

# כלי רכב כמקור הצתה

כניסת כלי רכב כגון ביוביט, מנוף או טנדר לאזורים בהם עלולה להיות אווירה המכילה גזים או אדים דליקים בתחום הנפיצות (אזורים המסווגים כ-ZONE 0, 1, 2) מהווה במקרים רבים מקור הצתה לפיצוץ/שריפה

מאת שי שגב

**א**ירועי פיצוץ ושריפה רבים שהתרחשו בעבר בעולם מקור הצתה היה כלי רכב ששהה באותה העת באזור האירוע. אפשר למצוא דוגמאות רבות לפיצוצים ולשריפות שנגרמו בשל כלי רכב ממונעים:



כיבוי שרידי הביוביט

## תחומי הנפיצות של חומרים נפוצים

שם החומר	גבול נפיצות תחתון	גבול נפיצות עליון
אצטון	2.6%	13%
אצטילן	2.5%	82%
אמוניה	15%	28%
סולר	0.6%	7.5%
אתנול	3%	19%
אתילן	2.7%	36%
טולואן	1.2%	6.75%
גפ"מ (גז בישול)	2.5%	9.5%



הביוביט לאחר הפיצוץ

בכדי לזהות מראש את האזורים שבהם עלולה להיות אווירה נפיצה, יש לבצע סיווג אזורים בהתאם לתקן ישראלי 60079. התקן מבוסס על התקן הבינלאומי IEC60079 והוא תקן מחייב, כלומר: קיימת חובה חוקית ליישמו. סיווג אזורים הוא שיטה לניתוח ולסיווג הסביבה שבה עלולה להיווצר אווירה של גז בתחום הנפיצות. לסיווג אזורים ישנן שתי מטרות מרכזיות:

- 1. מניעת הצתה ממקורות חשמליים:** סיווג אזורים מסייע במניעת הצתה מצידוד חשמלי בעזרת הנחיות לבחירה של ציוד חשמלי מתאים, התקנתו ותחזוקתו, תוך התחשבות בתכונות של החומרים הדליקים הנמצאים בסביבה בה יותקן הציוד.
- 2. מניעת הצתה ממקורות הצתה שאינם חשמליים ומציוד נייד:** סיווג אזורים מסייע במניעת הצתה ממקורות שאינם

והשריפה שפרצה בעקבותיו נהרגו 15 איש, ונפצעו 180. עלות הנזק שנגרם – יותר מ-1.5 מיליארד דולר. מקור ההצתה היה טנדר שעמד כשמנועו פועל בסמוך למיתקן.

- שריפה של משאית ("טוטאל לוס") באחד ממפעלי התעשייה בארץ. השריפה נגרמה כתוצאה מחיכוך צמיגי המשאית באבקת גופרית שהיתה על גבי כביש האספלט.

## תנאים להצתה

בכדי שכלי רכב יגרום להצתה של ענן גזים או אדים דליקים, ריכוז הגזים/האדים הדליקים צריך להימצא בתחום הנפיצות, כלומר: בין נקודת הנפיצות התחתונה – LEL לנקודת הנפיצות העליונה UEL.

- אירוע של פיצוץ ושריפה של מיכלית שמכונה "ביוביט". הפיצוץ התרחש בחברת 'BSLR' בטקסס ונגרם כתוצאה משחרור אדים דליקים במהלך פריקת הביוביט לבור איסוף, והצתתם ע"י מנוע כלי הרכב. כתוצאה מהאירוע נהרגו 3 אנשים ו-3 אחרים נפגעו קשה מכוויות בכל חלקי גופם.

- אירוע של פיצוץ ושריפה במיתקן איזומריזציה בבית הזיקוק של חברת BP 'Amoco' בטקסס סיטי ארה"ב שאירע ב-23 במרץ 2005. כתוצאה מהפיצוץ

הכותב הוא מנהל המרכז לבטיחות תהליכית  
[www.cflppi.com](http://www.cflppi.com)  
 דוא"ל: [ssegev@cflppi.com](mailto:ssegev@cflppi.com)

שסתום היניקה אינו אטום הרמטית לפני ההצתה, הלהבה יכולה לחזור דרך השסתום הפתוח ולהצית את ענן הגז הדליק.

