

# Mladá veda

## Young Science



# Mladá veda

## Young Science

### MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 1, ročník 14., vydané v marci 2026

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: [info@mladaveda.sk](mailto:info@mladaveda.sk), tel.: +421 908 546 716, [www.mladaveda.sk](http://www.mladaveda.sk)

Fotografia na obálke: Wrocław. © Branislav A. Švorc, [foto.branisko.at](http://foto.branisko.at)

#### REDAKČNÁ RADA

*prof. Ing. Peter Adamišín, PhD.* (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Dr. Pavel Chromý, PhD.* (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

*prof. Dr. Paul Robert Magocsi* (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

*Ing. Lucia Mikušová, PhD.* (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

*PhDr. Veronika Kmetóny Gazdová, PhD.* (Inštitút edukológie a sociálnej práce, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Ing. Peter Skok, CSc.* (Ekomos s. r. o., Prešov)

*Mgr. Monika Šavelová, PhD.* (Katedra translitológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)

*prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D.* (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

*prof. PhDr. Peter Švorc, CSc.*, predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

*doc. Ing. Petr Tománek, CSc.* (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

*doc. Mgr. Michal Garaj, PhD.* (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

#### REDAKCIA

*Mgr. Branislav A. Švorc, PhD.*, šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

*Mgr. Martin Hajduk, PhD.* (Banícke múzeum, Rožňava)

*PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD.* (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

*RNDr. Richard Nikischer, Ph.D.* (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

*PhDr. Veronika Trstianska, PhD.* (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

*Mgr. Veronika Zuskáčová* (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

#### VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

[www.universum-eu.sk](http://www.universum-eu.sk)

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

# ŠPECIFIKÁ ZÁSAHOV HASIČSKÉHO A ZÁCHRANNÉHO ZBORU PRI TECHNOLOGICKÝCH ROZVODOCH V PRIEMYSELNÝCH AREÁLOCH

SPECIFICS OF FIRE AND RESCUE SERVICE OPERATIONS IN TECHNOLOGICAL  
DISTRIBUTION SYSTEMS WITHIN INDUSTRIAL COMPLEXES

Ladislav Jurkaš, Tomáš Doboš<sup>1</sup>, Roman Kerul'<sup>2</sup>

Autori Ladislav Jurkaš a Tomáš Doboš sú študenti doktorandského štúdia na Vysokej škole bezpečnostného manažérstva v Košiciach a Roman Kerul' pôsobí v Hasičskom a záchrannom zbore v Košiciach. Ich spoločný výskum je zameraný na bezpečnostný manažment, riadenie rizík a využitie umelej inteligencie v prostredí záchranných a bezpečnostných zložiek, s dôrazom na zásahovú činnosť hasičského a záchranného zboru, a policajného zboru, analýzu ohrození pri mimoriadnych udalostiach a ochranu zasahujúcich jednotiek. Autori spolupracujú na projektoch, ktoré prepájajú akademické prostredie s aplikačnou praxou, so zameraním na zvyšovanie efektívnosti zásahov, podporu rozhodovania a implementáciu moderných technológií v systéme ochrany obyvateľstva.

The authors Ladislav Jurkaš and Tomáš Doboš are doctoral students at the University of Security Management in Košice and Roman Kerul' serves in the Fire and Rescue Service. Their joint research focuses on security management, risk management, and the application of artificial intelligence within rescue and security services, with an emphasis on Fire and Rescue Service and Police Force emergency operations, the analysis of threats during emergency situations, and the protection of responding units. The authors collaborate on projects that connect the academic environment with applied practice, aiming to increase the effectiveness of emergency response, support decision-making processes, and implement modern technologies within the civil protection system.

## Abstract

Technological and cable ducts in industrial complexes represent an important yet high-risk component of critical infrastructure. Fires in these spaces are characterized by rapid fire spread, a high production of toxic combustion products, and extremely challenging conditions

---

<sup>1</sup>Adresa pracoviska: PhDr. Ladislav Jurkaš, Ing. Tomáš Doboš, Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, Koštová 1, 040 01 Košice

E-mail: jimmy.jurkas@gmail.com, tomas.dobos1@gmail.com

<sup>2</sup>Adresa pracoviska: PaedDr. Ing. Roman Kerul', MPA, Hasičský a záchranný zbor, Požiarnická 4, Košice

E-mail: roman.kerul@yahoo.com

for fire-fighting operations. This paper focuses on the analysis of fire risks in cable ducts, the specific aspects of Fire and Rescue Service emergency operations, and the hazards faced by responding firefighters, particularly in terms of electrical, thermal, and toxic risks. Attention is also given to modern early detection and automatic fire suppression systems, including the use of intelligent monitoring technologies and water mist systems. The aim of this paper is to highlight the need for a multidisciplinary approach to fire safety in cable ducts, with an emphasis on the protection of critical infrastructure and the safety of emergency response units.

**Keywords:** cable ducts, technological distribution systems, fire safety, fire-fighting operations, operational risks, toxic combustion products, critical infrastructure, intelligent detection systems

### **Abstrakt**

Technologické a káblové kanály v priemyselných areáloch predstavujú dôležitú, no zároveň vysoko rizikovú súčasť kritickej infraštruktúry. Požiare v týchto priestoroch sa vyznačujú rýchlym šírením, vysokou produkciou toxických splodín a extrémne sťaženými podmienkami pre zásah hasičských jednotiek. Príspevok sa zameriava na analýzu rizík požiarov v káblových kanáloch, špecifiká zásahovej činnosti Hasičského a záchranného zboru a ohrozenia zasahujúcich hasičov, najmä z hľadiska elektrických, teplotných a toxických rizík. Pozornosť je venovaná aj moderným systémom včasnej detekcie a automatického hasenia, vrátane využitia inteligentných monitorovacích technológií a jemnej vodnej hmly. Cieľom príspevku je poukázať na potrebu multidisciplinárneho prístupu k požiarnej bezpečnosti káblových kanálov s dôrazom na ochranu kritickej infraštruktúry a bezpečnosť zasahujúcich jednotiek.

