

## **BEZPEČNOSŤ TUNELOV S OHĽADOM NA POŽIARNU BEZPEČNOSŤ**

### **FIRE SAFETY AND FUNCTION MAINTENANCE ACCORDING TO EU STANDARDS IN TUNNEL CONSTRUCTION.**

**Jozef Daňo<sup>1</sup>  
František Gilian<sup>2</sup>**

#### **ABSTRAKT**

Odborný príspevok pojednáva o návrhoch upevnenia nosného káblového systému, kabeláže a svietidiel v tunelovej rúre aj v pridružených priestoroch. Zaoberá sa riešením problematiky uzemnenia a korozivity káblových trás a nerezových komponentov (STN EN 62305, STN 33 2000-5-54). Uvádzame priblíženie požiadaviek národných právnych a technických predpisov na inštaláciu a skúšanie trás káblových s funkčnou odolnosťou v požiari (STN 92 0203, STN 92 0205, STN EN 61537).

#### **ABSTRACT**

This paper deals with designing of cable support system, cable structures and lightning in tunnels as well as surrounding spaces. It focuses on issue of grounding and corrosion of cable support system and stainless steel components (STN EN 62305, STN 33 2000-5-54). We introduce basic requirements of national standards for installation and testing of cable support system with functional maintenance and resistance in fire (STN 920203, STN 920205, STN EN 61537).

### **1 Úvod**

Bezpečnosť stavby v prípade požiaru je jednou z najdôležitejších priorít pri výstavbe a pri užívaní cestných tunelov. Celková úroveň požiarnej bezpečnosti tunela závisí predovšetkým od správneho návrhu opatrení, cez použité vhodných stavebných výrobkov na účel týchto opatrení, až po správne zhotovenie resp. zabudovanie týchto vhodných stavebných výrobkov do stavby tunela. Tu by bolo vhodné poukázať, na základe skúseností z praxe, na určité nedostatky vo vzťahu k projektovaniu, výberu vhodných stavebných výrobkov, pomerne nedostatočnej znalosti problematiky posudzovania parametrov niektorých elektrotechnických stavebných výrobkov a správnych dokladov posúdenia ich vhodnosti a taktiež správneho zabudovania týchto stavebných výrobkov do stavby tunela.

Ďalej by som chcel zamerať Vašu pozornosť najmä na otázku správneho návrhu (projektovania) a správneho zabudovania vhodných elektrotechnických stavebných výrobkov do stavby tunela.

---

<sup>1</sup>Ing. Jozef Daňo, OBO Bettermann s.r.o., Viničnianska cesta 13, 902 01 Pezinok, tel.: 0915 843 517, e-mail: [dano.jozef@obo.sk](mailto:dano.jozef@obo.sk)

<sup>2</sup>Ing František Gilian, Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky, Jirásková 29, 974 01 Banská Bystrica, tel.: 0907 806 486, e-mail: [sekretariat@appo.sk](mailto:sekretariat@appo.sk)

## 2 Požiadavky legislatívy

Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarimi v znení neskorších predpisov, ktorého novela bola vydaná v zbierke zákonov pod číslom 129/2015 Z.z., s účinnosťou od 1. septembra 2015, zavádza v svojich ustanoveniach, okrem iného, aj nové povinnosti v oblasti projektovania zariadení na trvalú dodávku elektrickej energie pri požari. Táto povinnosť by mala zabezpečiť zvýšenie kvality návrhu protipožiarneho opatrení aj vo vzťahu k projektovaniu zariadení na zásobovanie tunela elektrickou energiou podľa platných technických podmienok TP 11 Protipožiarne bezpečnosť cestných tunelov.

Uvedený zákon v § 11c ods. 6 ustanovuje, že projektovať zariadenia na trvalú dodávku elektrickej energie pri požari môže len fyzická osoba, ktorá spĺňa ustanovenia osobitných predpisov na projektovanie elektrických zariadení. Uvedeným osobitným predpisom je § 5 ods. 1 písm. b) štvrtého bodu zákona Slovenskej národnej rady č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektov a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.

Toto ustanovenie novely zákona požadujúce osobitné oprávnenie autorizovaného inžiniera na projektovanie zariadení na trvalú dodávku elektrickej energie pri požari, by malo výrazne skvalitniť etapu projektovania týchto zariadení v stavbách. Doterajšia prax v oblasti projektovania totiž potvrdzuje, že v mnohých prípadoch majú projektové riešenia bez účasti autorizovaného inžiniera v tejto oblasti skutočne nízku kvalitu. To sa potom prejavuje často nesprávnym výberom vhodných stavebných elektrotechnických výrobkov pre daný účel a nakoniec aj množstvom nevhodných riešení pri ich správnom zabudovaní v tunely.

