

התפשטות אש, חסינות בפני אש, גזים ועשן בכבלי תקשורת מחשבים



תוכן העניינים

- תופעות, סכנות ונזקים בזמן התפרצות והתפשטות אש
- כיצד מוודאים המשך תפקוד כבלים תחת אש
- שיטות וחומרים מעכבי בעירה
- 2 סיווגי התקנים הנפוצים בעולם האש:
- תקנים לכבלים מעכבי בעירה (Flame Retardant cables)
- תקנים לכבלים חסיני אש (Circuit Integrity – fire resistance)
- תקנים למדידת צפיפות העשן ופליטת גזים רעילים
- המלצות לבחירת כבלים



שיקולי תכנון מערכות תקשורת (באש)

■ דרישות התקשורת והנחת תשתיות לקצב גבוה;
אלה הדברים האלמנטריים שבכל תכנון מתייחסים אליהן. אך זוהי רק ההתחלה!

■ העולם נעשה ירוק יותר ודגש רב יותר מושם על נושאי בטיחות, חיי אדם, רכוש, הגנה בפני תביעות וכו'.

■ בעת דליקה חשוב לצמצם את הפגיעה בחיי אדם וברכוש, לצמצם את הגזים הרעילים והעשן שמקשה על מילוט והצלה, ולהבטיח אספקת מתח למערכות הכיבוי.



שיקולי תכנון מערכות תקשורת (באש)

■ חשיבות גדלה והולכת ניתנת להמשך התפקוד של המערכות הקריטיות גם מבחינת המידע ובוודאי שמבחינת המשך התפקוד של מערכות מצילות חיים.

■ יש שימוש גובר ב-PoE עבור ציוד קצה ומכאן חשיבות גדלה להמשך מעבר מתח חשמלי כאשר פורצת דליקה.

■ ישנה חשיבות לגיבוי נתונים מסודר בכל ארגון ובוודאי שבחנות שרתים ו- Data Centers



הגדרות/תופעות בזמן הבעירה

- אש (Fire) , להבה (Flame): בעוצמות, נפח וממדים שונים
- חום – Heat, High temperature יכול להגיע לאלפי מעלות
- התפשטות אש ולהבה – Flame propagation
- עשן – Smoke : בעיות נשימה וגרימת מוות כתוצאה משאיפה, מקשה על הימלטות ועל פעולות החילוץ
- גזים רעילים – Poisonous gases: מקרי מוות כתוצאה מהרעלה
- קריסה של מערכות חרום, תקשורת ומערכות חיוניות



אש – בעייה קריטית!

חשוב לוודא:

- **צמצום התפשטות האש:** מושג על ידי שימוש במערכות אטימה, מערכות כיבוי ושימוש בחומרים מעכבי בעירה.
- **תפקוד מערכות קריטיות:** על מנת לאפשר למערכות קריטיות, אזעקה, תקשורת, חירום והצלה להמשיך לתפקד תחת אש למשך זמן. (בתי חולים, מנהרות, בנינים גבוהים, אזורים מסוכנים...)
- צמצום היווצרות עשן וגזים רעילים.**

כבלים במבנים

הכבלים מחברים בין כל חלקי הבניין, אחראים על תפקוד המערכות הקריטיות אך בה בעת עלולים להוות תווך להתפשטות האש העשן והגזים

- רוב הכבלים בנויים מחומרים אורגניים דליקים
- הכבלים מותקנים לעיתים במקומות עשירים בחמצן ובמעברים אנכיים המשמשים כמשאבות אוויר
- כבלים עלולים לפלוט עשן וגזים רעילים במהלך שריפתם וכחלק ממנגנון דיכוי האש
- לחומרים השונים מהם עשויים הכבלים ישנן תכונות שונות מבחינת העמידות בפני האש, מניעת התפשטות האש, יכולת הכיבוי ופליטת גזים רעילים ועשן



כבלים תחת תנאי אש

- יש להשתמש בכבלים בעלי תכונות של עיכוב ומניעת התפשטות האש - Flame Retardant Cables
- מידת עיכוב התפשטות האש נקבעת בהתאם לאופי ומיקום התקנת הכבלים וחשיבות המערכות
- יש לשאוף להשתמש בכבלים שאינם פולטים גזים רעילים ועשן (Smoke emission). (לעיתים בא על חשבון עיכוב התפשטות האש)
- במערכות קריטיות יש לבחון כבלים שמסוגלים לתפקד תחת אש (ללא קשר לעיכוב התפשטות האש) - Fire resistant Cables – Circuit Integrity



משולש האש ושיטות הכיבוי האש



אש – תהליך כימי שנוצר כאשר גז החמצן בא במגע עם חומר בעירה בתנאי טמפרטורה מספיק גבוהה

משולש האש: על מנת שתיווצר אש חייבים להתקיים 3 התנאים בו זמנית: חומר, חום (מעל טמפרטורת ההצתה) וחמצן (בריכוז מעל 16%). ללא אחד מהמרכיבים לא תיווצר האש