**Kľúčové slová:** káblové kanály, technologické rozvody, požiarne bezpečnosť, zásahová činnosť hasičov, riziká zásahu, toxické splodiny horenia, kritická infraštruktúra, inteligentné detekčné systémy

### **Úvod**

Technologické kanály v priemyselných areáloch predstavujú spoločné podzemné priestory určené na vedenie viacerých inžinierskych sietí, ako sú rozvody elektrickej energie, vody, plynu, kanalizácie, telekomunikačných káblov a rozvodov tepla. Z pohľadu moderného a udržateľného rozvoja sú tieto technické trasy čoraz častejšie považované za efektívny spôsob ochrany kritickej infraštruktúry v areáloch s vysokou koncentráciou technológií. Súčasne však tieto priestory predstavujú vysoké riziko v prípade vzniku požiaru alebo technickej havárie. Aj napriek ich významu a rizikovému potenciálu ostáva problematika zásahov pri požiaroch a haváriách v takýchto technologických kanáloch menej preskúmaná. K požiarom v káblových kanáloch dochádza z viacerých príčin. Najčastejšie vznikajú v dôsledku elektrického oblúka, ktorý môže byť spôsobený zlou údržbou káblového kanálu, zatekaním vody do kanálu, alebo nedostatočným odizolovaním káblov. Ďalšou častou príčinou je skrat, alebo preťaženie siete. Požiar môžu zapríčiniť aj vonkajšie činitele, napríklad činnosti so zvýšeným nebezpečenstvom vzniku požiaru, ako je zváranie, brúsenie, pálenie, alebo nahrievanie v blízkosti káblových trás. Rozvoj požiaru v káblových kanáloch podporujú aj horľavé látky a

materiály, ktoré sa do kanálov dostávajú z technologických zariadení. Typickým príkladom sú oleje a iné horľavé kvapaliny IV. triedy nebezpečnosti, ďalej unikajúce technologické plyny (napr. zemný plyn, kyslík a pod.), či vysoká prašnosť, ktorá zvyšuje riziko rýchleho šírenia ohňa. Z hľadiska zásahu hasičských jednotiek sa však tieto členité priestory ukazujú ako veľmi komplikované a to najmä v dôsledku obmedzeného priestoru, silného zadymenia, prítomnosti toxických spodín, horľavých kvapalín, či ťažko dostupných vedení pod napätím. Navyše, usporiadanie káblov na káblových lávkach môže v prípade vzniku požiaru urýchliť šírenie ohňa omnoho rýchlejšie, ako pri bežných priemyselných objektoch. V technologických tuneloch je hlavný dôraz kladený na ochranu samotnej infraštruktúry, hasičov a konštrukcií. Ventilačné systémy, geometria tunela, prítomnosť izolovaných požiaro-technických zón, ako aj typ uloženého „paliva“ (káble, izolácie, technológie) si preto vyžadujú špecifický takticko-technický prístup pri zásahu. Z týchto dôvodov je nevyhnutné venovať osobitnú pozornosť metodike zásahov v technologických rozvodoch, a to najmä v priestoroch káblových kanálov a technických tunelov v priemyselných areáloch.

### **Charakteristika káblových kanálov**

Káblový kanál je stavebne ohraničený priestor, ktorý musí spĺňať niekoľko základných požiadaviek:

- zabezpečiť bezpečnosť pracovníkov a spoľahlivú, bezpečnú prevádzku káblov,
- umožňovať prehľadnosť rozvodov,
- poskytovať podmienky na jednoduchú údržbu a vykonávanie opráv,
- vytvárať optimálnu rezervu úložnej plochy pre ďalšie káble.

Do káblového kanála sa môžu ukladať iba také zariadenia, ktoré súvisia s jeho účelom alebo prevádzkou. Druh káblového kanála sa navrhuje na základe:

- počtu káblov,
- sústavy napätia,
- dôležitosti a účelu rozvodu.

### **Druhy káblových kanálov**

1. Zhora prístupné (A) – prístup k rozvodom je zhora, kanál je otvorený alebo zakrytý demontovateľnými krytmi.
2. Priečhodné (B) – kanál je dostatočne veľký na to, aby ním mohol pracovník prechádzať a vykonávať obsluhu alebo opravy.
3. Prielezné (C) – menší priestor, v ktorom sa pracovník môže pohybovať len v obmedzených podmienkach.

### **Rizikové faktory**

Požiare v káblových kanáloch majú špecifické charakteristiky, ktoré výrazne sťažujú ich hasenie. Medzi hlavné rizikové faktory patria:

- Ťažká dostupnosť: Úzke a nepripravené vstupy, alebo prístupové miesta vzdialené od miesta vzniku požiaru komplikujú zásah hasičov. Tieto priestory sú navyše svojou povahou určené tak, že vizuálne kontroly a údržba sú v nich obmedzené.

- Hromadenie tepla: Požiar vzniká v uzavretom priestore. Na rozdiel od požiarov na povrchu sa teplo neodvádza, a preto sa v kanáli dosahujú veľmi vysoké teploty.
- Izolačné plastové povlaky: Napriek pokroku v oblasti zlepšovania požiarnych vlastností použitých materiálov sa stále používajú káble s horľavými povlakmi, napustené olejmi, alebo ukladané vo veľkých zväzkoch, ktoré koncentrujú horľavý materiál. Tieto vlastnosti, v kombinácii s lineárnym usporiadaním kanála, spôsobujú relatívne rýchle šírenie požiaru a uvoľňovanie plynov a dymu, čo hasičom ešte viac sťažuje prácu znížením viditeľnosti.



Obr. 1 - Požiar v priechodnom káblovom kanáli  
Zdroj: USSteel Košice

### **Stavebné konštrukcie káblových kanálov**

Stavebné konštrukcie káblových kanálov musia byť v súlade s normou STN 38 2156 navrhnuté s požiarnou odolnosťou minimálne EI 90 minút. Vo väčšine prípadov sa využíva železobetón, ktorý túto odolnosť spĺňa. Vo výnimočných prípadoch sa používa oceľový pancier s hrúbkou najmenej 2 cm. Hlavné požiarné priečky musia mať odolnosť EI 60 minút a vybavené sú požiarnymi uzávermi typu EW 45 C-D1. Čiastkové deliace priečky musia mať odolnosť EI 30 minút. Najslabším článkom káblových tunelov sú práve čiastkové priečky, ktoré však musia účinne zabrániť prenosu požiaru po kábloch aspoň počas 30 minút.

### **Odvetranie káblových kanálov**

Z hľadiska podmienok odvetrania patria káblových tunelov medzi tzv. uzavreté priestory. To znamená, že pri požiaru budú splodiny horenia unikať najmä otvormi, ako sú dvere (ak sa otvoria požiarné uzávery), netesnosti v stavebných konštrukciách, alebo prestupy káblov, ktoré neboli utesnené požiarnymi upchávkami. V prípade vzniku požiaru treba rátať aj s výskytom toxických splodín horenia na báze dusíka, napr. oxidy dusíka alebo kyanovodík.

