

תאריך : 31 מאי , 2021

עמידות באש של מערכות כבלים חשמליים

אינג'. ד"ר שמואל נתנאל F.P.E.

מבוא

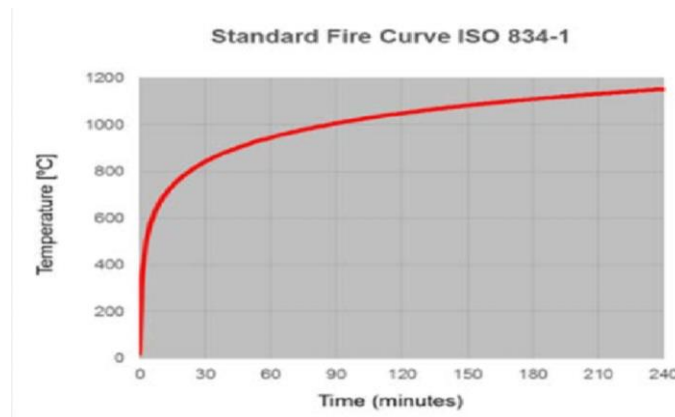
כפי שאומר הפתגם - השרשרת חזקה כחוזק החוליה החלשה שלה, ככל שהשרשרת ארוכה ומרכבת יותר, כך היא פגיעה יותר, אמירה זו היא מאד מוחשית בכל הקשור בחליפת ההגנה מפני אש של פרויקטי בנייה ותשתיות.

בשנים האחרונות, פרויקטי הבניה והתשתיות נעשים מורכבים יותר, המגדלים מתנשאים לגובה רב יותר, מערכת התחבורה הציבורית המסילתית מסועפת ומורכבת יותר וכך גם הרכיבים המזינים את מערכות ההגנה מפני אש. מאחר שמערכות ההגנה מפני אש הן מערכות מצילות חיים, המופעלות בשעת חירום ועליהן לפעול בתקינות וברמת שרידות שהוגדרה בזמן שריפה ובתנאים קשים, יש לכך השלכה על התקנים ותקנות החשמל בכל הקשור למערכת ההזנה החשמלית של מערכות החירום, הכוללים את מגוון אמצעי ההגנה מפני אש ובכלל זה : מערכות גילוי אש, מתזים ומערכות הגברת לחץ מי כיבוי, מערכות שליטה בעשן ובחום, מעליות פינוי ומעליות כבאים, מערכות כריזה, תאורת חירום, גנרטור לשעת חירום כולל משאבות הדלק לגנרטור, דלתות אוטומטיות, מערכות סימון ותאורה למניעת מכשולי טיסה ועוד.

פעילותן בשעת חירום של אותן מערכות מצילות חיים, מתקדמות ככל שתהיינה, מותנות בסופו של דבר בעמידותן ושרידותן של מערכות ההזנה החשמלית בשעת שריפה. לדאבון הלב אין מודעות מספקת לחשיבותן וחיוניותן של מערכות תומכות אלו. במאמר זה תנתן סקירה על אודות התקנים והתקנות העוסקים בעמידות באש של מערכות כבלים חשמליים הנדרשות לצורך שמירה על אינטגרציה של המעגלים, כמו גם על דרישות ההתקנה בפירים, מובילים, מנשאים וסולמות כבלים וזאת לצורך העלאת המודעות והערנות בשלבי התכנון וההתקנה של מכלולים אלו.

מדדי טמפרטורה/זמן לבחינת עמידות בשריפה במבנים

עקומת זמן-טמפרטורה המשמשת לבדיקת עמידות האש של חומרים הנתונים לסכנת אש של חומרי בניין דליקים כלליים ותכולת בניין, היא העקומה המבוססת על תקן ISO 834, המכונה גם עקומת האש הנומינלית הסטנדרטית כמתואר להלן :



לצורך פשטות ואחידות בתהליכי התכנון נהוג להתייחס לנקודות מסוימות על גבי הגרף לעיל, אלו הן רמות הטמפרטורה הממוצעת כעבור 30, 60 ו-90 דקות מרגע שפרצה השריפה. נקודות יחוס אלו מתארות את דרישות העמידות מפני אש הנדרשת כפונקציה של זמן וטמפרטורה כמתואר בטבלה הבאה:

סימון	זמן (דקות)	טמפרטורה (°C)
E-30	30	800
E-60	60	950
E-90	90	1,010

תקנות ותקנים

קיימת תאימות בין התקנים והתקנות בכל הקשור בעמידות באש של מערכות כבלים חשמליים, אך יש צורך ל"מורה נבוכים" שיתאר את הייחודיות והמענה הספציפי של ההתקנים השונים לסוגיות התכנון וההתקנה באופן שיענה באופן מיטבי לאבטחה ושרידות מערכות ההגנה מאש בשעת חירום:

• DIN 4102-12

חוק החשמל מגדיר כי כבלים המותקנים באופן גלוי בדרך מילוט ממתקן ציבורי, וכן כבלים המשמשים להזנת חשמל למתקן חרום יעמדו בדרישות התקן הגרמני DIN 4102-12 למשך 30 דקות בטמפרטורה של 950 מעלות צלסיוס. התקן מתאר את הדרישות ואת הפעולות להשגת תקינות מעגל משופרת של התקנת כבלים חשמליים הנדרשות לשמירה על אינטגרציה של המעגלים ועמידות באש של מערכות כבלים חשמליים בעת ארוע שריפה. התקן מתייחס לשלמות המערכת במקרה של שריפה ואינו מתייחס רק לאלמנט מסוים במכלול מערכת



הובלת הכבלים, התקן מתייחס לכל מערך ההתקנה הכולל, בנוסף לכבלים, גם מדפים להתקנת הכבלים, תפסניות הכבלים, כיסויים, מחברים וכד'.

נדרשת תאימות בתקן בין הכבלים למערכת התמיכה שלהם לדוגמא: כבלי חשמל חסיני אש לפי הדרישה (30 או 90 דקות), מערכת תמיכה וסיעוף הכבלים עמידה באש בערכים הנדרשים כמו גם חיזוקי המערכת למבנה בהתקנה חסינת אש והלימה של תו תקן לכל רכיב במערכת עד רמת הבורג המחזק את מערכת הכבלים למבנה.

תקן זה מגדיר מתקן ושיטה לבדיקת עמידות התקנת כבלי חשמל בתנאי שריפה בטמפרטורה של 950 מעלות צלסיוס לפיכך, התקנות בהן נעשה שימוש בכבלים שעמדו בדרישות התקן אך לא נעשה שימוש בתפסניות וציוד עזר מתאים, לא בהכרח יעמדו בתנאי שריפה לזמן הנדרש. המיוחד בתקן זה הוא דימוי שריפה באזור בו מרוכזים מספר רב של כבלים יחד עם ציוד העזר המתאים.



• תקנות החשמל- מתקן חשמל ציבורי בבנין רב קומות, התשס"ג-2003

פירים ותעלות לתיוול חשמלי, כולל מחסומי האש שלהם, יהיו מחומרים בהתאם לנדרש בת"י 921. מעבר תיוול דרך קיר או תקרה יצויד, בתחום המעבר, במחסום אש אשר יחסום גם רווחים בין גידים וכבלים; מחסום אש כאמור יהיה עמיד באש בדרגה כנדרש לגבי הקיר או התקרה שהוא חוצה, אך לא פחות מ-90 דקות. כבל בהתקנה סמויה בקיר יותקן במובל בלבד.

➤ הפירים והתעלות לתיוול חשמלי, כולל מחסומי האש שלהם עשויים מחומרים בהתאם לדרישות התקן הישראלי ת"י 921 תקנה 11(א).

➤ מחסומי אש למעבר תיוול דרך קיר או רצפה עמידים באש למשך לא פחות מ- 90 דקות תקנה 11(ב).

➤ מובל המותקן בקיר או בתקרה של דרך מילוט (בהתקנה סמויה) לא מחליש את עמידותם באש (של הקיר או התקרה) מתחת לנדרש בת"י 921 תקנה 12(ב).

➤ מובל המותקן בקיר או בתקרה של דרך מילוט בהתקנה גלויה, (והוא משרת את דרך המילוט בלבד) עמיד באש למשך 30 דקות לפחות, כנדרש בתקן הגרמני (DIN 4102/12 (תקנה 12(ד).