כיבוי האש נעשה על ידי מניעה או חסימה של אחד (או יותר) מ-3 התנאים הדרושים להיווצרותה:

- מניעת הגעת חמצן אל האש
- הורדת הטמפרטורה / קירור החומר הבוער
- הרחקת חומרים בעירים



כבלי PVC (Poly-Vinyl Chloride)

- פולימר ממשפחת ההלוגנים המכיל יסודות כגון ברום, כלור, יוד, פלואור ועוד.
- נחשב לחומר מצוין מבחינת יכולת עיכוב הבעירה ומניעת אש.
- ספיחת החמצן והשינוי בהרכב המולקולות (בתהליך הכיבוי) יוצרים גזים כגון HCL , CO , C . גזים אלו מסוכנים לבריאות ובעלי תופעות:
- HCL - נהפך לחומצה בעת מגע עם מים או אדים, קורוזיבי מאוד ועלול לגרום לנזק לציוד אלקטרוני
- CO – גורם לקשיי נשימה ולאפקט של Shock
- C – פחמן שיוצר עשן סמיך שפוגע בנשימה, מקשה על הראייה ועל יכולת ההתמצאות ומקשה על הימלטות וחילוץ

כבלי - HFFR

- פולימר פלסטי נטול הלוגנים בשילוב עם חומר מינרלי בדרך כלל $AL(OH)_3$, $MG(OH)_2$
- אינו רעיל, אינו פולט גזים רעילים ולא עשן סמיך ושחור (בניגוד ל-PVC).
- שמות אופייניים למשפחה זאת הינם:
 - HFFR – Halogen Free Flame Retardant
 - LSOH – Low Smoke Zero Halogen
 - FR-LSOH – Fire Retardant Low Smoke Zero Halogen
 - LSZH – Low Smoke Zero Halogen
 - FR-LSZH – Fire Retardant Low Smoke Zero Halogen

חובה לוודא שכבלים שעשויים מ-LSOH מכילים גם FR ועומדים בבדיקות הבעירה עליהם מצהירים.



סיווג כבלים תחת תנאי אש

כבלים מעכבי בעירה – Flame Retardant Cables

■ כבלים שנמדדים ומסווגים בהתאם למידת התפשטות האש דרכם ויכולת מניעת ההתפשטות.

■ העמידות מושפעת מסוג החומרים מהם מיוצר הכבל, כמות החומרים והרכבם, מבנה הכבל (סיכוך, שריון) חללי אוויר וחמצן, כמות הכבלים וצורת ההתקנה.

■ תקנים נפוצים: IEC 60332-3, IEC 60332-1, UL1666, CMX, CMR...

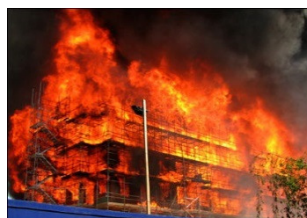
כבלים חסיני אש – Circuit integrity, Fire Resistant Cables:

■ מידת התפקוד של הכבלים תחת אש ויכולתם להעביר מתח ותקשורת למערכות חיוניות. במילים אחרות – שלא יהיה קצר בין המוליכים ו/או שמירה על ניחות מוגדר למשך פרק זמן של 30 – 180 דקות.

■ העמידות מושפעת בעיקר מטיב ההגנות והחומרים מהם עשויים הכבלים

■ תקנים נפוצים: IEC 60331, EN 50200, VDE 4102-12, BS6387...

פליטת עשן וגזים מכבלים - Smoke Emission: מושפע מהחומרים והמבנה.



הגורמים המשפיעים על מניעת התפשטות האש



- חומרי המעטה
- החומרים הפנימיים
- מבנה הכבל
- סוגי שריון, אפיפה וסיכוכים
- צורת ההתקנה (אופקית, אנכית)
- כמות הכבלים (בודדים או בקבוצות - bundles)
- כמות החמצן ותחלופת האוויר



גופי התקינה הנפוצים



NFPA (National fire protection association)



UL (Underwriters Laboratories)



CSA (Canadian Standards Association)



ICEA (Insulated Cable Engineers Association)



IEC (International Electrotechnical Commission)



CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)



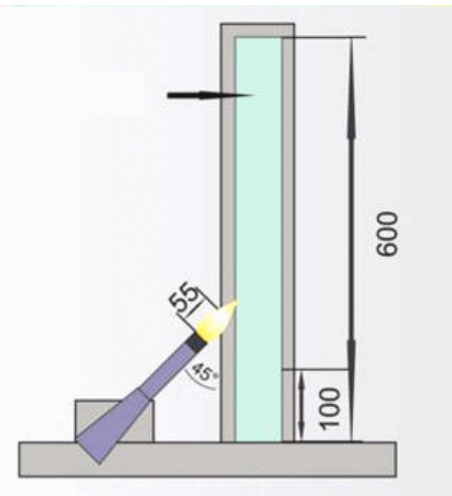
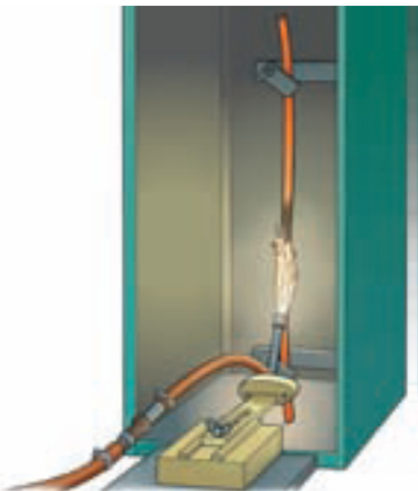
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)



DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.)

