

**סיכוני פריקה אלקטרוסטטית בסביבה  
נפיצה, ניתוח אירועים ותאונות  
וחקר כשלים, תעשיית הפרמה**

**הוכן ע"י: משה נצר**

**netzerm@netvision.net.il**

**יועץ לפיקוח על מטענים סטטיים ומניעת אווירה דליקה**

מאי 2026

# תכולה:

- ❑ מבוא: ההיסטוריה של מודעות לסכנות החשמל הסטטי
- ❑ דוגמאות של הרס מפיצוצים ודליקות
- ❑ תכונות דליקות ופיצוצות של אבק
- ❑ משולש הכשל האלקטרוסטטי
- ❑ פנטגון הפיצוץ בתרחיף אבק
- ❑ "כמעט" מימוש של משולש הכשל
- ❑ תיאור של מספר אירועים ותאונות עקב חשמל סטטי בתעשייה

# המגדל התמוטט בפיצוץ אדיז; חשבת'י שמדובר בפיגוע חבלני"

1 מודיעין, 47 סקינדור רביר, נהרג כתאונה שאירעה במפעל לייצור מזון לבעלי חיים ליד עכו 1 רבצסקי, עולה חיים בן 40 נמצע קשה 1 הפיצוץ נגרם כתוצאה מחדירת חשמל סטטי

המגדל התמוטט בפיצוץ אדיז; חשבת'י שמדובר בפיגוע חבלני

1 מודיעין, 47 סקינדור רביר, נהרג כתאונה שאירעה במפעל לייצור מזון לבעלי חיים ליד עכו 1 רבצסקי, עולה חיים בן 40 נמצע קשה 1 הפיצוץ נגרם כתוצאה מחדירת חשמל סטטי

המגדל התמוטט בפיצוץ אדיז; חשבת'י שמדובר בפיגוע חבלני

1 מודיעין, 47 סקינדור רביר, נהרג כתאונה שאירעה במפעל לייצור מזון לבעלי חיים ליד עכו 1 רבצסקי, עולה חיים בן 40 נמצע קשה 1 הפיצוץ נגרם כתוצאה מחדירת חשמל סטטי



# החרבת מפעלים עקב פיצוץ אבק

Year	Country	Description	Killed	Injured
1945	Canada	Port elevator in Port Arthur, Ontario	22	27
1970	Norway	Grain silo in Stavanger Havnesilo	0	0
1975	Canada	Port elevator in Vancouver	5	5
1976	Norway	Grain elevator in Vippetangen	NA	NA
1979	Germany	Flour mill in Bremen	14	50
1979	Spain	Agricultural cooperative in Lerida	10	18
1980	Canada	Port elevator	1	7
1980	Russia	Flour mill in Kalinin	10	7
1981	Canada	Port elevator	0	1
1981	Thailand	Grain storage	2	5
1981	Russia	Flour mill in Chelyabinsk	10	9
1982	France	Barely malt plant in Metz	12	5
1982	Morocco	Flour mill in Rabat	6	20
1982	Russia	Grain elevator in Schinsk	13	36
1985	Argentina	Port grain elevator in Bahia Blanca	22	Many
1985	Canada	Feed mill in Medicine Hat	1	6
1986	Australia	Port elevator in New Castle	0	3
1987	China	Flax dust at a textile plant in Harbin	58	177
1987	Norway	Grain elevator in Vippetangen	NA	NA
1988	Jamaica	Flour mill in Kingston	3	0
1988	Russia	Grain elevator in Kuibyshev	2	NA
1978-1991	USA	All States, 213 cases – chemical and dust explosions, 9.5% of which assumed electrical sparks and ESD	Many	Many

