

System protipožiarnej ochrany cestných tunelov

Cestná doprava je stále jednou z najvýraznejšie sa rozvíjajúcich oblastí trhovej ekonomiky. S rozvojom dopravy sa zvyšuje dopyt po výstavbe nových kvalitnejších ciest, a to najmä diaľnic a rýchlostných ciest. Vzhľadom na negatívne vplyvy ich trasovania cez hornaté Slovensko sa čoraz viac uvažuje o budovaní veľkého množstva cestných tunelov. Tunely vyžadujú vysoké náklady na stavbu, údržbu a prevádzku. Musia spĺňať špeciálne požiadavky na bezpečnosť premávky a prevádzkovú bezpečnosť. Požiar v tuneli predstavuje veľkú hrozbu pre všetkých účastníkov premávky. System protipožiarnej ochrany tunelov na cestných komunikáciách má veľký vplyv na stavebno-technické riešenie a technologické vybavenie tunela. Dôležitou súčasťou riadenia tunela sú aj detektory plynov, ktoré prispievajú aj k identifikácii zadymenia, prípadne požiaru.

1. System protipožiarnej ochrany cestných tunelov

Tunel na cestných komunikáciách sa z hľadiska požiarnej bezpečnosti navrhuje, realizuje a užíva tak, aby v prípade vzniku požiaru v čase určenom technickými špecifikáciami zostala zachovaná jeho nosnosť a stabilita a aby sa:

- umožnila bezpečná evakuácia osôb z horiaceho alebo požiarom zasiahnutého tunela na voľné priestranstvo alebo do iného požiarom neohrozeného priestoru,
- zabránilo šíreniu požiaru a dymu medzi jednotlivými požiarovými úsekmi,
- umožnil odvod tepla a splodín horenia mimo tunela,
- umožnil účinný a bezpečný zásah hasičskej jednotky pri zdoľávaní ni požiaru a vykonávaní záchranných prác.

2. Požiarno-technické zariadenia tunelov

Medzi tieto zariadenia patria najmä:

- elektrická požiarňa signalizácia,
- stabilné hasiace zariadenie,
- hasiace prístroje,
- navigačný evakuačný systém,
- požiarne núdzové osvetlenie.

Elektrická požiarňa signalizácia (EPS)

EPS v tuneloch zabezpečuje snímanie príznakov požiaru pomocou hlásičov požiaru a následne ovláda požiarno-technické zariadenia. V krátkych tuneloch do 300 m netreba túto signalizáciu inštalovať, ak je tunel zabezpečený videodohľadom a má riadiace centrum so stálou obsluhou. Tunely dlhšie ako 300 m musia byť stráženým priestorom, a tak musia byť vybavené EPS. V tunelových rúrach zabezpečených EPS sa inštaluje lineárny tepelný hlásič a tlačidlóvé hlásiče s adresáciou, ktoré musia byť umiestnené pri vstupoch do chránených únikových ciest, v miestnostiach obsluhy a pri každej SOS kabíne. Nad núdzovým zálivom sa tiež umiestňuje lineárny tepelný hlásič alebo automatické hlásiče požiaru s adresáciou. Ostatné strážené priestory tunela sa vybavujú automatickými hlásičmi požiaru s adresáciou.



Obr. 1 SOS kabína s EPS

Stabilné hasiace zariadenie (SHZ)

Stabilným hasiacim zariadením musí byť v objektoch mimo tunelovej rúry a v objektoch tunela vybavený:

- požiarny úsek káblového kanála, káblového priestoru a priestory medzi zdvojenými podlahami, v ktorých sú vedené káble,
- požiarny úsek vytvorený podľa čl. 5 písm. j) TP 04/2006,
- náhradný zdroj elektrickej energie, ktorý nie je umiestnený v samostatnom požiarnom úseku.

SHZ musí signalizovať svoju činnosť operátorskému pracovisku tunela so stálou obsluhou opticky aj akusticky. Ak je v tuneli inštalované SHZ a EPS, tak sa musí zabezpečiť súčinnosť týchto dvoch zariadení.

