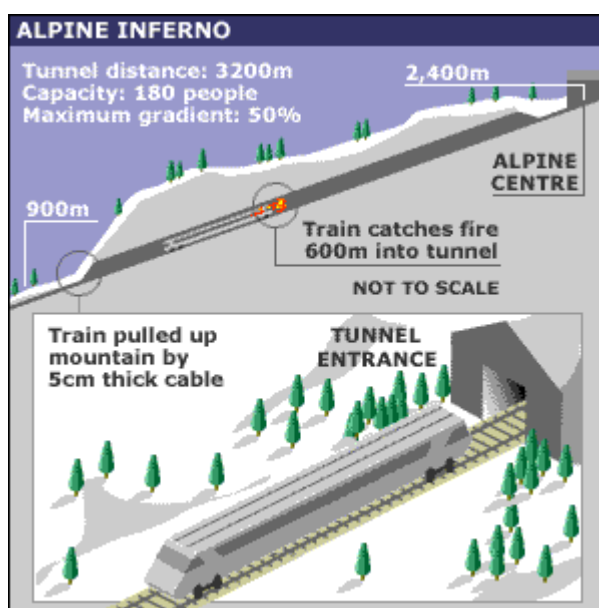


## Uvod

U uvjetima eksploatacije kabela koji povećavaju rizike prilikom izbijanja požara, gdje je u uvjetima požara zbog otežane evakuacije zatečenih osoba, teškog pristupa spasilačkih službi i samih vatrogasaca, otežanog gašenja i td. potrebno osigurati funkcioniranje električnih sustava za napajanje npr. vatrogasnih dizalica, sustava za povećanje tlaka vode za gašenje, automatskih sustava za gašenje, nužne rasvjete evakuacijskih puteva, vatrodojavnih sustava i td.

O funkcioniranju tih sustava ovise životi osoba zatečenih na mjestu požara, vatrogasaca koji sudjeluju u gašenju te veličina materijalne štete nastale zbog požara.

Na slici 1 dana je skica tunela brdske željeznice u Kaprunu, Austrija, gdje se zorno vidi specifičnost tunela: opasnost od izbijanja požara sama po sebi nije povećana, ali su posljedice nastalog požara puno teže – 2000. godine 155 osoba je smrtno stradalo upravo zbog teške pristupačnosti mjestu događaja, i u vezi s tim problema evakuacije i gašenja.



**Slika 1.** Skica tunela brdske željeznice u Kaprunu, Austrija.

Spasilačke ekipe nisu mogle doći na mjesto događaja sve dok se požar sam nije ugasio, zbog čega je i broj stradalih bio toliko visok. Na slikama 2 i 3 vidi se unutrašnjost tunela nakon požara.



**Slike 2 i 3.** Kaprun, Austrija – 155 poginulih u požaru u tunelu brdske željeznice

Kako bi se spriječilo da sigurnosni sustavi prestanu raditi u situacijama kada su upravo potrebni, razvijeni su posebni, tzv. «vatrootporni» kabeli, koji osiguravaju funkcioniranje sigurnosnih sustava i u uvjetima požara.

Takav kabel se pri instaliranju i u upotrebi ponaša kao običan kabel. No njegova se posebnost manifestira u tome da, za razliku od običnih kabela koji kad počnu gorjeti vrlo brzo ostaju bez izolacije zbog čega dolazi do kratkog spoja između pojedinih žila, «vatrootporni» kabeli ne gube izolacijska svojstva do temperatura viših od 1000°C i u uvjetima oksidativne atmosfere otvorenog plamena.

Kako bi se potvrdilo da su kabeli zaista vatrootporni, provode se ispitivanja kakvo je npr. propisano u metodi IEC 60331-11. Međutim, to i dalje ne znači da će kabel kada se instalira u kablensku trasu zadržati vatrootpornost. Na mjestu primjene u uvjetima požara dolazi do deformiranja dijelova kablenske trase što može izazvati mehanička naprezanja koja dovode do probijanja izolacijskog materijala i nastajanja električnog kratkog spoja.

