

ביקור באתר העבודה "מנהרות ניל"י"

9001/2000 לניהול האיכות) ועל ניהול הבטיחות. במסגרת חברת 'רולצור' מוגדרים לכל עובד חדש התפקיד, הסמכויות והאחריות ונערכת לו "הדרכת עובד חדש" - הכוללת הכשרה מקצועית ייעודית, גם אם הוא בעל מקצוע בתחום - כך שיוכל לבצע את עבודתו בהתאם לנוהלי העבודה הנהוגים בחברה. תנאי העבודה הקשים גורמים לבלאי גבוה במיוחד של הציוד ולפיכך מתחייבת עבודת תחזוקה מונעת בתדירות יומית. תחזוקת הציוד (תחזוקה מונעת ותחזוקת שבר) מתבצעת ע"י עובדי החברה, אשר מכירים היטב את כל המכשירים והמיתקנים המשמשים לעבודה והם מומחים לתחזוקתם ולתיקונם.

מינהור מה

מינהור הוא כינוי למכלול של פעילויות עבודה הכוללות כרייה בשיטות שונות בהן: כרסום, חציבה, פיצוץ מבוקר, חפירה; עבודות "יתימוך" לייצוב דפנות המנהרה והתקרה; עבודות הובלה ופינוי החומר החפור ("חפורת") ופעילויות משלימות. לצורך ביצוע העבודות האלה יש להבטיח שסביבת העבודה תאפשר את שהיית העובדים - בעמדות עבודתם באתרי המינהור - בתנאי עבודה בטיחותיים וגיאותיים מתאימים. על כן, פעילויות משלימות כמו תאורה, איוורור, פינוי/הנחתת אבק, היערכות למצבי חירום ועוד, הן חלק בלתי נפרד מעבודות הכלולות תחת הכותרת "מינהור".

מנהל העבודה באתר המינהור נחשב - עפ"י חקיקת העבודה והבטיחות - כמנהל עבודה בבנייה וחלות עליו כל החובות הרלוונטיות להשגחה על בטיחות העבודה.

ליד גבעת ניל"י, בקרבת בנימינה, מתבצעת עבודת כרייה של מנהרות המהוות חלק מפרויקט כביש "חוצה ישראל" (כביש 6), ע"י חברת מינהור ישראלית. בביקור שערכנו באתר הוצגו בפנינו היכולות הטכניות ופתרונות הבטיחות

מאת אלכס אפשטיין ואיתן חנני

עבודת המינהור המבוצעת באתר 'מנהרות ניל"י' כוללת כריית 2 מנהרות תחבורה ("מזרחית" ו"מערבית"), כל אחת באורך של כ-300 מ', עם 2 נתיבי נסיעה בכל אחת, המהוות חלק מתוואי כביש 6 דרך ההר הניצב בדרכו. מידות אופייניות של חתך כרייה כזה הן כ-14.5 מ' (רוחב); כ-10.25 מ' (גובה). המרחק בין המנהרות הוא כ-5 מ'. מיפלט "כתר המנהרה" (הקצה העליון של הקשת) יהיה כ-25 מ' מתחת לפני הקרקע. עבודות הכרייה החלו בתחילת חודש נובמבר 2007. עבודת צוות יעילה ושימוש מושכל בציוד איפשר להקדים באופן משמעותי את לוח הזמנים המתוכנן, לשיעור רצונו המלאה של המזמין (חברת 'דרך' ארץ ג'וינט ונצ'ר קטע 18, היזמים של כביש 6).

לדברי המהנדס איתן חנני, הממונה על הבטיחות והאיכות בחברת 'מנהרות רולצור', הנהלת החברה שמה דגש מיוחד על פעילות ניהול האיכות (החברה קיבלה התעדה עפ"י התקן הישראלי: ת"י

מ שלחת של נציגי המוסד לבטיחות ולגיהות הגיעה בתחילת חודש מרץ (4.3.2008) לאתר כריית המנהרות בצפון. השתתפו בסיוור: מר יצחק קשלו, המדריך הארצי לנושאי הבנייה במוסד לבטיחות ולגיהות, שיזם את המיפגש, חברי ועדת הבנייה, מנהל המוס"ל - מר חיים אליהו; מנהל אגף הנדסה ומיחשוב - מר צבי פז, מנהלי מחלקות הנדסה וגיהות ונציגיהן ונציג מערכת 'בטיחות'.

