

## שיעור 3 - חפירות ועבודות עפר

### שלב ראשון - תכנון וביצוע חפירה

הגדרת חפירה



החוק מחייב את כל אזרחי המדינה אלא אם כן צוין אחרת.

חפירה היא כל עבודה הכרוכה ביצירת תעלה, לשם הנחת צינור, כריית מנהרה, בור בחלקת קרקעי של בניין ועוד.

1. תנאים מקדימים לביצוע עבודת חפירה



על-מנת לבצע עבודת חפירה על מנהל העבודה להתחשב בשלושת הגורמים הבאים :

**א. מערכות תת- קרקעיות שעלולות להיפגע במהלך העבודה ולגרום לתאונה**

1. כבלי חשמל .
2. צינורות ביוב .
3. מערכת טלפונים .
4. צינורות מים .
5. צינורות גז .
6. מערכת כבלים לטלוויזיה .
7. סכנת מפולות בקרקע, כגון חול שפוך .

המידע לגבי מיקום של המרכיבים המצוינים בסעיפים 1-5, נמצא ברשות המקומית, חברת החשמל, בזק וחברת הגז. המידע לגבי סעיף 6 מתקבל בעקבות ביצוע בדיקת קרקע .

לפני ביצוע עבודת חפירה על מבצע העבודה לברר את מיקום המרכיבים הללו .

**ב. סוג הקרקע**

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



1. חול - אדמה שגודל הגרגיר שלה נע בין 0.005 לבין 2 מילימטרים .
2. חרסית - אדמה שגודל הגרגיר הוא פחות מ-0.005 מילימטרים .
3. חמרה - תערובת של אדמת חול ואדמת חרסית .
4. קרקע סלעית - אדמה המורכבת מאבנים בגדלים שונים .
5. כורכר - תערובת של אדמת חול ואבנים .

אם מנהל עבודה אינו בטוח מהו סוג הקרקע שבה תבוצע עבודת החפירה, ניתן להיעזר בבדיקה של מעבדה מקצועית .

### ג. מבנים סמוכים

מבנים סמוכים מדי לחפירה עלולים להינזק מבחינת יציבותם. לכן, במקרה שיש מבנה סמוך לחפירה (בניין קבוע, מבנה ארעי, עגורן ועוד) חשוב לבדוק את תכנית המבנה ובמיוחד את יציבות בסיסו וקיומם של מרתפים בבניינים הסמוכים. ככלל, מקובל לחפור במרחק של 1.3 מטרים, כפול עומק יסודות הבניין, מהבניין. לדוגמה :

אם עומק יסודות הבניין שליד החפירה הנו 6 מטרים, אז המבנה הקרוב ביותר לשפת החפירה יכול להיות במרחק של 1.3x6=8 מטרים .

## שלב שני - חפירה ללא שימוש בדיפון

ביצוע חפירה ללא דיפון

  
המוסד לבטיחות ולמינהל

## חפירות שאינן מצריכות דיפון

עומקן או גובהן נמוך מ-1.2 מטרים 

אין צורך להוריד אדם לתוכן 

דופן החפירה לפי השיפוע הטבעי של הקרקע 





קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה חפירות ועמדות עפר  
32-1

בתקנה מוגדרים שני מקרים בהם מותר לבצע עבודת חפירה ללא שימוש בדיפון או תוך שימוש בשיפוע טבעי .

1. חפירה אשר עומקה אינו עולה על 1.2 מטר .
2. כאשר אין צורך להוריד אדם לחפירה .

מכאן ברור ששאר המקרים מחייבים ביצוע עבודת חפירה עם דיפון .

**הגדרת שיפוע טבעי של חומר**



שיפוע טבעי של חומר מוגדר באופן הבא :

החומר נשפך באופן חופשי ובמצב רטיבות טבעי.  
לכל סוג קרקע יש זווית שיפוע טבעי משלו.

