

## **חקירה של פריצת מתו בתיאטרון ליסין**

### **פרק א' - תיאור המערכת**

- .1** מערכת מתזים אשר ניזונה מבית משאבות הנמצא על הגג.
- .2** החלק הספציפי של המערכת הנשלט ע"י מגוף נפרד הוא הקטע המגן על גשר התאורה.
- .3** טיפוס המתז שהותקן בגשר הוא Tyco TY3131 (2004) upright 68°C. מדובר במתז עם הברגה "1/2", קבוע התזה 5.6, טמפ' הפעלה 68°C, שנת ייצור 2004.
- .4** בעת הביקור כבר הוחלפו ארבעת המתזים לאורך הגשר במתזים בעלי סיווג טמפרטורה של 141°C.
- .5** תקרת האולם היא מונמכת, מתחת לתקרה העליונה הקונסטרוקטיבית.
- .6** גשר "פנסי התאורה" נמצא בצד הגבוה ביותר של האולם, בגובה של כ- 10 מ' מעל רצפת האולם. לגשר עצמו יש חופה מקומרת כלפי מעלה בגובה של כ- 1.85 מ' מעל רצפת הגשר, תקרת המבנה העליונה היא בגובה של כ- 4.80 מ' מעל רצפת הגשר. אורך הגשר כ- 18 מ', רוחב החופה כ- 3.40 מ'.
- .7** על מעקה של הגשר מורכבים 26 פנסים (פרוז'קטורים) אשר מכוונים אל הבמה. תפוקת הנורות תוצרת Orsam כ- 2.5KW כ"א
- .8** מתחת לחופה מותקנים מתזים במרווח של עד 5 ס"מ מהחופה.
- .9** החום שיוצרים הפנסים זורם לכיוון החופה ומתפזר לאורכו עד ליציאות משני צידי הגשר.
- .10** הפנסים מופעלים בהתאם לתוכנית שנקבעת מראש בהתאם לצרכי ההצגה. לא כל הפנסים מופעלים בעת ובעונה אחת.