### **Požiarné technické zariadenia**

Elektrická požiarna signalizácia (EPS) zabezpečuje nepretržité sledovanie príznakov horenia pomocou hlásičov požiaru. V prípade vzniku požiaru vyšle hlásič signál do ústredne EPS, alebo do miesta so stálou obsluhou, kde sa informácia následne vyhodnocuje. V káblových kanáloch musí byť EPS inštalovaná s opticko-dymovými hlásičmi, ktoré sú schopné včas detegovať vznikajúci požiar, prípadne tlenie izolácie káblov. Ústredňa EPS sa obvykle umiestňuje na velín, alebo do priestorov, kde je zabezpečená stála obsluha a prepojenie na nadradený systém ochrany objektu. Prenosné hasiace prístroje sa priamo do káblových kanálov neinštalujú a to z bezpečnostných dôvodov môžu byť umiestnené iba pri vstupe do káblového kanála. Najvhodnejšími typmi hasiacich prístrojov sú CO<sub>2</sub>, alebo práškové hasiace prístroje, ktoré účinne potláčajú požiar elektrických zariadení bez rizika poškodenia samotných káblov vodou. Pri väčších areáloch je vhodné zabezpečiť aj automatické rozšírenie signálu do centrálného riadiaceho strediska, alebo operačného strediska, aby bola reakcia na prípadný požiar čo najrýchlejšia a najefektívnejšia.

### **Požiarna bezpečnosť káblových rozvodných kanáloch v priemyselných areáloch**

Káblové rozvodné kanály predstavujú dôležitú súčasť infraštruktúry priemyselných areálov. Umožňujú sústredené vedenie vysokonapäťových aj nízkonapäťových vedení v samostatných chránených trasách, čím zabezpečujú dostupnosť, servisovateľnosť a organizovanosť energetických sietí. Napriek týmto výhodám patria medzi najrizikovejšie časti technologických rozvodov z hľadiska požiarnej bezpečnosti.

Výskum horenia káblov preukazuje, že ich správanie počas požiaru je vysoko špecifické. Projekty, ktoré skúmali mechanizmy horenia<sup>3</sup> a šírenia požiaru káblových kanálov viedli k vývoju predikčných modelov rýchlosti šírenia plameňa a rýchlosti uvoľňovania tepla<sup>4</sup>. Tieto štúdie však skúmali káble menších dimenzií, ako sú tie, ktoré sa reálne používajú v priemyselných káblových kanáloch s napätím 10 kV až 220 kV, a preto nemusia spoľahlivo odzrkadľovať realitu. Významným zistením je, že horenie v uzavretých kanáloch priestoroch vedie k vyššie rýchlosti uvoľňovania tepla počas horenia v porovnaní s voľným priestranstvom. Dôležitými parametrami, ktoré ovplyvňujú tento jav, sú výška a šírka kanála, typ inštalácie káblov (horizontálne, vertikálne), geometria priečného rezu kanála, ako aj to, či ide o kanál uzavretý alebo priechodný.

### **Požiarna taktika hasenia káblových kanálov**

Z hľadiska požiarnej taktiky sú káblové kanály výzvou pre Hasičsky a záchranný zbor, najmä z dôvodu:

- vysokej teploty horenia plastov a izolácií,
- produkcie toxických splodín horenia,
- ťažkej orientácie a prístupu,
- rizika elektrického oblúka a sekundárnych výbuchov.

<sup>3</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0886779824002499?utm>

<sup>4</sup> <https://www.mdpi.com/2571-6255/7/6/186?utm>

Preto sa v posledných rokoch zvyšuje záujem o experimentálne testovanie na modelových i reálnych konštrukciách, aby bolo možné, čo najlepšie simulovať priebeh požiaru a jeho šírenie. Moderné ventilačné a hasiace systémy, delenie káblových kanálov na zóny, monitorovanie teplôt, zavádzanie nehorľavých a samozhášavých káblov sa stávajú štandardom v návrhu nových káblových kanálov.

Záverom možno konštatovať, že zlepšenie požiarnej bezpečnosti káblových kanálov si vyžaduje multidisciplinárny prístup zahŕňajúci:

- projektovanie špecificky pre požiarne scenáre,
- pravidelnú revíziu a testovanie technických zariadení,
- výcvik hasičských jednotiek na zásahy v takýchto priestoroch,
- zavedenie inteligentných monitorovacích systémov.

Cieľom tohto prístupu je nielen znížiť riziko vzniku a šírenia požiaru, ale aj zabezpečiť zdravie a bezpečnosť osôb zasahujúcich pri jeho likvidácii.

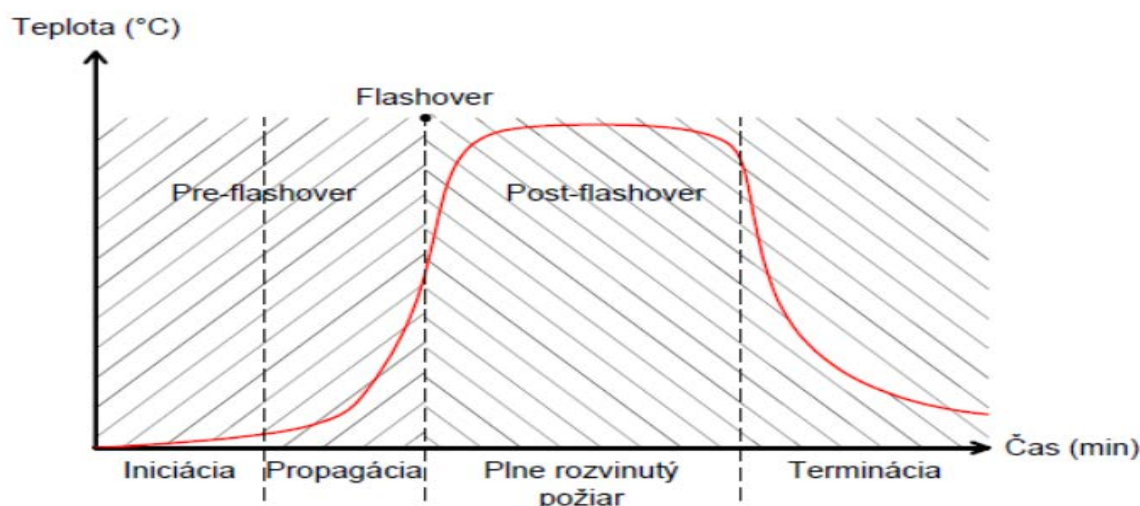
### **Riziká pre zasahujúcich hasičov v tunelových a káblových kanáloch**