**הגדרת זווית שיפוע טבעי**

המוסד לבטיחות ולמינהל

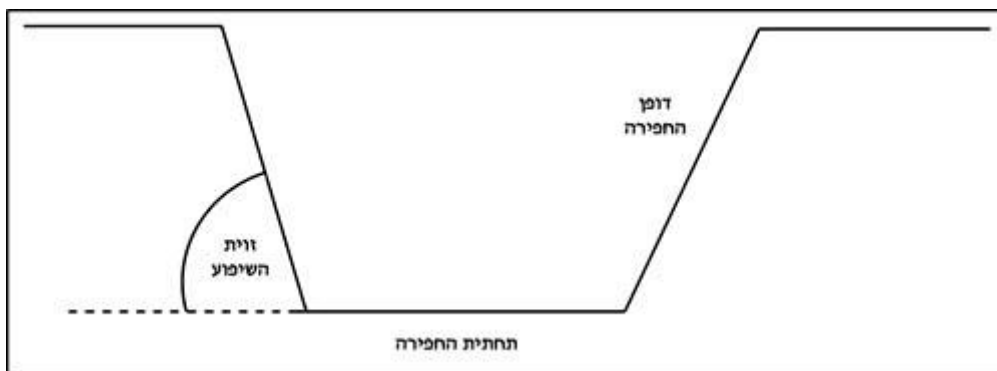
**זוית שיפוע**

**הזוית הנוצרת בין קו דמיוני הממשיך את קרקעית החפירה לבין דופן החפירה**

קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה חפירות ועבודת עפר 3.2-3

זווית השיפוע של דופן, היא הזווית הנוצרת בין קו דמיוני הממשיך את קרקע החפירה לבין דופן החפירה.

זווית השיפוע תלויה בחוזק הקרקע. ככל שהקרקע חזקה יותר כך זווית השיפוע הטבעית גדולה יותר.



**זווית השיפוע הטבעי של חפירה בסוגי קרקע שונים**

  
המוסד לבטיחות ולריאות

**זוית השיפוע הטבעי של חפירה  
בסוגי קרקע שונים**

<b>חול</b> 35 עד 45 מעלות	
<b>חמרה</b> 45 עד 60 מעלות	
<b>חרסית</b> 60 עד 75 מעלות	

  
קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה חפירות ועבודות עפר  
3.2-4

1. חול 35 עד 45 מעלות
2. חמרה 45 עד 60 מעלות
3. חרסית 60 עד 75 מעלות.

במציאות, יש להשתמש במידות של עומק החפירה על-מנת לקבוע האם זווית השיפוע טבעית או לא .

1. לזווית של 35 מעלות (חול) יש לבצע חפירה שבה היחס בין עומק החפירה לבין רוחב הקצה העליון של החפירה הוא 1 ל-1.5 .
2. לזווית של 45 מעלות (חול) יש לבצע חפירה שבה היחס הוא 1 ל-1 .
3. לזווית של 60 מעלות (חמרה) יש לבצע חפירה שבה היחס הוא 2 ל-1 .
4. לזווית של 75 מעלות (חרסית) יש לבצע חפירה שבה היחס הוא 4 ל-1 .

## שלב שלישי - סוגי דיפון

סוגי דיפונים

  
המסד לבטיחות ולגיהות

**סוגי דיפון ושימושיהם**

סוג הדיפון	מתי משתמשים
לוחות עץ	חפירה לא עמוקה ולא מסובכת כל סוג אדמה מלבד אדמה חולית רווית מים
תא הגנה	חפירה לזמן קצר בכל סוג אדמה
שיגומים	אדמה חולית רווית מים
כלונסאות בטון	עומס רב על דיפון חפירה עמוקה מאוד



קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה    הפיחת ועבודות עפר  
3.3-1

סוג הדיפון	מתי משתמשים
לוחות עץ	חפירה לא עמוקה ולא מסובכת כל סוג אדמה מלבד אדמה חולית רווית מים
תא הגנה	חפירה לזמן קצר בכל סוג אדמה
שיגומים	אדמה חולית רווית מים
כלונסאות בטון	עומס רב על דיפון חפירה עמוקה מאד

### דיפונים מלוחות עץ:

השימוש בדיפון מלוחות עץ הוא בכל סוג אדמה כאשר אין עומס רב מדי על הדיפון, כלומר החפירה אינה לעומק רב מדי.

בדיפון מעץ מקובל להשתמש בדיפון אופקי או בדיפון אנכי.

סוג הדיפון	סוג הקרקע המתאים	תהליך הקמת הפיגום
אנכי	קרקע חולית	הצבת דיפון עם התקדמות החפירה כך <u>שלא</u> נוצר מצב בו חלק מדופן החפירה חשוף ללא דיפון.
אופקי	קרקע בעלת מידת	הצבת דיפון עם התקדמות החפירה כך <u>שלעתים</u>



יציבות טובה  
נוצר מצב בו חלק מדופן החפירה חשוף ללא דיפון.