**סל"ד המנוע** - במנגנון זה הגורם להצתה הוא להבה חוזרת, הנגרמת בשל מהירות גבוהה של סיבובי המנוע, וכתוצאה מכך אי יכולתם של שסתומי היניקה או הסניקה להיסגר לחלוטין לפני שמתבצעת ההצתה במהלך דחיסת הבוכנה. במקרה כזה הלהבה תתפשט מחוץ לצילינדר, אל מערכות היניקה או הסניקה שבהן קיימת אווירה נפיצה, דבר שיגרום לפיצוץ. ברוב מנועי הדיזל, תרחיש זה יגרום להפסקת הזרמת הסולר למנוע ע"י חיגור ("אינטרלוק"), הפסקה אוטומטית של משאבת הדלק ומערכת ההזרקה. אולם אם הגזים או האדים הדליקים בתחום הדליקות/נפיצות ממשיכים להיות זמינים דרך מערכת היניקה - המנוע ימשיך לעבוד למרות ניתוק מערכת הדלק.

**טמפרטורת המנוע** - בתרחיש זה הגורם להצתה הוא מישטח חם במנוע: במקרה בו אדים/גז דליק יהיו בתחום הנפיצות - הם יוצתו כאשר יבואו במגע עם מישטחים חמים הנמצאים בטמפרטורה הגבוהה מטמפרטורת ההצתה העצמית (AIT) של האדים.

במנוע משאית ישנם מקורות חום רבים כגון בלוק המנוע, ראשי המנוע וצנרת הפליטה. בלוק המנוע וראש המנוע נמצאים בדרך כלל בטמפרטורה קרובה ל- $100^{\circ}\text{C}$ . טמפרטורת צנרת הפליטה תלויה בעומס על המנוע, באפקטיביות הקירור של מאוורר הרדיאטור והמהירות שבה נסעה המשאית (טמפרטורה אופיינית על פלאנג' הטורבו-צארגר של מנוע היא כ- $130^{\circ}\text{C}$  כאשר המשאית עומדת, ויכולה להגיע לטמפרטורה של מעל  $500^{\circ}\text{C}$  בנסיעה תחת עומס מלא).

## מערכת החשמל של המשאית

ניצוצות ממערכת החשמל של הרכב יכולים גם הם להצית גזים או אדי נזלים דליקים הנמצאים בתחום הנפיצות.



תאונה בבית הזיקוק של BP בטקסס ארה"ב שאירעה במוץ 2005: כתוצאה מהפיצוץ והשריפה שפרצה בעקבותיו היו 15 הרוגים ו-180 פצועים. מקור הפיצוץ היה רכב שעמד מונע בסמוך למתקן



חשמליים ומצויד נייד, על ידי הגבלת הכנסתם של מקורות אלה - כולל מניעת כניסת כלי רכב - לאזורים הבאים, שבהם עלולה להיווצר אווירה נפיצה:

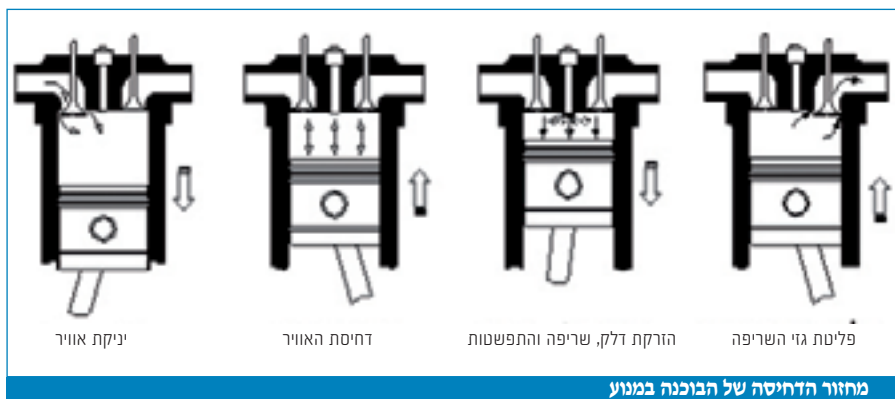
- **אזור 0 (Zone 0):** אזור שבו קיימת אווירה נפיצה, כלומר אווירה של גזים/אדים בתחום הנפיצות, באופן קבוע או למשך זמן ממושך (אווירה נפיצה תתרחש באזור זה מעל 1,000 שעות בשנה).

- **אזור 1 (Zone 1):** אזור שבו סביר שתיווצר אווירה נפיצה במהלך התפעול השגרתי (אווירה נפיצה תתרחש בין 10 ל-1,000 שעות בשנה).

