

# ניהול סיכונים ברפאל

סיכונים נמצאים, למעשה, בכל פעולה של האדם. הוא יכול להחליק בזמן הליכה או להציב רגל על קצה המדרכה וליפול, או לפצוע אצבע בזמן חיתוך עגבנייה בהכנת סלט וכו'. אפשר להסתתר ולהסתגר כדי לברוח מקיומם של הסיכונים, אבל כך מחמיצים את ההנאה שמעניקים טיול אביבי בטבע, או סלט טעים ובריא וכל מה שהחיים מציעים. בצורה זו גם לא ניתן לעבוד בביטחון ובבטיחות, להתפרנס בכבוד ולתרום לקידום החברה

## מאת ד"ר אברהם חסון

הייעוד של חברת 'רפאל' הוא פיתוח וייצור אמצעי לחימה. זה כרוך בעבודה עם חומרים מסוכנים, נפיצים, דליקים; עבודה עם מתח חשמל גבוה; עיבוד מתכות ועוד. הפעילות כוללת גם עבודות מחקר ופיתוח וגם עבודה תעשייתית רגילה וסיכונים יומיומיים. עבודות הפיתוח הן, בד"כ, ברמת סיכון גבוהה יותר מאשר עבודות הייצור. בייצור, הפעילויות חוזרות על עצמן ובטיחותן כבר נבחנה. ואילו בפיתוח - לא תמיד מקבלים את מה שתוכנן מראש ולעיתים אף מתגלים דברים שנעלמו מעיני המתכנן בתחילת הדרך. הייעוד של מערך הבטיחות ברפאל הוא לשמור על בריאות העובדים, לשמור על רכוש הארגון, על בריאותם ורכושם של השכנים של רפאל וכמובן על איכות הסביבה. למעשה, 'רפאל' תוכל למלא אחר יעדיה אך ורק אם עובדיה יהיו בריאים, יבואו לעבודה יומיום ויחסייה עם השכנים יהיו טובים. נשאלת השאלה: אם כל מטלות העבודה בחברה שלנו כוללות סיכונים, מה אנו אמורים לעשות? האם לא לעבוד? לא לעסוק בפיתוח? לא לייצר?

הכותב הוא מהנדס הבטיחות של חטיבת מערכות חימוש ב'רפאל' תודת המחבר נתונה לד"ר שאול פלר, מהנדס הבטיחות הראשי ב'רפאל', על עזרתו והנחייתו בהכנת תהליך ניהול הסיכונים ובבדיקת מאמר זה

- HAZOP - ניתוח סיכונים בתהליך (Hazard & Operability Study);
- FTA - ניתוח עצי כשל בפעילויות השונות (Fault Tree Analysis);
- ניתוח מרכיבי סיכון בפעילויות ספציפיות;
- THA - ניתוח סיכונים התהליך (Task Hazard Analysis);
- JSA - ניתוח סיכונים התפקיד (Job Safety Analysis);
- הערכת סיכונים עפ"י נוהל אמריקאי: Mil Std 882B.

3. מיישמים אמצעים הנדסיים, כדי למנוע את מימוש פוטנציאל הסיכון גם כאשר סיכויי להתמשש נמוכים מאוד;
4. בד בבד עם יישום האמצעים הנדסיים עושים גם את הדברים הבאים:
  - כותבים נוהלי עבודה הכוללים פרק על בטיחות ואיכות הסביבה. פרק זה מתחשב בתוצאות הערכת הסיכונים והדרכים למניעת מימוש הסיכונים;
  - מדריכים את העובדים בנושאי עבודתם בנוגע להוראות הביצועיות והוראות הבטיחות. וכמובן, מדגישים את הסיכונים ואת דרכי ניהול הסיכונים בעבודות אלה;
  - במקרים של עבודה עם חומרים נפיצים, מתח גבוה, לחץ גבוה, וכד' - העובדים מקבלים מראש היחידה שלהם הרשאה אישית לעבוד בנושאים אלה, אחרי תקופת ניחה, על פי המלצת מומחה למקצוע.