### תהליך הקמת הדיפון :

ניתן להקים דיפון מלוחות עץ באחד משני האופנים הבאים :

1. הקמת הדיפון בשלבים
2. הקמת הדיפון בבת אחת.

השיטה הראשונה מסוכנת ואטית יותר. השיטה השנייה בטוחה ומהירה יותר.

### הקמת הדיפון בשלבים

**הקמת דיפון לוחות עץ בשלבים**

1. חפירה לעומק של עד 1.2 מטרים.
2. הורדת לוחות עץ לכל זופן של החפירה.
3. הרכבת הדפנות ושתי תמיכות בגבהים שונים.
4. חפירה נוספת לעומק עד 0.6 מטרים נוספים.
5. הורדת לוחות דיפון לכל זופן של החפירה.
6. הרכבת תמיכה.

יש לחזור על שלבים 4-6 עד שהחפירה בעומק המתאים.

תקום בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה

חפירות ועבודות עפר 3.3-2

1. חפירה לעומק של עד 1.2 מטרים.
2. הורדת לוחות עץ לכל זופן של החפירה לוחות הדיפון מורכבים מלוחות עץ, אופקיים בדרך כלל, ומחוזקים על-ידי קרשים אנכיים במרחק של 2 מטרים. אורכם 4 מטרים, בדרך כלל.
3. הרכבת הדפנות ושתי תמיכות בגבהים שונים בעזרת מוט טלסקופי או מוט עם הברגה בין שתי הדפנות.
4. חפירה נוספת לעומק עד 0.6 מטרים נוספים.
5. הורדת לוחות דיפון לכל זופן של החפירה.
6. הרכבת תמיכה בעזרת מוט טלסקופי או מוט עם הברגה בין שתי הדפנות.

יש לחזור על שלבים 4 - 6 עד שהחפירה תהיה בעומק המתאים.

במידה שאורך החפירה גבוה מ-4 מטרים יש לבצע את כל התהליך לפי תכנית.

## הקמת דיפון לבת אחת

המסד לבטיחות ולגיוס

### הקמת דיפון לוחות עץ בבת אחת

- הכנה מראש של שתי דפנות בגובה החפירה + 15 ס"מ
- הכנת שני מגדלי הגנה בגובה השווה לעומק החפירה לפחות, ברוחב החפירה פחות כ-30 ס"מ
- הורדת המגדלים במרחק של כ-3 מטרים אחד מהשני
- הורדת הפלטות
- הקמת תמיכות בין שתי הדפנות על-ידי פועל שיורד בתוך המגדל

קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה חפירות ועבודות עפר 3.3-3

1. הכנה מראש של שתי דפנות בגובה החפירה + 15 ס"מ .
2. הכנת שני מגדלי הגנה בגובה השווה לעומק החפירה לפחות, ברוחב החפירה פחות כ-30 ס"מ .
3. חפירה לעומק הרצוי .
4. הורדת המגדלים במרחק של כ-3 מטרים זה מזה .
5. הורדת הפלטות .
6. פועל יורד בתוך המגדל ומקים תמיכות בין שתי הדפנות בעזרת מוט טלסקופי או מוט עם הברגה .

### דיפון תא הגנה

דיפון תא הגנה מורכב משתי דפנות שחלקן התחתון חד בצורת להב על-מנת שניתן יהיה להחדיר את הדפנות דרך האדמה. בחלק העליון של תא ההגנה יש זיזים המאפשרים להרכיב על התא תא נוסף במקרים בהם עומק החפירה הנדרש גבוה מגובהו של תא ההגנה אחד .

### תהליך הקמת הדיפון

  
 המוסד לבטיחות ולריאות

**הקמת דיפון תא הגנה**

חפירת התעלה במחפר לעומק של כמחצית מגובה תא ההגנה

החדרת תא הגנה

המשך הוצאת האדמה מהחפירה על-ידי המחפר

תא ההגנה אמור לרדת עם התקדמות החפירה.






קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה חפירות ועבודות עפר 3.3-4

1. **חפירת התעלה** במחפר לעומק של כמחצית מגובה תא ההגנה .
2. **החדרת תא הגנה** .ניתן להכות על תא ההגנה בעזרת כף המחפר כדי שיחדור לסלע בעזרת הסכינים .
3. **המשך הוצאת האדמה מהחפירה על-ידי המחפר** .תא ההגנה אמור לרדת עם התקדמות החפירה. במקרה שתא ההגנה אינו יורד, ניתן להכות עליו בעזרת כף המחפר .

