
- ח. הגנת כפות הרגליים על ידי נעלי בטיחות תקינות.

4. חשיפה חומרים כימיים

- א. נקיטת צעדים למניעת חשיפה לחומרים כימיים באמצעות בקרה על מקורות החשיפה, אוורור טוב ויעיל של מקום העבודה וניטור מזהמים במקום העבודה;
- ב. במידת הצורך - ביצוע מעקב רפואי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה;
- ג. שימוש במסכה עם מסנן מתאים להגנת דרכי הנשימה.

5. חשיפה לרעש מזיק

- א. ביצוע הדרכות הנוגעות לסיכונים בחשיפה לרעש;
- ב. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים החשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה;
- ג. הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\)](#).
[תשנ"ז-1997](#).

ביבליוגרפיה

1. U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration. Trenching and Excavation Safety. OSHA 2226-10R 2015. <<https://www.osha.gov/Publications/osha2226.pdf>>. Accessed 10/09/2018.
2. New Zealand Ministry for Workplace Relations and Safety. WorkSafe. Excavation Safety. <<https://worksafe.govt.nz/topic-and-industry/excavation/excavation-safety-gpg/>>. Accessed 10/09/2018.
3. WollamConctruction. Excavation Construction. November 2015. <<https://wollamconstruction.com/excavation-construction>>. Accessed 10/09/2018.

4 . מאה – היחידה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי, משרד העבודה;המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות לקורס מנהלי עבודה בענף בנייה. שיעור 3 – חפירות ועבודות עפר. שלב ראשון - תכנון וביצוע חפירה.>

http://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson03_1.htm

5. תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), תשמ"ח - 1988

6 . Miriam Webster Dictionary. <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/angle%20of%20repose>>. Accessed 11/09/2018.

7 . Ross M.: Trench Safety Duties of the Qualified Person. Efficiency Production, inc.<<https://www.mi-wea.org/docs/3%20%20Ross%20-%20Trench%20Safety.pdf>>. Accessed 11/09/2018.

8 . Health and Safety Executive (HSE).Structural stability during excavation.<<http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/excavations.htm>>. Accessed 13/09/2018.

9. מאה – היחידה לפיתוח פדגוגי טכנולוגי, משרד העבודה;המוסד לבטיחות ולגיהות: בטיחות לקורס מנהלי עבודה בענף בנייה. שיעור 3 – חפירות ועבודות עפר. שלב רביעי - סכנות בעבודות חפירה.>

http://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson03_4.htm. ניגש ב-13/09/2018