הסיוור נפתח בהרצאתו של מר אריק גלזר, מנכ"ל 'מנהרות רולצור' - חברת הכרייה הישראלית, המבצעת את העבודות - על כרייה ומינהור בכלל ועל העבודה באתר 'מנהרות ניל"י', בפרט.

חברת 'מנהרות רולצור' - חברת המינהור הישראלית היחידה - רכשה והתמזגה לפני מספר שנים עם חברת 'אדום מחצבים ופיתוח בע"מ', על עובדיה וציודה. זו האחרונה עסקה במשך שנים רבות בכריית עפרות נחושת בתמנע כחברת בת של כ"ל, ובנתה את מרבית המנהרות הקיימות כיום בישראל.

המטרה - להגיע לפריצת פתח בצד השני, בהקדם ככל שניתן. הכרייה עצמה מתבצעת באתר במשמרות הלילה, בדי"כ, ומשמרות היום עוסקות בשאר מטלות המינהור.

במועד ביקורנו באתר הגיעה הכרייה במנהרה המזרחית עד למרחק של כ-6 מ' מקצה המנהרה (מספר ימים לאחר מכן, נפרץ הקצה הצפוני של המנהרה, ונערך טקס חגיגי לציון השלמת שלב הכרייה המפולשת בהשתתפות נציגי המזמין ושר התחבורה). המנהרה המערבית היתה במרחק של למעלה מ-200 מ' מהקצה. במקביל, באמצעות ציוד נוסף, ביצעו בה עבודות כרייה ותימוך להרחבה ולהעמקה של מנהרת החלוץ.

מכונות הכרייה בחברת 'מנהרות רולצור' הן מסוג "Road-header". זהו ציוד בעל ראשי כרסום בורגיים או עגולים המונעים בחשמל, שקוטרים עשוי להגיע עד לכ-2 מ'. כל ראש כרסום מותקן בקצה זרוע טלסקופית באורך כ-6 מ', אשר מתנועת לכל הצדדים. הזרועות מחוברות לגוף המכונה אשר מתנייעת על מערכת זחלים. הציוד באתר ניל"י מותאם לסוג הסלע במקום.

באתרים אחרים החברה מפעילה ציוד כבד יותר (בנוסף למנהרת ניל"י מבצעת החברה פרויקט תת קרקעי נוסף בהרי ירושלים).

בחזית גוף מכונת הכרייה מותקנת מערכת איסוף, אשר מעבירה את "החפורת"/המיסלע המפורר דרך מסוע פנימי אל החלק האחורי של גוף המכונה (בדומה למיתקן הקיים במכונות לקירצוף כבישים לפני חידוש שיכתב האספלט שלהם). משם העפר נשפך אל מובילים ייעודיים, נמוכים, לפינוי מתוך המנהרה. משקלה של מכונת הכרייה הגדולה ביותר הנמצאת ברשות חב' 'מנהרות רולצור' הוא כ-135 טון.

ראשי הכרסום פוצעים, מפוררים ומסירים גושי עפר ואבן באמצעות "ביטים" (שיניים מחומר קשה במיוחד). כאשר צריך להחליף "ביט" כזה שהתבלה, נשבר וכד' - המפעיל עוצר את פעולת המכונה, מנתק את הספקת החשמל לראש הכרסום ומחליף את הביט כחלק מתחזוקה עצמית, ללא התערבות צוותי תחזוקה. אלה מתבקשים לפעול רק במקרים רציניים יותר. החומר שהוסר מפונה החוצה וממוחזר לשימוש נוסף, כחומר מילוי וכד'.

בתחתית החפירה עלולים להצטבר מים, עקב חלחול מלמעלה ועקב שימוש במים בתהליך הכרסום. המים מנוקזים החוצה בגרוויטציה ו/או בשאיבה.