Z hľadiska kategorizácie nebezpečnosti povolání v Slovenskej republike ako i v zahraničí sa začleňuje povolanie hasiča medzi najrizikovejšie povolania s ohrozením zdravia. Úrazovosť pri zásahovej činnosti je najrizikovejším segmentom pri výkone služby hasiča (Tánczos, 2013). Z pohľadu úrazovosti v Hasičskom a záchrannom zbore tvoria nezanedbateľné percento úrazov popáleniny. Pri požiaroch, kde sa vytvára vysoké sálavé teplo, príslušníci vykonávajú zásahovú činnosť v ochranných odevoch proti účinkom tepelného žiarenia. Pri nedodržaní bezpečnostných opatrení môže dôjsť k úrazu popálením. Termické úrazy vznikajú pôsobením vysokej, alebo nadmerne nízkej teploty pôsobiacej na ľudský organizmus. Popáleniny sú poranenia spôsobené extrémne vysokou teplotou, pôsobením el. prúdu, chemikálií alebo žiarením. Popáleniny vznikajú aj pri dlhotrvajúcom pôsobení tepla na nedostatočne prekrvené oblasti organizmu alebo pri poliatí odevu horúcou vodou. Popáleniny spôsobené parou, alebo horúcou kvapalinou sa označujú ako obarenia. Tvoria až 60 % všetkých termických úrazov. Za hraničnú teplotu v týchto prípadoch sa považuje 56 °C. (Šanta a kol., 2006). Zásah v káblových kanáloch patrí medzi najrizikovejšie činnosti hasičských jednotiek. Vyžaduje si dôslednú prípravu, použitie špeciálneho vybavenia a detailné poznanie špecifik podzemných infraštruktúr. Elektrické riziká sú jedným z hlavných ohrození. Kanály často obsahujú vysokonapäťové elektrické rozvody v rozsahu od 10 kV až po 220 kV. Neidentifikované, alebo poškodené káblové spoje, netesnosti, horúce miesta či oblúkové výboje môžu spôsobiť okamžité ohrozenie života. Riziko navyše zvyšuje aj nemožnosť úplného vypnutia napätia v celom úseku. Ďalším významným nebezpečenstvom je prítomnosť výbušných a toxických plynov. V uzavretých káblových kanáloch sa môžu vyskytovať smrteľne nebezpečné látky ako sírovodík, metán, oxid uhoľnatý či prostredie so zníženým obsahom kyslíka. Tieto plyny môžu pochádzať aj z kanalizačných systémov, biologických procesov, únikov zemného plynu alebo zo spaľovania, ktoré môžu byť vedené v blízkosti technologických kanálov. Požiarne riziká sú pri tomto type zásahu extrémne vysoké. Požiar káblov produkuje hustý a vysoko toxický dym, ktorý sa v uzavretých priestoroch šíri veľmi rýchlo. Situáciu zhoršuje vysoký energetický potenciál káblových zväzkov a prítomnosť starších materiálov, napríklad PVC, či azbestových izolácií, ktoré pri

horení uvoľňujú mimoriadne nebezpečné splodiny. Zásahy komplikujú aj problémy s evakuáciou a záchranou. Mnohé priestory sú prístupné iba cez vertikálne rebríky, čo pri poranení, alebo bezvedomí zasahujúceho značne sťažuje transport. Preto je nevyhnutné využívať záchranné navijaky, evakuačné laná a podporu školených príslušníkov. Prítomnosť azbestu alebo polycyklických aromatických uhl'ovodíkov<sup>5</sup> vyžaduje použitie osobných ochranných prostriedkov najvyššej triedy. Zásah v takomto prostredí predstavuje aj psychickú a orientačnú záťaž. Znížená viditeľnosť, úzka a jednotvárna konfigurácia priestorov vedú k dezorientácii a stresu. Preto je nevyhnutné zabezpečiť účinnú komunikáciu, dostatočné osvetlenie a jasné značenie evakuačných trás. Na základe vyššie spomínaných zložitosti hasenia káblových kanálov sa v posledných rokoch zvyšuje záujem o experimentálne testovanie na modelových i reálnych konštrukciách, aby bolo možné čo najlepšie simulovať priebeh požiaru a jeho šírenie. Moderné ventilačné a hasiace systémy, delenie káblových trás na zóny, monitorovanie teplôt a zavádzanie nehorľavých a samozhášavých káblov sa stávajú štandardom v návrhu nových tunelov. Moderné prístupy k ochrane káblových trás, preto čoraz viac využívajú kombináciu inteligentných systémov včasného varovania a automatických hasiacich zariadení, ktoré znižujú potrebu priameho nasadenia hasičov v toxickom a vysokoteplotnom prostredí.

### Postup hasenia káblových kanálov

Priebeh každého požiaru je charakteristický niekoľkými fázami, ktoré je možné jednoznačne popísať pomocou teplotne – časovo krivky, ktorá rozdeľuje požiar na fázu zapálenia (iniciácia), fáza rozvoj (propagácia), preskok, fáza plne rozvinutého požiaru fázu uhasínania (ukončenie).



Obr. 2 - Teplotno-časová krivka

Zdroj: Dominik ŠPILÁK, Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov

Požiare v káblových kanáloch predstavujú jednu z najnáročnejších situácií pre zasahujúce jednotky. Úzke, uzavreté a často zložito členené priestory s vysokou koncentráciou horľavých

<sup>5</sup>Polyaromatické uhl'ovodíky alebo polycyklické aromatické uhl'ovodíky sú skupinou aromatických uhl'ovodíkov s najmenej dvoma benzénovými jadrami, ktoré vznikajú prevažne pri nedokonalom spaľovaní. Patria sem napríklad naftalén, antracén a fenantrén.

materiálov, teplo a uvoľňovaním toxických plynov vytvárajú extrémne nebezpečné podmienky. Úspešný zásah si vyžaduje dôslednú prípravu ešte pred vstupom do kanála, správnu voľbu hasiva a premyslenú taktickú činnosť počas samotného hasenia. Požiar v káblovom kanále bude pravdepodobne ohlásený prostredníctvom elektrickej požiarnej signalizácie (EPS), ktorej ústredňa je umiestnená na veľine. Obsluha ústredne je povinná byť nápomocná pri zisťovaní možného miesta vzniku požiaru. Ak však nemá oprávnenie na používanie osobných izolačných dýchacích prístrojov (OIDP), nesmie vstupovať spolu s hasičmi do káblového kanála. Úlohou obsluhy je tiež zabezpečiť kontakt s elektroúdržbou, ktorá vykoná odstavenie príslušného úseku od napätia a poskytne informáciu o tom, či sa v káblovom kanáli nachádzajú zamestnanci resp. nenachádzajú. Ak by bolo potrebné hasiť v priestore, kde môžu byť káble pod elektrickým napätím a nie je informácia zodpovednej osoby o ich vypnutí, odporúča sa použiť práškový hasiaci prístroj. Pri použití prenosných CO<sub>2</sub> prístrojov sa totiž môže na tlakovej nádobe indukovať napätie. Následne sa vykonáva meranie prítomnosti toxických, alebo výbušných plynov, ako je oxid uhoľnatý (CO), sírovodík (H<sub>2</sub>S), či metán (CH<sub>4</sub>), a kontroluje sa hladina kyslíka. Pred vstupom sa spúšťa nútené odvetrávanie, ktoré znižuje teplotu a odvádza dym z priestoru. Nevyhnutnou súčasťou ochrany zasahujúcich je použitie dýchacích prístrojov a osobných ochranných pracovných prostriedkov.



