

תאריך: 07/09/06  
סימוכין: Tire-Re-290606

לכב'

## שריפה במפעל חידוש צמיגים

### חות דעת מומחה

**שם המומחה:** דן ארבל.  
**מען:** אלברט שוייצר 27, חיפה 34995.  
**החברה:** דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ.  
**חות דעת בעניין:** התועלת התאורטית בתפקוד מתזים אילו היו מותקנים במבנה הייצור בעת שריפה שקרתה ביום 29/06/06 בסביבות השעה 17:00.  
**גירסה:** סופית

### פרטי השכלתי:

בוגר הטכניון חיפה, פקולטה להנדסת מכונות, 1967.

### פרטי ניסיוני:

שרות צבאי בתפקיד הנדסי.

4 שנים - חוקר במוסד הטכניון למחקר ופיתוח. בצוע מחקרים בעניין בטיחות כלי רכב עבור משרד התחבורה, חקירת כשלים מכאניים, בצוע בדיקות תו-תקן של מוסד הטכניון, חקירת תאונות דרכים עבור משטרת ישראל ועבור אחרים, חבר בוועדות תקינה של מכון התקנים בקשר עם מערכות בטיחות.

במשך 33 שנים, בצוע סקרים של סיכונים בכל סוגי התעשייה והמסחר.

במשך 17 שנים, אפיין, תכנן וביקורת על מערכות מתזים אוטומטיים.

במשך 10 שנים אחרונות, חקירה של כשלים במערכות מתזים ובמערכות הגנת אש אחרות.

אפיין וחייב פוליסות בטוח לסיכונים מיוחדים עבור מפעלי תעשייה גדולים.

חקירה של התפתחות אירועי אש והכנת חוות דעת מתאימים.

עיסוק בהנדסת בטיחות ובייעוץ בטיחות בהקמת מפעלים ועסקים אחרים.

### חבר בארגונים -

1. SFPE (Society of Fire protection Engineers)
2. ASME (American Society of mechanical Engineers)
3. AIChE (American Institute of Chemical Engineers)
4. NAFI (National Association of Fire Investigators)
5. National Fire Protection Association וב-Industrial Fire protection Section

## **חוות דעת מומחה (המשך),**

יועץ של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות בקשר עם הסמכת מעבדות לבדיקה של מערכות כיבוי אש במים ובגז ומערכות גילוי אש.

### **הצהרה:**

אני נותן חוות דעת זו במקום עדות בבית משפט ואני מצהיר בזאת כי ידוע לי היטב, שלעניין הוראות החוק הפלילי בדבר עדות שקר בשבועה בבית המשפט, דין חוות דעתי זו כשהיא חתומה על ידי כדין עדות בשבועה שנתתי בבית המשפט.

## **פרק א' - הקדמה**

בתאריך 2 ליולי התבקשתי על ידכם להגיע למפעל על מנת לבחון את מערכת המתזים הקיימת במבנה המערבי ואת משמעות האפשרות של קיום מערכת מתזים דומה במבנה הייצור המזרחי אשר ניזוק בשריפה.

בתאריך 3 ליולי המשכתי לבחון את נתוני המערכת והשטח ובצעתי בדיקות של ספיקת מים בתשתית של העירייה ובמערכת עצמה.

לאחר קבלת הנתונים עצרתי לבקשתכם את תהליך הבדיקה.

לאחר קבלת בקשתכם להתקדם בביצוע העבודה הגעתי למקום שוב בתאריך 08 לאוגוסט.

במהלך החקירה הנוספת השגנו תוכנית של תשתית במים באיזור התעשייה וערכנו בירורים אודות החומר אשר שימש לבידוד התרמי מתחת לתקרה ועמדנו על תכונות הבעירות שלו.

בשלב זה, אין לנו מידע על התנהלות שירותי הכבאות הנשלטים מעפולה, היכן היו הכבאיות מתחנת העיר ומתחנת עפולה והיכן התחברו למילוי המיכליות לצורך הלחימה באש בשטח.

## **פרק ב' - המבנים המוחזקים ע"י המפעל**

החברה לחידוש צמיגים בע"מ שכרה ממבני תעשייה שני מבנים המחוברים ביניהם ע"י כיסוי סככה.

שני המבנים עם קירות טרומיים, עם אגדי בטון טרומיים וכיסוי לוחות אסבסט.

לשני המבנים הרחבת סככה לצד צפון. כיסוי הגג בהרחבות – פח.

**המבנה המערבי** בגודל של 35x13 מ' + הרחבה צפונית בגודל של כ- 30x6.3 מ'.

**המבנה המזרחי** בגודל של 45x13 מ' + הרחבה צפונית בגודל של כ- 45x5.6 מ'.

הפסיעה של האגדים הוא 7.5 מ'.

הכיבוי המחבר הוא באורך של כ- 7 מ'.

**גג המבנים דו-שיפועי.** גובה הפיסגה: 4.9 מ', גובה בקירות: 3.8 מ'. שיפוע הגג: 17%.

**יריעת בידוד תקרה פנימית:** יריעות דמוי פולינום של ברקאי, פוליאטילן בועות עם עובי 4.5 מ"מ מחופה עם רידיי אלומיניום משני הצדדים. בדיקה של דגימה של החומר העלתה שאכן מדובר בפולינום סופר של ברקאי.

יריעת הבידוד הורכבה על הפטות במרווח של 35 – 30 ס"מ מהתקרה.

## פרק ג' - תוכנית המתזים

להלן פרטים על מערכת המתזים אשר הוקמה לטובת המבנה המערבי:

הערות	תאור ונתונים	הנושא
	מערבי.	המבנה:
	זקיף 3" המשמש ברז כיבוי חיצוני.	חיבור המים:
	2x2" במקביל מחובר בהמשך ל- 3"	גודל ההזנה:
	אין	מלכודת אבנים:
	3"	שעון מים:
	זקיף 3": מגוף 3", שסתום אזעקה 3", רגש זרימה.	זקיף המערכת:
	הזנה	מערכת:
לבדיקה	אין מידע	קו תשתית:
	הזנה ראשית - 4", קו הזנה ל-Grid - 3", קו נגדי 2", ענפים 2". הענפים פרושים לאורך המבנה, 4 ענפים בתוך המבנה לאורכו, 2 ענפים בסככה.	מערכת:
	LO 3/4", K=115, מתז תוצרת Globe, סיווג טמפ' 68°C.	מתזים:
	אפ.אס.פי מערכות כיבוי וגילוי אש בע"מ.	הקבלן:
	לפי הזמנה מיום 11/08/05 של הקבלן, הוצאה תעודה מס' 8513232639 אודות בדיקה ראשונה של מערכת מתזים עפ"י תוכנית שהוגשה מתאריך 23/08/05. תאריך התעודה: 09/10/05. לא היה אישור למערכת בגין העדר חיבור לרכזת התראה.	אישור מעבדה:
	רגיל 2 (Ordinary Hazard 2)	רמת סיכון:
הערה	אין לנו נתוני מדידה מקוריים אשר שימש בסיס נתונים לאישור המערכת. אין בידינו גם חישוב הידראולי המבסס את האישור. חומר זה מוחזק ע"י מכון התקנים לטובת המזמין - אפ.אס.פי מערכות כיבוי וגילוי אש בע"מ.	אספקת מים:

**הערה:** לפי התכנון נדרשים: 1,400 ל' לדקה למתזים + 950 ל' לדקה לברזי כיבוי.

**תוכנית מתזים עבור מבנה הייצור:** אנו מניחים שאילו בוצעה המערכת גם במבנה הייצור, היינו מקבלים אותה פריסה על בסיס אותה תשתית אשר כבר הייתה קיימת. זקיף המערכת נמצא באיזור חזית בניין הייצור. ההזנה של 4" לבניין המערבי, עובר על פני הבניין המזרחי (בניין הייצור) ומגיע לבניין המערבי.

