

כשלים של מערכות מתזים כתוצאה מאי התאמה בין המערכת ובין הסיכון

System Inadequacy

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

כשל במערכת מתזים

המצגת הזו עוסקת בתכנון לקוי, ליתר דיוק – איפיון לקוי.

התכנון היא בסה"כ עבודה טכנית הדורשת ידע ביישום דרישות האיפיון לשרטוט. טכנאי או הנדסי יכול לעשות את זה.

האיפיון היא העבודה ההנדסית החשובה והמכרעת.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

כשל במערכת מתזים

התפתחות ההגנה ע"י מתזים אוטומטיים בארץ קיבל
האצה החל משנת 1990.

עד היום, אין תקנות בנייה אשר מחייבות התקנת מתזים.
החוק נתן לשירותי הכבאות את האפשרות לדרוש
מערכת כיבוי אוטומטית או מערכת גילוי, אבל לא יצר
מערכת של הגדרות מתי יש להתקין גלאים או מתזים או
שניהם ביחד.

היוזמה להתקנת מתזים יצאה ממפקד כיבוי איגוד ערים
חיפה, משה ורדי והתפשטה ברחבי הארץ.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

כשל במערכת מתזים

בתוך תקופה קצרה, הגיע קצב ההתקנה של מתזים
לנפש במדינת ישראל למקום השני בעולם אחרי ארה"ב.

אם ננכה את ההתקנות במגורים בארה"ב, קצב
ההתקנה בישראל בעסקים מסחריים ותעשייתיים הוא
הראשון בעולם לנפש. אם נחשב את מס' המתזים ביחס
לתפוקה הלאומית לנפש בודאי שישראל במקום הראשון
בעולם בפער גדול.

תהליך מהיר זה בהכרח מחייב עקומת לימוד מהירה
מאוד, כאשר הדרך רצופה בשגיאות.

במצגת זו אנו מראים באמצעות אירועי אמת את
התוצאות האפשריות של חריגות תכנון וכיצד ניתן לאתר
אותן.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

הבעייה קיימת בד"כ במחסנים ובאתרים המכילים חומרים דליקים או בעירים

1. באחסון חומרים מוצקים,
2. אחסון מוצרים ביתיים משולבים
בצבעים ואירוסולים (קנקני ספריי),
3. באחסון חומרים דליקים.
4. באתרים המכילים מערכות העושות
שימוש בנוזלים בעירים.

אחסון מוצקים - עוצמת הסיכון תלוייה ב:

1. סוג החומרים - Commodity Class
2. אופן אחסון החומרים.

אחסון מוצקים (המשך)

סוג החומרים – הסיכון נקבע לפי ערך ההיסק של החומרים ומהירות התפתחות האש

1. עץ וקרטון – Commodity Class 3
2. חומרים פלסטיים – בחלוקת משנה לפי סיכון עולה:
 - 1 (חומרים בעלי ערך היסק גבוה כגון: פוליאטילן, פוליפרופילן, פוליסטירן, פוליאוריתן, ABS, פוליאסתר.
 - 2 (ארזים בקרטון או ללא קרטון (חשופים).
 - 3 (קשיחים או מנופחים (Expanded) .
 - 4 (בד לא ארוג כאשר שיעור האוריריות של הבד קובע את רמת הסיכון

PVC עם פחות מ- 20 % תוספים נחשב כ- Class 3 כמו קרטון.

אחסון מוצקים (המשך)

סוג החומרים – הגדרת ה- Commodity נקבעת לפי אחוז הפלסטיק במשקל או אחוז הנפח של הפלסטיק בנפח המטען – כל מטען בפני עצמו.

1. Commodity Class 3 יכול לכלול עד 5 % פלסטיק לפי משקל.
2. Commodity Class 4 יכול לכלול עד 15 % פלסטיק לפי משקל, או 25 % לפי הנפח.
3. Commodity Plastic Group A – כאשר כמות הפלסטיק עולה על 15 %.

אחסון מוצקים-אופן אחסון החומרים:

מה שקובע הוא שיעור האווריריות סביב המטען, הרשימה להלן מציגה סידורי אחסון לפי רמת סיכון עולה:

1. ערימות מלאות צמודות.
2. אחסון על משטחי עץ.
3. אחסון על מדפים פתוחים.
4. אחסון של משטחי עץ ריקים זה על גבי זה.
5. משטחי עץ עם שימוש דו צדדי מסוכנים יותר ממשטחי עץ חד צדדיים.
6. אחסון גלילים של נייר, פלסטיק, בד לא ארוג. הגלילים יוצרים "ארובות" המאפשרות התפשטות אש מהירה, בפרט אם יש רווח ביניהם.

אחסון מוצקים (המשך)

הטיסיו בעיר מאוד, הרבה יותר מנייר עיתון. אלא שצורת האחסון בגלילים של נייר העיתון, גורמת ליצירת עוצמת אש גדולה יותר ובזמן קצר יותר.

נייר טיסיו (Tissue) על משטחים גלילי נייר עיתון בתצורה מרווחת



סרטי וידאו – מופעלים ע"י לחיצה עם העכבר על התמונות

אחסון מוצקים (המשך)

תפוקת מים נדרשת

תפוקת המים הנדרשת מורכבת משני גורמים:

1. צפיפות המים בליטרים לדקה למ"ר.

2. שטח הפעלה.

צפיפות המים שהיא ההתזה בפועל על המטען הבוהר, תלוייה בעוצמת הבעירה של המטען. שיעור הצפיפות נקבע בניסויי אש.

שטח ההפעלה הוא השטח של פעולת כל המתזים שנפתחים. בהחלט לא כל המתזים באולם. רק אלה שעלולים להיפתח עקב השריפה. הניסיון מראה, ששטח הפעולה של המתזים גדול פי שלשה עד ארבעה משטח הבעירה.