Hasiace prístroje

Povinnou súčasťou výbavy SOS kabín v stredných a dlhých tuneloch sú dva prenosné hasiace prístroje:

- snehový CO₂ – s náplňou 5 kg,
- práškový – s náplňou 6 kg.

V krátkych tuneloch sa ich inštalácia odporúča. Vstup do SOS kabíny a zvesenie hasiaceho prístroja z držiaka musí byť signalizované v operátorskom pracovisku. Spôsob signalizácie je riešený v Centrálnom riadiacom systéme tunela.



Navigačný evakuačný systém

Navigačný evakuačný systém vytvára v prípade požiaru podmienky na orientáciu a evakuáciu používateľov tunela. Navigačný evakuačný systém tvorí:

- požiarne núdzové osvetlenie,
- značky poskytujúce informácie o smere úniku a vzdialenosti k núdzovému východu do chránenej únikovej cesty, zhromaždiska alebo východu na voľné priestranstvo,
- označenie núdzových východov,
- označenie polohy SOS kabíny,
- tunelový rozhlas,
- rozhlasové zariadenie s reproduktormi umiestnenými v chránených únikových cestách.

Požiarné núdzové osvetlenie

V tunelovej rúre musí byť nainštalované požiarné núdzové osvetlenie. Slúži v prípade požiaru ako núdzové osvetlenie nechránených únikových ciest v tunelovej rúre. Svetidlá tohto osvetlenia v tunelovej rúre sa musia umiestňovať na strane núdzových východov vo výške od 0,8 do 1 m nad povrchom chodníka a ich vzájomná vzdialenosť je najviac 25 m. Svetidlami požiarného núdzového osvetlenia sa musia osvetliť najmä nechránené únikové cesty v blízkosti (do 2 m):

- núdzového východu,
- SOS kabíny,
- bezpečnostnej a dopravnej značky,
- hydrantu požiarného vodovodu (ak je umiestnený na strane NV),
- núdzového a otáčacieho zálivu.

3. Komunikačné, meracie a detekčné zariadenia tunelov

Komunikačné zariadenia tunela slúžia na zaistenie bezpečnosti a rýchle získanie informácií zo strany operátora, ale tiež účastníka dopravy v tuneli. Ich úlohou je poskytnúť zvukové a obrazové informácie. Týmto zariadeniami sú:

- zariadenia núdzového volania,
- videodohľad,
- tunelový rozhlas,
- rádiové spojenie pohotovostných služieb,
- dopravné rádio,
- centrálny riadiaci systém (CRS),
- lineárny tepelný kábel,
- snímače fyzikálnych veličín.

Zariadenia núdzového volania

Týmto zariadeniami sa myslia SOS kabíny, ktoré sa umiestňujú v blízkosti portálov a vnútri tunela do SOS výklenkov v odstupoch najviac 150 m. SOS výklenok sa môže vyhotovovať v kombinácii s hydrantom. SOS kabína musí byť v každom núdzovom záleve alebo najviac 10 m od neho. Je základným prvkom bezpečnostného systému a slúži používateľovi tunela, aby bol v prípade núdze schopný spojiť sa s operátorom, opísať problém, ktorý nastal, alebo informovať čo najjednoduchším spôsobom, v akej oblasti potrebuje pomoc. Otvorenie dverí a vstup osôb do SOS kabíny musí byť signalizované výstražným svetlom kabíny a tiež zvukovým či svetelným signálom v dispečerskom pracovisku. Aktiváciu kabíny môže diaľkovo vyvolať aj operátor, čím môže „naviesť“ účastníka k jej použitiu.

V SOS kabíne sa obvyčajne nachádza:

- komunikačné zariadenie (telefón),
- prenosné hasiace prístroje,
- tlačidlový hlásič EPS,
- elektrická zásuvka 230/400 V,
- lekárnička prvej pomoci.