**הנחה של מערכת דומה היא סבירה לגמרי** מכיוון שפריסת המערכת מוכתבת ע"י צורת הגג והבידוד. הענפים הם בגודל נכון ביחס לדרישת המים הנובעת מהסיכון. המתזים הם מטיפוס LO (Large Orifice) אשר מתאים לסיכון רגיל עד סיכון גבוה (Ordinary 2 to Extra Hazard-1). מדובר בתחום רחב של סיכונים, הרבה מעבר לזה המיועד למתז הסטנדרטי הקטן יותר.

הגדרת הסיכון לפי ת"י 1596 (NFPA-13) בייחס לייצור צמיגים תואם את רמת הסיכון "OH2".

**A.5.3.2** Ordinary hazard occupancies (Group 2) include occupancies having uses and conditions similar to the following: **Tire manufacturing**

## **פרק ג' - ההערכה של מערכת המתזים הקיימת**

כפי שהסברתי לעיל, פריסת המערכת אשר אושרה ע"י מכון התקנים, לאמור, "סיכון רגיל 2" מתאימה למפעל לייצור צמיגים.

בשל הסיבות שתארתי לעיל, אני קובע שאילו הותקנה מערכת במבנה הייצור, היא הייתה דומה למערכת אשר הייתה מותקנת בבניין המערבי.

צפיפות ההתזה הנדרשת ל-OH-2 תואמת את הנדרש גם לאחסון צמיגים עד לגובה של 1.5 מ', אלא ששטח ההפעלה הנדרש הוא 186 מ"ר במקום 138 מ"ר כנדרש ב-OH-2 (סה"כ כמות מים נדרשת 33% יותר).

יש לציין שריכוזי אחסון צמיגים במבנה הייצור לא עלו על 30 מ"ר. אחסון בשטח כזה אינו מחייב לשדרג את הסיכון, כך שעל פי התקן OH2 – מתאים למבנה הייצור.

**במערכת שהותקנה קיימות שגיאות חמורות אשר פוגעות פגיעה קשה ביכולתה לספק את הדרישה שהוגדרה (סיכון רגיל 2). להלן פירוט השגיאות:**

### **1. חיבור לברז כיבוי 3" במקום חיבור בלתי תלוי לקו התשתית:**

ברז הכיבוי של הבניין אמור לספק מים לזרנוקים ברמה של 950 ליטר לדקה. אם מחברים אליו מתזים לפי דרישה של כ-1,200 ליטר לדקה. מנטרלים את הברז. לחילופין, שימוש בהידרנט לצריכת זרנוקי כיבוי מקטין מאוד את אספקת המים למתזים.

### **2. הזנות:**

מהזנת המערכת ועד לענפי המתזים, קוטר הצינור מתחיל משיעור מסויים ומכאן הולך ויורד. כלומר, קו 4" מזין קו 3" ואלה מזינים קווי 2" וכן הלאה.

במקרה דנן, מקור המים 3', יורד ל-2x2" (ירידה ב-30%), אחר כך עולה חזרה ל-3", אחר כך עולה ל-4" וממנו יורד ל-3" וממנו ל-2".

מבנה מערכת מתזים הוא דמוי עץ בשל סיבות דומות. תחת זאת, מה שיש לנו כאן, זה גזע חלש המזין ענפים גדולים ממנו.

**הבעייה הזו אינה תיאורטית- ההזנה היא צוואר בקבוק שאינו מסוגל לספק בפועל את דרישת המערכת.**

### **3. ברזי ההזנה והמערכת:**

מגוף המערכת הוא ברז פרפר 3". הברז מתאים לסיכון OH2. אולם ברזי ההזנה הם 2x2". הברזים האלה יחד עם הקטעים בהם הם מורכבים מהווים צוואר בקבוק. יש לציין ששני הברזים לא אובטחו במצב פתוח ע"י הקבלן. אין לדעת באיזה רמת פתיחה היו הברזים. גורם זה לבדו יכול לגרום לכשל מערכת מתזים.

### **4. שעון המים:**

שעון המים הוא בקוטר 3". הקוטר מתאים לצריכת המים הנדרשת ל-OH2. אובדן הלחץ עפ"י היצרן – 0.1 בר עבור הספיקה הדרושה.

### **5. מלכודת אבנים:**

במערכת לא הותקנה מלכודת אבנים. לכן, בזרימות הנדרשות למערכת היה ניתן לצפות לכניסת אבנים למערכת וחסימה בשעון המים. כפי שאומנם התברר בבדיקות שלנו היה לכך משמעות רבה לחסימת זרימת המים למערכת המתזים.

## **פרק ג' – הערכת המתזים (המשך),**

### **6. סיכום הערכת המערכת:**

פריסת המערכת מתאימה למבנה ייצור לצמיגים.  
בהזנת המים יש צוואר בקבוק המונע מימוש אפשרות המערכת לספק מים לדרישה.  
ברזים לא מאובטחים הם פוטנציאל של כשל מערכת.  
איפשור חדירת אבנים למערכת הוא "גורם מחנק" משמעותי באספקת המים למערכת.

## **פרק ד' - בדיקות ספיקה**

ביום 03/09/06 לאחר השעה 14:00 בצענו בדיקות ספיקה במערכת.

### **הבדיקה נערכה בשלשה שלבים:**

- 1.** הזרמת מים בברז כיבוי בקצה הבניין המזרחי ומדידת לחץ בברז המותקן על הזקיף אשר שימש מוצא למערכת המתזים.
- 2.** מדידת ספיקה בחיבור הסנקה של הכבאים על זקיף המתזים, מעל שסתום אל-חוזר אזעקה. מדידת לחץ מערכת, מדידת לחץ מתחת לשסתום ומדידת על ברז ההידרנט הנ"ל. המדידות אפשרו לנו לבדוק כמה מים מגיעים למערכת, באיזה לחץ ומה אובדן הלחץ על פני צנרת ההזנה.



- 3.** הזרמת מים כמו ב-1 לעיל והזרמת מים מקבילה כמו ב-2 לעיל ומדידות לחץ כמו ב-2 לעיל.

המדדיה הזו אפשרה לבצע סימולציה של מצב ששירותי הכבאות צורכים מים מהרשת של איזור התעשייה לצורכי כיבוי, דבר אשר בא על חשבון אספקת המים למתזים. משאבת כבאית עלולה לאפס את לחץ המים למערכת מתזים הנשענת על אותה תשתית.

**הערות לגבי הבדיקה:** נתקלנו בבעייה חמורה של אבנים במערכת שסתמו את ציוד המדידה. בשלב ראשון נאלצנו לנקז אבנים מהמערכת. אחת מהאבנים הייתה גדולה: **53x42x40 מ"מ**. אבן כזו אם מגיעה לפתח אחד מצינורות "2" חוסמת אותו באופן אפקטיבי.

אבנים קטנות יותר, עלולות לחסום את פתח הכניסה למד הספיקה, או להרוס או לתקוע את הטורבינה הפנימית. **בפועל מצאנו אבנים בכניסה למד המים.**



## **פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),**

בעת המדידה חסמה האבן את מד הספיקה הנייד שהתקנו על ההידרנט.

לאחר פירוק מד הספיקה, נפלה האבן על הקרקע ונשברה לשני חלקים כפי שניתן לראות בתמונה משמאל (תמונה משמאל).