בדיקת התפשטות אש Flame propagation retardant / בכבל יחיד לפי תקן IEC 60332-1

תקן IEC 60332-1 בודק את מידת התפשטות האש עבור מקרים שבהם כבל אחד מותקן בתעלה או על סולם. דומה מאד לתקן האמריקאי UL1581 CMX / VW-1

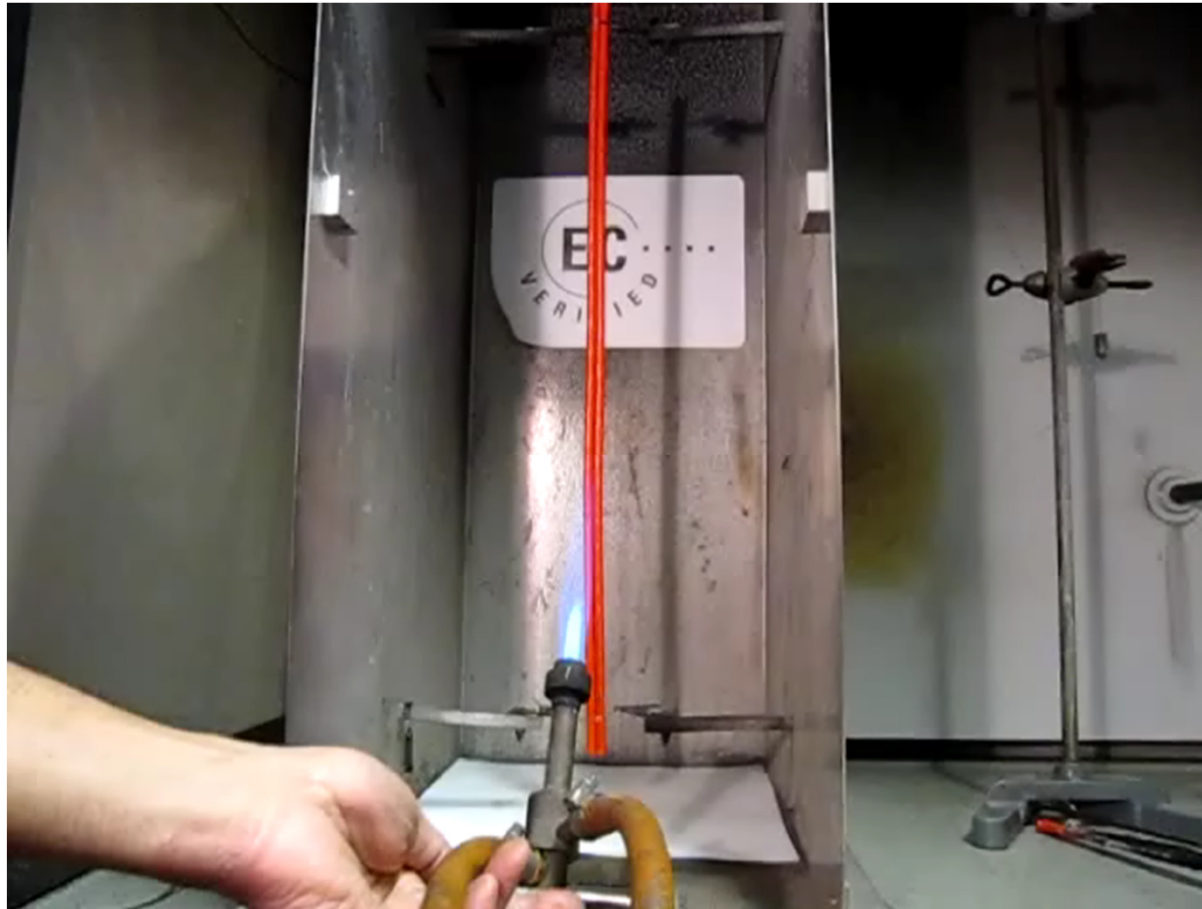


Fail conditions:

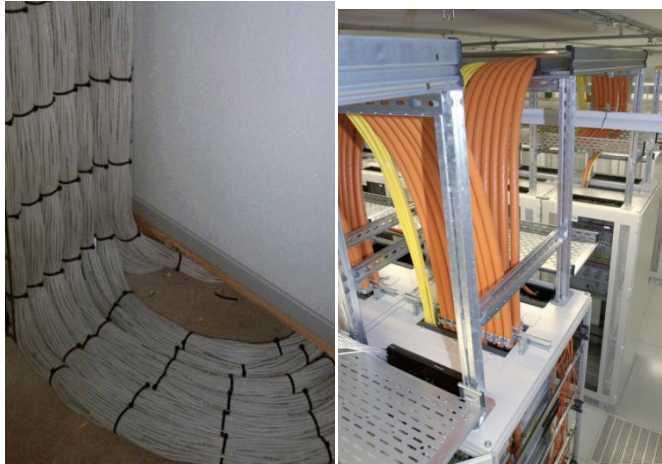
1. Cable charred up to 50 mm or down to 540 mm from top support.
2. Flaming droplets ignite filter paper on the chamber floor.