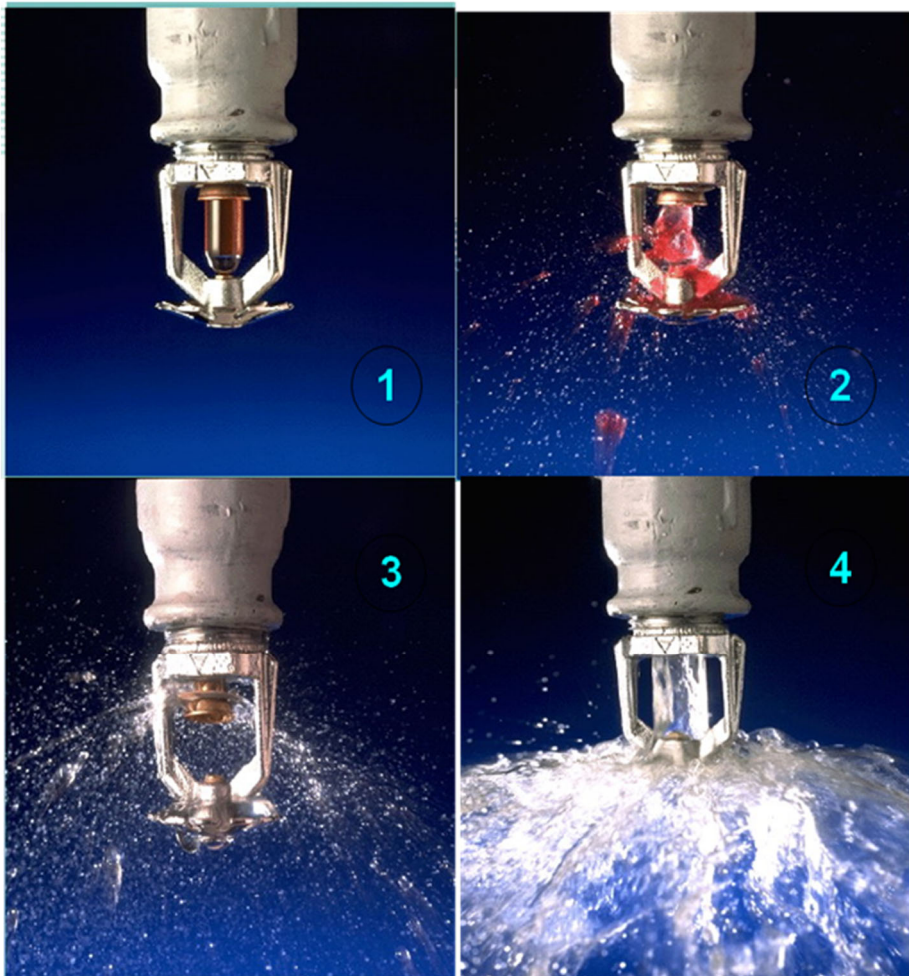
### **פרק ב' - האירוע**

- .1** ביום 15/09/09 במהלך הצגה "עלמה ורות" פרז אחד מהמתזים שלאורך הגשר.
- .2** המים התיזו לתוך הפנסים הסמוכים, דבר שגרם לקשרים ופיצוץ של הנורות.
- .3** הקהל פונה מהמקום.
- .4** המגוף של המערכת אותר ונסגר.
- .5** המתז שפרץ יחד עם כל שכניו לאורך הגשר הוחלפו ע"י מ. פינק בע"מ, ציוד ומערכות לכיבוי אש- שיווק, התקנה ואחזקה.

## **פרק ג' - הסבר על פעולת מתזים על רקע האירוע**

- 1. מתזים אוטומטיים** – הוא אלמנט התזה במערכת מתזים אשר מתחיל להתז כלפי מטה כאשר טמפרטורת גזים של שריפה מחממת את אותו לשיעור שנקבע מראש במבנהו. השיעור הזה נקרא סיווג הטמפ' של המתז.
- 2. גורם ההפעלה של המתז הוא "אלמנט תרמי"** המחזיק פקק נעוץ בנחיר התזה. בהגיע האלמנט לטמפרטורה שנקבעה מראש הוא מתפרק, הפקק משתחרר והמתז הנתון ללחץ מים מתחיל להתז מים כלפי מטה. דפלקטור המהווה חלק מהמתז יוצר את פטריית ההתזה כלפי מטה.
- 3. סיווג מתזים:** מתזים מסווגים לטמפרטורות שונות בהתאם לדרישת המערכת וטמפרטורת הסביבה. קיימים מתזים המסווגים לטמפרטורות של  $74^{\circ}\text{C}$ ,  $68^{\circ}\text{C}$  הנחשבים לבעלי טמפרטורה רגילה,  $79^{\circ}\text{C}$ - $107^{\circ}\text{C}$  הנחשבים כבעלי סיווג טמפרטורה בינוני ו-  $141^{\circ}\text{C}$  נחשב כסיווג טמפרטורה גבוהה. המתז הנפוץ ביותר הוא בעל סיווג הטמפרטורה של  $68^{\circ}\text{C}$ .
- 4. יש שני סוגים של אלמנטי הפעלה:** על בסיס תערובת של מתכות ועל בסיס בועה המכילה נוזל. לצורך הדיון הזה, טיפוס הבועה הוא זה המעניין אותנו.
- 5. סיווג המתזים:** מזהים את סיווג הטמפרטורה של מתזי הבועה לפי צבע הנוזל בבועה. למשל צבע הנוזל של **מתז  $68^{\circ}\text{C}$  הוא אדום** ואילו צבע הנוזל של **מתז  $141^{\circ}\text{C}$  הוא כחול**.
- 6. מהירות תגובה:** יש מתזים שאלמנט ההפעלה שלהם מגיב מהר יותר (מהירי תגובה) ויש שהם בעלי מהירות תגובה רגילה.
- 7. מיקום המתזים:** יש מתזים המותקנים מעל הצינור המזין אותם (ניצבים) ויש מתחת לצינור (תלויים).
- 8. מתז ניצב (Upright)** במקרה דנן, המתז שהיה מותקן היא מטיפוס ניצב, מהיר תגובה ובעל סיווג טמפ' של  $68^{\circ}\text{C}$ . לאחר האירוע הוא הוחלף ע"י מ. פינק במתז ניצב, בעל תגובה סטנדרטית ובעל סיווג טמפ' של  $141^{\circ}\text{C}$ .
- 9. התמונה למטה, מראה פעולה של מתז תלוי בעל תגובה איטית, סיווג טמפ'  $68^{\circ}\text{C}$ .**
- 10. מבנה האולם ומערכת מיזוג האוויר:** לאולם יש תקרה מונמכת מתחת לתקרה קונסטרוקטיבית לא מבודדת. מערכת מיזוג האוויר מוגבלת לגובה העליון של היציע. זה גורם להבדל טמפ' משמעותי בין החלק הממוזג והחלק העליון. בקרתי באתר במהלך נובמבר כאשר הטמפ' יותר נמוכה.

## פרק ג'- חקירת האירוע (המשך)



תהליך הפעלה  
של מתז:

1. התחממות הנוזל בתוך הבועה,
2. התנפצות הבועה
3. לחץ המים מעיף את הפקק.
4. התזה.