מומחיותו ומקצועיותו של מפעיל מכונת הכרייה (הכורה) מתבטאות בזיהוי שינויים ובעיות בסלע שמולו. הוא אמור להבחין בסדקים, בחלחול של מי נגר או מי תהום המתגלים במהלך ההתקדמות. כל זיהוי כזה מחייב דיווח למנהל העבודה באתר. לעתים מערבים גם את מהנדס הכרייה באתר או את אנשי הגיאולוגיה וההידרולוגיה, בהתאם לחומרת המצב.

הספק הכרייה עשוי להגיע לכמה עשרות מטרים בחודש, ואף יותר, תלוי בסוג הסלע, דרישות התימוך ותזמונו, ובבעיות הנקרות בפני הכורים במהלך ההתקדמות.



חברי ועדת הבנייה בכניסה הדרומית למנהרת החלוץ המזרחית

כריית מנהרות 'ניל"י'

הסלע לאורך תוואי מנהרות 'ניל"י' הוא סלע מישקע - קירטון מצורר. לפני תחילת הכרייה במנהרות 'ניל"י' בוצעה תמיכה של החזית באמצעות אלמנט המכונה "מטריה", המורכב ממערכת של צינורות בקוטר כ-150 מ"מ (6"), באורך 12 מ' ובעובי דופן של 7 מ"מ, שנקבעו בקידוחים אופקיים מעל קשת המנהרה, אחד לצד השני במירווחים של 10 ס"מ בין דופן צינור לדופן הצינור הבא. לאחר מכן מולאו הצינורות בתערובת בטון הנקראת "דייס", כדי ליצור בתוך הסלע חיזוק לקירוי העליון של קשת המנהרה. עבודת הכרייה מתחילה מתחת לחלק התחתון של המטריה.

חתך הכרייה הראשוני מכונה "מנהרת חלוץ". במנהרות 'ניל"י' מידותיו 5 מ' x 5 מ' (המידות משתנות ממנהרה למנהרה ולעיתים גם תוך כדי עבודה, בהתאם לתנאי הקרקע/הסלע והמיכון). במקביל לכריית מנהרת החלוץ מתבצעות בחלקה העליון עבודות תימוך ראשוני. התימוך הסופי מתבצע בהמשך העבודה.

התימוך הראשוני מתבצע באמצעות בורגי סלע מברזל מצולע מגולוון, בקוטר 25 מ"מ ובאורך 5 מ'. הם מוחדרים לתוך קידוחים שנקדחו באמצעות ציוד ייעודי בתקרת המנהרה ובדופןותיה. הקדחים - במירווחים של 1 מ' ביניהם - מדוייקים. אל קצות העוגנים (הבולטים מפני הסלע) מחברים רשתות פלדה ועליהן מתיזים בטון. לעיתים, כאשר המיסלע רופף, משתמשים, בנוסף, בתמיכה של קשתות פלדה עפ"י חתך המנהרה. לתימוך תקרת המנהרה. חשיבות רבה במכלול עבודות המינהור יש לשמירה על תנאי הבטיחות הדרושים במנהרות. התקדמות עבודת הכרייה וקצב עבודת התימוך תלויות זו בזו.

כריית "מנהרת החלוץ" מתבצעת באתר במקביל ב-2 המנהרות ומתוכננת להתבצע בעילות מירבית.

עבודות הכרייה

עבודות הכרייה מתבצעות בטכנולוגיות ובשיטות שונות בהתאם לתנאים האפשריים בסביבת העבודה. סוג הקרקע/הסלע והגיאולוגיה, התנאים ההידרולוגיים, הימצאות גזים ועוד הם חלק מהתנאים המשפיעים על קבלת ההחלטות לגבי הטכנולוגיה הישימה באותו מקום. להבדיל מעבודת בנייה רגילה - אשר מתחילה מיסודות יצוקים בתוך האדמה ועולה כלפי מעלה - במנהרות ובעבודות כרייה תת-קרקעיות העבודה מתחילה מהנקודה העליונה ביותר ולאחר תמיכה מתאימה ממשכים בעבודה כלפי מטה.