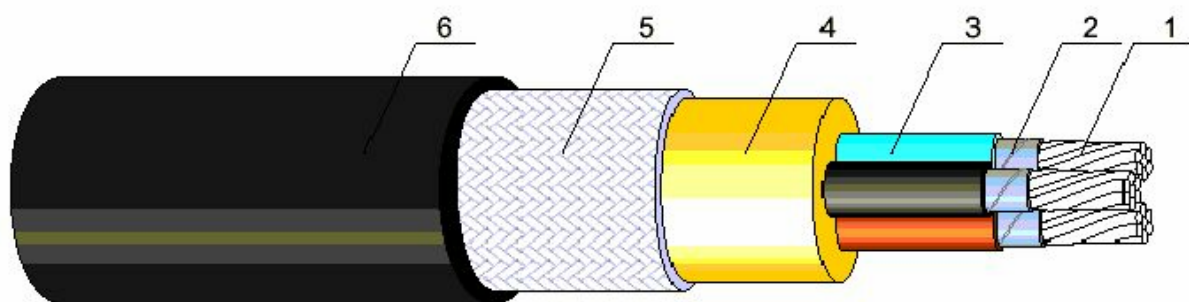
Iz tog razloga razvijene su metode koje simuliraju mjesto nastanka požara – samu kablensku trasu. Prilikom tih ispitivanja kabel se instalira u žljebove i kanale kakvi su predviđeni na mjestu primjene i simulira se nastajanje požara postupnim zagrijavanjem trase. Takvo ispitivanje propisano je u normi DIN 4102.

DIN 4102 njemačka je norma koja definira ponašanje građevnih materijala i elemenata u požaru, koju je u njemačkom izvorniku Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo prihvatio kao hrvatsku normu, pod nazivom HRN DIN 4102. Svrha je norme propisati ponovljivo ispitivanje kojima se simuliraju uvjeti nastajanja i napredovanja požara, i metodu koja bi pokazala da je zadovoljen uvjet očuvanja funkcije sustava kabela.

## Certificiranje kabela prema HRN DIN 4102 normi

Certificirani su kabeli BX0-HFVO 3G2.5 mm<sup>2</sup>, BX0-HFVO 4x50mm<sup>2</sup> i TBX(Z1)OZO-HFVO 4x2x0.75mm<sup>2</sup> proizvedeni u ELKI. Certificiranje kabela prema HRN DIN 4102 je za ELKU radio Laboratorij za Toplinska Mjerenja, koji je od Državnog Zavoda za Normizaciju i Mjeriteljstvo ovlašten za provedbu ispitivanja i izdavanje certifikata.

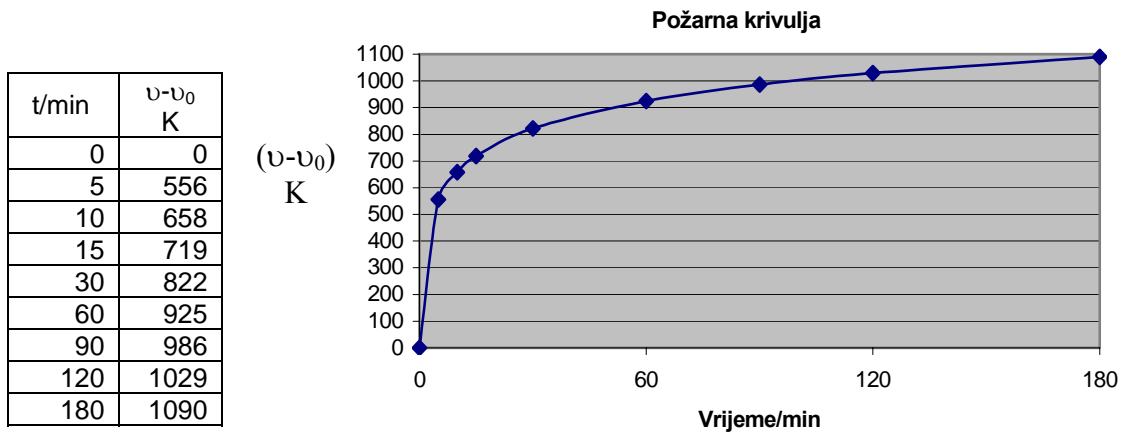
Osnovni konstrukcijski elementi kabela dani su na slici 1.