## **פרק ג'- חקירת האירוע (המשך)**



**המתז בתמונה מצד שמאל, מראה מתז אשר הוסר מהגשר דנן.** הוא טיפוס ניצב בעל תגובה מהירה וסיווג טמפ' של **68°C**. ניתן לראות את הבועה (אמפולה) המכילה **נוזל אדום**. קוטר הבועה 3 מ"מ והיא מיוצרת ע"י חברת JOB הגרמנית.

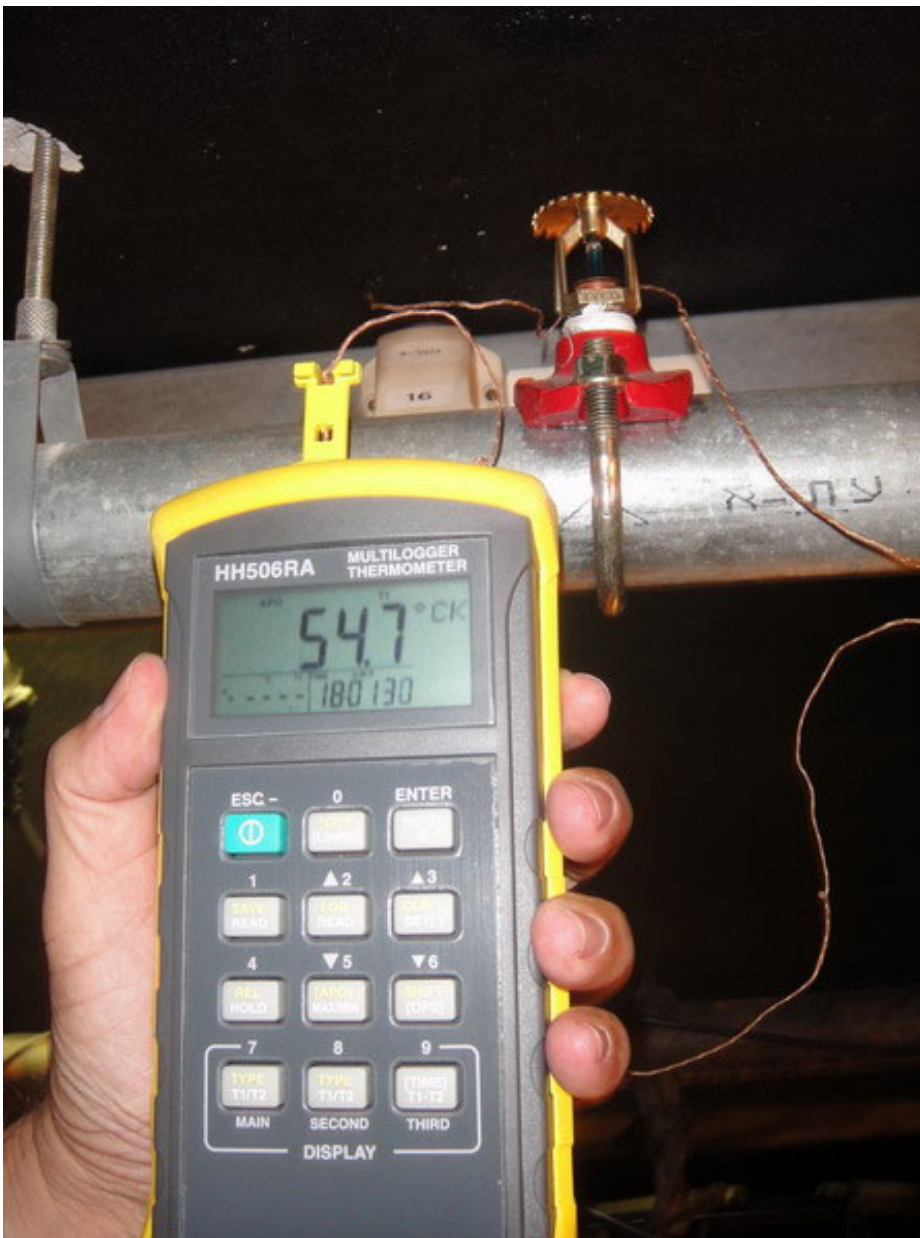
## **פרק ד' - חקירה של האירוע – טמפרטורת הסביבה של המתזים**