### דיפון השיגומים

השימוש בדיפון משיגומים הוא במקרים שהאדמה הנה אדמת חול רווית מים. כאשר עומק החפירה עולה על 3 מטרים יש להבטיח את יציבות השיגומים על-ידי התקנת תומכות או עיגונים .

### תהליך הקמת הדיפון



1. **תקיעת שיגום בקרקע**. בעזרת פטיש פנימטי על-ידי מתן מכות או דחיפה עם רעידות של השיגום לכל היקף בור החפירה .
2. **הוצאת אדמה מהחפירה** - לאחר שכל השיגומים תקועים בקרקע ניתן להתחיל להוציא אדמה מהחפירה בעזרת מחפר .
3. **הבטחת יציבות השיגומים** על-ידי התקנת תומכות או עיגונים .

### דיפון על ידי כלונסאות בטון

השימוש בדיפון על ידי כלונסאות בטון הוא במקרים שיש עומס רב על הדיפון, כגון חפירה עמוקה מאד .

קיימים שני סוגי דיפון כלונסאות עיקריים :

1. **כלונסאות בטון עגולים** - הדיפון מורכב מרצף של עמודי בטון .
2. **קיר סלארי** - הדיפון מורכב מקיר אחד ארוך .

### תהליך הקמת דיפון על ידי כלונסאות בטון

המוסד לבטיחות ולבריאות

### הקמת דיפון כלונסאות בטון



- קידוח בורות עבור כלונסאות
- הורדת זיון לתוך הבור
- יציקת הכלונס בעזרת בטון
- הוצאת אדמה מהחפירה בשלבים, תוך יצירת עוגנים להבטחת יציבות הדיפון

קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה

חפירות ועבודות עפר 3.3-6

1. קידוח בורות עבור הכלונסאות. מקובל לקדוח במקביל בורות במרחקים של 4 - 6 מטרים אחד זה מזה כך למלא את הרווח בבורות נוספים.
2. הורדת זיון לתוך הבור.
3. יציקת הכלונס בעזרת בטון.
4. הוצאת אדמה מהחפירה בשלבים תוך כדי יצירת עוגנים להבטחת יציבות הדיפון.

תהליך הקמת דיפון קיר סלארי

המוסד לבטיחות ולבריאות

### תהליך הקמת דיפון - קיר סלארי



- חפירת מקטע באורך של 4-6 מטרים
- הורדת זיון לתוך הבור
- יציקת הקיר בעזרת בטון
- הוצאת אדמה מהחפירה בשלבים, תוך יצירת עוגנים להבטחת יציבות

קורס בטיחות להכשרת מנהל עבודה בענף הבניה

חפירות ועבודות עפר 3.3-7

1. חפירת קטע באורך 4 - 6 מטרים עבור הקיר. מקובל לחפור מקטעים

- באורך של 4 - 6 מטרים ברצף .
- 2. הורדת זיון לתוך הבור .
- 3. יציקת הקיר בעזרת בטון .
- 4. הוצאת אדמה מהחפירה בשלבים תוך כדי יצירת עוגנים להבטחת יציבות הדיפון .

- 1. אילו סוגי דיפונים קיימים ?
- 2. מתי בוחרים בכל סוג דיפון ?
- 3. מהו תהליך הקמת כל סוג דיפון ?
- 4. אילו סכנות קיימות בהקמה ובשימוש בכל סוג דיפון ?

## שלב רביעי - סכנות בעבודות חפירה

### הסכנות העיקריות הקשורות בעבודות חפירה



- 1. התמוטטות הדפנות .
- 2. נפילת חומרים וכלי רכב לתוך החפירה .
- 3. נפילת עובדים לתוך החפירה .
- 4. לכידת עובדים בחפירה בזמן הצפתה .
- 5. הרעלה על-ידי גז הכבד מהאוויר שחדר לחפירה .

לכל אחת מהסכנות המוזכרות לעיל יש סיבות .

### התמוטטות הדפנות



1. שימוש בסוג דיפון לא מתאים לסוג חפירה .
2. מחסור בתמיכות וחיזוקים לדיפון .
3. מחסור בדיפון היכן שצריך דיפון .
4. לחץ חזק מדי על דפנות הדיפון מבניין סמוך, כלי רכב על שפת הדיפון, חומרי בניין הממוקמים על שפת החפירה .