**Slika 1.** Elementi konstrukcije vatrootpornih kabela 1. vodič; 2. mineralna izolacija; 3. polimerna izolacija; 4. unutarnji plašt; 5. ekran; 6. plašt

HRN DIN 4102-2 definira građevne elemente i općenito metodu ispitivanja, dok HRN DIN 4102-12 definira konkretne zahtjeve za očuvanjem funkcije kabela.

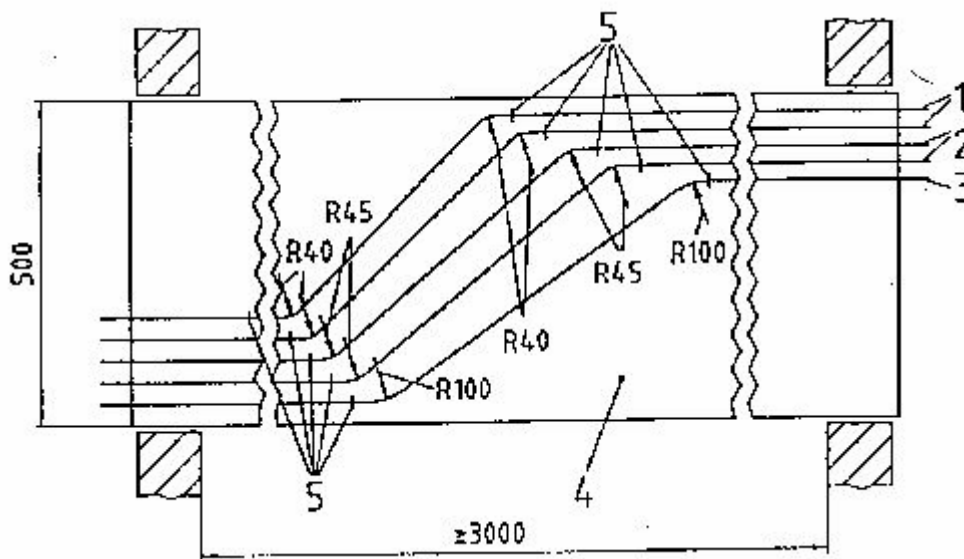
Uzorak kabela se ispituje u komori minimalnih dimenzija  $d \cdot v \cdot \mathring{s} = 2000\text{mm} \cdot 3000\text{mm} \cdot 2500\text{mm}$ . Uvjeti ispitivanja zadani su požarnom krivuljom, kojom je zadana ovisnost temperature o vremenu, gdje je  $v$  trenutna mjerena temperatura u komori,  $v_0$  početna temperatura komore,  $t$  vrijeme u minutama:



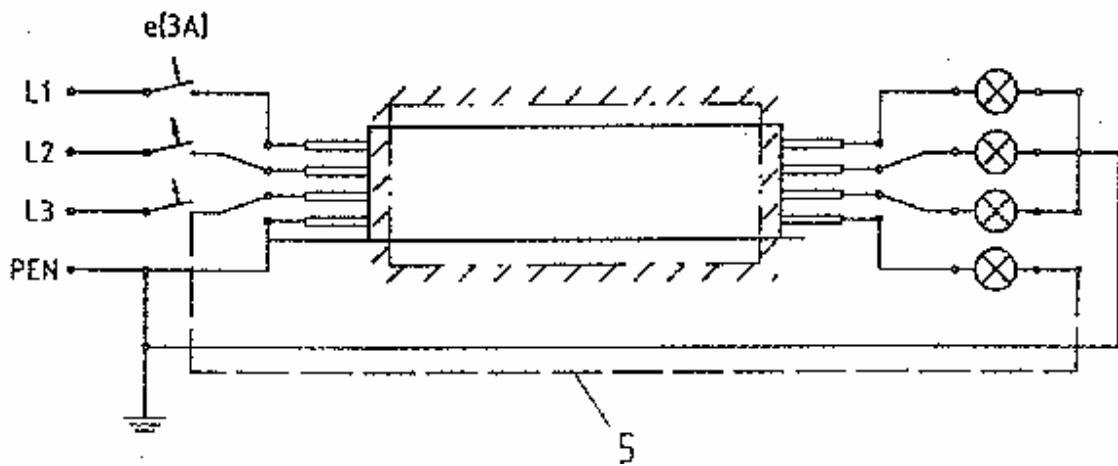
**Slika 2.** Požarna krivulja zadana tablično i dijagramom