## יישום ניהול הסיכונים

- אחרי זיהוי הסיכון, הערכתו ויישום אמצעים הנדסיים שימנעו את מימושו, יש לבצע צעדים תמידיים שמטרתם מניעת "עבודה בשיגרה" ו"הירדמות בשמירה". את זה משיגים בדרך הבאה:
- חקירת תאונות וכמעט תאונות והפקת לקחים.
  - שמירה על קשר מתמיד עם העובדים והעברת מידע.
  - בכל "מבנה חס" (שיש בו חומרים נפיצים) חייב להימצא "תיק בטיחות מבנה" הכולל את:
    - כל הסיכונים הכרוכים בתהליכים המתבצעים במבנה;
    - אמצעי הבטיחות הנמצאים במקום;
    - דרכי המילוט במקרה חרום.
  - עריכת הדרכות רענון כלליות וייעודיות;
  - קריאת "תיק בטיחות מבנה" וכל הוראות הבטיחות הקשורות לעבודות הנדרשות, לפחות פעם אחת בכל שנה.
- רק כאשר כל מה שניתן וסביר לעשות מבחינה הנדסית אכן נעשה, אפשר לגשת לחישובי הסתברויות ולהסתמך על הקריטריונים ההסתברותיים למימוש הסיכונים.

והתשובה היא כמובן: נעבוד, נעסוק בפיתוח, נייצר ונמלא את ייעודה של רפאל - הכל תוך שמירה קפדנית על בטיחות מירבית. את רמת הבטיחות משיגים ע"י תהליך הכולל, בין יתר שלביו, את הנושאים הבאים:

- הערכת התוצאות המתלוות למימוש הסיכון;
  - הערכת התגובה החברתית, במערכת היצרנית ומחוצה לה, במקרה של מימוש הסיכון;
  - נקיטת פעולות למניעת מימוש פוטנציאל הסיכונים, הפגיעות והנזקים.
- נושאים אלה הם חלק מתהליך כולל הנקרא: **ניהול סיכונים.**

## תהליך ניהול הסיכונים

- ניהול הסיכונים מתבצע בכל מוקד יצרני, בכל הרמות, בעזרת מערך הבטיחות של רפאל, בהתאם לנוהל מפעלי: "ניהול סיכונים בבטיחות", בשיתוף עם העובדים באותו מוקד.
- בסיס הבטיחות ברפאל הוא **מזע והנדסה**. לפני תחילת כל פרויקט מבצעים את התהליך בשלבים הבאים:
1. מזהים את גורם הסיכון, שהוא בד"כ בלתי נמנע בעבודה, בגלל מאפייני העבודה ומאפייני תוצריה, כמו, לדוגמה, חומרים נפיצים, מתח גבוה וכד';
  2. מעריכים את הסיכונים באחת מהשיטות המקובלות הבאות:

## תנאים חיוניים להטמעת ניהול הסיכונים

### מעורבות העובדים

העובדים הם שותפים עיקריים בהכנת נוהלי העבודה, סדרי הבטיחות והכנת הערכות הסיכונים. שותפות זו מבטיחה שהעובד יודע מה הוא כתב, ומכיר היטב את כל הסיכונים ואמצעי ניהולם.

### מעורבות ההנהלה

ראשי יחידות ברמות השונות בארגון אחראים לבטיחות, לגיהות ולאיכות הסביבה ביחידה שהם מנהלים, ולמשמעת הבטיחות של הכפופים להם ביחידה.

### סקרי מיפגעים תדירים

אלה נערכים כדי לפקח באופן שוטף על קיום כל האמצעים ההנדסיים ועל עמידה בתנאי הנהלים שנקבעו לניהול הסיכונים.

### הזכרות וקשר עם העובדים

אלה נערכים במטרה לשמוע על כל פרט אשר עלול לגרום להתרופפות משמעת הבטיחות ובמטרה לשמור על עירנות העובדים בכל מה שקשור לבטיחות.