**נפילת חומרים וכלי רכב לתוך חפירה**





1. מיקום חומרים קרוב מדי לשפת החפירה .
2. פריקת חומרים ממשאית קרוב מדי לשפת החפירה .
3. כלי רכב ממוקמים קרוב מדי לשפת החפירה .

**נפילת עובדים לתוך החפירה :**





1. עובדים שהלכו סמוך מדי לשפת החפירה .
2. דפנות שהתמוטטו עקב דיפון לא מתאים או חוסר בדיפון .
3. חוסר בתאורה בשעות הלילה .
4. חוסר בשילוט אזהרה .

**עשן או גז הכבדים מהאוויר שחדרו לחפירה/פליטה ממנועי דיזל או בנזין**



1. מיקום צינור פליטה לכיוון התעלה .
2. תעלה צרה שבה האוויר נלכד .

ניתן למנוע את הסיכונים הקשורים בעבודות חפירה באמצעים שונים אשר מוגדרים גם בתקנות הבנייה .

רוב התקנות העוסקות בעבודות חפירה מרוכזות בתקנות בנושא עבודות בנייה פרק ט' - חפירות ועבודות עפר, עמוד 48.

להלן פירוט אופן מניעת הסכנות השונות הקשורות בעבודות חפירה :

תקנה רלוונטית	אופן המניעה	הסכנה
תקנה 112 צדי חפירה או מילוי תקנה 119 תעלות באדמה חולית	שימוש בדיפון היכן שנדרש שימוש בדיפון נכון הרחקת עומסים ניקוז השטח מעל החפירה	התמוטטות דפנות
תקנה 112 סעיפים ב' ו-ג .	הרחקת כל החומרים וכלי העבודה משפת החפירה. הדיפון יבלוט 15 ס"מ מעל שפת החפירה	נפילת חומרים לתוך דפנות
תקנה 115 גידור בור חפירה או מדרון	הקמת גידור מתאים מסביב לחפירה .	נפילת עובדים לתוך חפירה

עובדים שנלכדו בחפירה בזמן הצפתה  
 עובדים שנלכדו בחפירה בזמן הצפתה  
 הקמת סולמות ודרכי מילוט מתאימים ומספיקים  
 תקנה 17 עלייה וירידה  
 עשן או גז הכבדים  
 ניתוק מוחלט של קווי ביוב  
 מהאוויר שחדרו לחפירה  
 גז חשמל וכו'.



בנוסף לתקנות אלו קיימת תקנה המסדירה את הביקורת שיש לבצע לכל חפירה. תקנה-122 ביקורת:

א. מנהל העבודה יערוך ביקורת של חפירה, מילוי, חציבה או דיפון בכל אחד מאלה:

1. מדי יום לפני תחילת העבודה .
2. אחרי הפסקת עבודה בשל גשם או הצפה ולפני חידושה .

ב. מנהל העבודה ירשום בפנקס הכללי את תוצאות הבדיקה.

1. מהן הסכנות העיקריות בעבודות חפירה ומהן הסיבות לסכנות ?
2. כיצד ניתן למנוע את הסכנות העיקריות הקשורות בעבודות חפירה ?
3. אילו תקנות מסדירות את נושא עבודות החפירה ?
4. איזו ביקורת יש לבצע לגבי דיפון עבודת חפירה ?

**שלב חמישי - סיכום וחזרה**

שאלות :

1. מהם סוגי הדיפונגים הקיימים ולמה מתאים כל אחד ?
2. מהם המקרים בהם אין צורך לבצע דיפון לחפירה ?
3. מהם סוגי התאונות השכיחות בחפירות ועבודות עפר ?
4. מהם גורמי הסיכון העיקריים בחפירות ועבודות עפר ?
5. מהם הגורמים המשפיעים על יציבות דפנות החפירה ?
6. אילו בדיקות יש לבצע לפני ביצוע עבודות חפירה ?
7. כיצד ניתן למנוע תאונות וסיכונים בחפירות ועבודות עפר ?
8. מהם תפקידי מנהל העבודה במהלך עבודות חפירה ?
9. נתח אחד או יותר מבין פסקי הדין המוזכרים ברשימת האמצעים למדריך .