Stvarna temperatura u komori od zadane smije odstupati za  $\pm 100$  K u prvih 5 minuta,  $\pm 10\%$  u prvih 30 minuta, te  $\pm 5\%$  nakon 30 minuta. Kao gorivo za zagrijavanje komore moguće je koristiti loživo ulje EL prema DIN 51 603 t1, ili dizelsko gorivo prema DIN 51 601. U konkretnom slučaju korišteno je ulje za loženje.

Ispitivanje je vršeno na kabelima koji položeni u vatrootporne kabelske žljebove simuliraju kabelsku trasu. Unutar trase kabeli mijenjaju smjer, dajući tako mjesto najvjerojatnijeg proboja (slika 3).

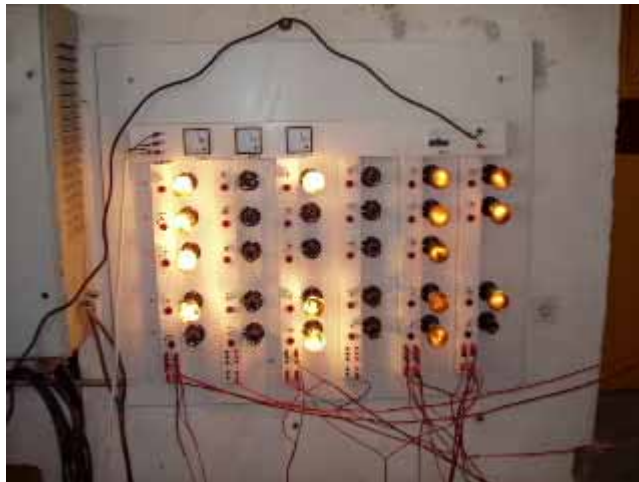


**Slika 3.** Shematski prikaz ispitivane kabelske trase sa polumjerima zakrivljenosti kabela i dimenzijama trase u milimetrima



**Slika 4.** Električna shema spajanja kabela

U skladu sa zahtjevima danim u normi HRN DIN 4102-12, klasa očuvanja funkcije E 90, smatra se da je kabel zadovoljio zahtjev očuvanja funkcije ako tijekom 90 minuta ne dođe do kratkog spoja ili prekida strujnog toka u ispitivanim kabelima. Pri tome se, prema požarnoj krivulji, temperatura u unutrašnjosti komore mijenja od sobne ( $\sim 23^{\circ}\text{C}$ ) do  $(986 \pm 49.3)^{\circ}\text{C}$ . Pojava kratkog spoja detektira se kao izbacivanje osigurača koje rezultira gašenjem kontrolne žarulje (slike 4 i 5).



**Slika 5.** Kontrolne žarulje





**Slika 6.** Pogled u komoru kroz prozor. Vidi se metalni žljeb u kome je položen kabel



**Slika 7.** Slika kabelske trase po završetku ispitivanja.



*Slika 8. Slika kabela trase po završetku ispitivanja*

Slika 6 prikazuje unutrašnjost komore za vrijeme ispitivanja. Na slikama 7 i 8 Vidljivo je kako je originalna polimerna izolacija izgorjela ostavljajući bijeli pepeo. Funkciju kabela zadržala je mineralna izolacija vidljiva ispod ostataka pepela.