# הידבקות אבקה על צינור עקב כוחות משיכה אלקטרוסטטיים ופריקות א"ס מקומיות



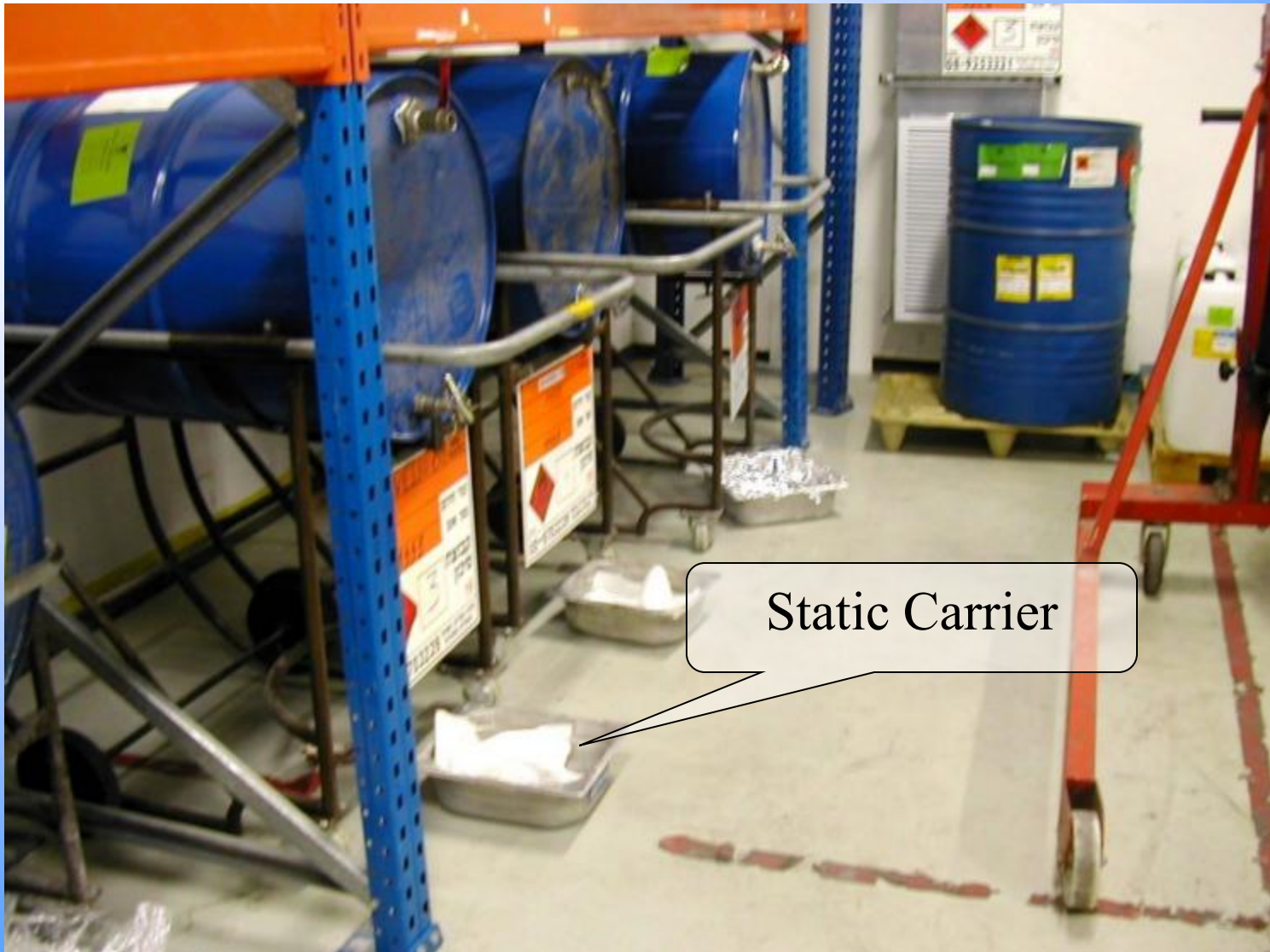
# הצתת אדי דלק בעת גישה להפסקת התדלוק בתחנת דלק



# משולש הכשל בתחנת הדלק

- **נשא: גוף הנהג**
- **קולטן: הרכב או אקדח התדלוק**
- **אזירה דליקה: אדי בנזין**