**בתמונה למטה** ניתן לראות את מערכת ההזנה של מערכת המתזים.

**מימין זקיף 3" של הידרנט.**

שתי הזנות 2" עם ברזים כדוריים ללא אבטחה במצב פתוח.

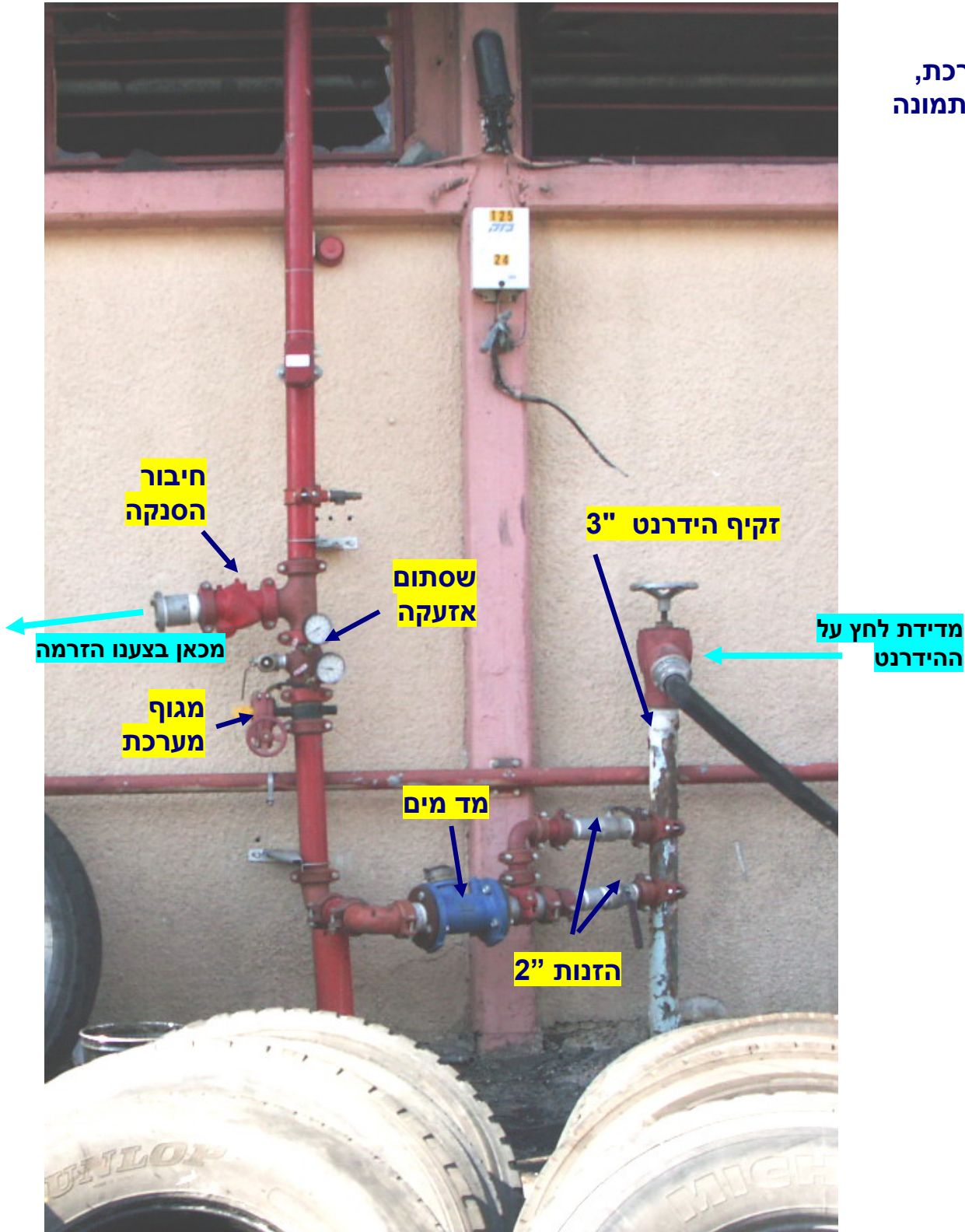
שעון מים ומשם לכיוון מגוף מערכת ושסתום אל-חוזר אשר נראים בדף הבא.





**פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),**

**זקיף המערכת,  
הסברים בתמונה  
משמאל.**



## פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),

מדידת הלחץ על ההידרנט המזין את התחנה  
נראה בתמונות הבאות:

שעון הלחץ מחובר להתקן אשר מורכב על הידרנט  
3" בכניסה למערכת המתזים.

הלחץ הנראה על השעון 8.25 בר הוא הלחץ  
הסטטי (ללא זרימה).

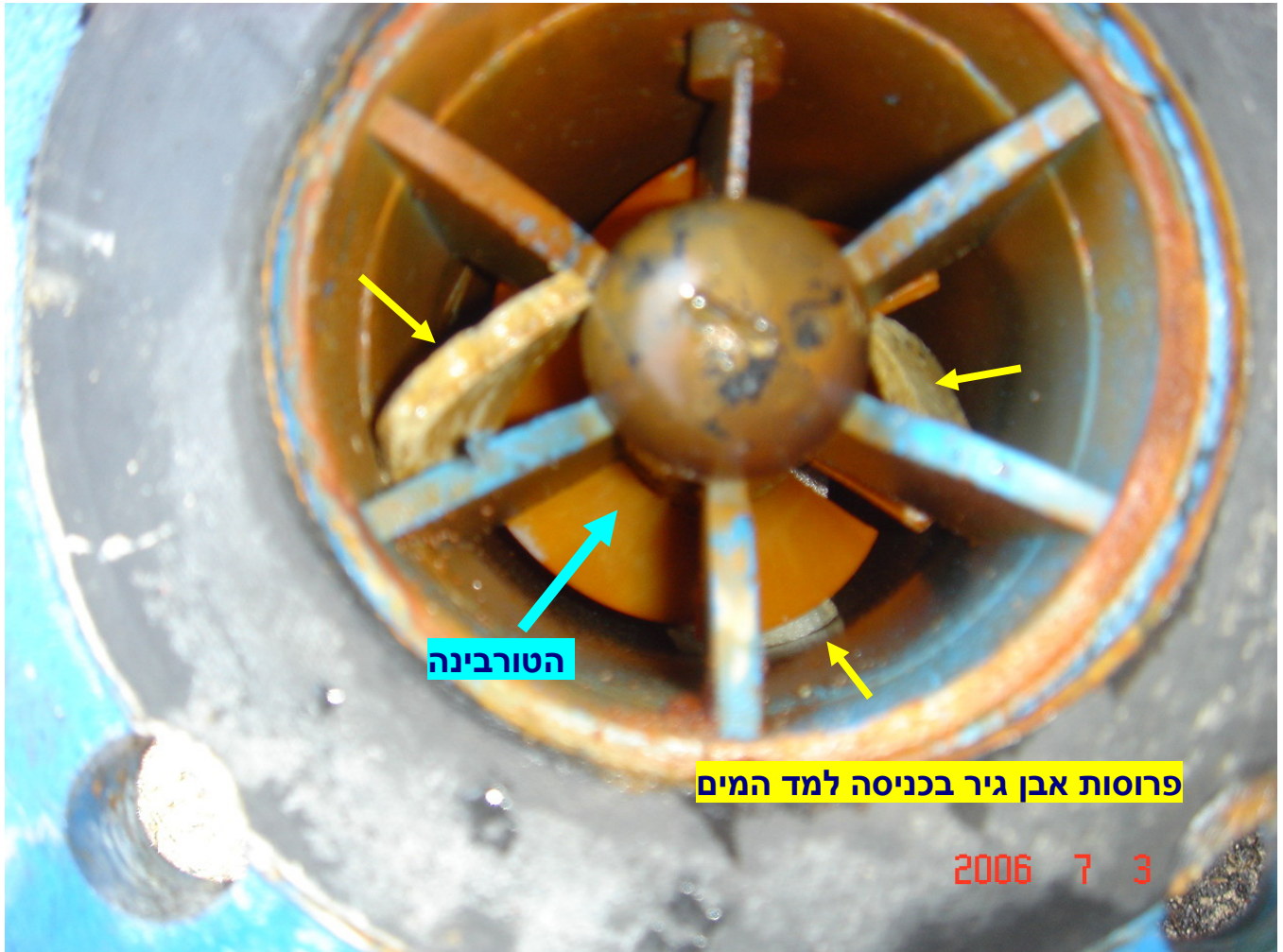
בתמונה התחתונה, הלחץ הנראה הוא קצת פחות  
מ-5 בר. לחץ זה הוא הלחץ השאריתי שנמדד בעת  
הזרמת מים מהידרנט אחר הנמצא בבניין המערבי.





## פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),

לאחר ביצוע המדידות שנדווח עליהם להלן, בקשנו לפרק את מד המים ומה שמצאנו נראה בתמונה הבאה:



נראות 3 פרוסות אבן, כאשר אחת תקועה בכניסה ושתיים בין כפות הטורבינה.

**פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),**

להלן תוצאות בדיקת הספיקה:

מס'	מצב מדידה		ספיקה	לחץ (סטטי או שאריתי)	הערות
	ספיקה	מדידה			
1	הידרנט ליד בניין מערבי	הידרנט ליד תחנת המתזים	0	8.25	לחץ 000 טי
			2,271	5.50	בלחץ 3 בר, ניתן לקבל מעל 3,000 ליטר לדקה.
2	נקודת ההסנקה	הידרנט ליד תחנת המתזים	1,380	2.07	שעון לחץ מעל לשסתום אל-חוזר
				2.41	שעון לחץ מעל מגוף מערכת
				6.25	הידרנט ליד תחנת מתזים.
3	נקודת ההסנקה	כנ"ל	1,336	3.50	שעון לחץ מעל לשסתום אל-חוזר
				4.00	שעון לחץ מעל מגוף מערכת
				5.00	הידרנט ליד תחנת מתזים.
4	נקודת הסנקה והידרנט ליד בניין מערבי	כנ"ל	+ 799	2.50	שעון לחץ מעל לשסתום אל-חוזר
			1,722	2.07	שעון לחץ מעל מגוף מערכת
				1.72	הידרנט ליד תחנת מתזים.

**כמה הבהרות:**

- מדידה מס' 1 מיועדת לבדוק את חוזק התשתיות.** ניתן לקבל ספיקה של מעל 3,000 ליטר לדקה עבור מערכת מתזים + ברזי כיבוי בלחץ של 3 בר.
- מדידה מס' 2 מיועדת לבדוק מה מקבלים בפועל במערכת מעל שסתום אזעקה.** לצורך הבדיקה הפרדנו בין צינור המערכת והשסתום והסרנו את האל-חוזר של ההסנקה. עמדת בדיקה זו מראה בצורה המדוייקת ביותר מה ניתן לקבל במערכת. אולם, התוצאות מראות על חסימה של המערכת. מזקיף ההידרנט ועד למערכת עצמה ירד הלחץ מ-6.25 בר ל-2.50 בר. מד הספיקה נתקע כתוצאה מהאבנים במערכת. הספיקה בנקודת ההסנקה בוצעה דרך נחיר "1.75". התוצאות לא היו יציבות. אנו מציגים את התוצאות על מנת להצביע על הפרעות בזרימה.
- מדידה מס' 3 היא מדידה חוזרת עם נחיר "1.50".** הזרימה הייתה יציבה (מד הספיקה השתחרר). תוצאות אלה שהן טובות מתוצאות מדידה 2 שימשו אותנו עבור החישובים ההידראוליים שבצענו בהמשך. התוצאות מראות על ירידת לחץ ניכרת על פני קו ההזנה. השוואה שעשינו בין מדידה זו ומדידה 1 מראה על אובדן מחושב מ-3,100 ליטר לדקה ל-1,700 ליטר לדקה בלחץ של 3 בר (אובדן של 45%) בנקודת ההזנה למערכת. עד לנקודת הסניקה, בלחץ של 3 בר, חלה ירידה בתפוקה מ-3,100 ועד 1,336 ליטר לדקה (אובדן של 57%).

## פרק ד' – בדיקות ספיקה (המשך),

### 4. מדידה מס' 4 בוצעה גם בנקודת ההסנקה וגם בהידרנט המערבי כמו בבדיקה 1.

ההנחה היא שבשל השריפות בשטח, הכבאיות מוזנות ע"י מים מהרשת באיזור התעשייה. כתוצאה מכך מופחת לחץ המים בתשתית לשיעורים מאוד נמוכים.

בברז הכיבוי ליד הבניין המערבי הצבנו נחיר מדידה "1.75" ובנקודת ההסנקה "1.5".

במדידה קבלנו הזרמה של 1,722 ליטר לדקה בהידרנט המערבי וכ- 800 ליטר לדקה בנקודת ההסנקה (במערכת המתזים).

רק שלישי מהמים מופנה למערכת המתזים.

## פרק ה' - חישובים הידראוליים

בשלב זה בצענו 3 סדרות של חישובים הידראוליים.

קבוע המתז הוא 115 (115 ליטר לדקה בלחץ של 1.0 בר). טמפ' הפעלה - 68°C.

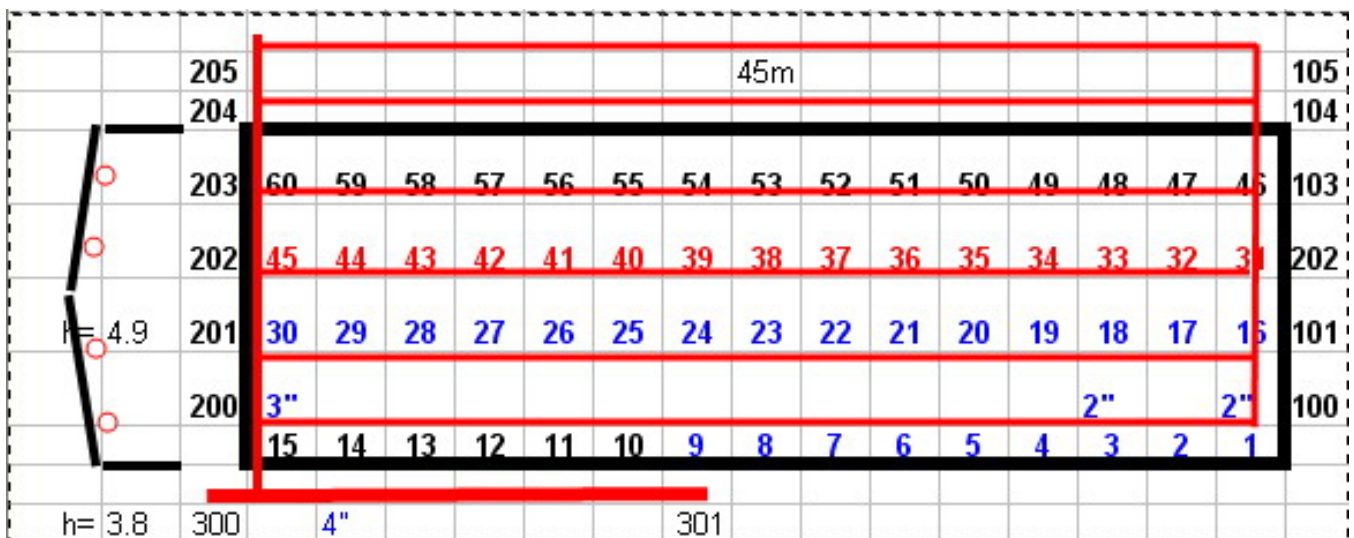
הלחץ המינימלי הנדרש למתז על פי התקן הוא 0.5 בר.