אחסון מוצקים (המשך)

תפוקת מים נדרשת (המשך)

דוגמאות של צפיפות מים לפי הסיכון:

1. משרדים – סיכון נמוך: 4 ליטר למ"ר לדקה.

2. חניון – סיכון בינוני 1: 6 ליטר למ"ר לדקה.

3. ייצור – סיכון בינוני 2: 8 ליטר למ"ר לדקה.

4. ייצור פלסטיק, כבד 1 12 ליטר למ"ר לדקה.

1. מחסן, עץ ונייר 6 מ' גובה: 8 ליטר למ"ר לדקה.

2. מחסן, פלסטיק 3 מ' גובה: 12 ליטר למ"ר לדקה.

3. מחסן גבוה 24 ליטר למ"ר לדקה.

4. פלסטיק, גג עד 9 מ', מתז מיוחד: 32 ליטר למ"ר לדקה.

אחסון מוצקים (המשך)

תפוקת מים נדרשת (המשך)

שטח ההפעלה משתנה אף הוא בהתאם לסיכון:

סיכונים נמוכים ורגילים:	136 מ"ר
סיכונים כבדים ומחסנים:	186 עד 286 מ"ר ויותר.
חומרים דליקים:	450 מ"ר כדוגמא.

סה"כ תפוקת המים הנדרשת היא: הצפיפות X השטח.

גורם נוסף הקובע את גודל מאגר המים הוא: משך הזמן הדרוש לאספקת התפוקה המתוכננת.

אחסון מוצקים (המשך)

כמות מים הנדרשת

גורם נוסף הקובע את גודל מאגר המים הוא:

משך הזמן הדרוש לאספקת התפוקה המתוכננת.

משך הזמן הדרוש למשרדים:	30 דקות.
לסיכון רגיל:	60 דקות,
לסיכון כבד:	90 דקות
למחסנים:	120 דקות,
לצמיגים:	180 דקות,

מה שקובע את כמות המים הדרושה:

תפוקת המים לדקה כפול משך הדקות.

אחסון מוצקים (המשך)

LH=570 lpm

רמות סיכון בשטחי ייצור:

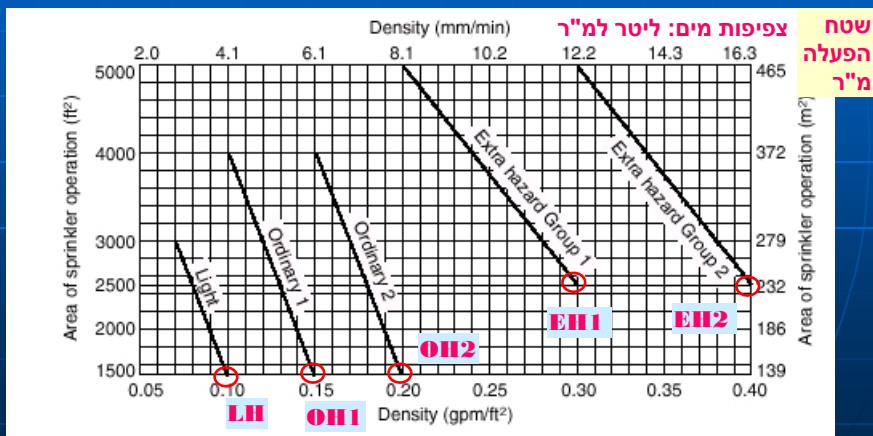
OH1=850 lpm

להלן תפוקות המים הדרושות לדקה:

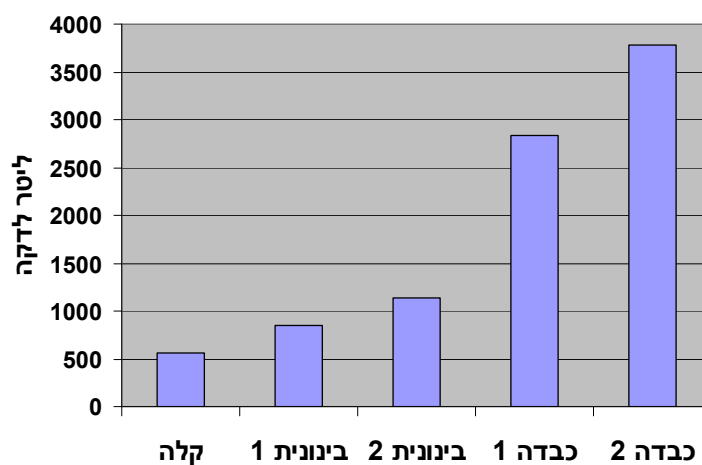
OH2=1,140 lpm

EX1=2,840 lpm

EX2=3,875 lpm



ספיקת מים נדרשת למתזים בליטרים לדקה



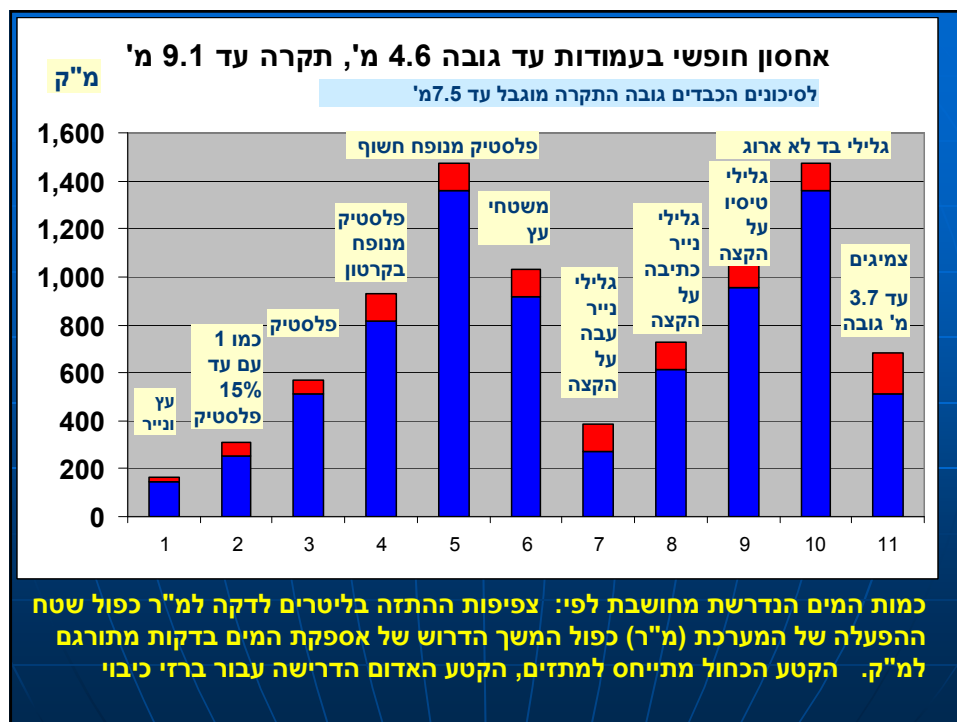
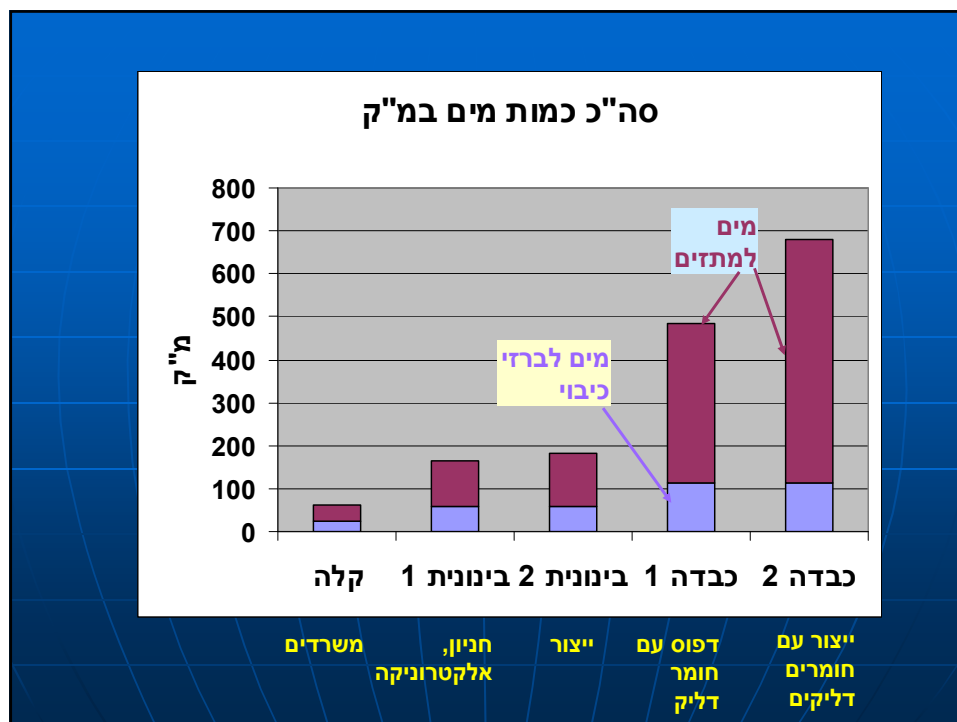
משרדים

חניון,
אלקטרוניקה

ייצור

דפוס עם
חומר
דליק

ייצור עם
חומרים
דליקים



התפתחות בשנים האחרונות

מה שקרה בשנים האחרונות הוא פיתוח מתזים רבי עוצמה.

ראשית: מתזים בעלי תפוקת מים כפולה ומשולשת ביחס למתזים הגדולים שהיו עד סוף שנות השמונים של המאה העשרים.

אם נסווג את המתז הסטנדרטי כבעל עוצמה **80**, המתז הגדול של אותה תקופה היה בעל עוצמה **120 (LO)**.

תחילה פותח מתז בעל עוצמה של **160 (ELO)**, אחר כך התקדמו למתז בעל עוצמה **200**.

המתזים העוצמתיים של היום הם בעלי עוצמה של **240** והגדולים ביותר בעלי עוצמה של **280**.

מתז בעל עוצמה של **240** מסוגל להגן על אחסון מוצרי פלסטיק בגובה אחסון של 7.5 מ' עד גובה תקרה של 9 מ'.

לעומת זאת, המתז הגדול של שנות השמונים (**120**), נזקק לשכבות מתזים בין מדפים.

ההישג הוא החופש להתקין מתזים בתקרה בלבד.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

שני המתזים מיצרנים שונים: שניהם סטנדרטיים, טמפ' הפעלה 68°C , שניהם מיועדים להתקנה במצב ניצב.

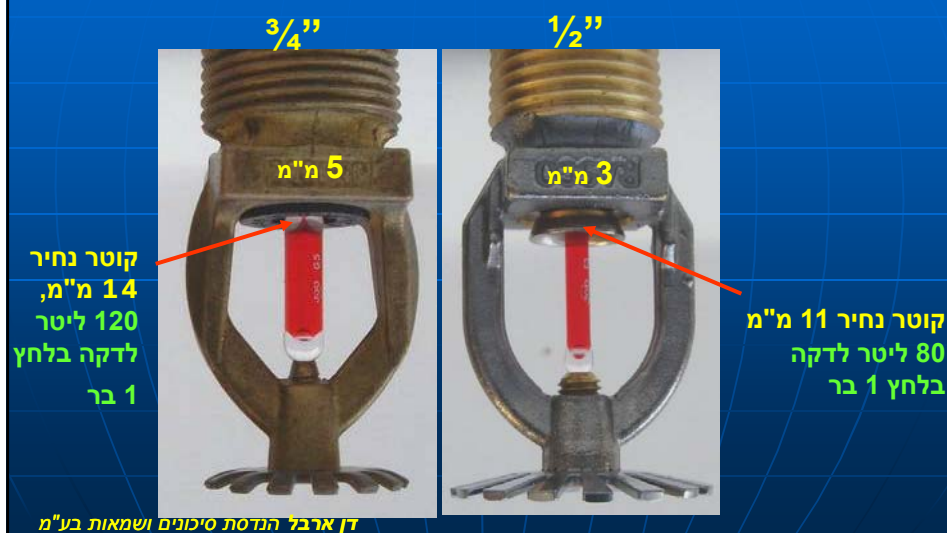
השונה ביניהם הוא קוטר הבועה: הימני 5 מ"מ והשמאלי 3 מ"מ. לכן המתז השמאלי מוגדר מתז תגובה מהירה והימני- תגובה סטנדרטית



דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

שני המתזים מיצרנים שונים: טמפ' הפעלה 68°C , שניהם מיועדים להתקנה במצב תלוי.

מלבד הבועה, השוני ביניהם הוא קוטר ההברגה וקוטר הנחיר.



התפתחות בשנים האחרונות (המשך)

שנית: בשעה שמתזים הוגדרו כ- **CONTROL MODE**, הווה אומר מסוגלים לאתר את האש, אולי לכבות אבל אולי צריך סיוע ידני, פותחה סדרת מתזים הנקראת:

ESFR (Early Suppression Fast Response)

כלומר: אלה מתזים בעלי תגובה מהירה, הפועלים במהירות ומצליחים לדכא את האש בעודה באיבה. הוא אושר לראשונה ע"י FM בשנת 1989.

בשעה שעם מתזים הרגילים, נדרשים במחסנים גבוהים 10 עד 15 מתזים לאיתור האש, המתזים מטיפוס ESFR נדרשים ל- 4 בלבד, לכל היותר 6 מתזים.

אולם קיים אלמנט נוסף: נידרש לחץ מינימלי הרבה יותר גבוה. בשעה שהמתזים מטיפוס Control Mode נדרשים ללחץ מינימלי של 0.5 בר, ה- ESFR מהגודל של 200 למשל, נדרש ל- 3.5 בר.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

התפתחות בשנים האחרונות (המשך)

איך זה מתבטא בתפוקת מתז:

המתז הסטנדרטי הבסיסי (1 לעיל) הסתפק ב- 80 ליטר לדקה.

מתז ה- ESFR מגיע ל- 500 ליטר לדקה.

מה קורה שפורץ המתז הראשון (מלוא הלחץ אז לטובת המתז):

התפוקה של המתז הסטנדרטי הבסיסי היא כ- 200 ליטר לדקה.

התפוקה של מתז ESFR הגדול (280) יכולה להגיע ל- 1,200 ליטר לדקה. שטח ההצפה על רצפה מפולסת חלקה הוא 1,200 מ"ר בדקה אחת. נקל להבין את נזק המים שנגרם במקרה של מתז שפורץ באופן ספונטני.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

התפתחות בשנים האחרונות (המשך)

יתרון מכריע של מתז ESFR הוא:

משך הזמן שנדרש לאספקת מים 1 שעה בלבד, לעומת 2 שעות במקרה של מתזים בשיטת Control Mode.

האימפקט הוא:

ניתן להתקין מתזים בתקרה בלבד עד לגובה תקרה של 12.20 מ' ובמקרים מסויים על 13.70 מ'.

בשל יעילות המתזים ניתן להסתפק במחצית הדרישה לברזי כיבוי.

יוצא איפוא שבמקום שקודם נדרש מאגר מים של 1,000 מ"ק, המתזים האלה מאפשרים 400 מ"ק בלבד.

אבל לכל דבר טוב יש צדדים חלשים- יש צורך בהקפדה חמורה על כללי התקנה ואחסון, אחרת צפוי כשלון של המערכת.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים (המשך)

דוגמאות של אירועי אש ולקחים

בשיקופיות הבאות, נציג כמה ארועים של אש אשר מעלים בעיות של יישום לקוי של מתזים.

חלק מהחריגות התפתחו עם הזמן בשל שינוי באופי החומרים בשימוש. למשל, שימוש גדל והולך של מוצרים המכילים אחוז מכריע של פלסטיק.

יחד עם האירועים, אנו נציג את המצב הקיים בארץ באותו סוג של עסקים הדומים לאלה בהם פרצו השריפות.

בתום כל אירוע, אנו נציג את הלקחים ואת המסקנות לחתמים לסוקרים ולמנהלי תביעות אם חלילה יקרה אירוע.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים (המשך)

מחסן מכר בארה"ב Tempe Arizona

שטח:	9,300 מ"ר
גובה:	7.3-8.8 מ'
גובה אחסון:	4.6 מ', על מדפים.
סחורה:	מוצרים ביתיים ולעבודות בית (כמו "הום", אייס וגו').
מתזים:	20 ליטר לדקה למ"ר על 186 מ"ר. זה מתאים לתכנון עבור Class 4, לגובה אחסון של 6 מ' (הרבה מעל הנדרש בהתקנות שבוצעו בארץ למחסני מכר דומים). המתזים – הטיפוס המוגדל לאותה תקופה, טמפ' הפעלה 141°C .
תכנון:	כ- 4,500 ליטר לדקה בלחץ 3.3 בר.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים (המשך)

מחסן מכר בארה"ב (המשך)

גג:	קונסטרוקציה מבוססת על קורות עץ ולוחות דיקט.
גילוי אש:	מערכת המתזים הייתה תחת השגחה של מע' גילוי, אשר דיווחה למוקד.
שחרור עשן:	מבוסס על פתחים שנפתחים אוטומטית עם אלמנט נתיך ב- 74°C וכיסויי פלסטיק שגם הם אמורים לאפשר שחרור עשן. כדי ליעל את שחרור העשן, היו מותקנים וילונות בעומק של 200 ס"מ שיוצרים "אמבטיות הפוכות" בתקרה (לפי תקנים בינלאומיים רבים – לא מקובל בישראל).
מדפים:	אטומים (Solid Shelves), עם מעברים אורכיים ורוחביים שיש להניח שהיו חסומים פה ושם (למרות שזה אינו תיקני, זה מאוד מקובל גם בארץ).