- 1.** בעת הביקורת נכחנו לראות שהמתזים המקוריים לאורך הגשר הוחלפו כולם למתזים המסווגים לטמפ' של **141°C**.
- 2.** רוב המתזים המחליפים היו עם חלקי הפלסטיק המגינים על אמפולת ההפעלה של המתזים כפי שהוצאו מהאריזה. במצב זה המתזים אינם יכולים למלא את תפקידם. לאחר שהערנו, הוסרו ההגנות.
- 3.** בקשנו לבדוק את הטמפרטורות הנוצרות ע"י הפנסים. אולם, הנהלת המקום לא הייתה מוכנה להדליק את הפנסים ביום הביקור.
- 4.** בתאום עם מנהל האחזקה יצרנו קשר עם האחראי על התאורה וערכנו ביקור נוסף במקום ביום 29/10/09.
- 5.** 15 דקות לאחר הפעלת התאורה בצענו סדרה של מדידות טמפרטורה באמצעות "צמד תרמי" ומכשיר דיגיטלי. תחילה מדדנו את טמפרטורת האוויר הנפלט מהפנסים. נמדדה טמפרטורה של **135-139°C** ביציאות האוורור של הפנסים. באחד

הפנסים הטמפ' הגיע ל- **178°C** אולם נראה במקרה זה מפוח הקירור לא פעל (ראה תמונות בדף הבא).

**6.** אוויר חם בטמפרטורה זו עולה כלפי מעלה. בדרכו למעלה האוויר מתקרר ע"י ערבוב עם אוויר קר וע"י הציוד בסביבה..

**7.** מדדנו טמפרטורות בסביבת המתזים (ראה תמונה משמאל). טמפ' אופיינית כ- 15 דקות לאחר הדלקת הפנסים הייתה **55°C**. יש לציין שטמפרטורה זו נמדדה כאשר הפנס מתחת המתז לא היה בפעולה. באותו זמן טמפ' כתר המתז הגיעה ל- **40°C**.



## פרק ד' - חקירת האירוע (המשך)

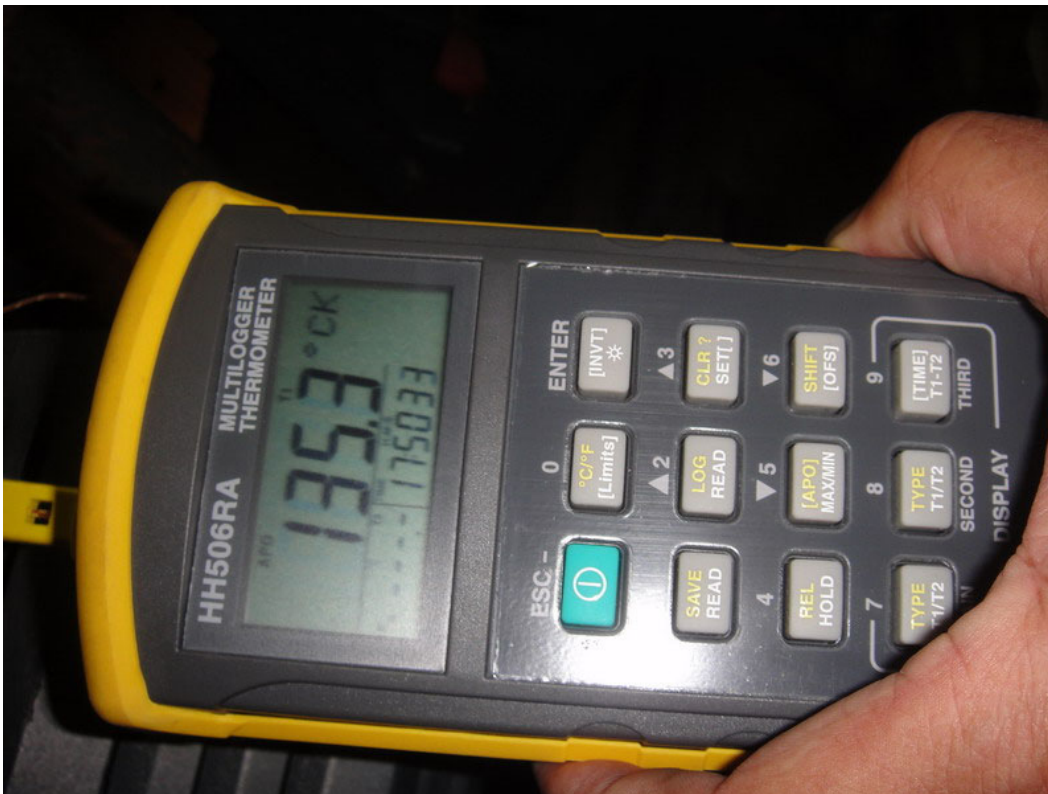
טמפרטורות שנמדדו ביציאת האוורור של הפנסים.

נעשה שימוש במד טמפרטורה דיגיטלי אשר מקבל את הסיגנל מצמד תרמי.

בתמונה העליונה רואים טמפ' של  $135^{\circ}\text{C}$

בתמונה התחתונה -  $178^{\circ}\text{C}$ . נראה שבמקרה זה מפוח הקרור של הפנס לא פעל.