Videodohľad

Videodohľadom sa musia vybaviť všetky tunely s mechanickým vetracím systémom. Musí sa navrhnuť tak, aby pokrýval celú dĺžku tunela bez medzier vrátane zhromaždiska osôb a únikových ciest a aby bol orientovaný na miesto udalosti. Orientovaním na miesto



Obr. 2 Príklad zachytenia požiaru systémom FireVision



Obr. 3 Príklad zachytenia dymu systémom FireVision

udalosti sa rozumie automatické prepnutie kamier videodohľadu v dispečerskom pracovisku na miesto udalosti, ktorým môže byť vstup do SOS kabíny, použitie núdzového východu, aktivovanie EPS atď. Dáva operátorovi okamžitý obraz o celkovej situácii v tuneli za bežnej prevádzky, ale najmä pri mimoriadnych alebo nehodových udalostiach. Operátor tak môže urobiť okamžitý a správny zásah.

Súčasný vývoj naznačuje, že najefektívnejším a najrýchlejším technologickým prvkom na lokalizovanie a odstránenie požiaru ako najzávažnejšieho rizikového stavu v tuneli sú termokamery a kamery vybavené vysokocitlivým softvérom. Termokamery pracujú na princípe infračerveného svetla a reagujú na otvorený oheň a tiež dym. Spracúvajú signál s vysokou citlivosťou s reakčným časom pod 3 sekundy. V kombinácii so systémom videomonitorovania FireVision sa zameriava hlavne na rýchlu detekciu dymu a prípadne následného požiaru (obr. 2 a 3). Veľkou výhodou oproti tradičným systémom je, že tento systém reaguje veľmi presne aj počas horúčav, veľkej prašnosti v tuneli alebo pri dopravnej špičke pri produkovani veľkého množstva emisií. Skúmanie obrazu z kamier prebieha oddelene pre dym a oheň, čo poskytuje dvojúrovňovú detekciu a bezpečnosť. Lokalizácia požiaru je najpresnejšia zo všetkých systémov, keďže pri vzniku mimoriadnej situácie dispečer dostáva okamžité obraz z úseku, kde sa dym alebo požiar zaznamenal.

Tunelový rozhlas

Tunelový rozhlas slúži na poskytovanie núdzových rozhlasových hlásení pre používateľov tunela, ktorí sa ocitli v nebezpečnej situácii a nevedia, čo robiť, prípadne sa nemajú ani v tuneli nachádzať. Musí sa inštalovať, ak má tunel riadiace centrum so stálou obsluhou. Rozhlasovými reproduktormi sa musia vybaviť chránené únikové cesty vrátane zhromaždisk osôb, v ktorých sa môžu dočasne unikajúce osoby zdržiavať, kým sa dostanú na voľné priestranstvo.

Rádiové spojenie pohotovostných služieb a dopravné rádio

Technológia tunela s dĺžkou nad 200 m musí byť vybavená bezdrôtovým rádiovým spojením. Systém bezdrôtového rádiového spojenia je určený na zabezpečenie nepretržitej rádiovkej komunikácie účastníkov dopravy, medzi vozidlami polície, požiarnej služby, lekárskej záchrannéj služby a údržby tunela so svojimi centrálnami. Rádiové spojenie treba zaistiť v tunelovej rúre, v únikových cestách, zhromaždiskách osôb a v zásahových cestách, ďalej v okruhu 150 m okolo tunelových portálov a všetkých iných prístupov k tunelu. Okrem tohto spojenia je v tuneli umožnené počúvanie jednej verejnej stanice v FM pásme a spojenie mobilných telefónov GSM.