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, מחסן מכר (המשך)

אש: הצתה של רהיטי גינה מפלסטיק. התגלתה כאשר עדיין הייתה "קטנה" (כמו מוניטור של מחשב)

תאריך: 1998, חודש מרץ, שעה 16:00.

פעולת מתזים: 66 מתזים נפתחו, על פני שטח תקרה של 472 מ"ר. כלומר, פי 2.3 משטח ההפעלה המתוכנן.

מקור מים: עירוני. בעת התכנון, היו 9,200 ליטר לדקה בלחץ 4 בר.

גילוי: מי שהצית הפנה תשומת לב עובדת, אשר הפעילה את מערכת החירום ואת מערכת הכריזה. הודעה טלפונית – 16:07, תגובת מע' גילוי של מתזים – 16:09

תגובת כבאים: שלב א' – 5 כבאיות, 2 רכבי סולם, רכבי פיקוד.

תנאי עשן: קשים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, מחסן מכר, לקחים:

1. מערכת מתזים מסיבית למחסן מכר דומה לאלה המקובלים בארץ
2. מערכת מתזים, חזקה יחסית פי שניים עד ארבעה ממערכות מתזים בחנויות דומות בארץ
3. בעיית הסיפונים המלאים, המפריעה למי המתזים להגיע למקור האש, מקובלת גם בארץ.
4. סידורי שחרור עשן די טובים ולמרות זאת, הייתה בעיית עכירות קשה שחייבה שבירה של פתחים בגג.
5. וילונות העשן, המיעלים את שחרור העשן, לא קיימים בארץ. הם מפריעים למתזים לפעול.
6. פתיחה של כמות מתזים פי שניים מהתכנון מעידה על כשל מובנה.
7. הכבאים הצילו את המצב באמצעים רבים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, מחסן מכר, לקחים (המשך)

8. סיווג הסחורה, Class 4 היה מוטעית על פי מסקנת החוקרים של NFPA. לדעתם, סיווג הסחורה הוא Plastic Group A
9. סיווג פלסטיק, מחייב מערכת מתזים בעלת עוצמה גדולה בהרבה.
10. למיטב ידיעתי, כמעט כל מחסני המכר בארץ מוגדרים Class4 ומאשרים ככאלה ע"י המעבדה המוסמכת, בניגוד למסקנות החוקרים של NFPA.
11. אם מערכת המתזים לא יעילה, צפוייה בעייה למערכות שחרור העשן, בשל צירוף קיטור להגדרת העכירות.
12. יש לציין שבאיזורי אחסון של חומרי צבע, הותקנו במקום הזה מתזים במדפים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, מחסן מכר, מסקנות לסוקרים:

1. מחסני מכר מועדים לפורענות בשל מערכות מתזים שאינן תואמות את הסיכון.
2. בהרבה מקומות, מוגבל גובה האחסון ל- 3.7 מ' בתעודת האישור של המעבדה. כמעט בכל המקומות שראיתי, יש בפועל חריגת גובה עד 4.5 ולעיתים עד 5.5 מ' ויותר.
3. אישורי המעבדות לא מתאימים גם ל- 3.7 מ' בשל סיווג לא מתאים של הסחורה.
4. בכל סקר יש לדרוש את האישור של מכון התקנים ולבחון את הנתונים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, מחסן מכר, מה יש לבדוק:

1. סיווג הסחורה (אם Class 4 או פחות, יש בעייה).
2. גובה מאושר (אם עולה על 3.7 מ' - יש בעייה).
3. סוג המתז (אם המתז אינו מתז גדול, לאמור ELO, יש בעייה).
4. האם האחסון על מדפים פתוחים או סיפונים מלאים (אם סיפונים מלאים - יש בעייה חמורה).
5. האם קיימים מעברים אנכיים לאורך ולרוחב המאפשרים למי מתזים להגיע למטה (אם קיימים מעברים אנכיים פתוחים - יש מקל, אם אין, חזור לסעיף 4 לעיל).
6. אם מזהים בעיות, יש מקום לבדיקה יסודית יותר ע"י בעל מקצוע.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

דוגמה של מחסן מכר אשר מערכת המתזים שלו נחותה בסדר גודל מהמערכת שתוארה לעיל.

השטח הוגדר בזמנו כחנות שמתאים לה סיכון OH2, הווה אומר 1,100 ליטר לדקה.



בפועל זה מחסן מכר עם מוצרים ביתיים- פלסטיק בקרטון או חשוף על מדפים.

למערכת הזו אין סיכוי.

אם שאר הגורמים היו מאפשרים, המתז רב העוצמה (3) היה נדרש ל- 4,400 ליטר לדקה.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

למה התכוונו שאר הגורמים?



הצנרת קטנה
על המתזים
הגדולים.

התקרה בעלת
שיפוע העולה
על 17%,
המקסימום
המותר
למחסנים.

המדפים או
הסיפונים
מלאים, דבר
המחייב מתזים
מתחת לכל
מדף!!

אין למתזים
מירווח
"נשימה".

