

ציוד חשמלי מוגן נגד התפוצצות וסיכוני חשמל סטטי בתחנות תדלוק

בחירה, התקנה ותחזוקה לא מתאימה של ציוד חשמלי מוגן נגד התפוצצות וסיכוני חשמל סטטי תוביל לסיכוני דליקה והתפוצצות בתחנות תדלוק

מאת דוד זיו, אבי הרוש ואיל צדוק

דוד זיו הוא סגן מנהל מרכז המידע והאינטרנט במוסד לבטיחות ולגיהות. אבי הרוש הוא מפקח עבודה בכיר-ראש צוות תעשייה במינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית מחוז צפון איל צדוק הוא מהנדס מומחה לבקרת חשמל סטטי, מנתח סיכונים של אווירה דליקה וציוד חשמלי.

זאת לסיוט הגדול של מפעלי התעשייה התהליכית בכל העולם? כיצד ניתן לזהות מראש את הסיכונים הטמונים בתופעה זו, ומה ניתן לעשות כדי להקטין סיכונים אלה?

תופעת החשמל הסטטי היא תופעה פיזיקלית הנוצרת בעת מגע וניתוק בין שני גופים (דהיינו - חיכוך בין חומרים בכל מצב צבירה), וגורמת למעבר של אלקטרונים (מיטען חשמלי) מגוף אחד אל גוף שני. מאחר ומצבי חיכוך קיימים בחיי היומיום בכל תנועה הדדית, הרי שתופעת החשמל הסטטי נמצאת בכל פעולה ותהליך מעשה ידי אדם, כמו גם בטבע.

במפעלי תעשייה תהליכית (כימיה, תרופות, מזון, דלק, פלסטיק, טקסטיל וכו') תופעת החשמל הסטטי נחשבת לגורם הצתה שמסוגל לגרום להתלקחות של אווירה דליקה (= תערובת של אוויר עם חומר דליק כלשהו).

המשותף למפעלים הללו ולתחנות תדלוק הוא:

- שימוש בחומרים היוצרים אווירה דליקה של אבק או אדים וגזים.
- ביצוע פעולות הגורמות להצטברות חשמל סטטי בחומרים ובמכונות ייצור.

בתחנות הדלק מטפלים בבנזין, סולר וקרוסין. הבנזין יוצר אדים דליקים כבר בטמפרטורת סביבה של מינוס 40°C. סולר וקרוסין שזורמים בצנרת, יוצרים על פניהם שכבת קצף דקיקה שרגישה להתלקחות כמו הבנזין.

בתחנות דלק מותרת פעילות הן של עובדי תחנה מקצועיים והן של לקוחות בעלי רכב. עובד מקצועי משתמש בביגוד ונעליים מיוחדים נגד חשמל סטטי, פועל תחת נוהלי עבודה קפדניים ועובר הדרכה בנושאי הבטיחות וריענון ההדרכה. לעומתו, לקוחות בתחנות דלק אינם משתמשים בביגוד ונעליים מיוחדים, הם רשאים להפעיל ציוד תדלוק ללא הדרכה מוקדמת, הם אינם נדרשים לעבור הדרכת בטיחות, ולכן אינם מודעים לנקודות כשל אשר עלולות לגרום להתלקחות אש בעת התדלוק.

הסבירות לסכנה של התלקחות אש וחומרתה, ניתנות להמחשה באמצעות היסטוריית אירועים בתחנות דלק בעולם: בשנים 2004-2008 אירעו בארה"ב 5,020 מקרים של התלקחות אש,

מטרתו של מאמר זה: מתן מידע בסיסי, דגשים כלליים והכוונה בטיחותית ראשונית לבחירת ציוד חשמלי מוגן נגד התפוצצות בתחנות תדלוק, התקנתו ותחזוקתו, וסיכוני חשמל סטטי.

המאמר מבוסס על הרצאות שניתנו בנושא ביום עיון שנערך ב"מכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה" (בתאריך 15.6.2015).