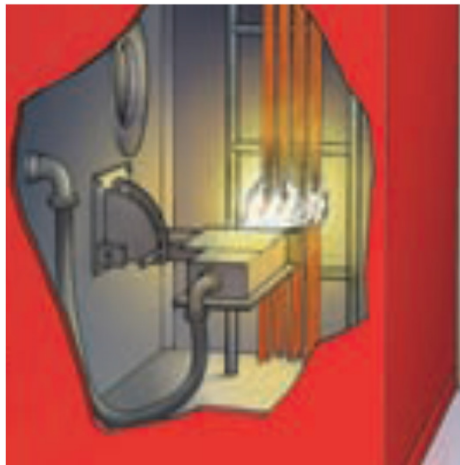
Flame propagation per IEC 60332-1 Dangerous Cable



בדיקת התפשטות אש Flame propagation/retardant בקבוצת כבלים (Bundle) לפי תקן IEC 60332-3



- עקב השוני בכמויות הכבלים הוגדרו מספר רמות הנבדלות ביניהן במשך זמן הבעירה וכמות החומר הפלסטי (כמות הכבלים)
- בכל הרמות המוגדרות – גובה הלהבה המקסימלי בבדיקה לא יעלה על 2.5 מטר



Flame propagation/retardance בקבוצת

IEC 60332-3 (Bundle) לפי תקן

IEC	CENELEC EN	Test Method	Notes
60332-1	50265-2-1	Vertical sample Single cable, Single 1 kW Flame application for D<25mm: 1 minute	Single cable test
60332-3-21	50266-2-1	Vertical ladder, >35 mm ² Cond. 7 Liter CM/m cable, 3.5m, 20KW Ribbon Burner 40 minutes	Power Cables Category A F/R
60332-3-22	50266-2-2	Vertical ladder, <35 mm² Cond. 7 Liter CM/m cable, 3.5m 20KW Ribbon Burner 40 minutes	Category A
60332-3-23	50266-2-3	Vertical ladder, 3.5 Liter CM/m cable, 3.5m, 20KW Ribbon Burner, 40 minutes	Category B
60332-3-24	50266-2-4	Vertical ladder, 1.5 Liter CM/m cable, 3.5m, 20KW Ribbon Burner, 20 minutes	Category C
60332-3-25	50266-2-5	Vertical ladder, 0.5 Liter CM/m cable, 3.5m, 20KW Ribbon Burner, 20 minutes	Category D

IEC 60332-3 A,C + IEEE 383



Flame propagation test according to IEC 60332-3



Recall of Unsafe Cables

Cabling & Installation Journal April 2013 - Recalling of Unsafe Cables

Consumer Product Safety Commission recalls 11 million feet of riser cable

April 11, 2013



The United States Consumer Product Safety Commission (CPSC) has issued a recall for CE Tech brand riser cable sold in 1,000-foot boxes at Home Depot between January and February 2013. In its recall notice, the CPSC said, "The riser cable does not meet fire resistance standards for riser cable, posing a fire hazard." The CPSC says about 11,300 units of the cable are subject to the recall.

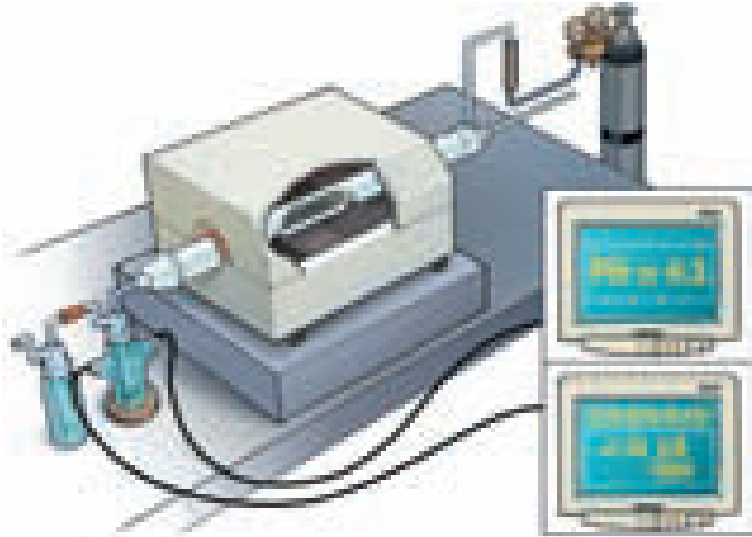
An entry in the ["Product Recalls" section of the Home Depot website](#) links to the [CPSC recall notice](#).