Ďalšou témou, ktorá stojí za pozornosť vo vzťahu k správne zabudovaniu elektrotechnických stavebných výrobkov v tunely je požiadavka na tzv. osvedčenie požiarnej konštrukcie zhotoviteľom. V roku 2012 bola novelizovaná vyhláškou MV SR č. 94/2004 Z.z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarne bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov ustanovená požiadavka na zhotoviteľov požiarnej konštrukcií v stavbách, aby písomnou formou osvedčili požiarne konštrukciu, ktorú zhotovili na stavbe.

Požiarne konštrukciou je stavebná konštrukcia, konštrukčný prvok alebo stavebný výrobok, ktorá spĺňa požadované kritériá pre použitie v podmienkach požiaru. Keďže zariadenia na trvalú dodávku elektrickej energie pri požari sa rozstavujú z elektrotechnických stavebných výrobkov určených na použitie v podmienkach požiaru táto požiadavka na osvedčenie požiarnej konštrukcie sa vzťahuje aj na zhotoviteľa napr. trasy káblov alebo elektrického rozvádzača na trvalú dodávku elektrickej energie pri požari.

Účelom tejto požiadavky je skutočnosť, že do jej zavedenia nebol v podstate nikto zodpovedný za správne zhotovenie požiarnej konštrukcie, z naozaj preukázateľne vhodných stavebných výrobkov a často dochádzalo pri ich zhotovovaní k použitiu nevhodných stavebných výrobkov, materiálov a komponentov a k nevykonávaniu správnych postupov pri zabudovaní.

Správne či nesprávne zhotovenie požiarnej konštrukcie sa totiž neprejaví pri kolaudácii stavby, ani pri jej bežnom užívaní, ale až v prípade, keď v stavbe dôjde k požiaru a požiarne konštrukcia by mala splniť svoj účel.

Keď si uvedomíme, že osvedčenie požiarnej konštrukcie sa dnes požaduje od jej zhotoviteľa napríklad na stavbe domu sociálnych služieb, nemocnice, škôlky, obchodného centra, hromadnej garáže a množstva iných stavieb, tak je úplne logické, že takáto požiadavka by sa mala vzťahovať aj na zhotoviteľov požiarnej konštrukcií v tak dôležitej stavbe, akou je nepochybné, z hľadiska požiarnej bezpečnosti, cestný tunel.

Návrh na zavedenie uvedených požiadaviek do stavebnej praxe cestných tunelov je o opodstatnenejší, že je pred nami výstavba cca 100 km cestných tunelov, ktoré majú dlhodobu bezpečne slúžiť cestujúcim občanom aj návštevníkom Slovenska.

V ďalšej časti príspevku by som svoju pozornosť chcel venovať popisu a správne návrhu normového káblového systému s integrovaným zachovaním funkčnej odolnosti v požiari po dobu 90 minút podľa STN 92 0205. Dôležitým aspektom pred začatím návrhu je správne uvedenie si a pochopenie, čo normová konštrukcia vlastne znamená. Normová (štandardná) konštrukcia – konštrukcia na uloženie káblov definovaná v norme STN 92 0205 geometrickými rozmermi vyhotovenia, upevnenia do konštrukcie stavby a dovoleným váhovým zaťažením uložených káblov. V jednoduchosti sa tento systém dá rozdeliť do troch kategórií nasledovne:

- Trasa tvorená pomocou káblového žľabu,
- Trasa tvorená pomocou káblového roštu,
- Trasa tvorená káblovými príchytkami.