במאמר זה נדון בדגשים עיקריים הנותנים הכוונה כיצד להימנע מסיכוני חשמל וחשמל סטטי בתחנות תדלוק, בהתאם לאזורי הפעילות, או סוגי הציוד המותקנים בתחנות התדלוק על ידי התאמת הציוד החשמלי לאזורי הסיכון בתחנה, לדוגמה: רמת סיכון גבוהה בסמוך למשאבות התדלוק ובסמוך למיכלים, כל אלה בהתאם לדרישות התחיקה והתקינה.

פעילויות בנוזלים דליקים מייצרות כידוע אטמוספירה דליקה, עקב אידוי הנוזל המטופל. תחנות תדלוק לכלי רכב מהוות מטבע הדברים מקור לסיכונים. על מנת להקטין את הסיכונים למינימום נדרשים אמצעים בטיחותיים שונים בכל שלבי הטיפול בנוזלים הדליקים, החל בקבלתם, אחסונם ובניפוקם.

אחד הסיכונים העיקריים בתחנות תדלוק הוא פריצת דליקות או התפוצצות, אשר יכולות לנבוע מסיבות שונות. אחת מהסיבות הנפוצות הן מערכות החשמל בתחנה והחשמל הסטטי. בחירה, התקנה, או תחזוקה לקויה שלהם עשויה להוות מקור לניצוץ חשמלי בעל אנרגיה מספקת, הפורץ אל מחוץ למיתקן החשמלי באזור בו קיימת אטמוספירה מסוכנת/נפיצה העלולה לגרום להצתת אדי הדלק והדלק בתחנה.

סוגי הדלקים הנפוצים בתחנות התדלוק הם: בנזין, סולר, גפ"מ ובעתיד גם גז טבעי דחוס, אשר ניצתים בקלות בטווחי ריכוז שונים. במאמר זה נדון בנוזלים דליקים אם כי הדרישות לגבי גז המשמש להנעת כלי רכב הן זהות.

סיכוני חשמל סטטי ומניעתו

תופעת החשמל הסטטי היא תופעה שכיחה, מוכרת וידועה. אולם מסתבר שרוב בני האדם אינם מבינים באמת כיצד היא מתרחשת, ועד כמה חמורות הן ההשלכות של תופעה זו בחיי היומיום ובמיוחד במפעלי תעשייה.

מדוע חשוב להבין את התופעה הזו? כיצד הפכה תופעה שכיחה

אשר השימוש בהם יוצר או עלול ליצור חום, ניצוץ או להבה שיש בהם סכנה העשויה לגרום התלקחות.

טמפרטורת התלקחות - הטמפרטורה הנמוכה ביותר בה מתלקח חומר דליק ללא סיוע של מקור הצתה.

נקודת הבזקה - הטמפרטורה הנמוכה ביותר בה ניתן להצית תערובת של אדי חומר דליק ואוויר על ידי להבה חיצונית.

אווירה מוגדרת כמסוכנת או נפיצה כאשר יש סכנה לחיי אדם או לרכוש. אווירה נפיצה, גם של ליטרים בודדים יכולה להיות מסוכנת בחלל מוקף



תחומי גבולות הנפיצות / דליקות

תחיקה תקנות ודרישות נציב כבאות (מפכ"ר בעבר)

התחיקה הרלוונטית דורשת התקנת ציוד חשמלי המותאם לאזורי הסיכון ואמצעים למניעת סיכונים חשמלי סטטי.

תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990.

תקנה 10. מיתקן חשמל הפועל באטמוספירה נפיצה "מיתקן חשמלי הפועל באטמוספירה נפיצה חייב להיות מהסוג המונע התפוצצות; המיתקן יהיה מותאם לתקן ישראלי ת"י 786".

הערה: ת"י 60079 על כל חלקיו בא במקום ת"י 786.