Pre prípad riadenia zásahu pri mimoriadnej udalosti ohrozujúcej životy ľudí je na pultoch dispečingu možnosť prepnutia na kanály požiarnikov, záchranky a záchranného systému. Okrem toho môže operátor v odôvodnených prípadoch vstúpiť do vysielania verejnej rozhlasovej stanice, potlačiť jej program a odovzdávať informácie účastníkom, ktorí vnútri tunela túto stanicu prijímajú. Účastníci mimo vozidla alebo ak nemajú v činnosti prijímač, takúto informáciu nemôžu prijať, a preto sa tunely vybavujú tunelovým rozhlasom.

Centrálny riadiaci systém (CRS)

Prostredníctvom CRS je spojená ústredňa videodohľadu s vybranými bezpečnostnými zariadeniami, ako sú SOS kabíny, hasiace

prístroje, EPS, detekcia vozidiel atď., pričom poplachový monitor automaticky nasmeruje kameru na miesto, z ktorého bol vyslaný poplachový signál. Z hľadiska požiarnej ochrany sa na CRS kladú najmä tieto požiadavky:

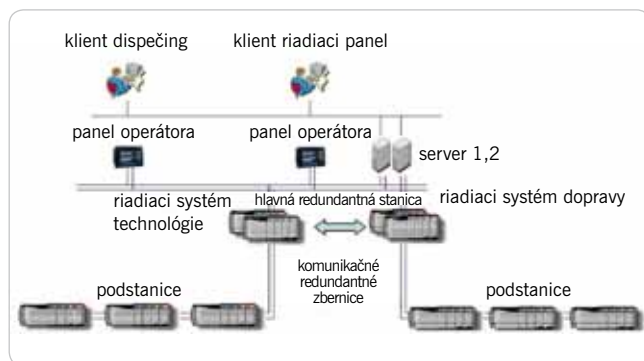
- rýchla a spoľahlivá detekcia, lokalizácia a overenie požiaru v spolupráci so systémom EPS,
- spracovanie a vyhodnotenie núdzových hlásení,
- prenos signálu o mimoriadnej udalosti na operačné strediská zložiek IZS,
- ovládanie a kontrola požiarneho vetrania,
- ovládanie a kontrola požiarneho vodovodu (dostatok vody, pokles tlaku, stav ovládacích prvkov).

Požiar v tuneli sa signalizuje systémom EPS alebo vizuálne pomocou videodohľadu. Na overenie signálu z EPS v tunelovej rúre sa odporúča, aby bola informácia potvrdená aspoň jedným z nasledujúcich systémov:

- meranie fyzikálnych veličín (opacity a CO),
- videodohľad s automatickou detekciou incidentov.

CRS musí po signalizovaní požiaru automaticky alebo manuálne (operátorom) podľa naprogramovaných požiarnych scenárov spúšťať najmä:

- poplachovú signalizáciu pre hasičov,
- uzavretie tunela,
- požiarne vetranie tunelovej rúry,
- vetranie a osvetlenie únikových ciest,
- požiarne núdzové osvetlenie.



Obr. 4 Architektúra riadiaceho systému

Lineárny tepelný kábel (FibroLaser)

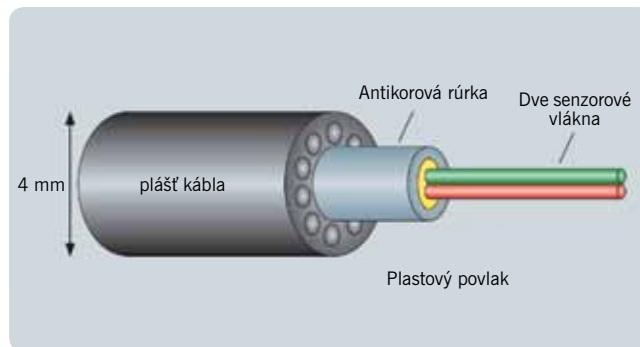
Systém FibroLaser kábla pozostáva z riadiacej jednotky a pripojeného senzorového kábla so skleneným vláknom. Riadiaca jednotka vysiela do kábla laserový lúč. Sklené vlákno toto svetlo odráža a rozptyľuje ho čiastočne späť – rozdelené na Stokesove a anti-Stokesove signály (Ramanov efekt). Zatiaľ čo Stokesove signály majú skoro rovnakú intenzitu pri každej teplote, pri anti-Stokesových signáloch tieto hodnoty narastajú úmerne s teplotou. Porovnávaním Stokesových a anti-Stokesových signálov riadiaca jednotka spoľahlivo vypočíta teplotu a miesto zdroja tepla (lokalizácia požiaru). Maximálna dĺžka kábla je až 4 km, pracovná teplota -30 až $+90$ °C, pri špeciálnom použití do 600 °C. Presnosť určenia miesta zo zvýšenou teplotou je cca 1,5 m.