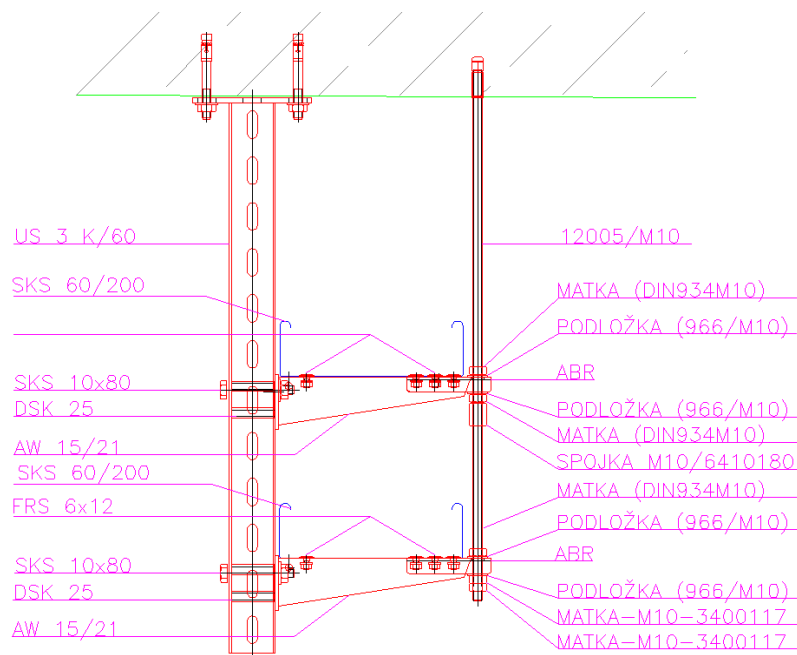
Skôr ako si zdefiniujeme jednotlivé systémy, je potrebné určiť všeobecné požiadavky na vedenie trás káblov v súlade s STN 92 0205.

- Trasa káblov začína od zdroja el. energie a končí v el. zariadeniach.
- Ak trasa vedie pod zdvojenou podlahou alebo v dutinovej podlahe, tak podlaha musí spĺňať najmenej požiaru odolnosť trasy.
- Trasy káblov sa môžu kotviť len do stavebných konštrukcií, ktoré to staticky umožňujú a spĺňajú požiadavku na požiaru odolnosť podľa riešenia PBS.
- Nechránená trasa sa má realizovať tak, aby viedla nad všetkými el. aj neelektrickými rozvodmi. Nad trasou môžu byť vedené len rozvody, ktoré počas požiaru neohrozia mechanickým poškodením trasu káblov.
- Použitý nosný systém musí spĺňať požiadavky STN EN 61537.

Pre jednotlivé kategórie potom platia nasledujúce pravidlá:

## 2.1 Káblový žľab

V prípade káblového systému s káblovými žľabmi norma umožňuje použiť konštrukcie uvedené na obrázku 1 s podperami vzdialenými 1 200 mm od seba. Normová nosná konštrukcia sa skladá zo závesov s naskrutkovanými alebo privarenými konzolami, pričom voľné konce konzol sú upevnené do stropu pomocou závitových tyčí.



Obr. 1 Príklad normovej nosnej konštrukcie  
Fig. 1 Example of standard cable support system

Závitová tyč sa má upevniť priamo na voľný koniec konzoly alebo na konštrukciu žľabu v tesnej blízkosti voľného konca konzoly vo vzdialenosti najviac 100 mm. Na jednu závesnú konštrukciu sa môžu zavesiť najviac tri trasy. V každej trase sa musí vyhotoviť spojenie káblových žľabov, ktoré sa pri skúške musí nachádzať uprostred medzi závesmi ( $\pm 5\%$ ). Káblové žľaby musia byť 300 mm široké s výškou bočnice 60 mm, hrúbkou plechu 1,5 mm a musia mať otvory (perforáciu), ktoré tvoria  $15\% \pm 5\%$  z celkovej plochy. Najväčšie mechanické zaťaženie káblových žľabov je 10 kg/m.

## 2.2 Káblový rošt

V prípade káblového systému s káblovými roštmi norma umožňuje použiť konštrukcie uvedené na obrázku 1. s podperami vzdialenými 1 200 mm od seba. Normová nosná konštrukcia sa skladá zo závesov s naskrutkovanými alebo privarenými konzolami, pričom voľné konce konzol sú upevnené do stropu pomocou závitových tyčí.

Závitová tyč sa má upevniť priamo na voľný koniec konzoly alebo na konštrukciu roštu v tesnej blízkosti voľného konca konzoly vo vzdialenosti najviac 100 mm. Na jednu závesnú konštrukciu sa môžu zavesiť najviac tri trasy. V každej trase sa musí vyhotoviť spojenie káblových roštov, ktoré sa pri skúške musí nachádzať uprostred medzi závesmi ( $\pm 5\%$ ).