# "כמעט" מימוש של משולש הכשל



# משולש הכשל במחסן כימיקלים

- **נשא: מגשי האלומיניום – התאדות גורמת למטען סטטי נוסף הנצבר במגש**
- **קולטן: קיבול האדם הניגש למגשים או עמדות בנשיאה של החביות**
- **אזירה דליקה: אדי סולבנטיים**

# אירוע אש ביבוש ניפרוסול (2004)

- נשא מטען סטטי: מגשי פוליפרופילן והאבקה

- קולטן: גוף היבשן

- אווירה דליקה: אבק אורגני יבש

- תוצאות: נזק היקפי רב למתקן

## לקחים עיקריים

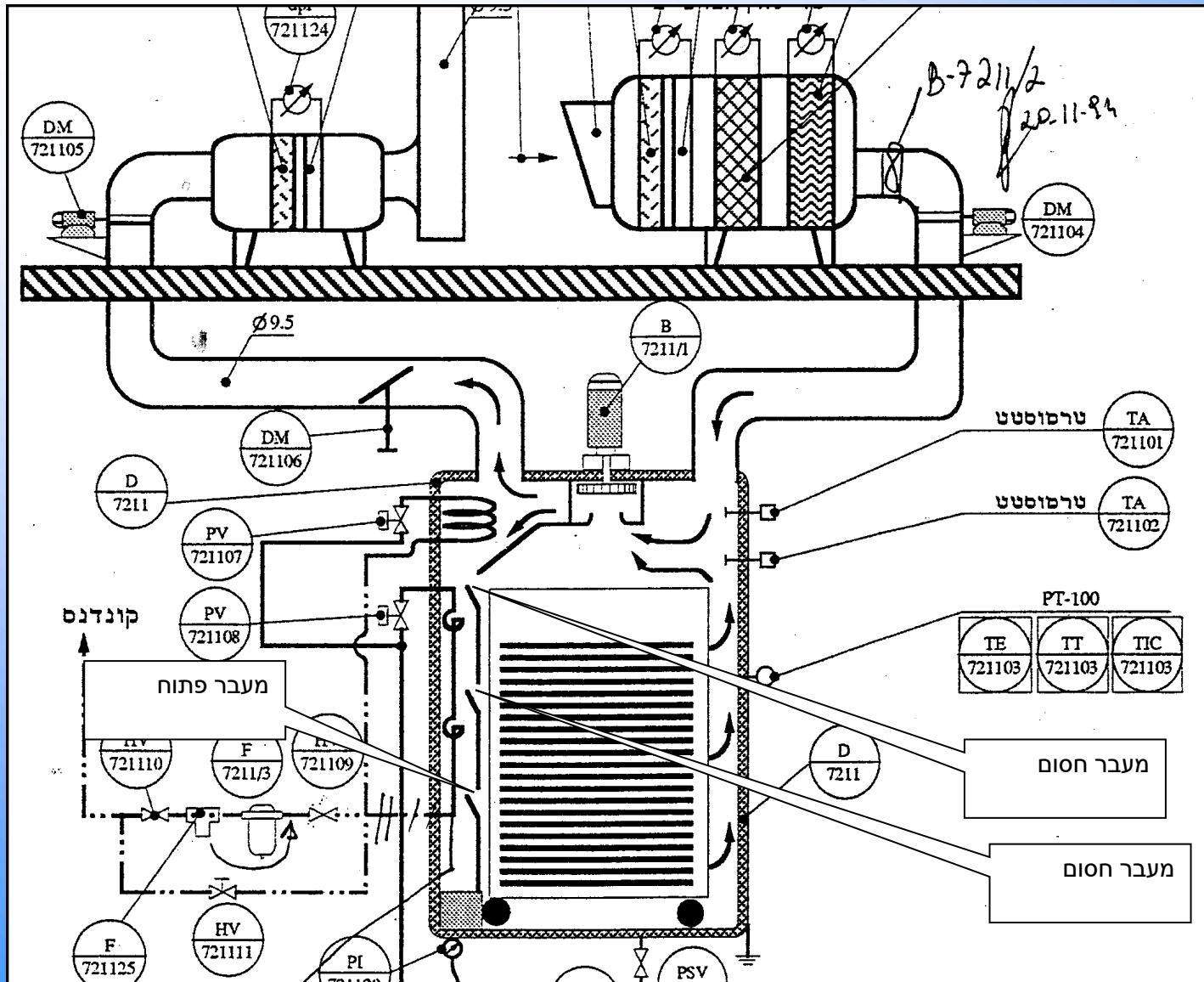
- הלקח העיקרי: חשוב לוודא תקינות היבשן

- יש להבטיח שכל פתחי האוויר ביבשן פנויים ופועלים

- הרחקת היבשן ממתקנים חיוניים כמו לוח חשמל

- מניעת שפך אבק על רצפת התנור.

# מבנה תנור ייבוש באוויר חם והתלקחות בעת יבוש הניפרוסול



# יבשן ללא נזק והיבשן שניזוק ביבוש הניפרוסול



מגשי פוליפרופילן  
מלאים בגושי  
ניפרוסול

שרידי היבשן והחומר  
שנשרפו



# אירוע פיצוץ במיכל ספיגה DMS (2005)

- נשא מטען סטטי: זרם מי קירור בלחץ 4 אטמ'

- קולטן: מי חמצן ו- DMS בתחתית המיכל

- אוויר דליקה: אדי DMS מועשרים בחמצן

- תוצאות: נזק היקפי רב למתקן

## לקחים עיקריים

- הלקח העיקרי: הזרמת נוזלים באמצעות טובלן

- נקודות מכוונות להארקת נוזלים מוליכים במיכל

מבודד

- הקמת בריקאדות סביב מיכל עם סיכון מוגבר לפיצוץ