תקנות רישוי עסקים (אחסנת נפט), תשל"ז-1976

תקנה 10. מיתקן חשמל הפועל באטמוספירה נפיצה "ד) בשטח פתוח של מיתקן, בתחום 15 מטרים ממכלים, מאבזרים המותקנים על צינורות, וכן מיחידות ניפוק ומערכות ניפוק לנפט סוג א', יהיה ציוד חשמלי מוגן נגד התפוצצות (Explosion Proof) בהתאם לת"י 60079 או בעל בטיחות עצמיתית (Intrinsically Safe); הוראה זו תחול על תחנת תדלוק ציבורית או פנימית לגבי יחידות הניפוק והמשאבות; ואולם הדרישה לקיום ציוד מוגן התפוצצות או בעל בטיחות עצמיתית בתוך וסביב יחידות הניפוק, בתחנת תדלוק ציבורית ובתחנת תדלוק פנימית, חלה במרחק של 6 מטרים מהיחידה, לגבי נפט סוג א', ו-1.5 מטרים לגבי נפט סוג ב' ו-ג' עד גובה החלל שבו נמצאת המשאבה או יחידה המנייה, ובלבד שגובה זה לא יפחת מ-1.5 מטרים."

בהם נהרגו 2 אזרחים ונפצעו 48, ונגרם נזק ישיר לרכוש של 20 מיליון דולר. גם בישראל דווחו מקרים לא מעטים של התלקחות אש עם נפגעים במהלך תדלוק כלי רכב או במילוי דלק ממכליות אל מיכלי תחנת הדלק.

נקודות התורפה בתדלוק כלי רכב הן:

- אקדח המילוי בפיית מיכל הרכב;
- מילוי דלק במיכלים ניידים/ידניים.
- נקודות התורפה במילוי דלק ממכלית אל מיכלי תחנת הדלק:
- ניתוק צינור גמיש בשוחת מילוי וחיבורו לשוחת מילוי אחרת;
- הצנרת בשוחות הסתעפות אל מיכלי התחנה;
- צנרת דלק מחומר פלסטי שמותקנת בתעלה ובשוחת מיכל בתחנה.

מה ניתן לעשות להקטנת הסיכון להתלקחות אדי דלק בכל הפעילויות האלה?

עד כה נעשה מעט וצריך לעשות הרבה יותר. נדרש סיעור מוחות משולב של גורמי ממשלה, יחד עם חברות הדלק ומומחים, במטרה להכין תקנות ונהלים שיפרטו כיצד לבצע את מיגוון הפעילויות בתחנות הדלק כולל התיחסות ללקוחות - מה מותר ומה אסור - ויגדירו אמצעי אכיפה יעילים.

אזורי הסיכון בתחנות תדלוק - הגדרת האזורים

- אזור "0" - אזור מסוכן במיוחד - באזור זה שוררת אטמוספירה מסוכנת בקביעות, כגון: חלל פנימי של מיכלים, צינורות, מערכות ניפוק, שוחות.
- אזור "1" - אזור מסוכן - באזור זה צפויה התהוות של אטמוספירה מסוכנת בתנאי תפעול שגרתיים כגון: בתי שאיבה, פתחי איורור, אתרי פריקה ומילוי.
- אזור "2" - אזור רגיש - באזור זה צפויה התהוות אטמוספירה מסוכנת בתנאי תפעול בלתי שגרתיים, כתוצאה מתקלה טכנית כגון: כשל של ציוד, בריכות איסוף של מיכלי דלק.

טבלת 1: השוואה בין ההגדרות של אזורי הסיכון לדליקות עפ"י ההגדרות המקובלות באירופה ובאר"ב.

אזור מסוכן במיוחד	אזור מסוכן	אזור רגיש
אזור "0"	אזור "1"	אזור "2"
חטיבה 1 (division 1)	חטיבה 2 (division 2)	חטיבה 2 (division 2)

נוהלי עבודה באזורים מסוכנים

- אזור "0" - אזור מסוכן במיוחד - מותר ביצוע עבודה באש גלויה רק אך ורק בעת הדממת המיתקן ולאחר סילוק גזים ואדים דליקים.
- אזור "1" - אזור מסוכן - מותרת עבודה באש גלויה רק לאחר סילוק כל הגזים והנוזלים הדליקים.
- אזור "2" - אזור רגיש - באזור זה מותרת עבודה באש גלויה על פי היתר.