"תנאי סף" לתחילת עבודות מינהור/כרייה הוא איסוף של מידע מקדים, בכל דרך ושיטה אפשריים. קיומו של מידע כזה מהווה הנחיה ראשונית בלבד. בפועל, מקצועיותם ומומחיותם של העובדים הנמצאים בחזית הכרייה - מפעיל מכונת הכרייה, מנהל העבודה ומהנדס הכרייה - מאפשרות לזהות בעיות המתעוררות וצוות במהלך העבודה. מהן מופקים הנתונים הרלוונטיים ובהתייעצות עם גיאולוג (במידת הצורך) מתקבלות החלטות מתאימות.

טכנולוגיות הכרייה קשורות לסוגי הקרקע/הסלע, כדלהלן:

- כרייה בחול;
 - כרייה בסלעי מישקע (דוגמת סלע גיר רך ו/או סדוק);
 - כרייה בסלעי מישקע קשים ובסלעים מטמורפיים (סלעי מישקע אשר עברו תהליך טבעי שגרם להתקשותם), סלעים חצי-קשים עד 100MGP (מגה-פסקל);
 - כרייה בסלעי יסוד: סלעים קשים כגון: בזלת, גרניט, דולומיט.
- בהתאם לאבחנות אלה, ועפ"י נתונים נוספים, נקבעת גם שיטת התימוך.

התימוך

עבודות התימוך נועדו ליצור חלל תת-קרקעי מוגן בפני קריסה/ התמוטטות של חלל המנהרה ובטוח לשהייה ופעולה של העובדים והמיכון. קיימים 2 סוגי תימוכים: ראשוני וסופי.

התימוך הראשוני של המנהרה (תיקרה ודפנות) נעשה במקביל לעבודת הכרייה ומתבצע מיד עם סיום הכרייה של מיקטע כלשהו. שיטת התימוך נקבעת בהתאם לסוג הקרקע/הסלע ומידע נוסף על התנאים באזור הכרייה. החלטות לגבי עבודת התימוך נבחנות ומתקבלות בהתאם למימצאים המתקבלים בזמן אמת, תוך כדי העבודה, והן מתבססות על תכנון של מתכנן הפרויקט.

התימוך הראשוני

מבוסס על יצירת שיכבת הגנה אשר מעוגנת בתוך הסלע באמצעות בורגי סלע ו/או עוגני סלע באורכים שונים (מ-3.5 מ' ועד 6 מ') בצפיפות שונה (החל מ-1 לכל 0.5 מ"ר). העוגנים ו/או בורגי הסלע מוכנסים בשיטה אשר מבטיחה כי כוח שליפתם החוצה לא ייפחת מ-12 טון (עפ"י מיפרט מנה"ר (משהב"ט, פרק 54 - עבודות מינהור). השיטה הנפוצה לעיגון הברגים והעוגנים היא באמצעות קידוח לעומק הנדרש, שתילת הבורג או העוגן בתוך הקדח ו"דיוס" שלו ע"י מילוי בתערובת בטון מיוחדת, בלחץ, לתוך הקדח. התפשטות הבטון בתהליך ההתמצקות היא זו אשר מקבעת בסופו של דבר את הבורג/העוגן בהתאם לחוזק הנדרש לעמידה בשליפה. לאחר שהבטון הגיע לדרגת החוזק הנדרש ניתן לחבר אל הברגים/העוגנים אלמנטים קשתניים מפלדה ו/או רשתות פלדה (בהתאם לשיטת התימוך אשר נקבעה), אשר עליהם מתיזים תערובת בטון עם/בלי סיבי פלדה או "פיבר" (סיבים פלסטיים), בהרכב ובעובי אשר נקבעו מראש. התימוך הסופי מבוצע, על פי רוב, ביציקת בטון לתוך תבנית מיוחדת, והוא מתקדם, בהתאם, לאורך חתך הכרייה ו/או לחילופין - בהרכבת אלמנטים יצוקים מראש.