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מה ראינו בתמונות לעיל:

1. שיפוע הגג מעל 17% בהרבה.
2. סיפונים מלאים מונעים תפקוד יעיל מהמתזים.
3. מערכת מתוכננת לפי רמת "סיכון רגיל 2".
4. סחורה מבוססת פלסטיק.
5. הטענה סחורה עד לתקרה מונעת את פריסת ההתזה של המתזים.
6. מערכת המתזים במחסן בארה"ב הייתה חזקה פי ארבעה מהמערכת במחסן דנן. בכל זאת כי המחסן ניצל בקושי.

מסקנה: אם תקרא המערכת לפעולה – היא מועדת לכשלון.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מחסני מכר, היסטוריה בארץ:

1. בעת ההקמה בתחילת שנות התשעים הייתה הגדרת סיכון כוללת לחנויות לצורך תכנון מתזים - "סיכון רגיל 2".
2. בהרבה מרכזי קניות בארץ שולבו חנויות גדולות שאינן אלא "מחסני מכר" (אופיס דפו, אוטו דפו, קנה ובנה, אייס, הום ואחרים).
3. בארה"ב מכונות חנויות אלה כ- BIG BOXES, אנו נקרא להם "מחסני מכר".
4. בתחילה, הותקנו המערכות לפי בסיס של "סיכון רגיל 2" (דרישה כוללת למים – 200 מ"ק).
5. בשלב מאוחר יותר, הועלתה ההגדרה למחסן "Class 4" על מדפים, גובה מירבי 3.7 מ' (דרישה כוללת למים 500 מ"ק).

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

היסטוריה (המשך):

6. אולם, בעוד שהגובה באשור מוגבל ל- 3.7 מ', בפועל מערימים ל- 5.5 מ' ויותר.
7. משמעותית מאוד העובדה שבהרבה ממחסני המכר, הסיפונים המלאים מונעים גישה ממי המתזים הבאים מלמעלה. הדרישה המפורשת של התקן להתקין מתזים מתחת לכל סיפון מלא.
8. אולם ההגדרה של Class 4 בפני עצמה היא בעייתית, כיוון שמוצרי פלסטיק בשפע נמצאים בכמויות גדולות במחסנים אלה.
9. במכני מכר שהתמקמו במבנים ישנים שהיו מכוסים בגגות אסבסט, יש כאלה ששיפוע הגג שלהם גדול מ- 17% הוא השיפוע המירבי המותר למחסן.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון מוצקים, אירוע שריפה גדול

מדובר במפעל פלסטיק גדול, אשר השריפה שפרצה בו באחד המבנים (יש חשד להצתה) התפשט על פני חלקים נרחבים של האתר בשטח של כ- 40,000 מ"ר (כ- 2 / 3 מסה"כ שטח האתר).

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

שריפה במפעל פלסטיק (המשך)



דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ



האיפיון במקום היה משנת 1990

1. מחסן תוצ"ג של מוצרים העשויים פלסטיק.
2. אחסון על מדפים בגובה עד 7.5 מ' תחת תקרה בגובה 9.0 מ'.
3. המטען אופיין כ- Commodity Class 4 בקרטונים.
4. מבחינת המשקל והנפח, המטען מוגדר Group A.
5. אופיינו מתדים $K=120$ (LO) בתקרה בלבד.
6. דרישה לתכנון 3,165 ליטר לדקה. סה"כ כמות מים נדרשת כ- 500 מ"ק.
7. במקום הותקנה משאבה של 1250 gpm @ 100 psi לערך.
8. מאגר מים 600 מ"ק.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

האיפיון (המשך)

9. המשאבה שהותקנה ומאגר המים שבוצע היו גדולים ממה שהתחייב מאיפיון הדרישות לבניין מחסן תוצ"ג ששטחו היה בערך 10,000 מ"ר.
10. לפני כ-7 שנים פרצה שריפה באותו בניין. המתדים כיבו את האש ומאגר המים 600 מ"ק התרוקן.
11. נפתחו מעל 50 מתדים אשר מכסים כ- 150% משטח התכנון (כלומר נפתחו פי 1.5 מתדים ממה שתוכנן).
12. הכיבוי היה אז על סף הכשלון.
13. אין אנו יודעים איזה חקירה נעשתה אז ואיזה מסקנות הוסקו.
14. קיימת אפשרות שבמקרה האחרון, היו חריגות מנהלי אחסון מחייבים, כגון אסור אחסון בין מתדים ואחסון קרוב מדי לתקרה. אין לנו ידיעה על כך.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

התקן הרלוונטי – NFPA 231C-1986

1. לגבי אחסון מוצרי פלסטיק על מדפים באחסון יציב.
2. אחסון על מדפים בגובה עד 7.5 מ' תחת תקרה בגובה 9.0 מ'.
3. לאחסון על מדפים בגובה עד 4.6 מ' תחת תקרה בגובה עד 7.6 מ', נדרשים 6,800 ליטר לדקה למתזים בלבד ובסה"כ 930 מ"ק. לדרישות אלה המשאבה והמאגר לא מספיקים.
4. הספיקה הדרושה גדולה ביותר מפי שניים ממה שאופיין.
5. אולם מעל אחסון בגובה 4.6 מ', נדרשו מתזים בין המדפים. לגובה אחסון 7.5 מ' נדרשו מתזים בין המדפים בשני מפלסים.
6. בתקופת ההתקנה של המערכת, ניתן היה להשתמש במתז ESFR ללא צורך בהתקנת מתזים בין המדפים.
7. עבור מערכת מאוזנת של תקרה ומדפים, המשאבה וגודל המאגר היו מספיקים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מה קרה באתר דנן?:

1. מערכת מתזים שהיא בלתי מספיקה בעליל.
2. יתכן שהיו יותר מנקודות התלקחות אחת.
3. יתכן שכללי האחסון היו חריגים.
4. מערכת המתזים כשלה, הגג כשל ונשבר צינור ההזנה.
5. מהשבר פורצים מים בכמות גדולה יותר מזה שהמשאבה יכולה לתת. היא מפסיקה לפעול, אולי כתוצאה מכשל במערכת ויסות המהירות של מנוע הדיזל.
6. זה לא מעלה ולא מוריד דבר, מכיוון שאם מים פורצים מצינור "6 שבור, אין מים למתזים בבניינים סמוכים.
7. פלסטיק בוער, נמס, כמוהו כ"לבה" הבוערת על שלולית גדלה והולכת. כך מתפשטת האש על פני רוב האתר.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