Obr. 3 - Podzemný prechodový káblový kanál  
Zdroj: Internet

### **Požadovaný bezpečnostný odev a vybavenie**

Pri zásahu v káblovom kanáli je nevyhnutné, aby mal každý zasahujúci hasič kompletný osobný ochranný výstroj a špeciálne vybavenie. Základom je zásahový odev, ktorý chráni telo pred plameňom, sálavým teplom a mechanickým poškodením. K tomu patrí zásahová obuv, ktorá musí byť odolná voči prepichnutiu, vysokým teplotám a zároveň izolovať proti vode a klzkému povrchu. Dôležitou súčasťou ochrany je prilba, ktorá chráni hlavu pred padajúcimi predmetmi, mechanickými nárazmi a vysokou teplotou. Rovnako nevyhnutné sú ochranné

rukavice, ktoré umožňujú bezpečnú manipuláciu s horúcimi alebo ostrými predmetmi a znižujú riziko poranenia rúk.

V prostredí káblového kanála je vždy prítomné riziko zadymenia, nedostatku kyslíka alebo úniku toxických plynov, preto musí byť každý hasič vybavený autonómnym dýchacím prístrojom. Na zabezpečenie orientácie v priestore so slabou viditeľnosťou je potrebná ručná baterka, ktorá musí byť konštruovaná tak, aby nevytvárala iskry a bola bezpečná aj v prostredí s možnou prítomnosťou plynov. Ako doplnkové vybavenie sa odporúča mať rádiostanicu, ktorá zabezpečí nepretržitý kontakt so zásahovým štábom. Spojenie je obzvlášť dôležité v uzavretých, úzkych alebo zadymených priestoroch, kde hrozí dezorientácia a je nutné koordinovať postup viacerých skupín.

### **Bezpečnostné riziká**

Pri zásahu v káblovom kanáli sa hasiči stretávajú s viacerými rizikami, ktoré môžu výrazne ovplyvniť bezpečnosť a úspešnosť zásahu. Už samotná činnosť prebieha často pod vplyvom stresu, ktorý zvyšuje pravdepodobnosť chýb a zranení. Medzi najčastejšie mechanické riziká patrí pád, pošmyknutie, alebo zakopnutie v úzkom a tmavom priestore, ako aj vznik rezných rán na rukách, či nohách pri kontakte s ostrými hranami káblov alebo konštrukcií.

Veľmi vážnym rizikom je otrávenie toxickými plynmi, ktoré sa uvoľňujú pri horení izolácií, alebo technológií, prípadne nedostatok kyslíka. Okrem toho sa v prostredí nachádza aj prach, ktorý zhoršuje dýchanie a viditeľnosť. Pri samotnom požiari hrozia popáleniny, poleptania toxickými produktmi horenia a v krajnom prípade aj výbuch, ak dôjde k hromadeniu horľavých plynov. Ďalším rizikom je dezorientácia vplyvom zníženej viditeľnosti, ktorá je bežná v zadymených a jednotvárných priestoroch káblových kanálov. Mimoriadne nebezpečný je aj úraz elektrickým prúdom, najmä ak nie je istota, či bol postihnutý úsek odpojený od napätia. Problémom môže byť aj prerušenie spojenia cez rádiostanicu, čo komplikuje koordináciu zásahu a ohrozuje bezpečnosť zasahujúcich skupín. Postupy, ktoré je potrebné realizovať:

1. Zistenie miesta horenia a smerov šírenia požiaru. Prvým krokom je presná lokalizácia ohniska požiaru a určenie, akým spôsobom sa oheň šíri ďalej.
2. Odhad zaťaženia tepelne namáhaných konštrukcií a technológií. Posúdenie, či hrozí ich poškodenie, alebo zrútenie a aké možné sekundárne riziká z toho vyplývajú.
3. Preverenie prítomnosti osôb. Zistenie, či sa v priestoroch káblového kanála alebo jeho okolí nenachádzajú zamestnanci či iné osoby.
4. Preverenie podmienok pre zásah. Určenie vhodných miest na použitie peny, kontrola existencie otvorov alebo možností pre účinné odvetranie zadymených priestorov.
5. Bezpečnostné obmedzenie. Do káblových kanálov, ktoré nie sú priechodné, sa nevstupuje z dôvodu rizika uväznenia alebo dezorientácie.
6. Vstup do priechodných káblových kanálov. Vykonáva sa vždy pod ochranou zavodneného prúdu a s použitím izolačných dýchacích prístrojov. Tento zásah sa smie uskutočňovať iba pri vypnutom elektrickom prúde, a to najmenej trojčlennou skupinou hasičov. Skupina musí byť zaistená vodiacim lanom a mať vzájomné spojenie medzi sebou aj s veliteľom zásahu.

7. Hasebný zásah požiarou obranou. Tento spôsob zásahu sa vykonáva bez vstupu do zasiahnutého priestoru. Horiaci úsek káblového kanála sa oddeľuje strednou penou, ktorá vytvára zábranu proti ďalšiemu šíreniu požiaru. Súčasťou tohto zásahu môže byť aj ochrana nezasiahnutých káblov inými dostupnými prostriedkami, aby sa minimalizovalo riziko rozšírenia ohňa.
8. Hasebný zásah požiarom útokom. Pri tomto postupe sa vykonáva priamy vstup do zasiahnutého priestoru. Hasiči postupujú v smere prívodu vzduchu do pásma horenia, čo znižuje riziko spätného šľahnutia plameňa a zlepšuje účinnosť zásahu. Počas postupu je potrebné zabezpečiť odvetranie priestoru, ktoré znižuje zadymenie a koncentráciu toxických plynov. Súčasťou taktiky je aj ochladzovanie stien a konštrukcií pri prenikaní do káblového kanála, aby sa zabránilo šíreniu požiaru po konštrukciách a izoláciách. Následne sa aplikuje hasivo do predpokladaného miesta horenia a vykoná sa dohasenie zvyškových ohnísk. Tento postup vyžaduje vysokú koordináciu, bezpečnostné opatrenia a nasadenie vhodných hasiacich látok.

