

# לפוצץ הרים במחצבה

מחצבות אבן משתמשות בסלעים  
המצויים באתר המחצבה  
להכנת חצץ בגדלים שונים שימשו  
בעבודות תשתית ובנייה

**ח**ומר הגלם במחצבות האבן - הסלע - נלקח מדפנות "בור" המחצבה באמצעות ציוד מכני הנדסי המכרסם בדפנות הבור או על ידי ריסוק מכין של הסלע בפיצוץ מבוקר, המסיר חלק מהסלע לצורך העברת החומר לגריסה לגדלים הדרושים.

בישראל פועלות מספר חברות המתמחות באספקת חומרי גלם לעבודות תשתית ובנייה ועוסקות בפיצוץ מבוקרים במחצבות. אנו הוזמנו לצפות בפיצוץ כזה שבוצע בדופן 'מחצבת מודיעים' של 'תעשית אבן וסיד בע"מ' מקבוצת 'תעשיות רדימיקס (ישראל) בע"מ'.

קבוצת תעשיות 'רדימיקס' מורכבת משלוש חטיבות: בטון, אגרגטים ומוצרי בטון לתשתיות. היא חברה-בת לתאגיד העולמי 'סמקס' שבסיסו במקסיקו. התאגיד, אשר נוסד ב-1906, פועל בכל רחבי העולם, בעיקר בתחום המלט והוא בין המובילים בעולם בתחום הפתרונות של חומרים לבנייה.

מפעלי 'רדימיקס' והחברות המסונפות לה מתפרסים בישראל מקריית שמונה שבצפון ועד אילת בדרום. הם עוסקים בייצור ובאספקת חומרי גלם לתעשיית הבנייה והתשתיות החל מתערובות חומרי מילוי (אגרגטים), בטון מובא, טיט מוכן, מוצרי בטון לתשתיות ומוספים כימיים.

'תעשיית אבן וסיד בע"מ' נוסדה ב-1935 ומפעילה כיום (כחטיבת האגרגטים של 'רדימיקס') תשע מחצבות המייצרות למעלה מ-10 מיליון טון מדי שנה של חומרי מחצבה איכותיים במיגוון רחב. בנוסף, החברה מפעילה מפעלים לייצור בלוקים, סיד ואספלט.

## ניהול הבטיחות בקבוצת 'רדימיקס' - תעשיית אבן וסיד

**תומר אגאי** הוא מנהל הבטיחות והבריאות בתעסוקה בקבוצת 'רדימיקס'. בנוסף לעיסוק בניהול הבטיחות הכללי (נהלים, סטטיסטיקה של בטיחות וכד') הוא מפקח ומפעיל את אנשי הבטיחות בחטיבות החברה. **חנן אביטל** הוא הממונה על הבטיחות בחטיבת המחצבות.

הבטיחות בחברה מנוהלת תחת הסיסמה "אפס תאונות כדי לחיות", והיא מהווה לוגו על שלטים באתרי העבודה וסמליל על פריטי ציוד בטיחות המשמש את העובדים. מערכת הבטיחות אימצה, בגיבוי ההנהלה, מספר קווים מנחים שעיקרם הוא:

- **שותפות ניהולית והפקת נהלים.** צוותי המנהלים בכל הרמות מקדישים זמן ומאמץ לטיפול בנושאי הבטיחות, החל בשיבות ההנהלה הבכירה וכלה במנהלים שבשטח, וזאת על ידי מתן תשומת לב ומחשבה להתנהלות של העבודות השונות והכפפתן