Káblové rošty musia byť 400 mm široké s výškou bočnice 60 mm a hrúbkou plechu 1,5 mm. Priečky káblového roštu sú vzdialené od seba 300 mm. Na priečkach káblového roštu sa musia uložiť plechy široké 150 mm na zvýšenie nosnej plochy alebo sa môže vzdialenosť priečok káblového roštu zmenšiť na 150 mm a úložné plechy sa nepoužijú.

Najväčšie mechanické zaťaženie káblových roštov je 20 kg/m.



Obr. 2 Ukážky skúšobných vzoriek – káblový rošt (pred a po skúške)  
Fig. 2. Example of tested samples – cable ladder (before and after test)

## 2.3 Káblové príchytky

V prípade inštalácii káblových výrobkov pod stropom sa rozlišujú dva varianty použitia kovových káblových príchytky:

- a) Inštalácia pod stropom pomocou strmeňových káblových príchytky upevnených na profilových lištách s použitím pozdĺžnej opierky alebo bez nej. Profilové lišty sa upevňujú do stavebnej konštrukcie s rozstupom upevnenia najviac 250 mm.

Šírka strmeňovej káblovej príchytky musí byť  $25 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ . Dĺžka pozdĺžnej opierky musí byť  $200 \text{ mm}$ ;

- b) Inštalácia pod stropom pomocou samostatných káblových príchytiiek, ktoré sa priamo upevňujú do stavebnej konštrukcie bez použitia profilových líšt. Šírka samostatnej káblovej príchytky musí byť  $15 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ .

Skúšobná kábová vzorka sa musí upevniť pomocou káblovej príchytky s rozstupom:

- a)  $300 \text{ mm}$  pri inštalácii bez pozdĺžnej opierky;
- b)  $600 \text{ mm}$  pri inštalácii s pozdĺžnou opierkou.



Obr. 3 Príklady uchytenia káblov pomocou samostatných príchytiiek  
Fig. 3 Examples of cable installation by using individual cable clamps

Veľmi dôležitým aspektom je uvedenie si nutnosti použitia správnych materiálov na zhotovenie káblového nosného systému v tunelovej rúre aj mimo nej s ohľadom na korozivitu. Odporúča sa teda použitie nehrdzavejúcich ocelí triedy 1.4571 v tunelovej rúre a minimálne použitie žiarovo pozinkovaných materiálov v ostatných priestoroch.

### 3 Ochrana voči korózii

Ako sme už v predchádzajúcom odseku spomenuli, kovové komponenty podliehajú korózii, a to z viacerých dôvodov. Prvým, a v tuneloch najčastejším javom, je vytvorenie vysoko korozívneho prostredia, ktoré je spôsobené vysokou koncentráciou spodín horenia bežných používaných palív v automobilovom priemysle. Taktiež dôležitým aspektom, ktorý nesmieme zanedbať, je periodické čistenie tunelov umývaním a manuálnym čistením. V neposlednom rade sú najväčším problémom soľné výpary, ktoré vznikajú najmä v zime, kedy sa cestné komunikácie posypajú soľou a tá sa neskôr pri vjazde vozidiel do tunela dostáva do tunelovej rúry a spôsobuje koróziu kovových častí. V tomto prípade je

najjednoduchším riešením zvolenie už predtým spomínanej nehrdzavejúcej ocele triedy 1.4571.

Ďalším a neopomenuteľným javom (pozn. nie však v každom prípade nutným) je korózia spôsobená bludným prúdom. Bludným prúdom sa nazývajú elektrické prúdy pretekajúce vodivým prostredím (napr. pôdou, vodou) a pochádzajúce z elektrických zariadení nedostatočne izolovaných od tohto prostredia alebo používajúcich zem ako spätné vodiče.

Bludné prúdy sa delia podľa druhu:

- Na bludné prúdy jednosmerné,
- Na bludné prúdy striedavé.

Zdrojom bludných prúdov spravidla sú:

- Železničné, električkové a špeciálne dráhy, prípadne banské dráhy (jednosmerná trakcia a striedavá trakcia) využívajúce koľajnice ako spätného vodiče pre trakčný prúd,
- Katódovej stanica aktívnych ochrán,
- Jednosmerné rozvody vo výrobných prevádzkach,
- Striedavé trojfázové systémy s uzemneným pracovným vodičom.

Najvýznamnejším zdrojom bludných prúdov je železničná dráha elektrifikovaná jednosmernou trakčnou sústavou využívajúca koľajnice ako spätné vodiče, pričom asi 5 až 60 % z celkového spätného prúdu prechádza zemou. Kovové aj betónové časti stavieb, ak nie sú dobre elektricky izolované od zeme, môžu viesť značnú časť prúdu s intenzitou dosahujúcou až niekoľko desiatok ampér.