### **Inteligentný systém včasného varovania pred požiarom v káblových kanáloch.**

V káblových kanáloch, najmä vo veľkých inžinierskych projektoch a mestských budovách, je vysoká hustota uloženia káblov, pričom vnútorná teplota je vyššia a nachádza sa tu množstvo horľavých materiálov. Požiar sa v týchto priestoroch šíri veľmi rýchlo, pretože úzky a uzavretý priestor tunela spolu s hustým uložením káblov podporuje horizontálne šírenie ohňa a vytváranie viacúrovňového trojrozmerného požiaru. V súčasnosti sa aplikácie v oblasti požiarneho varovania v káblových kanáloch zameriavajú na meranie rôznych charakteristík požiarov prostredníctvom senzorov, ako sú dymové detektory, senzory charakteristických plynov pri požiare, videozáznamy a pod., aby bolo možné požiar zistiť, čo najskôr a vyhnúť sa väčším stratám na. Na účely, čo najskoršej detekcie požiaru bolo navrhnuté vybudovanie viacúrovňového systému včasného varovania. Najskôr bola vytvorená experimentálna platforma, na ktorej sa zistilo, že kábel pri prehrievaní a výbojoch uvoľňuje makro častice. Na tomto základe bola predstavená metóda detekcie skrytých požiarne nebezpečných stavov v káblových kanáloch založená na detekcii častíc uvoľnených teplom, ktorá dokáže vyhlásiť poplach niekoľko hodín až dní pred samotným vznikom požiaru. Okrem toho sa použil aj CO senzor a ďalšie konvenčné senzory. Bol predstavený viacúrovňový systém požiarneho varovania pre vysokonapäťové káblové kanály, pomocou ktorého je možné účinne varovať pred požiarom počas celého procesu jeho vývoja. V prípade požiaru vzniká vysoká koncentrácia dymu a toxických plynov z horiacich polymérov, čo zvyšuje teplotu, znižuje viditeľnosť a sťažuje zásah záchranárov. Navyše, požiar môže spôsobiť rozsiahle následky, ako sú prerušenie dodávky elektriny a výpadky riadiacich systémov.

Príčiny požiarov v káblových kanáloch možno rozdeliť na problémy vyplývajúce priamo z káblov:

- starnutie izolácie,
- skratový prúd,
- preťaženie.

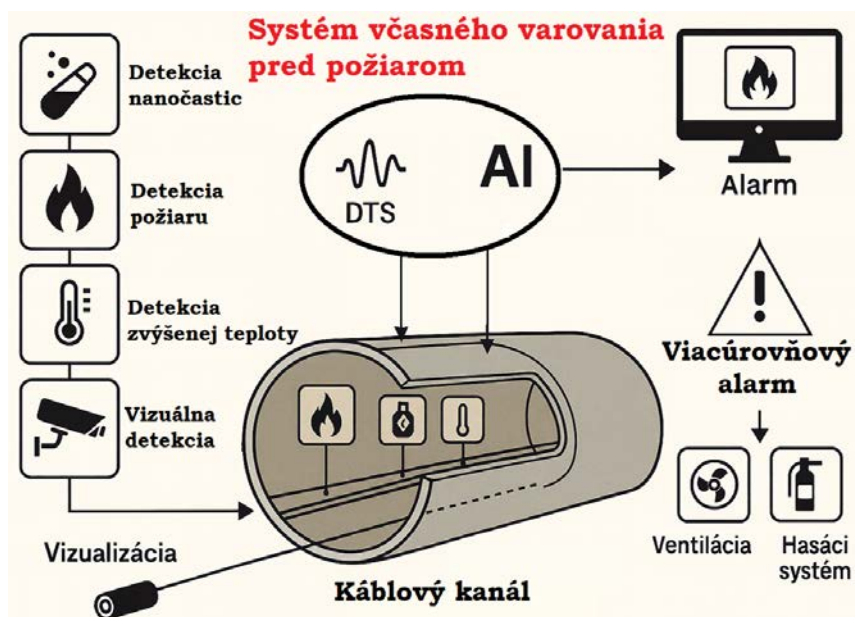
a na požiare spôsobené vonkajšími zdrojmi, ako sú:

- poruchami elektrických zariadení,

- únikom oleja zo spínačov alebo zväracími iskrami.

Detekcia požiaru v počiatočnej fáze je náročná, a preto sa navrhujú automatické monitorovacie a poplachové systémy, ktoré zahŕňajú detektory teploty a drôtové tepelné hlásiče umiestnené pozdĺž celej trasy tunela, pri káblových spojoch a vo vykurovacích častiach. Takéto systémy umožňujú okamžité odoslanie informácií do riadiaceho centra, kde po potvrdení požiaru možno rýchlo odpojiť napájanie a minimalizovať škody. Úzke a uzavreté prostredie kanálov zároveň sťažuje zásah, preto je dôležitá inštalácia automatických hasiacich systémov. Najčastejšie sa používajú systémy rozprašovania vody, vodnej hmly alebo jemného suchého prášku, pričom ich výber závisí od konkrétnych podmienok. Výskum a praktické skúsenosti potvrdzujú, že kombinácia inteligentného systému varovania s účinným hasiacim zariadením zvyšuje bezpečnosť a spoľahlivosť ochrany káblových tunelov.

Pri návrhu inteligentného systému varovania pred požiarom v káblovom kanály a jeho protipožiarnej ochrany sa využíva zber teplotných údajov na rekonštrukciu požiarnej situácie v reálnom čase. Teplotné dáta získava mriežkový automatický poplachový systém, ktorý umožňuje presne analyzovať teplotné pole a šírenie dymu. V prípade požiaru poskytuje systém podklady na rýchle vypracovanie evakuačných a záchranných plánov podľa aktuálneho vývoja situácie. Vláknová mriežka zohráva významnú úlohu aj pri riadení systému hydrantov v kanáloch, pričom kanály je možné prispôbiť skutočným potrebám tak, aby pokryli celý kanál. Overenie účinnosti systému prebieha kombináciou terénnych experimentov a analýzy dynamických údajov z dátového servera, ktoré sa zobrazujú graficky v reálnom čase. Tento prístup umožňuje obsluhu okamžite zistiť polohu zdroja požiaru, vyhodnotiť rozsah ohrozenia a vytvoriť plán zásahu. Neustále sledovanie teploty a dymu spolu so simulačnými analýzami zabezpečuje, že záchranné práce budú rýchle, ciele a bezpečné.