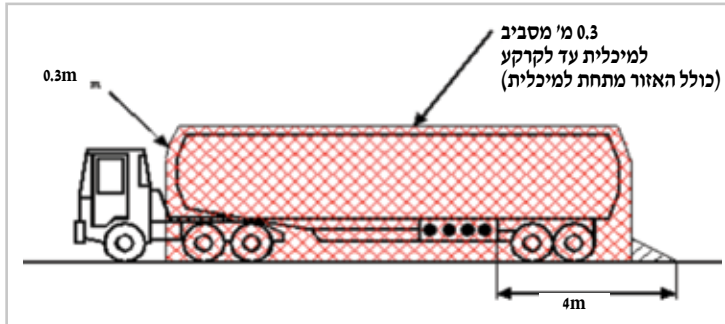
הגדרות מושגים

אטמוספירה מסוכנת או נפיצה - מפתח לדירוג רמת הסיכון בהתאם לתנאים בהם עלולה להיווצר אטמוספירה מסוכנת.

אש גלויה - מונח המיושם לכל תהליך, חומר ציוד כלי עבודה,

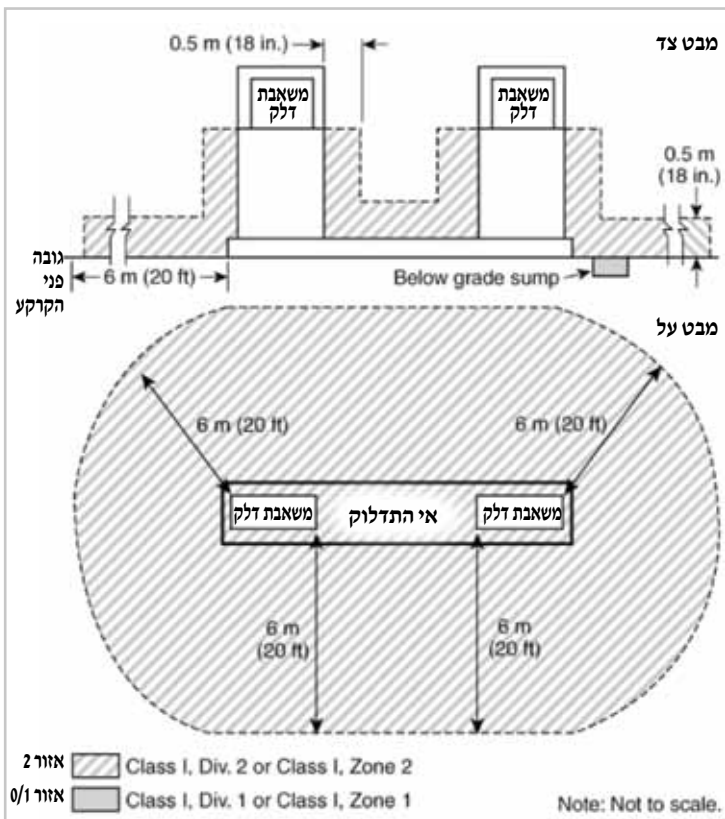
בחירה והתקנת הציוד החשמלי

הציוד החשמלי, התקנתו יהיו בהתאם לתקן הישראלי 60079 - אטמוספירות נפוצות: ציוד - דרישות כלליות, על כל חלקיו. בחירת הציוד המתאים אינה מספקת, אלא מצריכה התקנה נכונה, שימוש באביזרי חיבור/קצה מוגני פיצוץ (כניסות כבל מוגנות פיצוץ - אנטיגרין) בעת חיבור כבלי החשמל לציוד באזורים בעלי אווירה נפוצה (כגון: חיבור למשאבות טבולות, יחידות הניפוק, ציוד מדידה ותקשורת).