The CPSC further stated, "This recall involves 1,000 ft. CE Tech riser cable sold in boxes of 1,000 ft. lengths. It is intended to run between floors of a building as data cable. This type of cable must self-extinguish in a fire. The cable is gray and marked (UL) E318395. The cable's box is blue and black and is marked CE Tech 1,000 ft. riser cable, Cat 6 23-4.

"Consumers should remove the recalled cable and return it to Home Depot for a full refund," the CPSC added, also stating the cable was sold exclusively at Home Depot during the months of January and February 2013, for approximately \$100 per box.

Cables should be chosen from a reliable & certified producer

בדיקת פליטת גזים רעילים לפי IEC 60754-1/2



- This test procedure provides information if the insulation material of the sheath material of cable creates corrosive gases in the event of fire.
- Halogen parts or other material in small quantities can be easily identified with this test due to the strong change of pH-value and the conductivity.
- The conductivity is $< 10\text{mS/mms}$
- Standard: **IEC 60754-1/2**

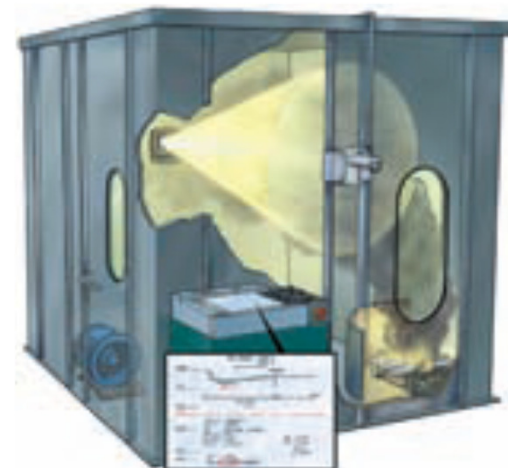
בדיקת סמיכות העשן Smoke Density

■ הבדיקה מוודאת את כמות העשן הנפלטת מהכבל בעת שריפתו

■ הקריטריון הינו מידת השקיפות ויכולת העברת אור דרך העשן.

■ ברירת המחדל הינה שהשקיפות צריכה להיות גדולה מ – 60%

■ Standard: IEC 61034-1/-2



סיווג כבלים חסיני אש – System vs. Circuit

Circuit Integrity / Insulation integrity - תפקוד כבלים תחת אש.

IEC60331

■ מגדיר את תפקוד הכבל תחת אש / אש + הלמים מכניים בטמפרטורות שונות
■ מסומן על ידי (30), (60), (90) ו/או FE30, FE60, FE90 – זמני ההיחשפות לאש

EN50200

■ מגדיר את תפקוד הכבל תחת אש + הלמים מכניים עם אופציה ל-Water Spray
■ מסומן על ידי PH30, PH60, PH90 – זמני ההיחשפות לאש

– **System Integrity / System circuit (functional) integrity**

תפקוד המערכת כולה כולל כבלים, תעלות, אמצעי דפינה וכ"ו תחת אש.

DIN VDE 4102-12, NBN 713 020

■ מגדיר את תפקוד המערכת תחת אש בלבד
■ מסומן על ידי E30, E90 .. - זמן ההיחשפות לאש תקן DIN VDE 4102-12 -
System integrity



התקנים הנפוצים



התקנים נבדלים זה מזה ב:

- זמני הבדיקה
- קיום הלמים מכניים
- צורת הנחת הכבלים
- קיום מתזי מים
- טמפרטורות
- מתחים חשמליים
- זמן לאחר כיבוי
- הערה: בכבלים אופטיים אין הגדרה של הניחות המותר. הדבר נקבע על ידי היצרן.
- התקנים הנפוצים:

■ IEC 60331-1,2,3,21,23,25

■ VDE 4102-12

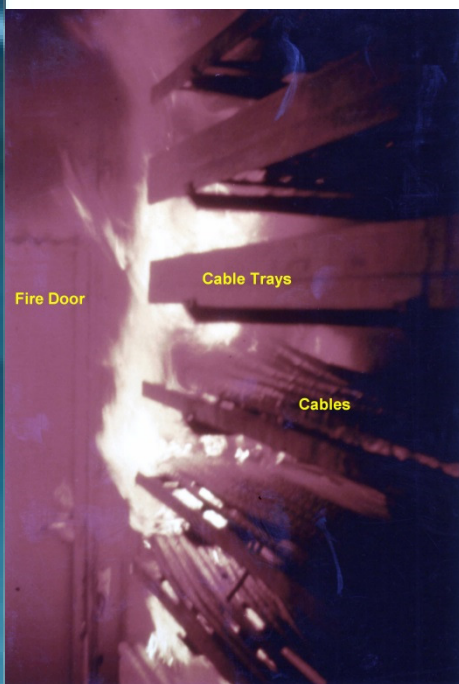
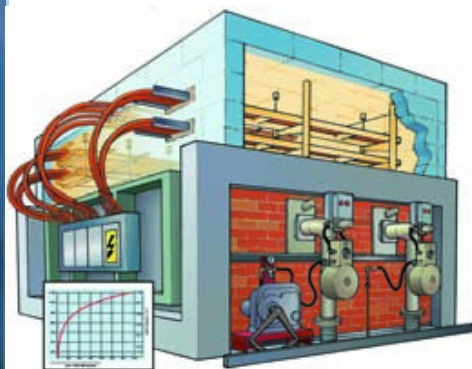
■ EN 50200, EN 50362