גבול האפקטיביות התחתון הוא 0.35 בר.

בסיס החישוב חייב להניח שדרישת המים של המערכת חייבת להיות תואמת את כמות המים שהרשת מסוגלת לספק. הצומת שבה בחרנו לבצע את האיזון היא הצומת שבה בצענו את מדידת הספיקה והלחץ - ליד נקודת ההסנקה של הכבאים. התוכנה היא תוכנת Elite.

תרשים של החישוב ההידראולי מוצג להלן. קו הזנה "4", קו זנה פנימי (Cross Main) "3". ענפים "2".

המסגרת מסמלת את הבניין. המספרים 1 עד 60 מייצגים את מס' המתזים במבנה.





## **פרק ה' – חישובים הידראוליים (המשך),**

### **1. כל המתזים (1 עד 60) נפתחים.**

בשל אובדן הלחץ בצינורות ישנם פערים גדולים בלחצים הפועלים על המתזים. על פי החישוב תחום הלחצים הוא בין 0.006 ל- 0.25 בר. הצד החלש יותר הוא הצד המזרחי והחזק יותר של הצד המערבי. התפוקה של המערכת בנקודת האיזון היא 1,658 ליטר לדקה. במתזים הנמצאים בסמוך לקיר הדרומי (אשר מעבר לו בערו צמיגים), תחום הלחצים הוא בין 0.054 ל- 0.073 בר.

ביחס ללחץ המינימלי האפקטיבי – 0.35 בר (לחץ מינימלי נדרש לתכנון 0.50 בר):

- א.** לחץ מינימלי - 0.006 (פחות מ- 2% מהלחץ האפקטיבי).
- ב.** לחץ בשורת 9 המתזים ליד הקיר הדרומי מול רצועת האש החיצונית, 0.06 (20% מהלחץ האפקטיבי המינימלי). זה גם הלחץ הממוצע של כל המתזים.

**המסקנה:** אם כל המתזים נכנסים לפעולה, המערכת אינה מסוגלת להתמודד עם אש פנימית.

### **2. נפתחים מתזים 1 עד 9, 15 עד 45:**

מתזים 1 עד 9 הם מול האש החיצונית ליד הקיר הדרומי.

מתזים 15 עד 45 נמצאים בחלק הגבוה של הגג, היכן שמצטברים הגזים החמים של הצמידים הבוערים אשר חודרים לבניין.

ביחס ללחץ המינימלי האפקטיבי – 0.35 בר:

- א.** לחץ מינימלי - 0.075 (21% מהלחץ האפקטיבי).
- ב.** לחץ ממוצע - 0.13 בר (37% מהלחץ האפקטיבי).
- ג.** לחץ מקסימלי 0.25 בר (71% מהלחץ האפקטיבי).
- ד.** לחץ בשורת 9 המתזים ליד הקיר הדרומי מול רצועת האש החיצונית, 0.14 עד 0.20 בר (בין 40% ל- 57% מהלחץ האפקטיבי).

**המסקנה:** אם כל המתזים נכנסים לפעולה, המערכת אינה מסוגלת להתמודד עם אש פנימית בצד המזרחי.

### **3. נפתחים מתזים 1 עד 9, 15 עד 45, כאשר יש צריכת מים לכבאית.**

הראינו בבדיקות המים בפרק הקודם, שצריכת נחיר "1.75 על ברז כיבוי היא 2/3 מהתפוקה. במצב זה, תפוקת המים העומדת לרשות מערכת המתזים היא רק שליש מהתפוקה של התשתית.

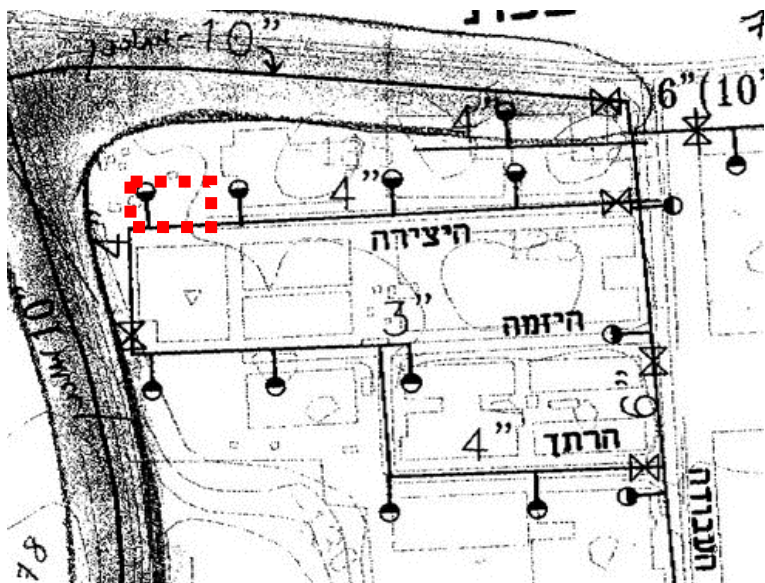
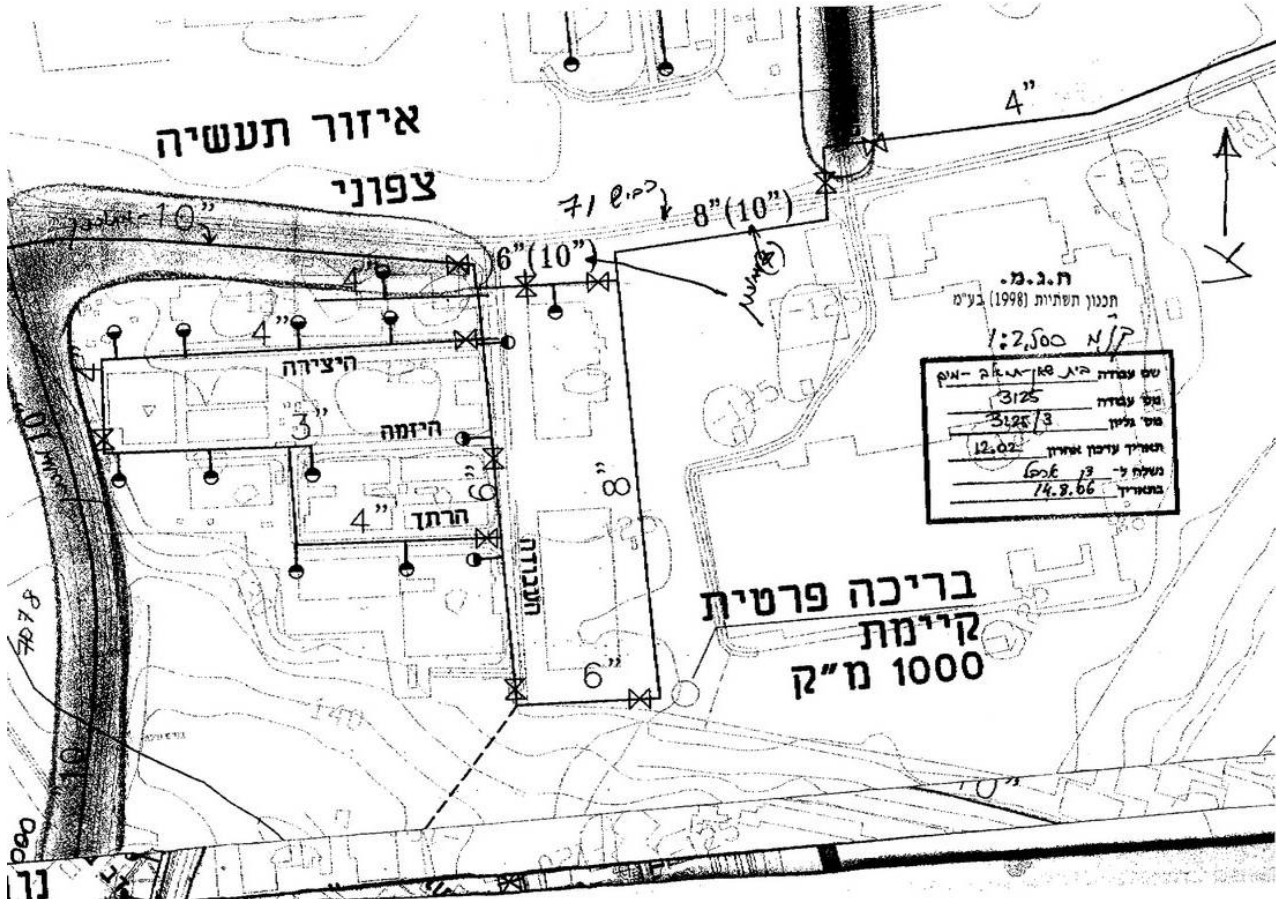
ביחס ללחץ המינימלי האפקטיבי – 0.35 בר:

- ה.** לחץ מינימלי - 0.02 (פחות מ- 6% מהלחץ האפקטיבי).
- ו.** לחץ ממוצע - 0.05 בר (14% מהלחץ האפקטיבי).
- ז.** לחץ מקסימלי 0.097 בר (28% מהלחץ האפקטיבי).
- ח.** לחץ בשורת 9 המתזים ליד הקיר הדרומי מול רצועת האש החיצונית, 0.07 עד 0.097 בר (בין 20% ל- 27% מהלחץ האפקטיבי).

**המסקנה:** אם כל המתזים נכנסים לפעולה, המערכת אינה מסוגלת להתמודד עם אש פנימית במבנה.

**פרק ו'- תשתית המים**

התרשים הבא מראה את תשתית המים של האיזור:



התרשים מימין הוא הגדלה מסויימת של הקטע המערבי בתרשים העליון.

המבנה של המבוטחים מסומן במסגרת אדום מקווקוות. קו של 8" מזין קו של 6" אשר משמש בסיס לרשת המים באיזור התעשייה.

ניתן לראות בבירור שרשת המים מבוססת על טבעת של 4" בלבד. טבעת זאת היא גבולית מאוד למערכת מתזים + כיבוי ידני. הלחץ במערכת אינו ניתן להגלה ע"י מקורות. כל שימוש ע"י כבאית מצמצם מאוד של "מה שנשאר עבור מתזים".



## פרק ז' - ניתוח התוצאות

גזים חמים שמקורם בשריפת צמיגים ליד הקיר חדרו למבנה והצטברו מתחת לתקרה של המבנה. הדפורמציות של אלמנטים של ברזל בחלונות של הקיר הדרומי באיזורים אשר בצד הפנימי שלהם לא הייתה בעירה של מטען אש, מעידים על חדירת הגזים מבחוץ.



בתמונה משמאל ניתן לראות מבט מלמטה של שולי הגג הדרומיים בשני השדות המזרחיים. מתחת לאיזור זה בערו צמיגים.

התמונה למטה ניתן לראות את תחום הבעירה החיצוני ליד הקיר הדרומי.





**פרק ז' – ניתוח התוצאות (המשך),**



התמונה  
העליונה  
מראה את  
הקיר  
החיצוני  
הדרומי בצד  
המזרחי.  
הדפורמציות  
בחלונות  
מעידה על  
חשיפה  
לגזים חמים,  
בשעה שכפי  
שניתן  
לראות, בצד  
הפנימי לא  
הייתה  
בעירה של  
ממש.



ראה תמונה  
למטה.  
החשיפה  
היא בבירור  
כתוצאה  
מבעירה  
חיצונית.



## פרק ו' – ניתוח התוצאות (המשך),



בפינה הדרום-מזרחית, ניתן לראות פיצוץ של לוחות אסבסט בצד הפנימי.

הנזק נובע מחשיפה לגזים חמים הנובעים מהשריפה מבחוץ.



בתמונה זו, נראים שרידים של צמיגים שבערו עד תום למרות מאמצי הכבאים.

**שרידי צמיגים אשר בערו עד תום למרות פעילות הכבאים.**



## **פרק ו' – ניתוח התוצאות (המשך),**

בשלב הראשון נפתחים מתזים בשורה הדרומית. בשל השיפוע של הגג, הגזים החמים עוברים בין המתזים שבשורה זו ומתחילים להפעיל את המתזים אשר במרכז המבנה, שורה שנייה ושלישית.

במקביל, מתמרות להבות מעל מפלס הגג. הלהבות מחממות את גג האסבסט בקרינה מהצד העליון. לוחות האסבסט מחממים את האוויר מתחתם ואת יריעת הבידוד אשר מתחת לפטות של המבנה.

**על יריעת הבידוד פועל תהליך חימום מתחתיה ומעליה.**

השכבה הזו נפרמת ונדלקת.

ככל שמס' המתזים שנפתחים עולה, הלחץ שלהם יורד, הדפלקטור לא מתיז כלפי מעלה ותחום ההתזה כלפי מטה הולך ויורד.

**יריעת הבידוד יוצרת שני אפקטים במקביל:**

**א.** חלקי יריעות נופלים על המתזים ומנטרלים אותם.

**ב.** חלקי יריעות בוערים נופלים כלפי מטה ויוצרים הרבה מוקדי אש בשטח האולם.

נוצר תהליך המזין את עצמו (תהליך מתבדר). יריעת הבידוד מגדילה את מס' המתזים הפועלים, הלחץ יורד והאטמוספירה המקררת של המתזים הולכת ומצטמצמת וחוזר חלילה. יצירת מוקדי בעירה קטנים בשטח מגדילים את החום ומגדילים את כמות המתזים שנפתחים וחוזר חלילה.

**יריעת הבידוד הבעירה היא גורם בעל תרומה גדולה לאובדן שליטה של מערכת המתזים.** היריעה יוצרת מעבר בין המצב שאותו בדקנו בסעיף 2 לבין המצב שנבדק בסעיף 1.

בדקנו את מקור היריעה ומצאנו שהוא יוצר ע"י פוליוןם ברקאי. קבלנו מהמפעל תעודת בדיקה של מכון התקנים לגבי שכבה לא כלואה מהצד הפנימי. לפי תעודה מס' 8311200954 מיום 29/01/03 אשר הוכנה עבור "פלסטיק מגן נמצא שהוא מתאים לסיווג III.3.3 ו-V.3.3 (הראשון מתייחס לבעירות והשני לטפטוף).

מסתבר שלחומר יש עמידות טובה יחסית כאשר החום במגע עם שכבת האלומיניום.