המדידות בוצעו על יציאות אוויר הקירור.

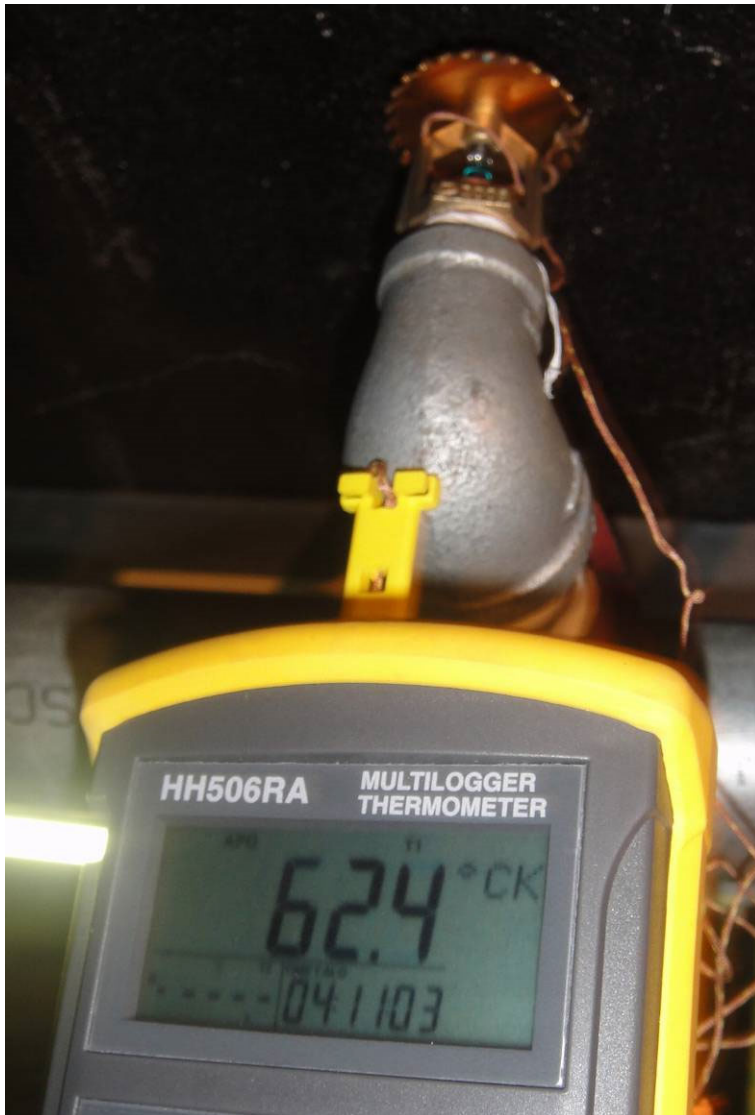


## **פרק ד' - חקירת האירוע (המשך),**

**8.** לאחר ניתוח הנתונים הסקנו שיש צורך בביקור נוסף לאחר שהפנסים יופעלו למשל יותר משעה. בתאריך 13/12/09 הגענו למקום והחילונו במדידות בשעה 11:30, שעה וחצי לאחר הפעלת הפנסים.

**9.** הופעלו 26 פנסים. ראובן התאורן הדגיש שבאופן נורמאלי לא כל הפנסים פועלים, לכן הפעלה כללית היא מחמירה.

**10.** בבדיקה מתאריך 13/12/09 מדדנו טמפ' של **58.4°C** ליד המתז שהחליף את המתז שפרץ. ליד מתז אחר מדדנו טמפ' של **62.5°C (ראה תמונה משמאל).**



**11.** במקביל מדדנו באמצעות מד טמפ' אינפרא אדום (מדידה מרחוק), טמפ' של **20.5°C** ברצפת האולם ו- **24.5°C** בתקרת הבטון של האולם. כלומר, הפרש של כ- **4°C**.

**12.** אוויר ממוזג מוזרם מלמעלה מתחת לגשר התאורה ויוצא באיזור הבמה לכיוון "פתחי אוויר חוזר" בגובה הבמה. בשיטה זו, אוויר חם שמצטבר מתחת לתקרה המונמכת באולם, זורם דרך פתחי הגשר ומצטבר מתחת לתקרת האולם.

**13.** האירוע קרה ב- 15/09/09 כאשר הטמפ' החיצונית גבוהה בכ- **10°C** מעל הטמפרטורה החיצונית בעת המדידה ב- 13/12/09. בתוך האולם עד 900 אורחים המפיקים חום שיש לסלק מהאולם. להערכתנו בתאריך 15/09/09 הטמפ' באיזור הגשר לפני הפעלת הפנסים היא בין **5°C** ל- **8°C** מעל הטמפ' האוויר שמדדנו ב- 13/12/09.