■ BS6387 Category C,W,Z

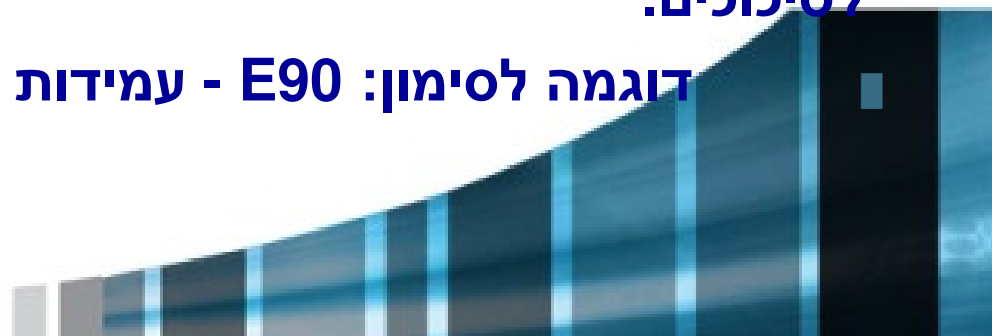
■ VDE 0472-814

■ BS8434

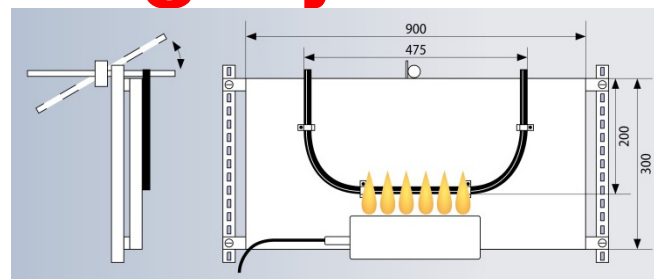
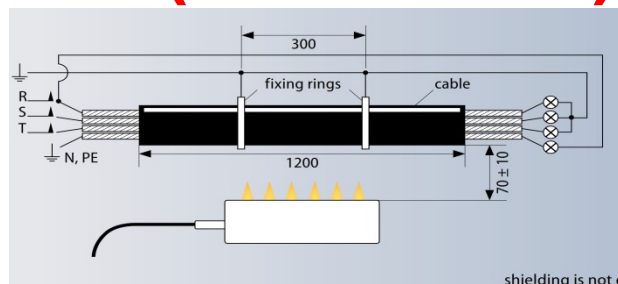
System Integrity: DIN 4102-12 E30, E90..



- בודק את תפקוד המערכת תחת אש כולל תעלות ההתקנה, סולמות, חבקי הכבלים וכל האביזרים הקשורים להתקנה.
- מבצע סימולציה של התנהגות הכבלים תחת אש עם ההשפעה המכנית, התפשטות תרמית, רדיוסי כיפוף שונים של האלמנטים, לחץ החבקים וכ"ו.
- מוגדר לכבלי נחושת בלבד
- טמפרטורה – 1000°C
- מתח: 400VAC לכבלי כח ומכשור, 110VAC לכבלי תקשורת וטלקומוניקציה
- קריטריון הצלחה: אין קצר בין הגידים ובין הגידים לסיכוכים.
- דוגמה לסימון: E90 - עמידות במשך 90 דקות



Circuit (Insulation) Integrity – IEC 60331



משפחת תקנים לפי סוגי הכבלים וכוללת את האופציה להלמים מכניים.
אין בדיקה עם מתזי מים.

דוגמה לסימון: IEC 60331-21 (90).

הבדיקה כוללת המתנה של 15 דקות לאחר כיבוי האש.