מערכת החשמל בעבודות מינהור

אתר כריית מנהרה הוא צרכן גדול של אנרגיה חשמלית. רצוי שכל הצידוד הפועל בתוך המנהרה יופעל ע"י חשמל כדי למזער את כמות האוויר המזוהם בתוך החלל התת-קרקעי. מערכת החשמל מספקת אנרגיה להפעלת תאורה באופן שוטף, תאורת חירום וסמני/

מציני הלייזר אשר משמשים להגדרת הכיוון ומימדי הכרייה (באתר כזה יש צורך בהפעלת GPS עפ"י תכנית ממוחשבת, אשר מאפשרת לסמני הלייזר לפעול עפ"י התקדמות העבודה, ועפ"י התכנית, ולספק התוויה למפעילי הצידוד). מערכת החשמל בעבודות מינהור כוללת, על פי רוב, גם שימוש במתח גבוה. לפיכך, מי שעוסקים בעבודות חשמל באתר צריכים להיות בדרגה מקצועית מתאימה.

במנהרות יל"יי התחילו את העבודה תוך הפעלת 3 גנרטורים אשר סיפקו 1,200kVA (קילוולט אמפר) להפעלת ציוד הכרייה. כיום הם ממשיכים בעבודה עם הספקת חשמל מהרשת הארצית: 30 אמפר ב-22kV.

הובלת החשמל אל הצרכנים נעשית מלוח ראשי אל לוחות משנה ולשנאים ניידים ברמות שונות, במתח נמוך (380V, 500V, 660V), הממוקמים בקירבת הצרכנים הסופיים. מערכות האיוורור שמחוץ למנהרות, והמכונות - בתוך המנהרות (מכונות הכרייה, ציוד ה"בירוג" - קידוח והתקנת בורגי סלע - מכונת התזת הבטון וכו').

סביבת העבודה באתר אינה "ידידותית" (בלשון המעטה) למערכת החשמל. הפעולות הקשורות לעבודה במינהור כרוכות בריטוט אינטנסיבי (הוויברציות יכולות לגרום לשחרור ברגים), באווירה לחה ובאבק רב - תוצר פעולת הכרייה ושינוע ה"חפורת". לפיכך, מערכת החשמל צריכה להיות מוגנת בהגנה מסוג IP65. חשוב לתחזק ולטפל במערכות החשמל באופן שוטף - למניעת הצטברות נזקים במיתקנים ובחיבורים. בעיה נוספת הקיימת במהלך חפירות היא שחרור גזים דליקים/נפצים, אשר עלולים להוות סיכון נשימתי לעובדים בחלל הסגור, וגם - להתלקח בעקבות מגע בגופים חמים או במקרה של שחרור ניצוץ מקונטקטור חשמלי או בעקבות תקלה. באתר הכרייה בינ"יי יש עירנות לנושא והצוותים מבצעים בדיקות שוטפות במהלך ימי העבודה, לגבי תכולת הגזים באוויר המנהרה - למניעת סיכונים כאלה.

תקינות מערכת החשמל באתר העבודה נבדקת בכל 3 חודשים ע"י חשמלאי בודק, עפ"י דרישת החברה (מעבר לדרישה הקיימת בתקנות החשמל). כבלי האספקה, כבלי התאורה וגם גופי התאורה צריכים להימצא בחלקה העליון של המנהרה כדי שיתפקדו בביטחה (האספקה) ויצורה יעילה (התאורה). המיקום העקרוני של מערך החיווט והתאורה צריך להיות באזורים שבהם לא צפויה פגיעה מהציוד ומכלי העבודה. הכבלים צריכים להיות מאובטחים - לניתוק אוטומטי במצב של קריסה או התמוטטות. עם זאת, מיקום הכבלים הוא דינמי ומשתנה עם התקדמות העבודה. כך, חלקים מהם, שלא ניתן לגלול אותם על תופי כבלים שעל המכונות, נמצאים חשופים והם נשרכים אחרי הכלים. כבלים אלה ייחודיים לעבודות תת-קרקעיות: הם עטופים בחומרים המאפשרים להם להיגרר ולהיות חשופים לשחיקה גדולה. הכבלים מכילים "כבל פיקוד/חיישן" אשר גורם להפסקת אספקת החשמל למכונות (התאורה ממשיכה) במקרה שהכבלים נמעכים ע"י כלי כבד העובר מעליהם.