# פיצוץ במיכל ספיגה המכיל DMS עקב הזרמת מי קירור



# סימולציה של הזרמת מי קירור בלחץ 4 אטמ' לתוך המיכל



# דליקה בטעינה של Nefazodone Base לריאקטור, (2003)



# הזנה של אבקה על ידי מריצת משפך לתוך ריאקטור עם תערובת היברידיית



# הזנה של אבקה על ידי שסתום פרפר מסתובב לתוך ריאקטור עם תערובת היברידיית



# אירוע דליקה בסביבת מכונת טבליות 1250, (2000)

- גורם ההצתה: קצר חשמלי עקב חדירת נוזל ניקוי דליק על קבלים טעונים בלוח החשמל של המכונה
- תוצאות: נגרם נזק קל

## לקחים עיקריים

- הלקח העיקרי: יש להמנע מלשטוף את המכונות עם סולבנט מוליך; עדיף לשטוף עם דטרגנט בלתי דליק
- הקבלים בלוח חשמל של מכונות יכולים להישאר טעונים גם אם המכונה מנותקת מהזינה החשמלית
- יבוש עם אקדח אוויר לאחר ניקוי עם סולבנט בעייתי כיוון שהוא מייצר אוויר דליקה

# ארונית החשמל הצמודה למכונת הטבליות (עדיין נראים עקבות ברורים של הדליקה)



# אירוע דליקת מתנול בהודו עקב השארת חבית ללא מכסה וגנרציה של חשמל סטטי עקב התאדות הממס



# שואב אבק תקין מימין (חלקים פלסטיים) ומסוכן משמאל



שטוצר מתכתי של שואב  
האבק נטען עקב חשמל סטטי  
ויכול לגרום לפריקה א"ס  
אנרגטית

Moshe Netzer - El  
Safety

# צינורות גמישים: מימין צינור עם ספירלה מתכתית הדורש הארקה ומשמאל צינור גומי מוליך המאורק אוטומטית בקצוות



# שק ענק אנטיסטטי עם חוטים מוליכים וסימון נקודת הארקה





**שימוש בדוגם לא  
מתכתי בטוח יותר  
מאשר שימוש  
בדוגם מתכתי**

# IBC עם שריג מתכתי שרצוי שיהיה מוארק. הטובלן רצוי שיהיה פלסטי



# הארקת שק למינט בעת הזרמה של טבליות או אבקת API



תודה על השתתפותכם

תודה על השתתפותכם  
המשך עבודה בטוחה