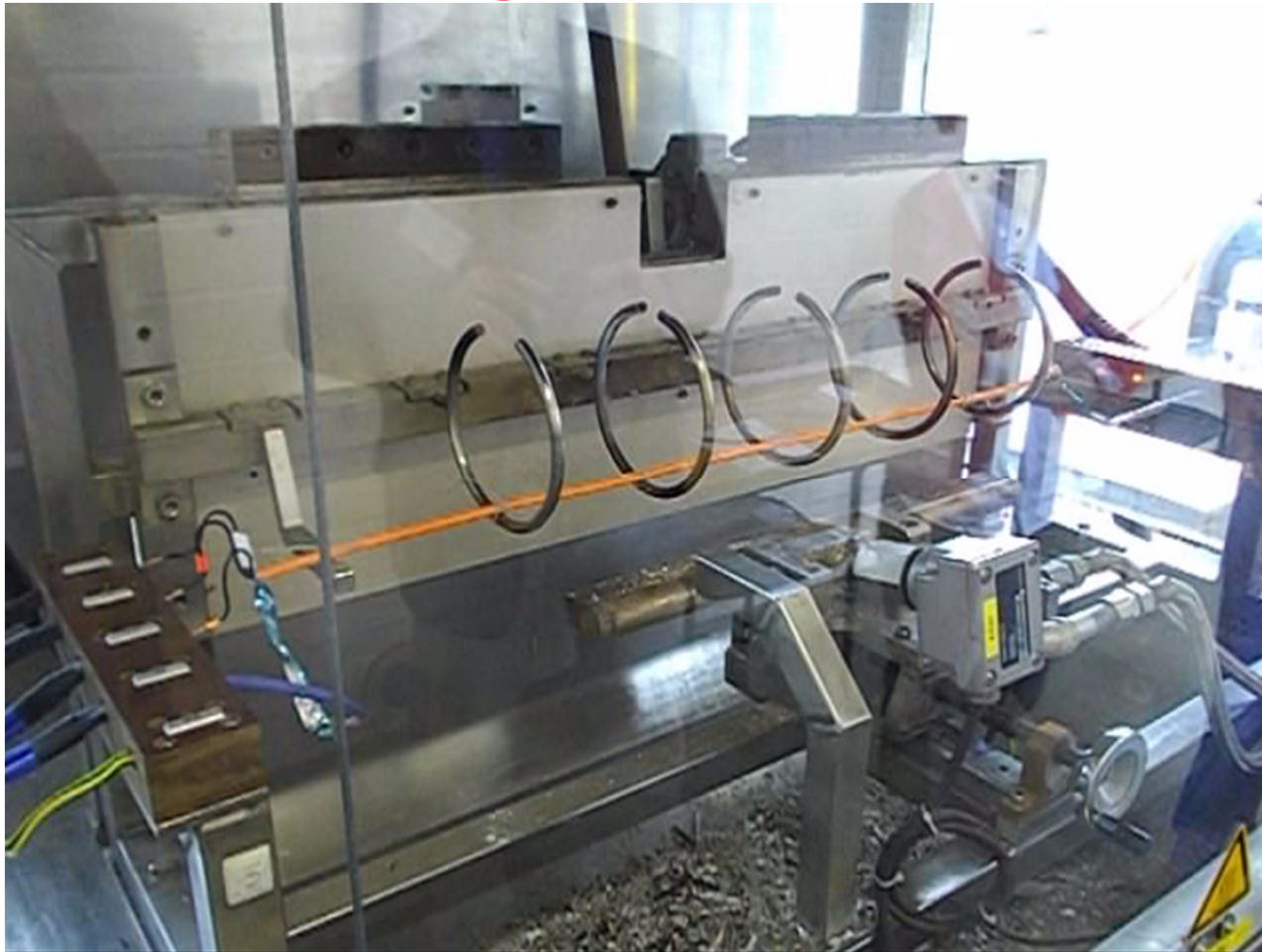
בבדיקות ללא הלמים מכניים הכבל מונח ישר.

בבדיקות עם הלמים מכניים – הכבל מונח בצורת U ונשען על לוח מחומר
לא דליק

IEC 60331-25 - כבלים אופטיים. כבל מונח ישר וללא הלמים מכניים.
בודק את שינוי הניחות בסיבים – הקריטריון נקבע על ידי היצרן.

IEC 60331-21 – כבלי נחושת עד 600/1000V.
הכבל מונח ישר וללא הלמים מכניים. המתח נקבע
לפי מתח ההפעלה.

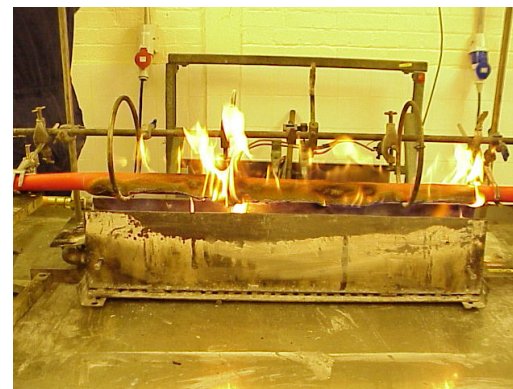
Fire resistance per IEC 60331 – Dangerous Cable



BS 6387

■ **Clause 11.1 – Fire alone**

- Category A 650 ± 40 °C for 3 h
- Category B 750 ± 40 °C for 3 h
- Category C 950 ± 40 °C for 3 h
- Category S 950 ± 40 °C for 20 min.