פריצת מנהרת החלוצ המזרחית



עבודות הכנה לתימוך דופן מנהרת החלוץ



פנים מנהרת החלוץ. צינור אספקת אוויר תלוי ממעל

בנוסף, תנועת משאיות בקירבת מכונות הכרייה נעשית בהשגחה ובהכוונה, במטרה למנוע נזקים לכבלי הזנת החשמל שחלקם, מטבע העבודה, פרושים ונגררים אחרי הציוד.

- עם כניסתם לעבודה עוברים העובדים הדרכה וחונכות ע"י עובדים ותיקים ומנוסים. הם מוסמכים לעבודה עצמאית רק לאחר שההנהלה השתכנעה ביכולתם המקצועית ובהקפדתם על כללי הבטיחות בעבודתם. בנוסף, מתקיימת, לפחות פעם בשנה, הדרכה לבטיחות בכלל החברה.
- איורור. את המנהרה ניתן לאורור בשיטות שונות. כולן צריכות להבטיח כי בתוך החלל הסגור תהיה כמות מספקת של אוויר נקי ועשיר בחמצן כנדרש. כדי לסלק אוויר מזוהם באופן יעיל ומתמיד מקיימים במנהרות 'ניל"י' משטר איורור הכולל רענון האוויר בתדירות של לפחות 10 החלפות בשעה, והזרמתו החוצה, לאורך המנהרה, במהירות של 0.5 מ"ש/שנייה לפחות (ע"י יצירת אוויר לחץ גבוה באזורים הפנימיים ולחץ ונמוך יותר בכיוון מוצא האוויר). בנוסף, יש לספק אוויר לצורך טיפול באבק בתוך חלל המנהרה (הנחתת האבק, איסוף או פינוי). אספקת האוויר הנקי והפעלת האיורור נעשים באופן מאולץ באמצעות שרוול התלוי מתחת לתקרה לאורך כל החלל שנכרה. נפחי האוויר המוזרמים משוחררים בקצה העמוק של החלל. האוויר המזרם גורם לדחיקת מזהמים לאורך המנהרה והחוצה, בד בבד עם כניסת אוויר טרי והעשרת האוויר הפנימי בחמצן המגיע מבחוץ. אורכו של שרוול האוויר (לעתים מאות רבות של מטרים) יוצר התנגדות גדולה שיש להתגבר עליה בעוצמת דחיקת אוויר גדולה. כל אלה

ואפוקסיים; חשיפה לזיהומי אוויר בקירבת מנועי דיזל הפועלים במנהרה (בעיקר משאיות כבדות המופעלות לפינוי חפצות ו/או מערבלי בטון המובלים במנהרה לצורך התזה) ובעקבות ביצוע פיצוץ חפירה; חשיפה לגזים רעילים/נפיצים ודוחי חמצן וכד'.

- **גורמי סיכון גיהותיים:** עבודה באקלים "לא ידיות" השורר בחללים מוקפים; לחות גבוהה, טמפרטורות לא נוחות ותחלופת אוויר נמוכה; עבודה בסביבה רועשת; ריטוט כלי עבודה וצמי"ה; שינוע ידני והפעלת מאמצים פיזיים שונים במהלך העבודה; התפתחות מחלות עור, פטרת וזיהומים ביולוגיים עקב חשיפה ללחות ולמים במנהרות ועוד.

מערך הבטיחות באתר 'ניל"י'

כדי למנוע תקלות בטיחותיות והתפתחות בעיות גיהותיות מתקיימת באתר העבודה מערכת לניהול בטיחות הכוללת הפעלת צעדי מניעה בתחומים שונים. להלן מספר עיקרים:

- קיום נוהלי בטיחות חמורים בהקשר להתנהגות במרחבי אתר העבודה בנושאים כגון: איסור כניסה למקומות שאינם תמוכים; שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לסוג העבודה; ביצוע עבודה בצוותים של 2 עובדים לפחות + עובד נוסף המתפקד כמשקיף, מחוץ למיתחם העבודה; עדכון המידע לגבי מיקום ארונות עם ציוד לחירום ותכולתם; הימנעות מיצירת אזורים צפופים; הקפדה על מעברים פנויים; בקרת תנועה של מכונות וכלי רכב - עפ"י נהלים להבחנה הדדית, שמירת מרחק, זכות קדימה לרכבי עבודה עמוסים וכו'.
- בתכנון המרחב בתוך המנהרה נלקח בחשבון הצורך לנייד משאיות וציוד עבודה גדול ממדים בקירבה ובמרחב מצומצם באופן יחסי. לפיכך, דואגים לקיום מעברים עבור משאיות במקביל לציוד הכרייה וציוד אחר, באמצעות הרחבות נתיבי העבודה. כך מתאפשרת התנועה במקביל.

הכבלים צריכים להיות נגישים לבקרה ויזואלית וידינית לצורך הפיקוח על השימוש בחשמל לצרכים השונים.

בטיחות בעבודות מינהור

הבטיחות בעבודות מינהור משלבת נושאי בטיחות הקשורים לעבודות חפירה, בטיחות בעבודות בנייה ובנייה הנדסית ובטיחות העבודה בחללים מוקפים.

הקו המנחה במוכנות הבטיחותית הוא שכלל שהסיכון משמעותי יותר (סיכוי ההתרחשות, התוצאה), התכנון וההתארגנות צריכים להיות יסודיים יותר.

הבסיס לתכנון הבטיחות בעבודות המינהור הוא המידע הנאסף לגבי פרמטרים מקצועיים בביצוע העבודה, לפני תחילת העבודות ותוך כדי העבודה. זה כולל: בדיקה וניתוח של מאפיינים גיאולוגיים והידרולוגיים, טופוגרפיה ועוד. המידע מופק בביצוע קידוחי ניסיון, בבדיקות ובמדידות שונות באתר המינהור.

מידע מוקדם על קשיים ו/או סיכונים צפויים משפר את היכולת להתמודד איתם בהמשך. בנוסף, שילוב מאפייני העבודה, כאמור, בעבודות בנייה מורכבות בתוך חללים מוקפים, מכתיב את בסיס ההיערכות הבטיחותית לעבודת האנשים והכלים.

בעבודות הכרייה מתקיימים גורמי סיכון בכמה תחומים:

- **גורמי סיכון בטיחותיים:** עבודה בחללים מוקפים עם סיכונים הבטיחות האופייניים; עבודה בגובה, לדוגמה: בהקשר של כלי הצמי"ה הגבוהים ועלייה לעבודות בקירבת דופןות המנהרה ותקרתה; עבודה באזורים צפופים ובקירבה לצמי"ה; סיכונים אירועים בלתי צפויים, כגון: התערערות קירות/תיקרת מנהרה, הצפה, שחרור גזים מסוכנים (כולל השפעה על ריכוז החמצן), שריפה, הפסקת חשמל כולל הפסקת תאורה או הפסקת תאורה בלבד וכו'.
- **גורמי סיכון כימיים:** חשיפה לאבק עשיר בסיליקה גבישית; חשיפה לחומרים צמנטיים



רשת דיפון מוצמדת באמצעות בורגי סלע לפני התזת הבטון



ראש כרייה לפני עבודות תחזוקה

הדרכה ותרגול למצבי חירום

בחברת הכרייה מדגישים את ההדרכה בנושאי הבטיחות ומקיימים אותה בתדירות גבוהה באופן יחסי. כמו כן, מבצעים תרגילי התמודדות עם מצבי חירום בתדירות שנתית. מתברר שאחת הבעיות החמורות הגורמות ללחץ בקרב העובדים היא ההתמודדות עם הפסקת התאורה, המתירה אותם בחשיכה. כדי להתגבר על המצב המלחיץ קיימים בידי העובדים מקורות אור חליפיים המוזנים בסוללות ובמצברים חשמליים.