איור 4: טווח אזורי סיכון סביב מיכלית דלק

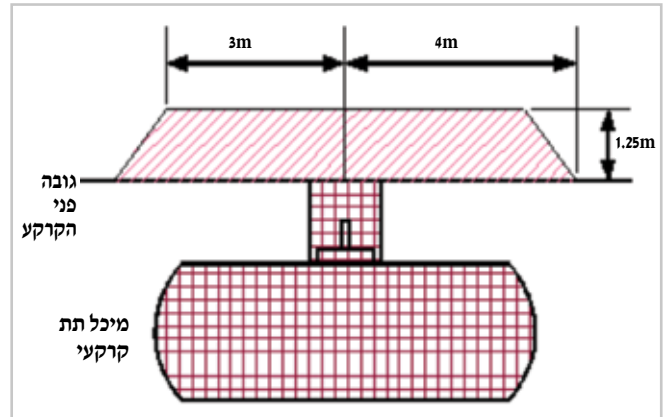
איטום השרוולים מובילי כבלי החשמל בשוחות, באמצעות חומר פלסטי מתאים, ו/או שימוש בכניסות כבל מוגנות פיצוץ (בשרוולים ממתכת בקוטר קטן), למניעת מעבר אדי דלק בין השוחות עצמן ולוח החשמל. הקפדה על סגירת הציוד החשמלי/קופסאות החיבורים בהתאם להנחיות היצרן למניעת חדירת אדי דלק.



איור 5: טווח אזורי סיכון סביב אי התדלוק (בסלנג משאבת דלק) - מבט צד ומבט על

דרישות כיבוי אש

הוראת נציב כבאות והצלה מספר 506 - הוראות כיבוי בתחנות תדלוק. טווח אזורי הסיכון בתחנות תדלוק

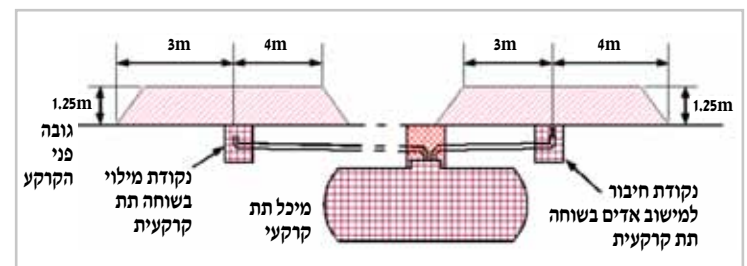


איור 1: טווח אזורי סיכון סביב נקודת מילוי ישירה למיכל

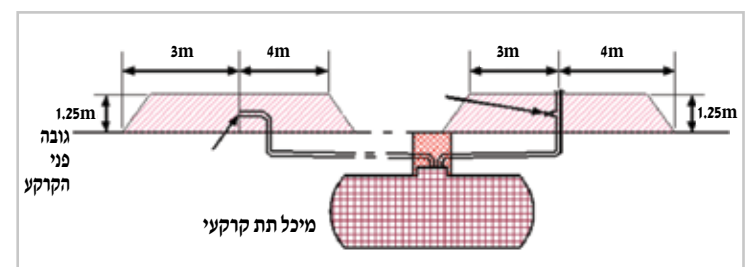
סוגי הציוד החשמלי

• **ציוד חשמלי מוגן נגד התפוצצות** - ציוד חשמלי הנועד לשימוש באטמוספירה נפוצה חייב להיות בנוי כך ששום ניצוץ או גז חם לא יצא החוצה מאביזר זה ויגרום להתפוצצות באטמוספירה הסביבה בה נמצא הציוד החשמלי.

• **ציוד במבנה בטוח במהותו (עצמותו) (intrinsically safe equipment)** - מעגל או ציוד הפועל במתחים וזרמים נמוכים, כך שאם נוצר ניצוץ הוא אינו יכול לגרום להצתה של הגז או אדי הדלק בגלל האנרגיה הנמוכה.