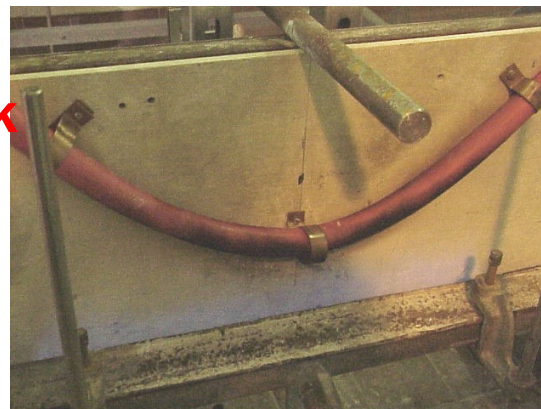


■ **Clause 11.2 – Fire with water**

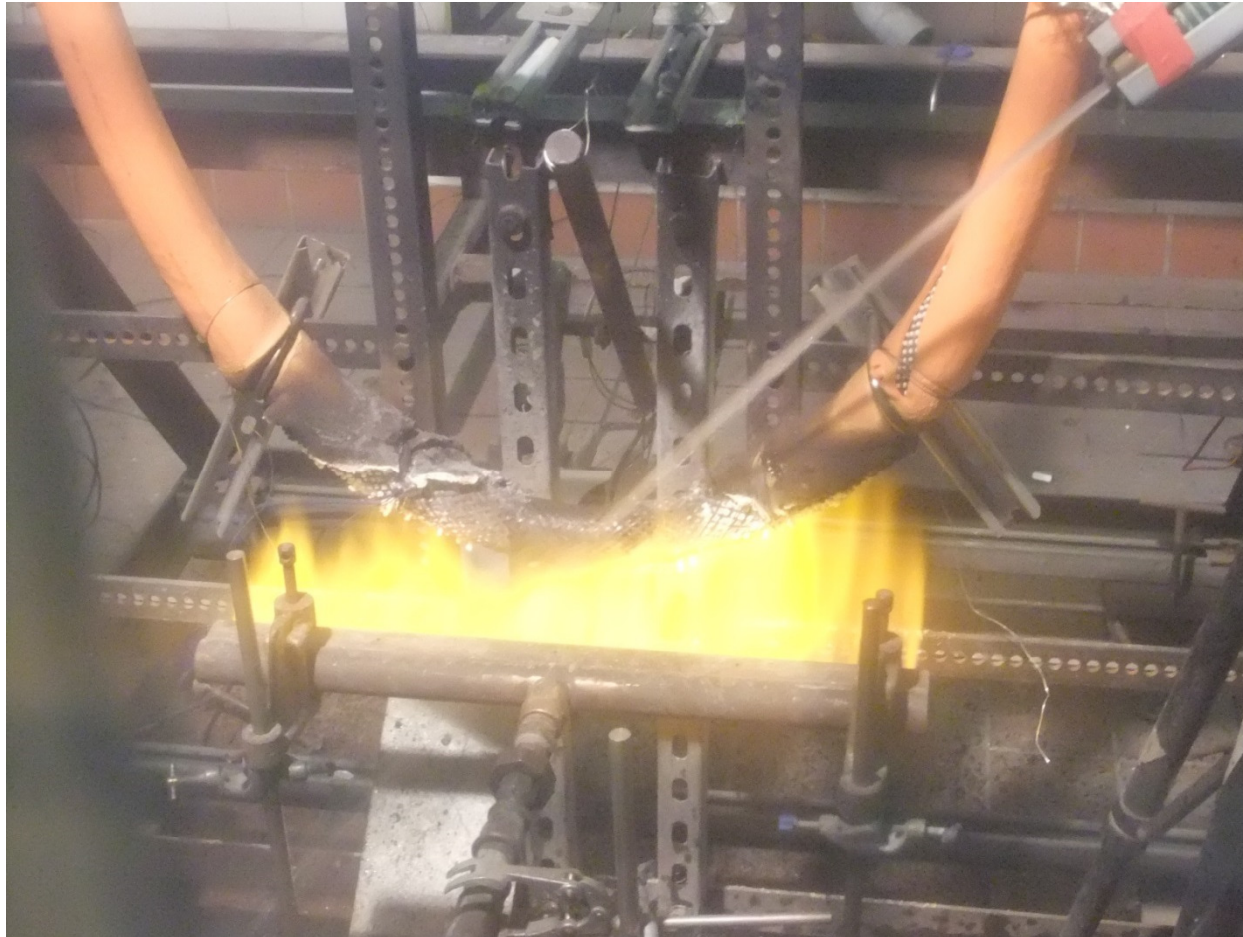
- Category W 650 ± 40 °C - 15 min fire alone + 15 min fire + water

■ **Clause 11.3 – Fire with mechanical shock**

- Category X 650 ± 40 °C
- Category Y 750 ± 40 °C
- Category Z 950 ± 40 °C
- All 15 mins with mechanical shock applied every 30 sec



Fire + Water + Direct (impact) Shock BS8491



מה קיים בתחום כבלים חסיני אש בעולם?

- ישנן פתרונות מלאים לכבלי חשמל, פיקוד ובקרה
- ישנן פתרונות לכבלים אופטיים
- ישנן פתרונות לכבלי תקשורת המעבירים נתונים ברמה בסיסית
- עובדים על פתרונות מלאים לכבלי דאטה ששם המטרה תהיה לשמור על קצב העברת נתונים גבוה (עם ירידה מסויימת) תוך שמירה על המשך אספקת מתח הזנה.

הינכם מוזמנים להתעדכן עם טלדור בעת תכנון המערכות על מנת לקחת בחשבון את העדכונים וההתפתחויות האחרונות בתחום.