אולם מצאנו שכאשר הקצה שאינו מוגן ע"י רדיד האלומיניום נמצא במגע עם אש, הוא בוער במהירות רבה מאוד ובעוצמה גדולה. לא בדקנו מה שיטת הבדיקה הנהוגה במכון התקנים מבחינת העמדת החומר מול הלהבה. במציאות, הקצוות חשופים בכל תפר חיבור. יתרה מזו, באיזור המתזים הקבלן בצע חיתוכים, אשר גם מאפשרים לגזים חמים לחדור אל מעל היריעה, אלא שהסרח עודף מהווה פתיל או יותר נכון מעין "נפץ" אשר ממנו מתפשטת אש במהירות רבה מאוד על פני שטחים נרחבים.



## פרק ו' – ניתוח התוצאות (המשך),



בתמונה משמאל ניתן לראות את הפתח שנגזר ביריעת הבידוד. לא זו בלבד שזה מאפשר לגזים חמים להיכנס פנימה ולחמם את היריעה גם מלמעלה, אלא שהקצוות של היריעה נחשפות לרגישות גדולה להתלקחות כפי שניתן לראות בתמונה למטה.



כאשר הקצה של היריעה נחשף לאש, הוא מתלקח במהירות רבה מאוד. לכן קיימת האפשרות של נפילת קטעים רבים של יריעה בוערת בכל רחבי המבנה.

דבר זה יוצר נקודות התלקחות רבות שמערכת המתזים המדולדלת לא מסוגלת להתמודד אתן.

## **פרק ו' – ניתוח התוצאות (המשך),**

### **פעולת המתזים:**

#### **בפרק ד' – בדיקות ספיקה, פרק ה' חישובים הידראוליים ופרק ו' – תשתית המים הראינו:**

- 1.** תשתית מים מוגבלת של "4 אשר אם יש בה משקעים ואבנים, מהירות הזרימה הנוצרת בה כאשר כבאיות מוזנות מהרשת או ע"י צריכה של מתזים מניעות את המשקעים והאבנים לתוך הכבאית או לכניסה למערכת המתזים, או שנוצרת סתימה בכניסות. כפי שהראינו יש אבנים במערכת.
- 2.** חיבור שיוצר צוואר בקבוק בכניסה.
- 3.** גזים חמים שמקורם חיצוני כאשר מערכת המתזים אינה יכולה לקרר את סביבת מקור האש.
- 4.** כאשר נפתחים מתזים רבים מדי, הלחץ יורד לשעורי אי יעילות. ההתזה נהפעת לטפטוף.
- 5.** יריעת בדוד בעירה אשר נפרמת ונופלת על המתזים וכך חונקת אותם.

## **פרק ז' - סיכום**

- 1.** במבנה המערבי מותקנת מערכת מתזים. במבנה המזרחי – הוא מבנה הייצור לא הותקנו מתזים.
- 2.** מטרת העבודה הזו היא לבדוק את האפקטיביות של מערכת מתזים אילו הותקנה גם במבנה המזרחי.
- 3.** הנחת העבודה היא שעל פי הנדרש ממערכת מתזים באולם ייצור צמיגים ובהתחשב בחתך המבנה הזהה, וביריעת הבידוד בתקרה, היו מתקינים במבנה המזרחי מערכת מתזים בסגנון שהותקן במבנה המערבי.
- 4.** לצורך התקנת המערכת היה נעשה שימוש באותה מערכת הזנה אשר הותקנה מלחתחילה ליד הקיר הדרומי של המבנה המזרחי.
- 5.** במערכת ההזנה מצאנו פגמים חמורים אשר מורידים את אספקת המים למערכת המתזים ביותר מ- 50% לעומת מה שהיה אפשרי על פי תפוקת התשתית בשטח.
- 6.** בנוסף להיצריות שיצרו צוואר בקבוק, המערכת הייתה חשופה לכניסת אבנים אשר חוסמות מערכת מתזים כפי שמצאנו בפועל במקרה זה.
- 7.** אנו הנחנו ששני ברזי ההזנה של המערכת היו פתוחות באופן מלא. מכיוון שהברזים לא היו מאובטחים, אין בכך וודאות.
- 8.** למערכת מתזים יש קושי להתמודד עם שריפה הפורצת מחוץ לשטח ההתזה. לכן, התקן דורש כיסוי מלא בכל השטח המוגן. לשטח הפעולה של מערכת כזו אין כבר משמעות.
- 9.** גורם נוסף אשר מחמיר את הבעייה הוא שכבת בידוד בעיר מתחת לתקרה, מעל המתזים. שכבה זו בעלת פוטנציאל של פיזור אש במהירות ובעוצמה רבה. בכך היא מגדילה את כמות המתזים הפועלים ומורידה את צפיפות ההתזה על פני השטח. יריעות הבידוד הנפרמות גם נופלות על המתזים וחונקות אותם.

## **פרק ז' – סיכום (המשך),**

10. בצענו חישובים הידראוליים לפי שטחי הפעלה שונים, במצב של תפוקה מלאה של התשתית ובמצב שיש צריכה של מים ע"י כבאית אחת המפעילה תותח מים.
11. בחישוב יצרנו איזון בין צריכת המערכת לבין יכולת אספקת המים למערכת על בסיס תוצאות מדידות אופייני המים שבצענו.
12. את התוצאות השונו עם הביצוע המינימלי הנדרש למתזים מהסוג שהותקן. קבענו קריטריון זהיר של 50% מהמינימום המוכר לאפקטיביות. זה שווה ערך לשליש ממינימום הלחץ הנדרש לתכנון.
13. עולה מהחישוב שאם נפתחים כל המתזים, המערכת חסרת אפקטיביות לחלוטין.
14. אם נפתחים המתזים בחלק הגבוה של המבנה וחלק מהמתזים מול איזור הבעירה החיצוני, אין אפקטיביות בשני שלישי המבנה המזרחי. בשליש המערבי האפקטיביות מוטלת בספק.
15. אם במקביל לצריכת המים ע"י המתזים קיימת צריכת מים לכיבוי באיזורים אחרים של איזור התעשייה, או לצורכי הכבאיות אשר פעלו על הכביש הראשי של העיר (הכביש סמוך למבנה המערבי), הרי שלילת המים ממערכת המתזים מאפסת את האפקטיביות של המערכת.
16. בתהליך שאירע בשטח, הרי הכבאים הראשונים שנכנסו לפעולה ברחוב הצפוני העמידו תותח מים על מכולה שעומדת ליד המבנה אשר ממזרח למבנה של המפעל ופעלו מול השטח החיצוני הבווער מכיוון צפון מזרח לדרום מערב. אילו פעלה מערכת מתזים במבנה הייצור של המפעל, הייתה נשללת ממנה כמות המים שנצרכה ע"י הכבאית הזו.
17. הכבאים של כבאית אחרת שהתמקמה כמה דקות מאוחר יותר ברחוב של מבני המפעל, נאלצו לפעול עם אמצעי הגנה בשל העשן שעלה מהצמיגים. ברגע שהם התחברו אל ההידרנט במבנה המזרחי הסמוך הם שללו כמויות מים נוספות ממערכת המתזים.
18. אפשר לראות בעליל שהצמיגים ליד קיר הבניין נשרפו כליל. כלומר, הכבאים לא ממש הצליחו לכבות את האש הזו, אלא לאחר שמקור החומר הבווער כלה כמעט לגמרי.
19. המסקנה היא שאילו הייתה מותקנת מערכת מתזים גם בבנין המזרחי, לא הייתה לה אפקטיביות.