כשל במערכת מתזים, נובע מ:

1. הגדרה לא נכונה של הסיכון הנובע מהסחורה.
2. אחסון בשיטה אחרת מזו שעליה התבסס המתכנן שיהיה. למשל במקום, אחסון על משטחים, עברו לאחסון במדפים, במקום מדפים עם מעברים ברוחב מסויים, צמצמו את הרוחב, או ששינו לגוש מדפים ללא מעברים ביניהם.
3. בד"כ, השינוי באחסון מבוצע אחרי שהותקנה המערכת, אבל מבצעים את השינוי ללא שדרוג של המערכת.
4. נהלי אחסון חריגים: גובה חריג מפריע למתזים, רצף מטען אש ע"י אחסון בין מדפים.
5. התקנת מדפים עם סיפונים מלאים (זה שינוי חמור ממש).

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

כשל במערכת מתזים, נובע מ-(המשך):

6. הפרעות למתזים מיוחדים בעלי ביצועים חזקים.
7. התקנת מערכת שחרור עשן המופעלת ע"י גלאים עלולה לשבש פעולה של מתזים מטיפוס ESFR
8. התקן אוסר לחלוטין שחרור עשן במחסני צמיגים!!
9. מפעלים שנראים לכאורה תמימים עם "סיכון רגיל 2", אבל יש להם תהליכי חימום עם שמן תרמי. אם שמן תרמי מעורב בשריפה, המערכת לא תוכל להתמודד איתו.
10. בד"כ, מתכננים ומעבדות בדיקה לא מבחינות בבעייה דלעיל.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אבחון פוטנציאל לכשל

1. נושא המתדים בארץ נכנס בעוצמה החל מתחילת שנות התשעים. עדיין לא התגבשה התרבות המקצועית.
2. עד לשנת 1996, נדרש ע"י הרשויות לספק אישור מהנדס. רוב האישורים אינם ראויים.
3. החל משנת 1996, הטילה נציבות הכבאות את מכון התקנים, להערך לבדיקת תוכניות ואישור התקנה.
4. מטבע הדברים, הדבר היה כפוף לעקומת לימוד.
5. עולה איפוא שמערכות שהותקנו לפני 1996 חשודות בעליל ואלה שהותקנו מאוחר יותר עד סוף המאה, וודאי טובות יותר, אבל מחייבות זהירות.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אבחון פוטנציאל לכשל (המשך)

6. עדיין יתכנו טעויות קשות בשל תהליך האיפיון והבדיקה אשר לעיתים קרובות נערך באתרים ריקים.
7. אישור המעבדה מבוסס על הצהרה על מה שיהיה ולא על מה שהולך להיות בפועל.
8. בדיעבד, הסיכוי לזיהוי ליקוי האיפיון הוא קטן.
9. יש סעיף בתקן המחייב הצבת לוח בר קיימא המגדיר את המערכת שהותקנה, כך שהדברים גלויים לכל דיכפין. בפועל לא מבצעים את הוראת התקן.
10. במסגרת תקן האחזקה, ת"י 1928, הקבלן מחוייב לזהות פעולות לשינויי ייעוד. בפועל, הדברים לא נעשים.
11. תקן האחזקה לא מחייב את הקבלן לדווח שהמערכת אינה מתאימה לייעודה. ההנחה היא שתהליך האישור היה תקין.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מחסני מוצרים ביתיים, כולל אירוסולים

המחסן הענק השני, בשטח העולה על 120 דונם נשרף כולו, למרות היותו מצוייד במערכת מתזים.

1. מערכת המתזים לא הייתה מספקת עבור הסיכון.
2. באחסון היו אירוסולים (מיכלי ספריי) אשר בתוכם נוזל בעיר עם חומר דוחף גזי, דליק בעצמו.
3. הפרדות האש כללו מחיצות אש אשר לא היו הפרדות אש מלאות. הייתה חולשה בחיבור בין המחיצה למסגרת הגג והיו פתחים אשר היו מוגנים ע"י וילונות מיים.
4. תוך שעה בלבד, בער כל השטח. אירוסולים עפו כמו טילים, עברו דרך הפתחים המוגנים במים והציתו את האולמות הסמוכים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מחסן לוגיסטי K MART 1982

שטח:	112,000 מ"ר
חלוקה:	4 איזורים עם הפרדה של קירות אש עם פתחים מוגנים ע"י וילון מים.
גובה:	9.1 מ'
גובה אחסון:	4.6 מ',
סחורה:	מוצרים ביתיים שונים.
מתזים:	16 ליטר לדקה למ"ר על 280 מ"ר (20% מעל סיכון כבד 2).
משאבות:	דיזל, 2000gpm (כ- 8,000 ליטר לדקה), חשמלית, 1,500 gpm על הקו העירוני לברזי כיבוי בלבד.
מאגר מים:	1.135 מ"ק. עבור משאבת הדיזל בלבד.

מחנן לוגיסטי K MART 1982

תחילת האש: 12:30 בצהרים. אריזת אירוסולים נפלה ממלגזה ונדלקה. מתזים נכנסו לעבודה.

קריסה: 40 דקות אחרי תחילה השריפה, קרס הגג וצנרת המתזים נשברה.

אובדן שליטה: 13:30 כל השטח בוער.

מעבר אש: אירוסולים מתפוצצים חצו את הפתחים המוגנים בוילונות מים והדליקו את השטחים הסמוכים

מסקנה: מערכת המתזים לא הייתה מסוגלת להתמודד עם שריפה של אירוסולים.