## דוגמאות לפתרונות הנדסיים והסתברותיים בניהול הסיכונים

1. הפרדת אזורים ב-2 מכוני העבודה בירפאל: כל מכון מופרד ל-4 אזורי סיכון שונים, כשבכל אזור שוררת רמת סיכון שונה מזו שבאחרים.

- חדרי השירותים וחדרי המנוחה לצוות העובדים באזור זה הם מבנים קשיחים שמעניקים הגנה לנמצאים בהם.

## שיטת ביצוע הערכת הסיכונים

בירפאל הוחלט לאמץ את השיטה המבוססת על התקן האמריקאי: Mil Std 882B. שיטה זו מתאימה למוקדי עבודה בעלי אופי של מעבדות, בתי מלאכה, מכוונות שונות כגון מכוונות עיבוד שבבי או ריאקטור כימי או מערכת הפועלת במתח גבוה, וכד'.

במוקדים שמהם עלולה להיווצר, במקרה של תקלה, השפעה שלילית על הסביבה - מתבצע ניתוח הסתברותי מקיף יותר, בד"כ ע"י מומחים לדבר. ניתוחים כאלה בוצעו עבור תהליכי ציפוי בשיקוע (CVD) ומיתקנים נוספים.

העיקרון של השיטה המתבססת על התקן הני"ל, הוא פירוק כל תהליך לשלבים וניתוח הסיכונים שבכל שלב. לעיתים, נמצא שנדרשת פעילות מתקנת להורדת הסיכון. מאחר שהתהליך מפורק לשלבים, קל מאוד להעריך ולנהל את הסיכון שבכל שלב. את התוצאות מרכזים בטבלה צבעונית בה מוצגת חומרת הסיכון, וההסתברות למימוש הפוטנציאל שלו בכל שלב. כאשר מתקבלת תוצאה עם חומרה והסתברות גבוהים, יש לנקוט באמצעים להורדת החומרה עד לרמה קבילה.

ההקפדה על הפרדה זו מבטיחה שבמקרה של תקלה, מספר הנפגעים יהיה הנמוך ביותר האפשרי ולא ייפגעו אנשים שאינם קשורים לתהליך מסוכן. ארבעת האזורים הם:

- **אזור ניסויים:** כלולים בו רק שטחי ניסויים (נפיצים) ובורות פיצוץ;

- **אזור חם:** נועד לעיבוד ואחסון חני"ם (חומר נפץ מרסק). אין בו "מינהלות" כגון חדרי אוכל, חדרי הלבשה, חדרי הרצאות וכד';

- **אזור ביניים:** אזור אשר עשוי להכיל כמויות חני"ם קטנות מאוד, המפוזרות בעמדות מועטות, שטוח הסיכון שלהן מצומצם;

- **אזור קר:** אזור נקי מחני"ם ומעבודות מסוכנות, כמו כל אזור עירוני מצוי.

2. בניית "מבנים חמים" המיועדים לעבודות עם חני"ם:

- תכנון המבנים מתבצע ע"י מהנדס מומחה לנושא. הצגת התכנון כוללת מסמך טכני המציג את החישובים שהמהנדס הסתמך עליהם במהלך התכנון. חישובים אלה לוקחים בחשבון את כמות החני"ם המעורבת, את אופי העבודה ואת השפעת המבנה על סביבתו במקרה של תקלה וגם - השפעת הסביבה עליו. נבדקת גם ההשפעה למרחוק: יש דגש חזק על מניעת יציאת רגמות אל מחוץ לאזור החם במקרה של פיצוץ.

## דוגמת גיליון הערכת סיכונים (עפ"י נוהל: ניהול סיכונים בבטיחות, בגיהות, באיכות הסביבה)

### א. פרטי המיתקן/ עמדת עבודה/ תהליך

שם המכונה/ מיתקן/ עמדה/ תהליך	מס' מבנה	קומה	חדר	טלפון	מס' תחום/ מדור	שם עובד אחראי	עובדים נוספים

### ב. מבצעי תהליך ניהול הסיכונים

מהנדס/ק' בטיחות יחידתי	שם ראש התחום	שם עובד נוסף בצוות	תאריך ביצוע נוכחי	תאריך לעדכון הבא*

\* הערכת הסיכונים תעודכן בכל שינוי בתהליך אך לא יאוחר מהמועד המצויין (3 שנים מתאריך ביצוע נוכחי).