- **אזור 2 (Zone 2):** אזור שבו לא סביר שתיווצר אווירה נפיצה במהלך ההפעלה השגרתית, ואם תתרחש אווירה כזאת - היא תתקיים למשך זמן קצר בלבד (אווירה נפיצה תתרחש פחות מ-10 שעות בשנה). באזור זה יש עדיין צורך למנוע מקורות הצתה פוטנציאליים (לרבות מניעת כניסת כלי רכב).

## מנגנוני הצתה נפוצים

כאשר כלי רכב פועל באזור עלולה להיווצר הצתה שתגרום לפיצוץ ו/או שריפה על ידי אחד מהמנגנונים הבאים:



# קורסים וימי עיון במחוז תל-אביב והמרכז

לחודשים ספטמבר - דצמבר 2011  
הקורסים וימי העיון יתקיימו במגדלי הים התיכון בבת-ים

ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר
קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים 15.9-13.9 למנהלים ולעובדים בכירים	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים 27.10-25.10 למנהלים ולעובדים בכירים	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים קורס נאמני בטיחות (מתקדם): 5 מפגשים במתכונת יום שבועי. ימי עיון: לחץ בעבודה כגורם לתאונות יום עיון: בטיחות וגיהות בעידן המחשב 17.11-15.11 פתוחה: 2.11 למנהלים ולעובדים בכירים	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים יום עיון: אחריות פלילית ואזרחית יום עיון: בטיחות כעבודות חשמל 15.12-13.12 19.12 7.12 למנהלים ולעובדים בכירים לדרג הניהולי לחשמלאים ועובדי תחזוקה

## הרצאות בודדות (בהיקף 4-2 שעות הדרכה, בתיאום עם המזמין ולפי צרכיו)

בטיחות כללית ■ ציוד מגן אישי ■ הגנת מכונות ■ סיכונים חשמל ■ סיכונים עם חומרים כימיים ■ בטיחות בעבודה עם כלי עבודה ידניים ■ ארגונומיה ומניעת כאבי גב תחתון ■ הגורם האנושי בתאונות עבודה ■ גיהות תעסוקתית ■ עזרה ראשונה ■ תנאים סביבתיים (רעש, אבק, תאורה) ■ חקירת תאונות עבודה ■ בטיחות בהפעלת מלמה ■ בטיחות כעבודות בנייה ■ חוקים ותקנות (חוק ארגון הפיקוח ופקודת הבטיחות בעבודה) ■ אחריות משפטית ■ בטיחות כעבודות ריתוך ■ בטיחות אש ■ ניהול בטיחות ■ החלקות, מעידות ונפילות ■ בטיחות בהפעלת עגורן ■ בטיחות כעבודות תחזוקה

## לפרטים נוספים: מחוז ת"א והמרכז

טל': 5266465, 03-5266471, פקס: 03-6208596  
דוא"ל: tel-aviv@osh.org.il

# קורסים וימי עיון במחוז חיפה והצפון

לחודשים ספטמבר - דצמבר 2011  
הקורסים וימי העיון יתקיימו במלון הר הכרמל בחיפה

ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר
קורס ממונים על הבטיחות בעבודה. 36 ימי לימוד במתכונת יום שבועי. קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים קורס הובלת חומ"ס (בסיסי) השתלמות הובלת חומ"ס (ריענון) הובלת חומרי נפץ יום עיון: בטיחות כעבודות תחזוקה 21.9 14.9-12.9 22.9-21.9 22.9; 8.9 23.9 20.9	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים קורס הובלת חומ"ס (בסיסי) השתלמות הובלת חומ"ס (ריענון) הובלת חומרי נפץ 5.10-3.10 6.10-5.10 27.10; 6.10 28.10	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים קורס נאמני בטיחות (מתקדם): 5 מפגשים רצופים קורס הובלת חומ"ס (בסיסי) השתלמות הובלת חומ"ס (ריענון) הובלת חומרי נפץ קורס אחראי רעלים 16.11-14.11 24.11-20.11 10.11-9.11 24.11; 10.11 25.11 30.11-28.11	קורס נאמני בטיחות (בסיסי): 3 מפגשים רצופים קורס הובלת חומ"ס (בסיסי) השתלמות הובלת חומ"ס (ריענון) הובלת חומרי נפץ 14.12-12.12 8.12-7.12 22.12; 8.12 30.12