אחסון אירוסולים דורש התייחסות מיוחדת!

פתחים מוגנים ע"י וילונות מים אינם פתרון בפרט כאשר מדובר בגלישה של נוזלים דליקים או תעופה של מיכלים בוערים דרך הפתחים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מפעלי טכסטיל עם חימום בשמן תרמי

1. ייצור טכסטיל ואשפורה מוגדרים בד"כ כ"סיכון רגיל 2".
2. לפעילות של אשפורה נדרש חימום בתנורים המבוצע ע"י אוויר חם אשר מחומם ע"י מחליפי חום דרכם זורם שמן תרמי.
3. קיום צנרת מסועפת של הזנה של שמן תרמי והחזרתו לדוד השמן, אינו נלקח בחשבון ע"י מתכננים של מערכות מתזים וגם לא ע"י המעבדה המוסמכת מכיוון שבטבלאות התקן, הבעייה אינה מופיעה.
4. מבחינת המעבדה, התפקיד של הגדרת הסיכון מוטלת על יועץ הבטיחות. אולם, למרבתם, אין הכשרה של ניתוח סיכונים ולכן מבחינתם הבעייה לא קיימת.
5. להלן נראה את האפקט של הידלקות שמן תרמי בצירוף של משקעים של סיבים על התקרה, למרות קיום מערכת מתזים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אובדן של מפעל לייצור שטיחים



1. נזק לרכוש- \$190,000,000
2. אובדן רווחים- \$ 190,000,000

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

הסיבות לקטסטרופה

1. שמן תרמי פרץ מצינור והוצת.
2. מתחת לתקרה הייתה שכבה של סיבים, אשר גרמה להתפשטות אש על פני שטח נרחב מעל המתזים.
3. דלתות האש היו תקועות בשל פגיעת מלגזות.
4. שירותי הכבאות קבלו את ההתראות מהמתזים, אבל לפניהם הייתה הודעה שמבצעים בדיקות ולכן לא לשים לב להתראות.
5. המקרה הזה גרם לזעזוע גדול בשוק הביטוח בשל החריגה הגדולה מאוד מאבחנות ה- MFL.
6. האתר היה מבוטח ע"י חברת "HPR" !!

לקח לסוקר: עליו לבדוק אם יש מערכות חימום בשמן תרמי.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מה ניתן לצפות ממערכת האישורים?

1. מפעלי מזון וטקסטיל מוגדרים ע"י התקן כסיכונים רגילים.
2. יועצי הבטיחות והמתכננים לא מתחשבים בנוכחות של שמן תרמי ובאימפקט שלו על הסיכון.
3. הוא הדין במחיצות ותקרות עם חומר מבודד בעיר.
4. המעבדה המוסמכת מאשרת על פי ההגדרות של היועצים ככל שהם מתאימים לתקן. המעבדה אינה באה במקום יועץ הבטיחות.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

לקחים לסוקר- מפעלי מזון וטקסטיל

1. שמן תרמי עלול לגרום לאובדן כללי
2. בשמן תרמי עושים שימוש במפעלים שונים.
3. במפעלים שעוסקים במזון, ניתן למצוא גם מחיצות ותקרות מפנלים של פוליאוריתן.
4. אם במפעל, יש מערכת קירור, עלול להיות שהיא מבוססת גז קירור אמוניה.
5. הצירוף בין שמן תרמי, חומרי תהליך בעירים אחרים, מלאי בעיר, מחיצות ותקרה בעירים וגז קירור מסוכן, הוא קטלני.
6. במפעלים שנראים תמימים, מוגנים ע"י מערכת מתזים המסווגת לסיכון רגיל, יש לזהות קיום מערכות שמן תרמי. אז יש לבצע בדיקה יסודית יותר כדי למנוע הטעייה של החתמים.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

מחסנים עם נוזלים דליקים

1. מדובר בנושא מורכב מאוד עם מערכת שיקולים להגנות אש.
2. התקן הרלוונטי הוא NFPA-30.
3. התקן הקובע להתקן מתזים – NFPA-13.
4. התקנים הקובעים בקשר עם אספקת קצף הם: NFPA-11,16.
5. בין החומר הדליקים, חומרים שעלולים להבזיק בטמפ' החדר מסווגים CLASS 1. יש 3 דרגות בתוך המסגרת הזו, בהתאם ל"נקודת ההבזקה" ול"נקודת הרתיחה".
6. לגבי חומרים אלה לא ניתן לאחסן חביות זו על זו.
7. אם יש גיבוי קצף, ניתן לאחסן לגובה 3 חביות, רק עם החביות מצוידות בשסתום בטחון מאושר. בארץ, אין לחביות ההתקן הזה.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ

אחסון חביות עם נוזלים דליקים על מדפים



בתקרה,
מערכת
מתזים
אשר אינה
מסוגלת
להתמודד
עם הסיכון

מחסנים עם נוזלים דליקים (המשך)

8. בארץ נהוג לאחסון חביות לגובה, גם ללא שסתום הבטחון.

9. התקן NFPA-30 דורש במפורש סידורי ניקוז או אצירה או שניהם גם יחד. מטרת הניקוז היא לסלק את הנוזלים למקום מרוחק ומוגן. מטרת האצירה היא להגביל את גודל האש הפוטנציאלית.

10. אצירה בלבד מתאפשרת כאשר למתזים יש גיבוי קצף.

11. בארץ נוהגים לוותר על הניקוז / אצירה.

12. המעבדה המוסמכת לא מתייחסת לנושא הניקוז או אצירה. היא טוענת שהם בודקים את המערכות אבל לא את ה"סידורים". זו הבעייה של יועץ הבטיחות.

התוצאה, סיכון אש וסביבה גדולים שאינם מבוקרים.

להערכתי גם הרשויות לא מודעות לכך.

דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