### ג. תנאים סביבתיים - ציינו תחושה (במידת הצורך, יש למדוד). הקיפו בעיגול כדלקמן: 1- בעייתי 2- טעון בדיקה 3- לא בעייתי:

בטיחות וגיהות	1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3		
	רעש	תאורה	איוורור	סדר וניקיון	גזים/אדים	אחר (פרט)									
שפכים	1 2 3	1 2 3										1 2 3	1 2 3		
	שפכים	פסולת										1 2 3	1 2 3		
איכות הסביבה	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	
	אוויר	קרקע	מים												

**ד. תיאור המיתקן, התהליכים והחומרים**

כללי

--

**ה. טבלת ניתוח גורמי סיכון וניהולם:**

ח: חומרה, ס: סבירות

הערכת סיכונים לאחר ניהול הסיכונים (4), (5)						סיומ פ"מ	אחראי לתיקון	פעילות מתקנת (פ"מ)	אופן ניהול הסיכון	תוצאה (3)	גורם הסיכון (2)	שלב בתהליך העבודה (1)
לאדם		לרכוש		לסביבה								
ח	ס	ח	ס	ח	ס							
												1.
												2.
												3.
												4.
												5.
												6.

**הערות לגיליון ניהול סיכונים:**

- (1) שלבים בתהליך העבודה במיתקן, שלגביהם מבוצעת הערכת הסיכונים.
- (2) גורם סיכון - HAZARD - מרכיב אינהרנטי במערכת שמהווה גורם אמיתי או פוטנציאלי לאירוע, שבעקבותיו עלולים להיפגע בני אדם (תאונה, מחלה ואף מוות) ו/או עלול להיגרם נזק לציוד (אובדן מערכת) ו/או לסביבה. בין גורמי הסיכון יכולים להיות מרכיבי מערכת כגון: חנ"ם, מתח חשמלי, חומרים מסוכנים, אנרגיה אצורה וכו'.
- (3) תוצאה - Consequence - נזק שעלול להיגרם כתוצאה מהתרחשות האירוע הבטיחותי. יש לסמן את הקטגוריה המתאימה (1, 2, וכו') בהתאם לטבלאות A (A1, A2, A3) שלהלן.
- (4) יש לסמן את הקטגוריה המתאימה (A עד E) בהתאם לטבלה B - "דירוג רמות הסתברות אירועים" שלהלן, מול קטגוריות חומרת הנזק שסומנו לעיל.
- (5) יש להציב את הערכים שהתקבלו בטבלאות שצוינו לעיל בתוך "מטריצות הסתברות מימוש x (כפול) חומרת הנזק" (מטריצות B1, B2, B3) ולפעול בהתאם לתוצאות המתקבלות.

**טבלאות A: פירוט פגיעה באדם, רכוש וסביבה**

דרוג / פגיעה	קטגוריה	טבלה A1 רמות הפגיעה בבני אדם	טבלה A2 רמות הנזק לרכוש	טבלה A3 רמות הנזק לסביבה
חמור ביותר	1	מוות או נכות מוחלטת קבועה.	נזק כספי העולה בערכו על \$1M.	נזק חריף ובלתי הפיך הנגרם ע"י הפרה של חוק/תקנה.
חמור מאד	2	נכות חלקית קבועה או פגיעה שחייבה אשפוז ארוך או מספר נפגעים.	נזק כספי העולה על \$200K ונמוך מ-\$1M.	נזק חריף ובלתי הפיך אשר נגרם ע"י תקלה.
חמור	3	פגיעה ללא נכות קבועה שחייבה לפחות אובדן שבוע עבודה.	נזק כספי העולה על \$10K ונמוך מ-\$200K.	נזק הפיך אשר נגרם ע"י הפרה של חוק ו/או תקנה.
בינוני	4	פגיעה ללא נכות קבועה שחייבה לפחות אובדן יום עבודה אחד.	נזק כספי העולה על \$2K ונמוך מ-\$10K.	נזק הפיך אשר נגרם ע"י תקלה.
קל	5	פגיעה הדורשת עזרה ראשונה בלבד.	נזק כספי נמוך מ-\$2K.	נזק מזערי/הפיך אשר נגרם ע"י תקלה.