*POZN.: Z Faradayovho zákona vyplýva, že jednosmerný bludný prúd o veľkosti 1 A spôsobí za jeden rok elektrochemickú koróziou stratu železa uloženého v zemi s hmotnosťou 9,1 kg. Koróziu oceľovej výstuže uloženej v betóne je v porovnaní s koróznou rýchlosťou výstuže bez krycej vrstvy betónu pri rovnakej prúdovej hustote podstatne (viac ako 3x) nižšia.*

S týmto prípadom vzniku korózie sme sa stretli vo viacerých známych tuneloch. V Českej Republike je to napr. tunelový komplex Blanka v Prahe. Najjednoduchším riešením zabráneniu vzniku korózie je u káblových trás kompletne odizolovanie tohto systému od betónových a kovových častí, kde by mohlo dôjsť k prechádzaniu bludných prúdov. Toto sa dá dosiahnuť viacerými spôsobmi, a to použitím napr. špeciálnych kotviacich systémov s izolačnými vložkami alebo využitím plastových vložiek medzi nosný a kotviaci systém, a tým zamedzíme prechod elektrického prúdu na káblový nosný systém.

Tretím mechanizmom vzniku korózie je vznik elektrochemickej korózie. Tento jav môže nastať napr. pri tvorbe uzemnenia v tunelovej rúre. Pozornosť treba venovať faktu, že obyčajná oceľ (holá alebo pozinkovaná ponorením do taveniny) uložená v betóne vyvoláva elektrochemický potenciál rovnajúci sa potenciálu medi uloženej v zemi. V dôsledku toho existuje riziko elektrochemickej korózie vyskytujúce sa v iných uzemňovacích sústavách zostrojených z ocele uloženej do zeme v blízkosti základu a dotýkajúcej sa základového uzemňovača uloženej v betóne. Tento účinok je pozorovateľný tiež pri vystužených základoch veľkých budov.

Nijaký oceľový uzemňovač sa nesmie inštalovať priamo z betónu základu do zeme, s výnimkou uzemňovačov vyrobených z nehrdzavejúcej ocele alebo uzemňovačov, ktoré sú inak dobre chránené vhodnou priemyselnou ochranou pred vlhkosťou. Neskoršie pozinkovanie ponorením do taveniny alebo ochrana náterom, prípadne inými podobnými materiálmi, nie je dostatočné na takýto účel. Dodatočné uzemňovacie sústavy okolo alebo v blízkosti takýchto budov by sa mali zostrojiť z iného materiálu ako je oceľ pozinkovaná ponorením do taveniny, aby sa zabezpečila dostatočná životnosť tejto časti uzemňovacej sústavy.

#### 4 Zoznam použitej literatúry

STN EN 62305-1: Ochrana pred bleskom. Časť 1: Všeobecné princípy

STN 33 2000-5-54: Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-54: Výber a stavba elektrických zariadení. Uzemňovacie sústavy a ochranné vodiče.

STN 92 0203: Požiarna bezpečnosť stavieb. Trvalá dodávka elektrickej energie pri požiari.

STN 92 0205: Správanie sa stavebných výrobkov a konštrukcií v požiari. Zachovanie funkčnej odolnosti káblových systémov. Požiadavky, skúšky, klasifikácia a aplikácia výsledkov skúšok.

STN EN 61537: Príslušenstvo káblov. Systémy káblových žľabov a systémy káblových roštov

BURANT, J: *Blesk a prepětí. Systémová řešení ochran*. Praha: FCC Public s.r.o., 2006. 252 s. ISBN 80-86534-10-3.

GILIAN, F., FUSEK, V.: *Požiarna bezpečnosť stavieb nielen pre elektrotechnikov*. Bratislava: Slovenský elektrotechnický zväz – komora elektrotechnikov Slovenska, 2012. 118 s. ISBN 978-80-8106-054-0.

Zákon č. 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 138/1992 Z.z. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.

TP 11/2011: *Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov*. Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR. Sekcia cestnej dopravy, pozemných komunikácií a investičných projektov.

TP 124: *Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací*. Ministerstvo dopravy. Odbor infraštruktúry.

TESAŘ, E.: *Ochrana staveb proti bludným proudům*. 30-10-2015. Dostupné na internete: <<http://www.ateko.info/download/2007/tesar.pdf>>