• **NEPA 72**

הפרק העוסק במערכות גילוי והתרעת אש מגדיר דרישות השרדות למערכות הגילוי וההתרעה על מנת לאפשר למעגלים חשמליים מסוימים לשמור על יכולתם לפעול למשך זמן ממושך בשעת חירום בשריפה. דרישות השרידות הן לכבלים מדורגי אש בני שעתיים, הנקראים Type CI, העונה על הדרישות של UL 2196. כבלים שעומדים בהצלחה בדרישה זו שורדים בבדיקת אש של כ-1,800 מעלות צלזיוס למשך שעתיים ונשארים פעילים.

• **תקנות החשמל – מתקן חירום**

- חלקי מיתקן החירום המפורטים להלן יתפקדו גם בשריפה במשך פרקי זמן אלה:
 - (1) ערכות גילוי אש, כריזה, דלת אוטומטית, תאורת חירום, משאבות דלק לגנרטורים, ומערכת סימון ותאורה למניעת מכשולי טיסה מעל הבניין רב קומות שבו מיתקן החירום – 30 דקות לפחות.
 - (2) ערכות הגברת לחץ מי כיבוי, אוורור לחדרי מדרגות, סילוק עשן וחום, מעליות המיועדות לפינוי אדם או לשימוש הכבאים, לרבות הפיר וחדר המכונות שלהן והחיבור בין הגנרטור לבין לוח החירום – 90 דקות לפחות;
- מערכת הספקת החשמל המשמשת לזינת מתקן חירום, לרבות אופן התקנתה ואביזריה, תהיה בהתאם לנדרש בתקן DIN 4102/12 כך שיובטח תפקודה למשך הזמן הנדרש.

• **תקנות התכנון והבניה – גנרטור לשעת חירום**

- אספקת זרם החשמל מגנרטור למערכות החירום תהיה באמצעות כבל מוגן אש לטמפרטורה של 800 מעלות צלסיוס למשך 90 דקות לפחות.
- חיבור החשמל יעשה בפיר נפרד מזה של מקורות המתח האחרים בבנין. בזמן חירום ואמורות לעבוד בזמן שריפה בתנאים קשים כל התקנים ותקנות החשמל מורות על שימוש בחיווט כבלים חסיני אש 90E/180FE.
- גנרטור החירום יותקן במרתף או במקום אחר בבניין והוא יוקף קירות בנויים מאלמנטים עמידים אש למשך שעתיים לפחות.





• **ת"י 5435 – NFPA 130: מערכות תחבורה ציבורית מסילתית**

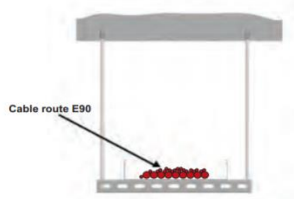
החשמל למבני המפוחים של אוורור המיועדים לשימוש במצב חירום אש, יסופק משני מקורות נפרדים. קוי ההזנה ממקורות אלה לכל אחד מהרכיבים יבודדו זה מזה בדרגה הגבוהה ביותר האפשרית. אם הזנה שניה אינה אפשרית, ניתן לספק את מקור החשמל הנוסף ממערכת גיבוי החירום אם היא מתוכננת לעמוד בדרישות אופני הפעולה בחירום תוך התאמה לתקן NFPA 110. מפוחי אוורור, מנועיהם וכל הרכיבים יהיו עמידים בחום בטמפי של 250 מעלות צלזיוס למשך 1 שעה לפחות.



