






### דרישות רגולטוריות

- **תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990. סעיף 10:**  
 "10. מיתקן חשמלי הפועל באטמוספירה נפיצה חייב להיות מהסוג המונע התפוצצות; המיתקן יהיה מותאם לתקן ישראלי ת"י 786."  
 התקן הישראלי מספר 786 הוחלף בשנת 2010 על ידי ת"י 60079 - אטמוספרות נפיצות: על כל חלקיו
- **תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (תכנית לניהול הבטיחות), תשע"ג-2013:**  
 תקנות אלו מחייבות בין היתר ביצוע ניתוח סיכונים עבור כל גורם סיכון

**התקנים על בסיסם בנוי המדריך:**

- תקן ישראלי ת"י 60079 חלק 32.1, "אטמוספירות נפיצות: סיכוני חשמל סטטי – מדריך", 2018
- **NFPA 30:** "Flammable and Combustible Liquids Code", 2024 Edition
- **NFPA 77:** "Recommended Practice on Static Electricity", 2024 Edition
- **API 2003:** "Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents", API Recommended Practice 2003, 8<sup>th</sup> Edition, 2015

3



### ניהול סיכונים מצריך ביצוע של כל השלבים הבאים:

- שלב א' - זיהוי כל התרחישים האפשריים
- שלב ב' - הערכת הסיכון של כל אחד מהתרחישים
- שלב ג' - הערכת קבילות הסיכון

		חומרה						
		11	7	3	2	1		
		חומרה גבוהה מאוד	חומרה גבוהה	חומרה בינונית	חומרה נמוכה	זניחה		
מביות	1	11	7	3	2	1	זניחה	1
	2	22	14	6	4	2	נמוכה	2
	3	33	21	9	6	3	בינונית	3
	4	44	28	12	8	4	גבוהה	4

- שלב ד' – הטמעת הבקורות
- שלב ה' – שמירה על אפקטיביות הבקורות

4

**שלבנים להיווצרות הצתה כתוצאה מפריקת חשמל סטטי**

**פריקת ניצוץ (Spark Discharge)**

- פריקת ניצוץ מתרחשת בין שני גופים מוליכים שקיים ביניהם הפרש פוטנציאליים. מצב זה מתרחש בד"כ כאשר לפחות אחד מהגופים אינו מוארק.
- תרחישים לפריקת ניצוץ:**
- פריקת ניצוץ בעקבות הצטברות מטען חשמל סטטי על גבי גוף מתכתי שאינו מוארק או מגושר ("מתכת צפה").
- היווצרות המטען:** זרימה של נוזל (גם אם הנוזל מוליך וגם אם הוא מבודד) בתוך צנרת העשויה מחומר מבודד תגרום לטעינתו כתוצאה מהחיכוך שבין הנוזל לדופן הצנרת.
- הצטברות המטען:** גוף מתכתי שאינו מוארק או מגושר (כגון ברז או אוגן הנמצאים על קו צנרת פלסטיק), יכול לצבור כמות גבוהה של מטען חשמל סטטי ולהפוך למעין קבל בעל מתח גבוה. הגוף המתכתי לא חייב להיות במגע ישיר עם הנוזל מאחר ומטען של חשמל סטטי יכול לעבור גם בהשראה ולטעון גוף מתכתי הסמוך אליו.
- פריקת המטען:** במידה ויתקרב אל הגוף המתכתי הטעון במטען חשמל סטטי גוף מוליך אחר בעל פוטנציאל חשמלי שונה (לדוגמא אדם), עלולה להתרחש פריקת ניצוץ והצתת אוירה נפיצה (במידה וקיימת).

5

**פריקת ניצוץ (Spark Discharge)**

**תרחישים לפריקת ניצוץ:**

- פיצוץ כתוצאה מפריקת ניצוץ עקב זרימה של נוזל מוליך בתוך צנרת מבודדת:**
- היווצרות המטען:** זרימה של נוזל מוליך בתוך צנרת מבודדת תגרום לטעינתו כתוצאה מהחיכוך שבין הנוזל לדופן הצנרת.
- הצטברות המטען:** במידה והנוזל נכנס לתוך כלי קיבול העשוי מחומר מבודד (לדוגמא לתוך חבית פלסטיק או מיכל קובייה העשוי מפלסטיק) הנוזל יישאר טעון.
- פריקת המטען:** במידה ויתקרב אל הנוזל הטעון במטען חשמל סטטי גוף מוליך אחר בעל פוטנציאל חשמלי שונה עלולה להתרחש פריקת ניצוץ והצתת אוירה נפיצה.
- תאונה עקב פיצוץ שנגרם בשל פריקת ניצוץ:**
- תיאור התאונה שאירעה במפעל Barton Solvents
- תרחישים אפשריים לפריקת החשמל הסטטי באירוע זה
- לקחים שנלמדו מהאירוע
- בקורות מומלצות לצמצום הסתברות של פריקת ניצוץ קישור לדו"ח המלא:**

6



**• תרחישי פריקת חשמל סטטי במהלך פעילויות נפוצות:**

- מילוי בהתזה
- Switch Loading
- שימוש בביוביות (מכלית ואקום) לצורך שאיבת נוזלים דליקים
- מילוי או ריקון מכלי קוביה
- ניקוי מכלים המכילים אוירה נפיצה עם נוזל בלחץ
- שימוש בצנרת גמישה עם סליל מתכתי פנימי

**• בקרות מקובלות להקטנת ההסתברות לפריקת חשמל סטטי:**

- אווירה אינרטית
- שינוי בתהליך
- הורדת מהירות הזרימה
- הארקה וגישור
- לבוש ונעלי עבודה
- משטחים וריצוף
- שימוש במכליות



**Hierarchy of Controls**

Most effective	Elimination	Physically remove the hazard
	Substitution	Replace the hazard
	Engineering Controls	Isolate people from the hazard
	Administrative Controls	Change the way people work
Least effective	PPE	Protect the worker with Personal Protective Equipment



**• מידע נדרש לצורך ניתוחתרחישי פריקת חשמל סטטי:**

- פרמטרים פיזיקליים/ כימיים של החומר:
  - נקי' ההבזקה של הנוזל
  - לחץ האדים של הנוזל
  - טמפי' הנוזל
  - מוליכות חשמלית של הנוזל בטמפי' השימוש בו
- בפרמטרים תהליכיים:
  - זיהומים אפשריים בנוזל (כגון נוכחות מים)
  - זרימה דו-פאזית או הימצאות חלקיקי מוצק בנוזל
  - מהירות הזרימה במקטעים השונים.
  - מיקום כניסת הנוזל למיכל
  - זמן שהייה בתהליך לאחר מעבר דרך אביזרים היוצרים חיכוך/ טורבולנציה גבוהים (לדוגמא: אחרי פילטרים).
  - שימוש באביזרים (כגון מדי מפלס, צנרת גמישה) שאינם אנטיסטטיים או שימוש בציודים העשויים מחומרים מבודדים.
  - הלחות
  - פעולות ידניות המתבצעות



• פריקת חשמל סטטי בגזים:

- הצתה כתוצאה מנוכחות טיפות נוזל או מוצקים בזרם הגז
- הצתה כתוצאה מחיכוך של מוצק/קרח עם גז דליק)
- פריקת קורונה (Corona Discharge)