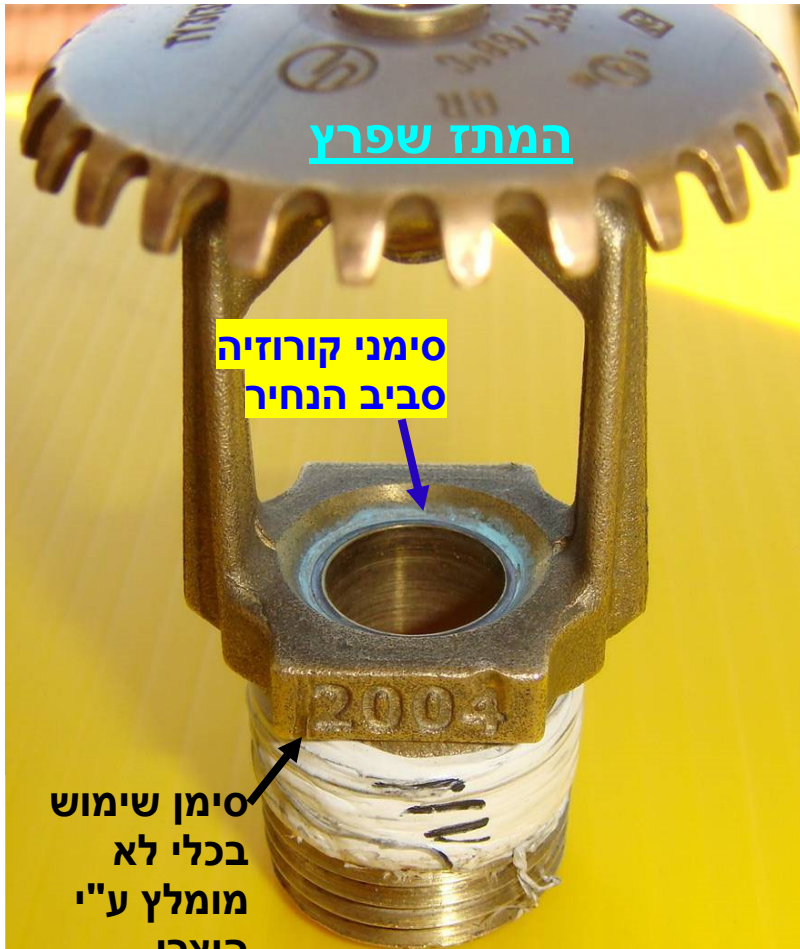
**14.** לכן, בשעה שפעולת כל הפנסים הייתה מחמירה לעומת "הפעלה רגילה", טמפ' הסביבה בעת

המדידה הייתה משמעותית יותר נמוכה מאשר בנוכחות של מאות אורחים הפולטים חום ובתקופה חמה של ספטמבר, תהא אשר תהא פעולת מיזוג האוויר.

**15.** לכן, קיימת אפשרות סבירה שהטמפ' באזור המתזים ביום האירוע גבוהה בכ- **5°C** מהטמפ' שמדדנו. בתנאים אלה עולה שקיימת סבירות גבוהה לזרימת אוויר חם בטמפ' קרובה לטמפ' ההפעלה של המתזים בכל פעם שמפעילים את הפנסים במיוחד בעונה החמה.

**16.** המתזים מסווגים לטמפ' של **68°C**. הווה אומר שכאשר הם חשופים לזרם אוויר חם בטמפרטורה של מעל **68°C**, התוכן הנוזלי של הבועה הנועלת את נחיר ההתזה של המתז תתחמם לטמפ' זו ואז הבועה תתנפץ, הפקק הסוגר את נחיר ההתזה ישתחרר והמתז יתחיל לפעול.