Obr. 4 - Systém včasného varovania pred požiarom

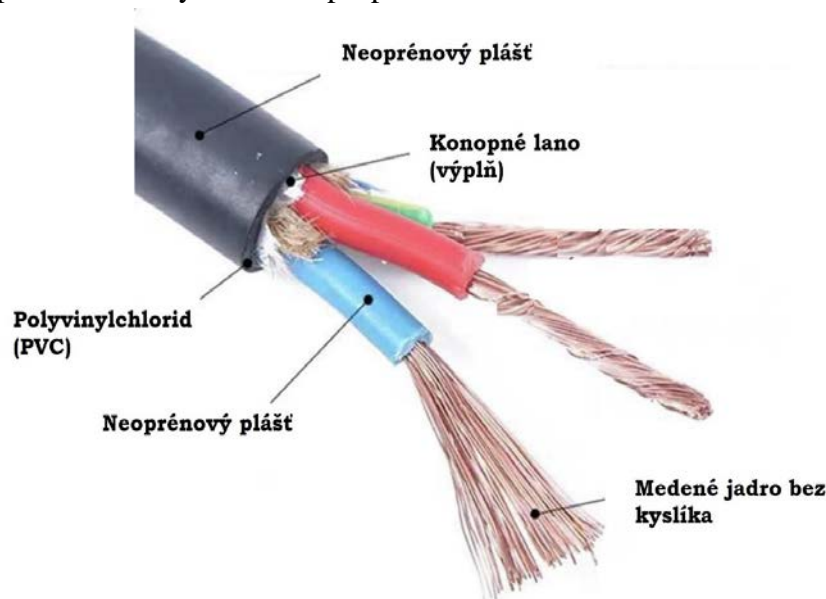
Zdroj: PaedDr. Ing. Roman Keruľ, MPA

## Protipožiarny systém

Protipožiarny systém v káblovom kanály je navrhnutý tak, aby zabezpečil rýchlu a účinnú reakciu v prípade požiaru. Kľúčovým prvkom je spoľahlivý systém zásobovania vodou, ktorý umožňuje okamžité spustenie hasiacich zariadení. Architektúra systému zahŕňa prepojenie detekčných a poplachových prvkov s vodnými rozvodmi, čerpacími stanicami a rozdeľovacími uzlami, pričom všetky komponenty sú navrhnuté tak, aby pokryli celý priestor tunela a minimalizovali čas potrebný na zásah.

## Káble v káblových kanáloch a možnosti použitia experimentálnych káblov

Káble predstavujú hlavný horľavý materiál v káblových kanáloch a sú zároveň jednou z najčastejších príčin vzniku požiarov (Klauck a kol., 2022). Aj keď väčšina káblov používaných v inžinierskych a technologických kanáloch disponuje vlastnosťami spomaľujúcimi horenie, pri pôsobení silných elektrických prúdov môže dôjsť k ich nadmernému prehrievaniu a k následnému šíreniu požiaru (Meinier a kol., 2018). Tradične sa v laboratórnych skúškach z bezpečnostných dôvodov nepoužívajú káble spomaľujúce horenie pod elektrickým napätím, pretože by mohli skresľovať reálny obraz horenia. Preto sa v posledných rokoch začali vyvíjať experimentálne káble, ktoré sú navrhnuté tak, aby lepšie napodobnili správanie reálnych káblov pri požiaru.



Obr. 5 - Konštrukcia experimentálneho kábla

Zdroj: Elkond

Konštrukcia týchto experimentálnych káblov je prispôbená výskumným účelom:

- jadrá z bezkyslíkovej medi (2 až 4 žily),
- vonkajší plášť a plášť jadra z neoprénu (cis-1,4-polyizoprén),
- izolačná vrstva z PVC,
- vnútorný výplňový materiál z konopného lana.

Výskum ukazuje, že zavedenie experimentálnych káblov do testovania je vhodným spôsobom, ako získať reálne dáta o požiarom správaní káblových trás. Tieto výsledky

následne prispievajú k bezpečnejšiemu navrhovaniu káblových kanálov, vyššej odolnosti infraštruktúry a k efektívnejšej príprave zásahových jednotiek.

### **Využitie systémov na hasenie káblových kanálov**

Káblové kanály predstavujú kritickú infraštruktúru moderného priemyslu a energetiky. Ich úlohou je sústreďovať a chrániť vedenia vysokého i nízkeho napätia, telekomunikačné káble či ďalšie technologické rozvody. Súčasne však tieto priestory predstavujú vysoké požiarne riziko. Požiar v káblovom kanáli sa môže šíriť veľmi rýchlo v dôsledku horľavosti izolácií, vysokej tepelnej záťaže a obmedzeného priestoru, čo zásah hasičov výrazne komplikuje. Jedným z moderných a vysoko účinných spôsobov ochrany je využitie jemnej vodnej hmly (fine mist fire sprinkler systems). Ide o systémy, ktoré namiesto klasického vodného prúdu produkujú extrémne jemné kvapôčky vody, vytvárajúce vodnú hmlu s vysokou schopnosťou absorpcie tepla a znižovania koncentrácie kyslíka. Tým dochádza k rýchlemu ochladeniu priestoru a súčasne k efektívnemu uduseniu plameňov. Hasenie káblových kanálov ukázali, že dýzy na jemnú vodnú hmlu dokážu požiar rýchlo a účinne eliminovať. Jemná hmla preniká aj do hlbokých káblových zväzkov, kde sa požiar často šíri skryto a bežné hasenie je málo účinné. Systém môže byť doplnený o:

- optické vláknové detektory citlivé na teplotu, ktoré dokážu zachytiť nárast teploty alebo výboj,
- distribuovaný systém merania teploty, ktorý umožňuje presne určiť miesto vzniku požiaru, vláknové káble uložené pozdĺž trasy kanála, ktoré pri požiarnej pohotovosti slúžia ako senzory.

### **Výhody jemnej vodnej hmly oproti tradičným systémom**

Použitie jemnej vodnej hmly pri ochrane káblových kanálov prináša niekoľko významných benefitov:

- Znížená spotreba vody, čo je oproti klasickom sprinkleri nižšia spotreba vody, čo minimalizuje riziko poškodenia zariadení a šetrí vodné zdroje.
- Ekologická bezpečnosť: Jemná vodná hmla je biologicky odbúrateľná a netoxická, nevytvára sekundárne škody na životnom prostredí.
- Univerzálnosť použitia: Systém vodnej hmly je vhodný na hasenie požiarov rôznych tried (A – pevné látky, B – kvapaliny, C – plyny).
- Vysoká účinnosť v uzavretých priestoroch vodná hmla sa rovnomerne rozptýli v celom objeme kanála, čím rýchlo znižuje teplotu aj hustotu dymu.