בקשר לסוגי העבודות השונים, החל מהפעלת מכונות, תנועה ושהייה בסביבות שיש בהן סיכונים. כמו כן, תשומת לב מיוחדת מוענקת לאתרי עבודה עם סיכון גבוה במיוחד, כגון עבודות בגובה, עבודות עם מקורות אנרגיה, סיכונים אש, עבודות בחללים מוקפים, עבודות מיוחדות (פיצוץ ובדיקות באתרים רגישים) וכד'. מטפלים, ככל שניתן, במניעה ובמזעור רעש ואבק בתחנות העבודה, גם מתוך התחייחות לאוכלוסיה שכנה. תשומת לב מיוחדת מוענקת לקיום ציוד וצוות שהוכשר להגשת עזרה ראשונה וצוות למניעת שריפות. קיימת גם תכנית חירום המיועדת להנחות ולנהל את הפעילויות המתבקשות במקרים כאלה, במיוחד כשיש סיכוי לסיכון חמור או להחמרה במצב.

- **הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי.** העובדים (וגם האורחים) מצוידים ומשתמשים באפוד

לדרישות הבטיחות השונות. באתרי העבודה השונים הוכשרו, הוסמכו ומופעלים נאמני בטיחות אשר מרחיבים את היקף ועומק הפיקוח על הבטיחות.

- **הפקת נהלי עבודה, הדרכה והסברה.** קיימים נהלי עבודה ברורים ומחייבים לכלל החברה, במיגוון העבודות, והם מוסברים לעובדים במסגרת תכניות ההדרכה השנתיות. כמו כן, עיקרי דברים מפורסמים על גבי לוחות מודעות ובשילוט, עם אזהרות והנחיות בטיחות. עובדים חדשים מודרכים בבטיחות לפני כניסתם לעבודה וכך גם קבלנים לעבודות שונות המבצעים אותן באתרי החברה.

- **טיפול ישיר בסביבת העבודה.** מבצעים סקרי סיכונים וניתוחים אשר מכוונים לאתר נקודות תורפה בטיחותיות והתאמת אמצעים למניעת תאונות בגינן. ניתוחי הסיכונים מתבטאים גם בנהלים ובהוראות המפורסמים

המירב שיכול איש החברה לעשות הוא להימנע מפריקת הבטון המובא. תגובה כזאת עלולה להזיק למובילים, כי הבטון עלול להתקשות בתוך המערבל, מה שגורם לנזק כלכלי גדול. לכן משתדלים להימנע מכך.

## הפיצוץ

● **הכנות לפיצוץ:** באמצעות המידרג הנוצר במחצבות ניתן להבין את שלבי העבודה המתבצעת שם. רואים טרסות היורדות לעומק המחצבה ומשמשות מקור לאבנים חדשות המובלות משם למכונות הגריסה של האתר. במגרסות מרוסקות האבנים הגדולות לגודל המתוכנן, שיתאים לשימושים המגוונים: כמרכיב בבטון ליציקה, לפיזור כתשתית לכבישים ועוד.

החציבה נעשית בקיר הזקוף של הטרסה ולמעשה היא מרחיבה את הבור הכללי על פי ההיתרים המצויים בידי ההנהלות של המחצבות. כדי לאפשר העברת חלקי סלע אל מכונות הגריסה יש להפרידם תחילה מגוש הסלע שבמחצבה. במחצבת 'מודיעים' נעזרים בפיצוץ, המפיל חלקי סלע בצורה מבוקרת.

הוזמנו לחזות באופן העבודה על הכנת פיצוץ כזה במחצבת מודיעים המנוהלת על ידי **עידן גלבע. דוד פרסי**, מנהל ההר, המופקד על הטיפול בחציבה ואיסוף האבנים, והממונה על הפיצוצים באתר **אמנון צעדי**, מקבלים את נציגי חברת 'ח"ן - חרושת נפץ', המספקים את חומר הנפץ והנפצים המשמשים לפיצוץ ומפקחים על עבודתם בשטח.

הכנת הפיצוץ מתחלקת לשלושה שלבים:

1. הכשרת הטרסה לעבודות הכנת הפיצוץ;
2. הכנת הפיצוץ על ידי צוות הפיצוץ בפיקוח הממונה על הפיצוצים;
3. לאחר גמר ההכנות מתבצע הפיצוץ, על פי אישור של מנהל ההר.