## פרק ה' - חקירה של האירוע – אבחנות נוספות



1. **כאמור קבלנו מאיציק סלחגי 3 מתזים:** אחד אשר הוגדר כזה שפרץ נמסר לנו בתאריך 21/09/09 ושניים שלמים שמקורם בגשר שנמסרו לנו ב-13/12/09. בחינה של המתזים הראתה שלכולם יש אותו מספר קטלוגי, אך אחד השלמים שונה משניים האחרים במבנה הפקק שאוטם את הנחיר.
2. בחינה של המתז שפרץ ומתזים שנמסרו לנו העלתה שעל בסיס המתזים **נמצאו סימנים של שימוש בכלים שאינם הכלים המומלצים על ידי היצרן.** שימוש בכלים כאלה עלול לגרום לנזקים למתז ולא למנטים של ההפעלה. במתז שפרץ לא יכולנו לבדוק את אלמנטי ההפעלה מכיוון שהם נעלמו. שני המתזים האחרים היו שלימים. לא זיהינו סימן של פגיעה בהם.
3. במתז שפרץ ובמתז שני שלם שנמסרו לנו **נמצאו סימני קורוזיה** (ירקרקת אופיינית לקורוזיה של נחושת) סביב נחיר ההתזה. במתז השלישי בעל מבנה שונה, לא נמצאו סימני קורוזיה.
4. **סימני הקורוזיה בשני מתזים מעידים יציאת מים בקצב נמוך מאוד.** לא מספיק לטפטוף אבל מספיק ליציאת הקורוזיה. יש בכך כדי להעיד על "מצוקה" שבו היה המתז נתון.
5. **בדיקת מתזים:** שני המתזים שנמסרו לנו בהיותם שלימים נוסו בחימום איטי במים, הם פעלו כאשר טמפ' המים שנמדדה ע"י מכשיר המדידה הייתה 67.4°C, פחות מכפי הצפוי.



## **פרק ו' – פנייה ליצרן**

נשאלת שאלה אם המתז יכול לפרוץ אם הטמפ' של הסביבה נמוכה יותר אך קרובה לטמפ' ההפעלה, הנה תשובת היצרן:

**From:** Teschner, J?rgen [mailto:juergen.teschner@job-bulbs.com]  
**Sent:** 09 November, 2009 5:08 PM  
**To:** Dan Arbel  
**Subject:** AW: Failure of Glass Bulb Sprinkler

Dear Dan,

Every time you heat the bulbs close to operation temperature you build up an internal pressure inside of the bulb. The bulbs, respectively the glass is stressed over more than 4 years in cycles close to the point of breakage. That is something tough to withstand. For that reason NFPA requires a maximum allowable ambient temperature for certain nominal temperatures of sprinklers.

This is not a glass bulb specific problem, solder link sprinklers would start to creep at high temperatures or would operate.

Juergen Teschner  
Director Sales &  
Applications Engineering

**Job GmbH**  
Kurt-Fischer-Str. 30  
22926 Ahrensburg  
Germany  
phone: +49-4102-2114-21  
fax: +49-4102-2114-70  
mobile: +49-175-2628895  
mail: [Teschner@job-bulbs.com](mailto:Teschner@job-bulbs.com)  
internet: [www.job-bulbs.com](http://www.job-bulbs.com)

## **פרק ז' - דרישת התקן**

**.1** נספח 1 לדוח מביא את הטבלה הבאה מתקן NFPA-13 גרסה 2002.

### **Table 6.2.5.1 Temperature Ratings, Classifications, and Color Codings (2002)**

- .2** תקן זה מאומץ ע"י תקן ישראלי 1596 ומהווה את הבסיס להתקנת מתזים בישראל החל משנות התשעים הראשונות.
- .3** על פי הנספח, כאשר הטמפרטורה של התקרה היא עד  $38^{\circ}\text{C}$  מותר שימוש במתזים בעלי סיווג טמפרטורה רגיל  $57^{\circ}\text{C}-77^{\circ}\text{C}$ . בטמפרטורת תקרה מרבית של  $66^{\circ}\text{C}$  יש להשתמש במתזים בעלי סיווג טמפרטורה בינוני של  $79^{\circ}\text{C}-107^{\circ}\text{C}$ .
- .4** כאשר הטמפ' המרבית עולה על  $66^{\circ}\text{C}$  יש להתקין מתז בעל סיווג טמפ' של  $141^{\circ}\text{C}$ .

## **פרק ז' - דרישות תקן (המשך),**


**5.** כאשר עולה חשד של טמפ' סביבה אפשרית גבוהה, יש לבצע מדידות מתאימות למשך הזמן הדרוש להגיע למסקנות, או לקיים שיקול דעת הנדסי ולהתקין מתזים בעלי סיווג טמפ' גבוה **כפי שאומנם בוצע בדיעבד, אחרי האירוע.**