### **Význam ochrany káblových kanálov pre bezpečnosť kritickej infraštruktúry**

Káblové kanály tvoria neoddeliteľnú súčasť modernej technickej infraštruktúry miest a priemyselných areálov. Slúžia na sústredené uloženie elektrických vedení vysokého a nízkeho napätia, telekomunikačných káblov a ďalších rozvodov, ktoré zabezpečujú plynulý chod hospodárstva a každodenného života. Rastúca miera digitalizácie a elektrifikácie znamená, že aj krátkodobý výpadok káblového vedenia môže mať závažné následky od prerušenia dodávky elektrickej energie až po kolaps komunikačných systémov. Požiare v káblových kanáloch preto predstavujú jedno z najväznejších rizík pre kritickú infraštruktúru. Ide o

priestory s obmedzenou prístupnosťou, vysokou hustotou káblov a značným množstvom horľavých materiálov (napr. izolačné plášte, plastové výplne či oleje používané na chladenie). Charakteristické sú aj extrémne podmienky pri zásahu, ako sú vysoké teploty, hustý toxický dym a komplikovaná evakuácia osôb či zásahových jednotiek. Vzhľadom na rastúcu závislosť spoločnosti od nepretržitej dodávky elektrickej energie a funkčnosti komunikačných sietí je nevyhnutné venovať protipožiarnej ochrane káblových kanálov maximálnu pozornosť.

## **Záver**

Káblové kanály predstavujú jednu z najzraniteľnejších súčastí technologickej infraštruktúry v priemyselných areáloch. Ich hlavnou výhodou je efektívna koncentrácia inžinierskych sietí v spoločnom podzemnom priestore, čím sa šetrí plocha na povrchu a zabezpečuje sa organizovanosť, dostupnosť a servisovateľnosť káblov. Z hľadiska požiarnej bezpečnosti však tieto priestory predstavujú mimoriadne rizikové prostredie, v ktorom sa spájajú technické, fyzikálne aj organizačné hrozby. Požiar v káblových kanáloch má špecifický charakter – horľavosť použitých izolácií, vysoký energetický potenciál káblových zväzkov a uzavretá konfigurácia kanálov vedú k rýchlemu rozvoju požiaru a masívnej produkcii toxických splodín. Hustý dym, vysoké teploty a nedostatok kyslíka robia zásah hasičských jednotiek extrémne náročným a nebezpečným. Navyše, nemožnosť vždy spoľahlivo odstaviť celé vedenie od napätia zvyšuje riziko úrazu elektrickým prúdom. Preto je kľúčové, aby sa už pri projektovaní a prevádzke káblových kanálov zohľadnili všetky požiaro-bezpečnostné opatrenia. Medzi najdôležitejšie patrí:

- použitie konštrukcií s dostatočnou požiarou odolnosťou (železobetón, požiarotechnické priečky, uzávery),
- inštalácia elektrickej požiarnej signalizácie s opticko-dymovými hlásičmi, ktoré umožňujú včasnú detekciu tlenia a horenia,
- zavedenie inteligentných systémov monitorovania teploty, prítomnosti plynov a včasného varovania,
- rozdelenie káblových trás na menšie požiarne úseky a vytvorenie účinných vetracích a odvodňovacích systémov,
- vybavenie vstupov vhodnými hasiacimi prístrojmi (CO<sub>2</sub>, práškové) a zabezpečenie dostupnosti stacionárnych hasiacich zariadení (pena, vodná hmla).

Z pohľadu zásahu hasičských jednotiek sa ukazuje, že práve tieto priestory vyžadujú osobitnú metodiku a taktiku. Dôraz sa kladie na prípravu, monitorovanie ovzdušia, dôsledné použitie dýchacej techniky, prácu s navádzacím lanom a koordinovaný postup trojčlenných skupín. Nevyhnutná je aj úzka spolupráca s elektroúdržbou, ktorá dokáže identifikovať vypnuté a stále napäté úseky. Budúcnosť protipožiarnej ochrany káblových kanálov spočíva v integrácii inteligentných systémov včasného varovania a automatizovaných hasiacich zariadení, ktoré minimalizujú potrebu priameho nasadenia hasičov do extrémne rizikového prostredia. Z hľadiska civilnej ochrany je zároveň potrebné, aby tieto systémy boli prepojené s centrálnymi dispečingmi a operačnými strediskami, čím sa skráti reakčný čas a zvýši účinnosť zásahu. Na základe analyzovaných poznatkov možno konštatovať, že problematika požiarov v káblových kanáloch je interdisciplinárna a vyžaduje spoluprácu projektantov, technikov, bezpečnostných

inžinierov a hasičských jednotiek. Len tak je možné dosiahnuť, aby tieto kritické prvky infraštruktúry nielen plnili svoju funkciu v rámci moderných priemyselných areálov, ale zároveň boli odolné voči rizikám, ktoré so sebou nesú.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:  
Ing. Peter Havaj, PhD., DBA*

### **Použitá literatúra**

1. BELLAS, R., Gómez, M. A., González-Gil, A., Porteiro, J. a Míguez, J. L., 2019. *Assessment of a fire dynamics simulator for modelling low-pressure water mist fire suppression in ship engine rooms*. Fire Technology, 5, s. 1315–1352.
2. CANO-HURTADO, J., a Canto-Perello, J., 1999. *Sustainable development of urban underground spaces for utilities*. Tunnelling and Underground Space Technology, 14, s. 335–340.
3. SRJ PIPING INDIA, 2025. *The ultimate guide to emergency response systems for industrial facilities*. [online]. Dostupné na: <https://srjpipingindia.com/the-ultimate-guide-to-emergency-response-systems-for-industrial-facilities-in-2025-2/> [cit. 19. 12. 2025].
4. DURASTEEL, 2024. *Fire barriers installed in underground tunnels at Jebel Ali desalination plant*. [online]. Dostupné na: <https://www.durasteel.net/case-studies/fire-barriers-installed-in-underground-tunnels-at-jebel-ali-desalination-plant/> [cit. 19. 12. 2025].
5. SLOVENSKÝ TECHNICKÝ NORMALIZAČNÝ INŠTITÚT, 2010. *STN 92 0204 Požiarna bezpečnosť stavieb. Priestory káblového rozvodu*. Bratislava: STN.

# **Mladá veda**

## **Young Science**

**ISSN 1339-3189**