## הרצאות בודדות (בהיקף 4-2 שעות הדרכה, בתיאום עם המזמין ולפי צרכיו)

בטיחות כללית ■ ציוד מגן אישי ■ הגנת מכונות ■ סיכונים חשמל ■ סיכונים עם חומרים כימיים ■ בטיחות בעבודה עם כלי עבודה ידניים ■ ארגונומיה ומניעת כאבי גב תחתון ■ הגורם האנושי בתאונות עבודה ■ גיהות תעסוקתית ■ עזרה ראשונה ■ תנאים סביבתיים (רעש, אבק, תאורה) ■ חקירת תאונות עבודה ■ בטיחות בהפעלת מלמה ■ בטיחות כעבודות בנייה ■ חוקים ותקנות (חוק ארגון הפיקוח ופקודת הבטיחות בעבודה) ■ אחריות משפטית ■ בטיחות כעבודות ריתוך ■ בטיחות אש ■ ניהול בטיחות ■ החלקות, מעידות ונפילות ■ בטיחות בהפעלת עגורן ■ בטיחות כעבודות תחזוקה

## לפרטים נוספים: מחוז חיפה והצפון

טל': 04-8218890-4, פקס: 04-8218895  
דוא"ל: haifa@osh.org.il

# פריקת חשמל סטטי במהלך מילוי או פריקת מיכלית/ביובית

נוזלים דליקים צוברים מיטען חשמל סטטי כאשר הם זורמים בצנרת וכאשר מבוצע מילוי מחלקו העליון של המיכל (splash filling). קצב יצירת החשמל הסטטי גובר כאשר ישנם שני חומרים או יותר בתערובת. גורמים אופייניים לאירועי הצתה כתוצאה מפריקת חשמל סטטי כוללים בין היתר:

- הזרמת הנוזלים בתוך צנרת פלסטיק;
- מילוי או פריקה בהתזה (splash filling);
- "פריקת מברשת" (Brush Discharge).

במנגנון זה הפריקה מתרחשת כתוצאה מקירוב מוליך מוארק (לדוגמה: קירוב כלי דיגום מתכתי) לפני השטח של נוזל מבודד כגון טולואן, הקסאן והפטאן.

## סיכום

- בכדי לוודא שכלי רכב לא ישמשו כמקור הצתה לשריפה או פיצוץ מומלץ:
  - ✓ לבצע סיווג אזורים מקצועי ומקיף לכל האזורים במפעל, ולוודא שאין כניסת כלי רכב לאזורים שבהם עלולה להיות אווירה נפיצה (אזורים המסווגים כ-2, 1, 0)
  - ✓ למנוע כניסת כלי רכב למקומות סגורים (כגון מחסנים) שבהם מצויים נוזלים או גזים דליקים (אלא אם בוצע ניתוח סיכונים שהראה שהסיכון הכרוך בכניסה זו הוא נמוך).
  - ✓ להדריך את צוותי החירום שאין להיכנס עם כלי רכב ממונעים (כגון כבאית) לתוך גזרת הסיכון, במקרה של דליפת גזים דליקים או שפך של נוזלים דליקים.
  - ✓ לבצע ניתוח סיכונים לצורך מזעור הסיכונים באזורים שבהם עלולה להיות אבקה דליקה בנתיבים בהם קיימת תנועה של כלי רכב. אחת מהאפשרויות למזעור הסיכון היא שטיפה/הרטבה תכופה של נתיבי התנועה.
  - ✓ להימנע מטעינת מצברי מלגזות בחדרים סגורים שאינם מאווררים.
  - ✓ להדריך את נהגי כלי הרכב כיצד עליהם להתמודד עם התרחישים השונים האפשריים (להבה חוזרת, שריפה בכלי הרכב כתוצאה מחיכוך עם אבקה דליקה וכד').
  - ✓ התקנת אמצעי גילוי מתקדמים, לדוגמה: גלאי קרן (open path UV/IR detectors) מצלמות תרמויות וכד', ואמצעי כיבוי כגון ספרינקלרים ותותחי כיבוי, באזורי סיכון שלא ניתן למנוע כניסת כלי רכב אליהם. לדוגמה: באזור עמדות פריקה וטעינה.
  - ✓ ביצוע סקר סיכונים חשמל סטטי גם לפעולות מילוי ופריקה (לרבות מילוי ופריקת שפכים בהן מעורבת ביובית). ■