## **פרק ח' - סיכום**

- 1.** סיווג הטמפרטורה של המתזים לא התאים לטמפרטורת הסביבה שלהם בהתאם להוראת התקן.
- 2.** טמפ' שנמדדה הגיעה ל- **62.4°C**. על פי התקן, הטמפ' המותרת למתזים בעלי סיווג טמפ' של **68°C** היא **38°C**.
- 3.** המתזים הותקנו במהלך השנים 2004/5 לאחר שהפנסים היו קיימים במתכונת הנוכחית.
- 4.** אישור סופי של מכון התקנים התקבל באוגוסט 2005.
- 5.** המתזים לא פרצו במשך 4.5 שנים של קיום המערכת מכיוון שהטמפרטורה בסביבה שלהם לא הגיעה לטמפרטורת ההפעלה של **68°C**.
- 6.** חימום וקירור לסירוגין בטמפרטורה הקרובה לסיווג הטמפרטורה של המתזים במשך אלפי פעמים, יוצרת תופעה של התעייפות של הזכוכית של בועת המתז. דרישת התקן לייצור מרווח בטחון לא קוימה במקרה דנן (**נספח 1**).
- 7.** סימני הקורוזיה סביב נחיר המתז מעידים על מצוקה של המתז. סביר להניח שזה נובע ממחזור החימום והקירור של המתזים. מוטל על הקבלן המתחזק לזהות קיום של סימנים אלה,
- 8.** יש לציין שגם המרחק בין המתזים שהותקנו עולה על המקסימום המותר של 4.6 מ', וזו חריגה מהתקן שאומנם אינה קשורה לאירוע עצמו.
- 9.** הקבלן לא השתמש בכלים מקוריים כנדרש ע"י היצרן, דבר שיכול לפגוע במנגנון ההפעלה.

## **לוטה:**

- נספח 1:** הוראות התקן בדבר סיווג טמפ' של מתזים,  
**נספח 2:** אישור של מכון התקנים.

  
בכבוד רב  
דן ארבל  
דן ארבל הנדסת סיכונים ושמאות בע"מ.

**נספח 1 - הוראת התקן בקשר לסיווג טמפרטורה של מתזים**

<b>Maximum Ceiling Temperature °C</b>	<b>Temperature Rating °C</b>		<b>Color Code</b>	<b>Glass Bulb Colors</b>
38	57–77	Ordinary	Uncolored or black	Orange or red
66	79–107	Intermediate	White	Yellow or green
<b>107</b>	<b>121–149</b>	<b>High</b>	<b>Blue</b>	<b>Blue</b>
149	163–191	Extra high	Red	Purple
191	204–246	Very extra high	Green	Black
246	260–302	Ultra high	Orange	Black
329	343	Ultra high	Orange	Black

**A.6.2.5** Information regarding the highest temperature that can be encountered in any location in a particular installation can be obtained by use of a thermometer that will register the highest temperature encountered; It should be hung for several days in the location in question, with the plant in operation.

**8.3.2.2** Where maximum ceiling temperatures exceed 100°F (38°C), sprinklers with temperature ratings in accordance with the maximum ceiling temperatures of Table 6.2.5.1 shall be used.

**8.3.2.6** In case of occupancy change involving temperature change, the sprinklers shall be changed accordingly.

**נספח 2: אישור מכון התקנים**



תעודת (\*) בדיקה מס': 8513228419 (\*\*)

פרטי ההזמנה:

(קשור לתעודה מס': 3313228356 (\*\*))

שם המומין	
מענו	: רחוב אלטלף 19 יחוד
תאריך ההזמנה	: 20.7.03
פקס	: 03-5334660

4x

בדיקה של : מערכת אוטומטית לכיבוי אש באמצעות מתאים, ב-בית לשינוי הקאמרי הישן רחוב פרישמן מינת זיזנגוף תל אביב להחלפתה לדרישות חותקן הישראלי ת"י 1596 - מהדורה 2002 (NFPA 13).

מחלת הבדיקה : בדיקה חמישית של התקנת המערכת (אולם ראשי + מתאינים).  
 הבדיקה בוצעה בתאריך: 9.8.05

סיכום : 1. התכנון מתאים לדרישות התקן.

2. ההתקנה מתאימה לדרישות התקן כפוף לסעיף 3 להלן.

3. מדרשות פעולת החומרה ודרישות השוטפות (סעיף 12 בתקן) לפי הנראות ת"י 2928 (NFPA - 25).

מתחם עדי מתקן - IQE  
 ראש ענף כיבוי אש ומערכות וגם

קאופמן אבי - בודק ראשי  
 ענף כיבוי אש ומערכות מים

העונקים: מר יהורם חזי- קצין מניעת דלקות - תל אביב

תאריך: 28.8.2005

(\*\*) נא לצין מספר התעודה זו בכל פנייה למכון התקנים.

1158

תעודה זו מכילה 1 דפים ואין להשתמש בה אלא במלואה

(\*) התנאות מתיחסות רק לאזורים שנבדקו ואין ליהסן לאתרים אחרים של אותו מומין.

כיבוי אש בית לשינוי הקאמרי הישן פרישמן מינת זיזנגוף תל אביב 1596-04-8243337

רח' חיים לבנון 42, תל-אביב 68977, ענף סרינקלרים וכיבוי אש, טל' 03-8486140/5287 03-6486052 סקס' 03-6486052 www.sll.org.il

29.08.2005 12:10 972 3 6465052

P. 4 298a

From: 22-NOV-2009 12:56

To: 048243278 P. 1/1