## **לוטה:**

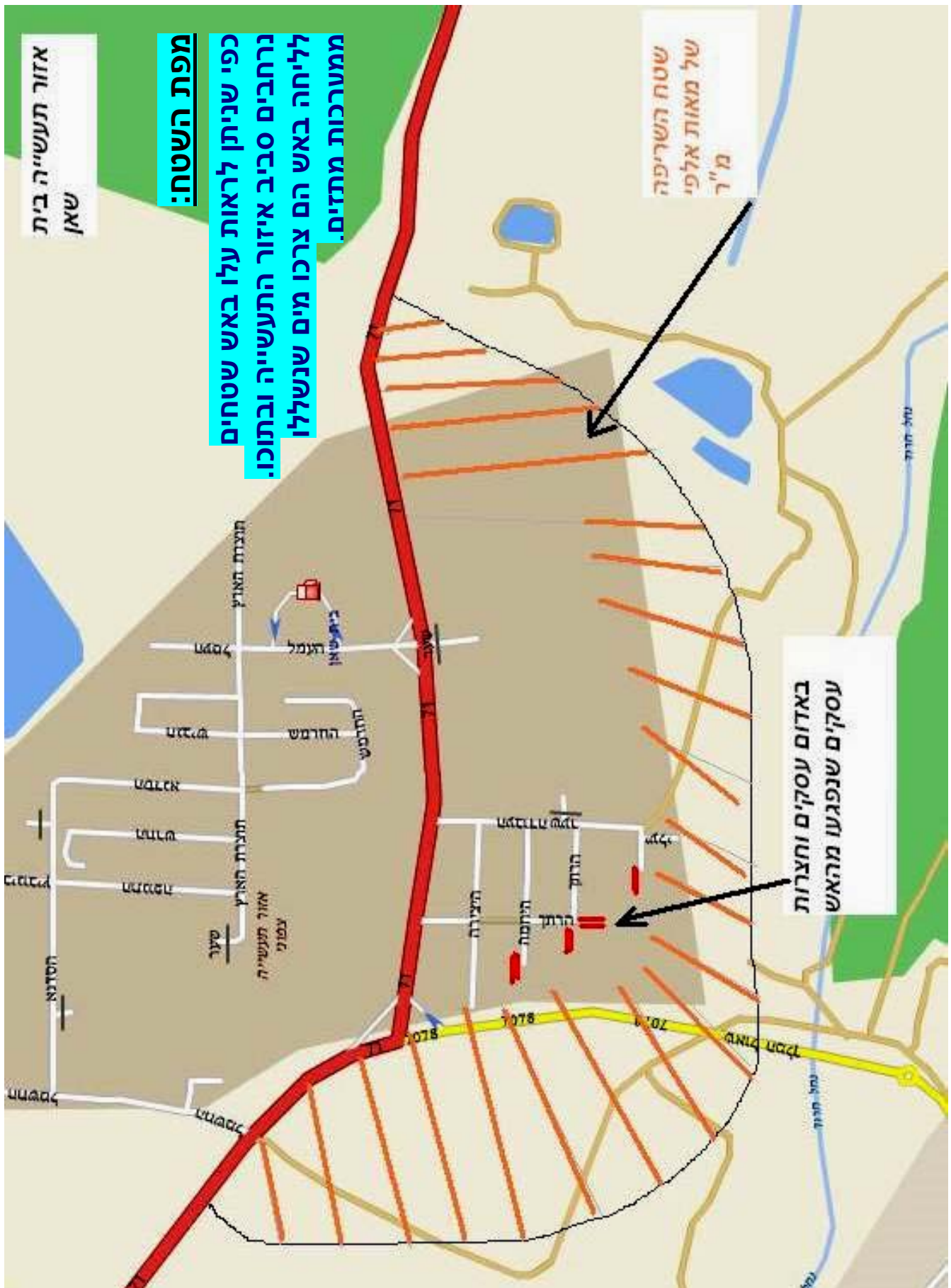
**נספח תמונות נוספות והסברים בצידם**

בכבוד רב

דן ארבל

**דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ.**









**צילום של שטח האחסון הדרומי למבנה הייצור.**

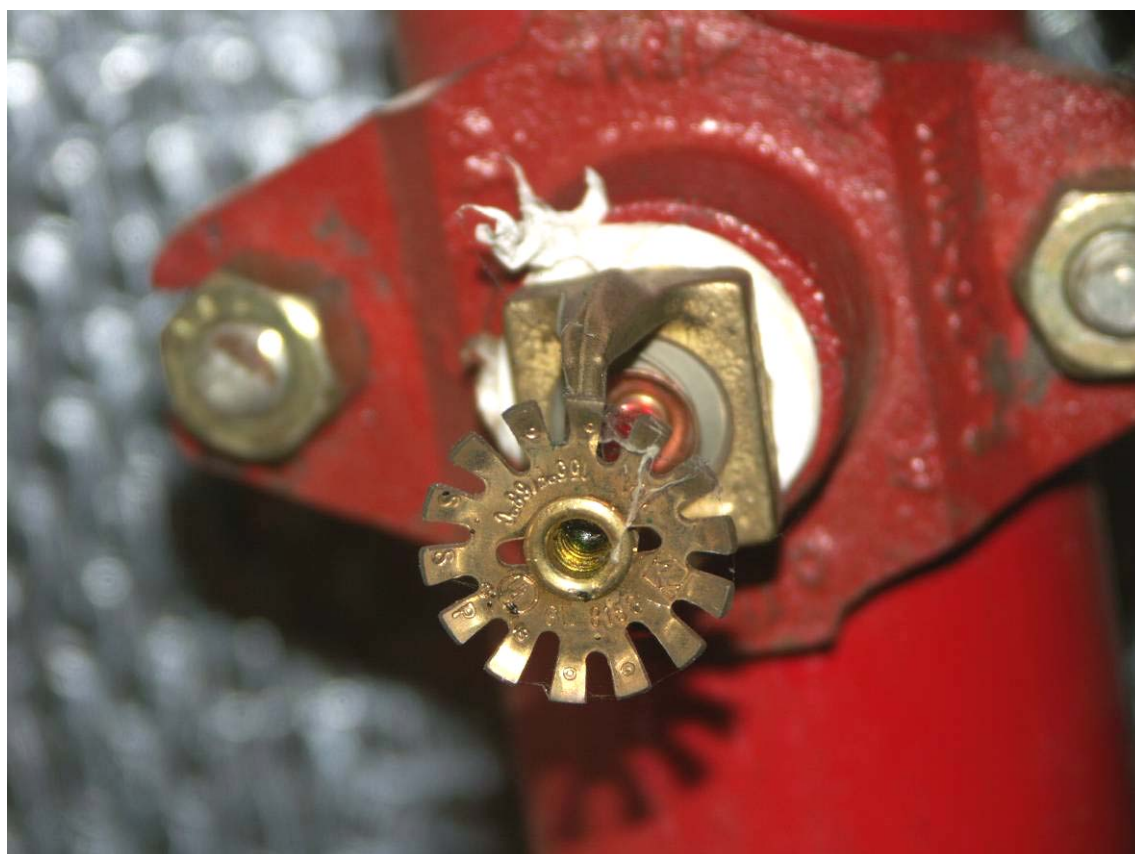


**בעירה של צמיגים גם לאורך הקיר המזרחי.**





מערכת  
מתזים  
בבניין  
המערבי. נא  
לשים לב  
ליריעת  
הבידוד  
מתחת  
לפטות של  
הגג.



מתז טיפוס  
LO-68°C,  
תוצרת  
Globe





**הזנה לקוייה  
במערכת  
מתזים של  
בניין אחר  
באיזור  
התעשייה  
מעידה על  
השיטה.**