Snímače fyzikálnych veličín

Snímače fyzikálnych veličín slúžia v prvom rade na riadenie prevádzkového vetrania a sekundárne ako pomocný zdroj doplňujúcich informácií pre EPS. Merajú sa tieto veličiny:

- koncentrácia neviditeľných emisií – koncentrácia CO,
- koncentrácia viditeľných emisií – opacita,
- smer a rýchlosť prúdenia vzduchu,
- rozdiel barometrických tlakov na portáloch,
- koncentrácia NO.

Opacita predstavuje mieru útlmu elektromagnetického žiarenia, jednoducho povedané viditeľnosti, a prezentuje koncentráciu viditeľných emisií. Týmto emisiami sú najmä sadze z dieselových motorov a dym vznikajúci pri horení. Údaje o opacite sa používajú aj ako druhotné potvrdenie hlásenia požiaru z EPS. Meranie



Obr. 5 FibroLaser

koncentrácie NO sa používa len vtedy, ak sa zabezpečuje filtrovanie emisií pred rozptýlením do okolia. Na základe tejto koncentrácie sa aktivuje odsávanie a filtrovanie.

Záver

Každý cestný aj diaľničný tunel musí svojim používateľom zaisťovať vysokú mieru bezpečnosti. Preto sa v tuneloch navrhujú potrebné stavebné úpravy a inštalujú špeciálne technologické zariadenia na zvýšenie bezpečnosti premávky. Aj malá nehoda v tuneli môže na rozdiel od komunikácie na voľnom priestranstve prerásť do katastrofických rozmerov. Preto je dôležité optimalizovať návrh bezpečnostného systému tunela tak, aby zbytočne svojou zložitou nevedel k zvýšeniu možných ľudských, prípadne technických chýb. Cieľom je, aby systém spoľahlivo slúžil na skoré a dôveryhodné sprostredkovanie všetkých potrebných informácií o okamžitom stave dopravnej situácie v tuneli a v prípade nehody umožnil bezpečnú evakuáciu osôb z tunela.

Literatúra

- [1] JTP 04/2006 Požiarne bezpečnosť cestných tunelov, Technické podmienky, MDPT 2006
- [2] SCHLOSSER, F. a kol.: Technológia stavebných prác. Žilina: Žilinská univerzita, EDIS 2005.
- [3] STN 73 7507 Projektovanie cestných tunelov. Bratislava: SUTN 10/2007.
- [4] DANIŠOVIČ, P.: Optimalizácia vybraných prvkov tunela. Diplomová práca. Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra technológie a manažmentu stavieb, Žilina 2009.
- [5] MARKULIAK, M.: Bezpečná prevádzka v cestných tuneloch, Záverečná práca. Žilinská univerzita, Stavebná fakulta, Katedra technológie a manažmentu stavieb, Žilina 2008
- [6] Kolektív autorov: Riadenie prevádzky tunelov. Tunely v cestnom hospodárstve. Žilina: Žilinská univerzita, EDIS 2007.

Príspevok je vypracovaný s podporou Štrukturálnych fondov EÚ v rámci projektu Centrum výskumu v doprave. Kód ITMS projektu: 26220220135.

„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ“

Ing. Peter Danišovič
Ing. Pavol Kudela

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta,
Katedra technológie a manažmentu stavieb