## מטריצות B

טבלה B3 הסתברות למימוש חומרת נזק לסביבה					טבלה B2 הסתברות למימוש חומרת נזק לרכוש					טבלה B1 הסתברות למימוש חומרת פגיעה באדם					חומרת הנזק	טבלה B דירוג רמות של הסתברות אירועים		
E	D	C	B	A	E	D	C	B	A	E	D	C	B	A		הסתברות למימוש אירוע בודד (P)	קטגוריה	רמת ההסתברות למימוש האירוע
אדום	אדום	אדום	אדום	אדום	ירוק	אפור	אדום	אדום	אדום	ירוק	אפור	אדום	אדום	אדום	1	$P > 10^{-2}$	A	גבוהה מאד
ירוק	ירוק	אפור	אדום	אדום	ירוק	ירוק	אפור	אפור	אדום	ירוק	ירוק	אפור	אפור	אדום	2	$10^{-2} > P > 10^{-3}$	B	גבוהה
אדום	אדום	אדום	אדום	אדום	לבן	ירוק	ירוק	אפור	אדום	לבן	ירוק	ירוק	אפור	אדום	3	$10^{-3} > P > 10^{-4}$	C	בינונית
לבן	ירוק	ירוק	ירוק	אפור	לבן	לבן	לבן	ירוק	אפור	לבן	לבן	לבן	ירוק	אפור	4	$10^{-4} > P > 10^{-6}$	D	נמוכה
לבן	לבן	לבן	ירוק	ירוק	לבן	לבן	לבן	לבן	ירוק	לבן	לבן	לבן	לבן	ירוק	5	$10^{-6} > P$	E	נמוכה מאד

**מקרא:** אדום  
אפור  
ירוק  
לבן

לא קביל! - השבתת המיתקן, נדרש לחזור ולבצע פעולה מתקנת בתהליך/מיתקן.  
לא רצוי, מחייב אישור ראש חטיבה בהמלצת מהנדס בטיחות ראשי, נדרש לחזור ולבצע פעולה מתקנת בתהליך/מיתקן.  
ניתן לקבל, מחייב אישור ראש שטח בהמלצת מהנדס בטיחות חטיבתי.  
קביל, מחייב אישור ראש תחום.

### 1. אישורים:

גורם מאשר	מהות האישור/הערות	תאריך	שם	חתימה	הנחיה ע"פ צורך
ראש התחום	אימות ונכונות ביצוע ההערכה				
מהנדס בטיחות חטיבתי	אישור דרכי ניהול הסיכון: פעילות מונעת, אמצעי הבקרה ופעילות מתקנת				
ראש שטח	אישור הפעילות כאשר הסתברות המימוש בתחום הירוק ומעלה				

### 2. פעולות שגרתיות/בדיקות נדרשות:

1	הדרכות נדרשות:	תדירות	אחראי
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
2	בדיקות ציוד תקופתיות - תחזוקה/תעסוקתיות/סביבתיות:		
2.1			
2.2			
3	מיבדקים:		
3.1			
4	תחזוקה מונעת:		
4.1			
5	נהלים והוראות:		
6	בדיקות רפואיות:		
7	אחר:		

### סיכום

במאמר זה הצגנו את המסגרת אשר בה מבצעים בירפאלי את התהליך של ניהול הסיכונים.

רפאל קיימת שנים רבות יותר מאשר התהליך הממוסד של ניהול הסיכונים. לכן, בנקודת ההתחלה של הפעלת התהליך, העבירו את כל

הנושאים הקיימים בתהליך של זיהוי וניתוח. ומאז ואילך - כל תהליך חדש מותנה בביצוע הערכה - זיהוי וניתוח - לפני תחילת הפעלתו. ■