בהמשך, במידת הצורך, מאבטחים את קצה הטרסה שנוטר מפני המשך נפילת גושי סלע ואדמה, שמהווים סיכון לעוברים שמעליהם ולנמצאים בטרסה שמתחת על ידי הפעלת צמ"ה (ציוד מכני הנדסי) שמפורר ומרחיק, עם זרוע ארוכה, גושים לא יציבים מקיר הטרסה.

● **הכשרת המקום:** ההכנות לפיצוץ כוללות תנועה ושהייה בקרבת שולי הטרסה. הפרשי הגובה בין הטרסות מגיעים לכ-18 מטרים, מה שיוצר סיכוני עבודה בגובה לעובדים העוסקים בהכנת הפיצוץ, אם יתקרבו יתר על המידה לשפת הטרסה.

בפיתוח מקומי הוחלט לתחום את שפת הטרסה באזור העבודה ולמנוע סיכוני עבודה בגובה. לצורך כך מתקנים שם גדר מכבלי פלדה המתוחים בין עמודים התקועים באדמה בעומק 1.5 מ'. הגדר מוקמת במרחק של יותר מ-2 מטרים מקצה הטרסה (תמונה 1).



שורש שצריך לטפל בהם כדי למנוע אירועים דומים בעתיד.

החברה מעודדת את העובדים לעסוק בבטיחות ולחשוב בבטיחות, באמצעות העמקת הטיפול בדיווחים שמעבירים העובדים לגבי חריגים בבטיחות.

באמצעות הערכות שנתיות והענקת ציון לשבח למצטיין השנתי מנסים להעלות את העשייה החיובית ולהמעיט את השלילית באמצעות ענישה. באין ברירה - פונים אל טבלת הענישה.

מדדי הבטיחות נמדדים עבור כל אתר עבודה בנפרד ומציינים את מועד התאונה האחרונה ואיבוד זמן בשל פגיעה (LTI - Lost Time Injury) כמדדים הטעונים שיפור מתמיד.

ישנם מקרים שבהם השליטה על בטיחות סביבת העבודה אינה בידי החברה. לדוגמה: במהלך אספקת בטון לאתרי הקלוחות. שם,

זוהר, בנעלי בטיחות, במשקפי בטיחות ובקסדת מגן בכל העבודות המתבצעות בשטחים שיש בהם תנועת ציוד נוסע (צמ"ה), מובילי עפר וכד') או סיכון לנפילת אבנים או פריטים מלמעלה. הנושא נאכף ללא פשרות ורבים מהעובדים לא נפרדים מציוד זה גם בהפסקות.

● **פיקוח, ביקורת וביורור אירועים חריגים.** ביצוע בטיחותי של העבודות מוכתב בחקיקת הבטיחות הארצית ובנהלי העבודה והבטיחות הפנימיים בחברה. מקפידים לאכוף אותם על העובדים המבצעים ואף נוקטים פעולות ענישה כנגד מי שחורגים מהדרישות. יש טבלת ענישה על חריגות בטיחותיות, על פי החומרה. במקרים של אירועים חריגים, שנגרמו על ידי עובדי החברה או על ידי עובדי קבלן, מקיימים ביורורים ובדיקות לאיתור גורמי



תמונה 2ב': מכונת הקידוח והקדחים הממתינים למילוי



תמונה 2א': מכונת הקידוח



תמונה 1: הגדר התוחמות את הטריסה ומונעת גישה אל השוליים הגבוהים. ליד הגדר עומד מנהל ההר ומרחוק ניתן להבחין במיכלית המזרימה חומר נפץ לקדח (ראו תמונות 5א'; 5ב')

החומר המועבר על גבי המשאית בכל סבב מגיע לכ-100 טון.