REPUBLIKA HRVATSKA

DRŽAVNI ZAVOD ZA NORMIZACIJU  
I MJERITELJSTVO

10000 Zagreb  
Ulica grada Vukovara 78  
Tel.: 01/6106-014  
Faks: 01/6109-324

CERTIFIKAT Br. 019/03  
CERTIFICATE No.

Proizvod <i>Product</i>	ENERGETSKI I SIGNALNI PROTUPOŽARNI KABELI
Podnositelj zahtjeva <i>Applicant</i>	"ELKA" d.d., Žitnjak bb, Zagreb, HRVATSKA
Proizvođač <i>Manufacturer</i>	"ELKA" d.d., Žitnjak bb, Zagreb, HRVATSKA
Osnovna obilježja proizvoda <i>Principal characteristics of the product</i>	Protupožarni nearmirani kabeli bez halogena 0,6/1kV, tip BXO-HFVO (3G2,5 mm <sup>2</sup> ), BXO-HFVO (4x50mm <sup>2</sup> ); TBX (Z1) OZO-HFVO (4x2x0,75mm <sup>2</sup> ) izrađeni prema tehničkoj specifikaciji TS-02210.
Datum proizvodnje <i>Date of production</i>	2003.godine
Broj i datum izvješća o ispitivanju <i>Test report number and date</i>	019/03 od 2003-04-11.
Certifikat vrijedi do <i>Certificate validity</i>	2009-04-11. uz uvjet provjere sukladnosti proizvoda s certi- ficiranim tipom koja se provodi jedanput u godini. Potvrda o provjeri sukladnosti sastavni je dio ovog certifikata.

**Ovim se potvrđuje da su značajke proizvoda u skladu sa zahtjevima ovih propisa i normi**

***It is certified hereby that the product characteristics are in conformity to the requirements of the following regulations and standards***

Pravilnik o obveznom potvrđivanju elemenata tipskih građevinskih konstrukcija na otpornost prema požaru (Narodne novine br. 55/96, 47/97, 68/00)

HRN DIN 4102-12

Ponašanje građevnih gradiva i građevnih elemenata u požaru

12. dio: Očuvanje funkcije sustava električnih kabela

RAZRRED E 90

**Ovaj certifikat vrijedi isključivo pod uvjetom da se proizvod ugrađuje prema uputstvu proizvođača koje mora biti usklađeno u svim detaljima s izvješćem o ispitivanju.**

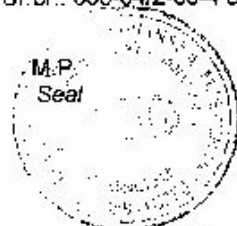
Ovlaštena organizacija  
*Authorized organization*

LTM d.o.o., Hrastovička bb, Zagreb-Lučko, HRVATSKA  
Oznaka: HA3

Broj i datum izdavanja ovlaštenja  
*Licence No. and date of issue*

Klasa: UP/I 383-02/97-02/79  
Ur.br.: 558-04/2-03-4 od 2003-04-28.

Datum 2003-04-28.  
*Date*



Potpis ovlaštene osobe  
*Signature of authorized person*

Vilko Padovan, ing.

Slika 9. Certifikat o sukladnosti

## **Zaključak**

Ispitivanje je pokazalo da kabeli BX0-HFVO 3G2.5 mm<sup>2</sup>, BX0-HFVO 4x50mm<sup>2</sup> i TBX(Z1)OZO-HFVO 4x2x0.75mm<sup>2</sup> proizvedeni u ELKI zadovoljavaju stroge sigurnosne zahtjeve postavljene u normi HRN DIN 4102 za kabele instalirane u kabelsku trasu.

Na osnovu tog ispitivanja izdan je certifikat o sukladnosti (slika 9) kojim se potvrđuje da navedeni kabeli odgovaraju zahtjevima norme HRN DIN 4102-12. Kabel je na osnovu tog certifikata ugrađen u sigurnosne sustave tunela Sv. Rok autoceste Zagreb-Split, gdje doprinosi sigurnosti prometa.