בנוסף, כל עובד מקבל "פנקס תמצית הוראות בטיחות לעובד מינהור ועבודות בנייה". החוברת המודפסת כוללת נתונים בסיסיים על ציוד ועבודה בנושאי מינהור, תמצית זכויות וחובות בהיבטי הבטיחות וכן דרישות והנחיות להתנהגות בטיחותית במהלך העבודה.

דיווח על תאונות

כ-50 מבין עובדי חברת 'ירלצורי' מועסקים במשמרות לאורך שעות היממה. מר איתן חנני, הממונה על הבטיחות מוסר כי ב-6 השנים האחרונות היו רק מקרים מעטים של תאונות עבודה, מרביתן קלות, בעיקר מעידות ונפילות שלא חייבו דיווח חיצוני.

זכורים 3 אירועים אשר חייבו דיווח, כולם כתוצאה מטעויות של עובדים: עובד אשר נכנס בניגוד להוראות, לאזור ללא תימוך ונפגע בכתפו מגוש סלע שנפל מהתקרה; קטיעת קצה אצבע כתוצאה מפעולה בלתי נכונה אשר בגללה נצבטה האצבע ע"י נועל הידראולי של מכונת הקידוח; וסדק בעצם האגודל ברגל כתוצאה מהכנסת קצה הרגל מתחת לחלל של ציוד עבודה.

תאונות אלה נחקרו, והופקו מהן לקחים שנלמדו בחברה. לדברי ממונה הבטיחות הנהלת החברה מייחסת חשיבות רבה לנושאי הבטיחות, איננה חוסכת במשאבים, מעודדת פעילות ליצירת סביבת עבודה בטוחה וקשובה לכל הערה/הארה הנוגעת למניעת תאונות ושמירה על שלומם ובריאותם של העובדים. ■

● ביקורות באתרי העבודה - ביקורת יומית, שבועית, חודשית לתקינות בנושאים קריטיים כגון: יציבות הקרקע, איכות האוויר, תקינות כלים וציוד. הביקורות נערכות בשיגרה בפתיחת כל משמרת ע"י מנהלי המשמרות. להבטחת רציפות המידע מתקיים גם נוהל העברת מידע ממנהל המשמרת הקודם אל מנהל המשמרת המחליף.

● בריאות העובדים - כל עובד מינהור מחויב להציג אישור של רופא תעסוקתי על כשירותו לעבודה כזאת. בהמשך העבודה מנוהל מעקב בריאותי-תעסוקתי במשולב עם הבדיקות הנדרשות, עפ"י סיכוני החשיפה לרעש ולאבק הקיימים באתרים.

● רישומי נוכחות - באתרים מנהלים רישום קפדני של נוכחות עובדים ואחרים. הנוהל הזה מבטיח בקרה שכל מי שנכנס לאתר אכן יצא, גם אחרון נדרשנו להירשם אצל השומר בשער, כחלק מנוהלי בקרת הכניסה של החברה.

מצריכים הפעלת מפוחים אדירים, שהם צרכני חשמל רציניים. המפוחים ממוקמים הרחק מאזורי פליטת מנועי שריפה פנימית וכד', כך שנשמר טיב האוויר הצח המוזרם פנימה. האיורור מתוכנן להספקת 0.5 מ"ק/דקה לאדם + 3 מ"ק/דקה על כל כ"ס בלימה של ציוד דיזל המופעל במנהרה. לדוגמה: נוכחות של 2 עובדים + מנוע של משאית (כ-400 כ"ס) מצריכים הספקה של כ-1,200 מ"ק אוויר לדקה. הנפח הגדול נדרש בעיקר בגלל נוכחותו של כלי הרכב הכבד המונע בדלק. לכן משתדלים למנוע, ככל שניתן, הפעלת מנועי שריפה במהלך עבודה במנהרות: באתר מקפידים על הפעלת כלים ממונעים רק כשאין להם תחליף חשמלי, וגם באלה - משתמשים רק בדלק נקי במיוחד ועם מסננים על מערכות הפליטה של המנועים, כדי לא לחרוג מתכולת מזהמים שנקבעה: CO₂ ו-NO; NO₂ ו-NO₂; פחמימנים וכו', באוויר שבתוך המנהרות.



תימוך בקשת פלדה