במחצבה לא מאוחסנים חומרי נפץ. חומר הנפץ המיועד לשימוש בפיצוץ הקרוב מגיע לשטח במיכלית ייעודית ישירות מחברת 'ח"נ - חרושת נפץ'. המיכלית יוצאת מהשטח מיד לאחר ההספקה.

● **הרכבת מערכת הניפוץ:** מערכת הניפוץ כוללת שלושה מרכיבים: נפץ שהשייה לא חשמלי עם פתיל מקשר (צינורית פלסטיק המכילה HMX); שרוול מאיץ (חנאמקס);



תמונה 4: שלשול השרוול המאיץ לתוך הקדח



תמונה 3: תחיבת הנפץ לתוך השרוול



תמונה 5ב': מילוי הקדחים בחומר המזרז מהמיכלית (בהגדלה)



תמונה 5א': המיכלית, ממנה מזרזם באמצעות צינור חומר נפץ אל הקדחים

חנ"ה (חומר נפץ הודף - מורכב מאמוניום ניטרט עם סולר = אָנפּוֹ). את הפתילים מסיימים עם נפצי "קליפס" המתחברים אל הפתילים הבאים לצורך יזימת הנפץ שבקדח הבא, וכך הלאה. ישנם מקרים שבהם משתמשים בנפצים חשמליים.

הכנת הפיצוץ כוללת:

- בכל שרוול מוכנס נפץ הפועל בהשייה של 400 מילי-שניות על ידי הרשף המופק בפתיל המחובר אליו (תמונה 3).

- השרוול המאיץ משולשל למטה לתחתית הקדח (תמונה 4). הנחת השרוול המאיץ בתחתית הקדח מפעילה את הפיצוץ מלמטה,

● **הכנת הפיצוץ:** בשלב הראשוני קודחים חורים בקוטר כ-5" לעומק כ-17 מטר בנקודות שנקבעו בתכנון מוקדם. הקידוחים מרוחקים 4.5 עד 5 מטרים זה מזה, במספר שורות. מערך הקדחים נקבע מראש עפ"י מבנה הסלע. הקידוח נעשה באמצעות צמ"ה ייעודי המוצב במרחק של 3 מ' לפחות משולי הטריסה (תמונות 2א', 2ב').

תכנון מערך הקדחים לחומר הנפץ מכוון לכך שהפיצוץ יבקע את הסלעים לחלקים "קטנים" ויהדוף אותם קדימה כך שיפלו אל הטריסה שמתחת. משם מועברים השברים במשאיות ענק למכונות הגריסה. משקל



תמונה 6: חיבור שרשרת הפיצוץ באמצעות הקליפסים הנפצים



תמונה 8: סדקים בסלע, בשפת הטרסה, לאחר הפיצוץ



תמונה 9: הפעולה מסתיימת בהשמדת כל שירי האריות, כנדרש בתקנות

בטיפול בחריגים ומצדיקים את מחירם הגבוה באופן יחסי. אם למרות זאת אירע אי-יור (המכונה במחצבה בשם "מוחטאת") פועלים במחצבה על פי תקנות חומרי נפץ (מסחר, העברה, ייצור, אחסנה ושימוש), התשנ"ד-1994 - פרק ה' סימן ד', סימן משנה ו' - הטיפול באיור. כלומר, ממתניים זמן מתאים, והממונה על הפיצוץ חוזר ומפעיל את הפיצוץ שהוחמץ תוך נקיטת כל אמצעי הבטיחות, כנדרש.

### בדיקת תוצאות הפיצוץ

לאחר הפיצוץ מתנפץ מבנה הסלע, מתפרק לגושים קטנים יותר ונהדף אל הטרסה שמתחתיו. לאחר מכן נערכת בדיקה של המישטח שנותר מהטרסה שטופלה, כדי לוודא את בטיחותה למעבר רכב וכמובן בני אדם. באותו מעמד נבדק גם טווח פעולת הפיצוץ עד לסימון שמעבר לקדחים, כדי לוודא את יעילותה של הפעולה.