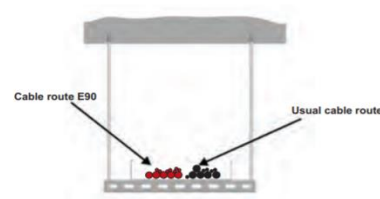
• **התקנת מערכות כבלים חשמליים – עשה ואל תעשה**

אין להסתפק בכך שמכלולי מערכות כבלי חשמל מדורגי אש עומדים בתקנים ויש להבטיח התקנה שלא תפגע בתכונות הבסיסיות של הכבלים, דהיינו הכבלים יגבילו את התפשטות האש לאורך הכבל אם הם נחשפים למקור אש ותשמר שלמות המעגל החשמלי במצב שריפה כך שהמערכות אותן מזינים הכבלים ימשיכו לפעול במצב שריפה. להלן מספר דוגמאות לשיטת התקנה שיכולה להשפיע על עמידות ותפקוד כבלים בעלי דירוג אש בשעת שריפה (מקור: BAKS -E-30, E-90 Systems):

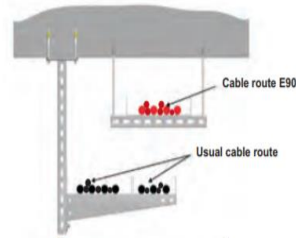
➤ אין לצרף כבלים בעלי דירוג אש לכבלים שאינם מדורגים באותו מנשא/מוביל ויש להקפיד על מגשי כבלים נפרדים. בהתקנה מעורבת של כבלים מסוגים שונים יש להקפיד כי הכבלים מדורגי אש יותקנו במגש עליון המיועד לכבלים עמידים אש זאת כדי שמגש שאינו עמיד אש לא יקרוס בשעת שריפה על גבי מגש עם כבלים מדורגי אש, במידה ויותקן מעליו. כמו כן, אין להתקין מנשאי כבלים מתחת לתעלות מזוג אויר או מתחת לכל רכיב שעלול לקרוס בשעת שריפה ולפגוע פיסית במגשי כבלים עמידים אש.



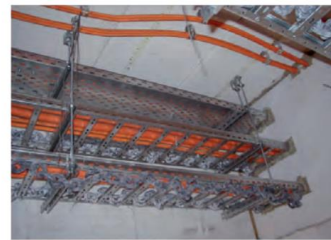
התקנה נכונה



התקנה פסולה



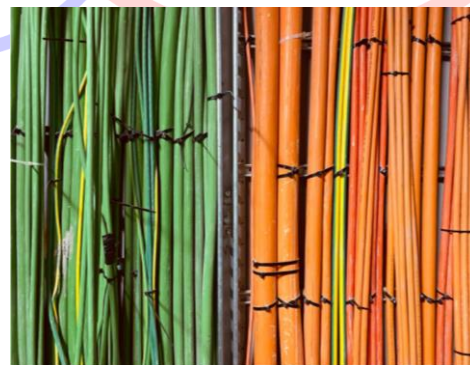
➤ כבל מדורג אש יותקן על מגש כבלים מתכתי מתאים ומהודק בחומרים שאינם דליקים, יש להימנע משימוש בקשרי פלסטיק(אזיקונים), מיתדים(דיבלים) מפלסטיק.



➤ יש להקפיד כי כבלים בעלי דירוג אש מיוצרים רק עם מוליכי נחושת, שכן נקודת ההתכה של נחושת היא 1085 מעלות צלזיוס, שהיא מעל לטמפרטורת הבדיקה לעומת אלומיניום בעל נקודת התכה של 660 מעלות צלסיוס בלבד. אין להשחיל את הכבלים מדורגי אש דרך צינורות מתכת כדי לא להשפיע על תכונות ההולכה החשמלית בשעת שריפה וכן לא להשתמש בצנרת פלסטיק להשחלת כבלים עקב סכנת התלקחות.



התקנה נכונה



התקנה פסולה: שימוש בחבקים לא עמידים





סיכום

במאמר זה כיוונו את הזרקור לעבר עמידות באש של מערכות כבלים חשמליים והמערכות התומכות שלהן המזינות את מערכות ההגנה מפני אש בחירום. הנסיון מלמד כי מדובר במרכיב הגנה מפני אש שהוא חיוני וקריטי וערכו הסגולי עולה ככל שהפרויקטים נעשים יותר מורכבים אך המודעות לגביו אינה מספיק גבוהה. ניתנה סקירה תמציתית על אודות התקנים והתקנות העוסקים בעמידות באש לצורך שמירה על אינטגרציה של המעגלים וכן דוגמאות לשיטת התקנה רצויה, זאת על מנת להעלות את המודעות של המתכננים וכלל הקהילה המקצועית העוסקת במיגון מפני אש.