איור 2: טווח אזורי סיכון סביב פתח מילוי בשוחת 5 גלון (five gallon), ונקודת חיבור מישוב אדים בשוחה

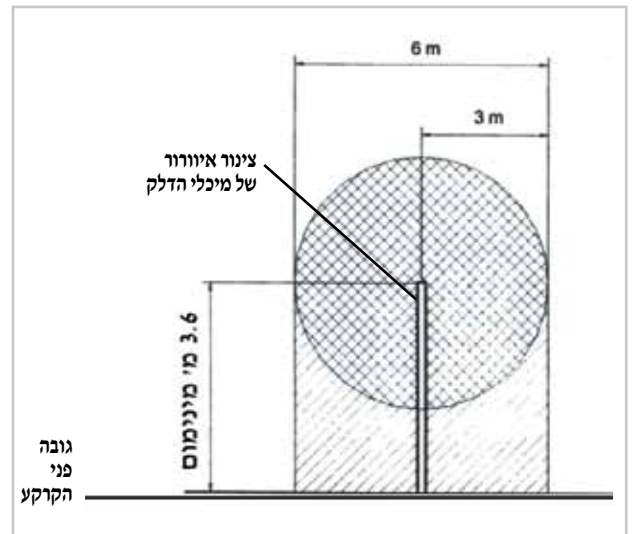


איור 3: טווח אזורי סיכון סביב פתח מילוי ונקודת חיבור מישוב אדים, נמצא מעל פני הקרקע

תחזוקת הציוד החשמלי

פתיחת ציוד לצורך תחזוקה או מטרה אחרת באזורי סיכון תהיה רק לאחר ניתוקו מרשת החשמל (מקור האנרגיה), נעילתו למניעת הפעלה לא מבוקרת.

בדיקת שמישות הציוד החשמלי, תקשורת, ומדידה בשוחות או באזורי סיכון עשויה לגרום לפריצת ניצוץ חשמלי ודליקה. בעת עבודה כל שהיא, המחייבת כניסה לשוחות תת-קרקעיות בתחנת תדלוק - טרם הכניסה יש לבדוק אי קיומה של אווירה נפוצה, ורמת חמצן נדרשת (מספיק גבוהה), במידת הצורך יש לאוורר באמצעות ציוד המתאים לסביבת אווירה נפוצה.



איור 6: טווח אזור סיכון סביב צינור האיוורור של מיכלי הדלק הטמונים

בדיקות תקופתיות לציוד החשמלי

בדיקות תקופתיות למערכת החשמל נדרשת על ידי "הוראת נציב כבאות והצלה מספר 506 - הוראות כיבוי בתחנות תדלוק"

5.6 - מערכת החשמל

5.6.6 - בדיקות תקופתיות יערכו לכלל מערכות החשמל בתחנות תדלוק ייערכו אחת לשנה על ידי חשמלאי בודק.

ספרות וחומר עזר לנושאי יום העיון

- תקנות רישוי עסקים (אחסנת נפט), התשל"ז-1976
 - בהוצאת "המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה":
 - המלצות לשיטות גישור/השוואת פוטנציאליים בעת פריקת מיכליות דלק למיכלים.
 - השוואת פוטנציאליים - מניעת סיכונים חשמל סטטי בעת פריקת מיכליות דלק, המלצות מעשיות.
 - פרסומי מרכז המידע של המוסד לבטיחות וגיהות:
 - "דלקים נוזלים" - חלק א' - סוגים, תכונות, בטיחות, אחסנה - המלצות מעשיות. ת-145
 - "דלקים נוזלים" - חלק א' - דגשי בטיחות בעבודות תחזוקה. ת-150
- ניתן לראות את מצגות יום העיון בשלמותן באתר "המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה" בערך "מאמרים ופרסומים". ■