מאחר שמבנה הסלע עורער בפיצוץ, חלקים ממנו נפרדו מהמבנה הכללי, אך לא נפלו. קטעים אלה יידחפו ויופלו בהמשך באמצעות צמ"ה, כדי להשאיר את הטרסה במבנה יציב ובטוח למעבר רכב. ■



תמונות זא-7ה: מהלך הפיצוץ, מרגע לפני ועד רגע אחריו ניתן לראות את תדף הפיצוץ של הקדחים

ואז נוצר אפקט משמעותי יותר מבחינת הדיפה אופקית של הסלע המנופץ מהמבנה הכללי. מילוי הקדחים בחומר הנפץ עד לכ-5 מטרים מתחת למיפס הקרקע. מילוי הקדח בחומר הנפץ נעשה באמצעות העלתו בצינור, ישירות מתוך המיכלית (תמונה 5) שבה הובא לשטח (כגררים) והעברתו בצינור לתוך הקדחים. כדי לדייק בהכוונת חומר הנפץ ולמנוע שפך של חומר בסביבה מוכנס לתוך הקדח משפך (מאלומיניום, כדי שיהיה קל משקל) ולתוכו נשפך החומר מצינור המיכלית (תמונות 5א, 5ב).

בקרה של גובה פני חומר הנפץ שבקדח: משלשלים לתוך הקדח חבל שלאורכו קשרים במרווחים שווים ובקצהו משקולת שצפה על פני החומר. גובה המילוי נקבע באמצעות הקשרים;

מילוי החלל הריק של הקדח מלמעלה בחצץ כדי ליצור סגירה טובה; חיבור פתילי ההפעלה עם נפצי הקליפס (על פני השטח) מנקודת ההפעלה הראשונית והלאה (תמונה 6).

● **ציוד מגן אישי:** העובדים העוסקים בהכנת הפיצוץ משתמשים בצמ"א הסטנדרטי שהוזכר. בנוסף הם לובשים כפפות עבודה להגנת הידיים בעת ייצוב הצינור המספק את החומר מהמיכלית, ולהגנתן מפני החלקת החבל המשמש למדידת עומק החומר בקדח.

● **הפעלת הפיצוץ:** ההפעלה הראשונית מתבצעת באמצעות אות חשמלי המגיע אל נפץ חשמלי בתחילת השרשרת. אחר כך, הפתיל המחובר בין הקדחים מעביר את הפיצוץ על ידי פעולת החומר הנפץ שבתוכו, ללא חיווט חשמלי, לצורך ייזום פיצוץ בקדחים, עם שהיה של 25 מילישניות בהפעלת הנפצים בין קדח לקדח.

כזכור, הנפץ בשרוול המאיץ כולל השהיה ראשונית של 400 מילישניות, המיועדת לאפשר את הפעלת כל הנפצים שעל פני הקרקע, ברצף, לפני תחילת הפיצוץ בתוך הקדחים.

הפיצוץ בו צפינו היה מתוכנן להפיל אבן עד לקו אחורי שסומן מראש מעבר לקדחים, במרחק של עוד כ-5 מטרים. הפיצוץ מופעל ממרחק בטוח באישור מנהל החר, הנמצא בנקודת תצפית מרוחקת.

### טיפול באי-יור ("מוחטאת")

אי-יור ("מוחטאת") באחד הקדחים גורם להפסקת שרשרת הפיצוץ בהמשך הקדחים. בשיטת העבודה הנקוטה במחצבת מודיעים מצבים כאלה נדירים ביותר. שיטת העבודה כוללת שימוש בנפצים לא חשמליים, שאינם רגישים לבעיות חיווט חשמלי ובעיות

שטח, כגון קרינת אלמ"ג, והם יותר יציבים להפעלה (פחות אי-הפעלות). מכאן, שהם תורמים לבטיחות באמצעות הפחתת הצורך