

Ing. Jiří ZÁPAŘKA
SATRA spol. s r.o.

Odvod kouře ze silničního tunelu při požáru

Smoke control in the road tunnel

Recenzent
prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.

Příspěvek shrnuje současné mezinárodní poznatky a zkušenosti z oboru odvětrání silničních tunelů při požáru a porovnává je s různými doporučeními v České republice.

Klíčová slova: silniční tunely, větrání, požár, odvod kouře, automatické řízení, poloautomatické řízení, ruční řízení, stratifikace*, kritická rychlost**, zpětné šíření kouře***, evakuace, likvidace ohně

This contribution summarizes recent multinational information and experience regarding smoke control in road tunnels in the case of fire and compares it with recommendations in Czech Republic.

Key words: road tunnels, ventilation, fire, smoke control, automatic control, semi-automatic control, manual control, stratification, critical velocity, back layering, evacuation, fire fighting

* jev který nastává při rychlostech podélného proudění v tunelu 1 až 2 m/s bez turbulencí. Kouř se šíří ve vrstvě pod klenbou a nad vozovkou zůstává nezakouřená vrstva umožňující únik osob;

** rychlost podélného proudění v tunelu, při které se kouř začne šířit pouze jedním směrem;

*** při rychlostech nižších než je kritická, dochází k šíření kouře oběma směry. Kouř se tak šíří jak ve směru proudění, tak i proti němu. Nastává zpětné šíření kouře neboli tzv. backlayering.

ÚVOD

Před dvěma týdny jsem byl požádán o recenzi příspěvku pana Ing. Pokorného „Management podélného větrání při požárech ve stavebních silničních tunelů“ pro časopis VVI. Po rekapitulaci systémů větrání podle Technických podmínek TP 98 [6], v něm Ing. Pokorný nabízí úvahu o řízení větrání v silničním tunelu a navrhuje řízení podélného větrání. Ze vzduchotechnického hlediska jsem postrádal hlavně konkrétnější přístup a také citace z mezinárodních doporučení, které by podpořily předkládané závěry.

Nejvíce mne zarazil názor, že: „...tato problematika přesahuje znalosti vzduchotechniků i požárních inženýrů, zabývajících se projektováním těchto staveb.“

Takové nepravdivé prohlášení svědčí o tom, že autor začal s výzkumem požárního větrání nedávno a to od čistého stolu, aniž by nastudoval výsledky rozsáhlého výzkumu, který probíhá ve světě od poloviny devadesátých let. Pokud autor čerpal vědomosti pouze ze současných doporučení v České republice je situace jiná. Je pravda, že pokud se začínající projektant, nebo odborník z jiné profese, jako například hasiči, učitelé nebo odborníci v oblasti matematického modelování, pokusí zorientovat v problematice odvodu kouře ze silničního tunelu při požáru podle ČSN 73 7507 [7] kapitoly 13.6., tak zjistí, že to není možné. Pokud se dále obrátí na další česká doporučení týkající se požárního větrání, jako jsou Technické podmínky TP 98 [6], případně připravovaná metodika požárních zkoušek [8], zmatek se jen zvýší.

Požádal jsem proto o možnost uvedení příspěvku, který by pro úplnost popsal základní principy požárního větrání v silničních tunelech. Cílem je podat souhrn potřebných informací, v míře omezené rozsahem příspěvku, které by pomohly přispět k vyjasnění situace. Z českých doporučení je hlavní pozornost věnována rozporům v ČSN 73 07507 kapitole 13.6. Požární větrání [7]. Doporučení ČSN sice nejsou obecně závazná, ale pokud to investor vyžádá, projektant se jimi musí řídit.

Citace jsou pro přehlednost uvedeny „v uvozovkách kurzívou“ a občas tučně autorem zvýrazněné, vždy s uvedením [zdroje a kapitoly] v hrnatických závorkách.

1. VÝBĚR ZE ZAHRANIČNÍCH ZDROJŮ

Před rozбором ČSN 73 07507, který bude uveden v kapitole 2, jsou zde pro přehlednost citovány doporučení a zkušenosti z nezávislých zdrojů. Zvolil jsem mezinárodní PIARC [1] (www.piarc.org) – Stálý mezinárodní výbor Světové silniční asociace, který na základě informací z celého světa a zkušeností jednotlivých států, dává doporučení k řešení technických problémů (bezpečnost, údržba, technické vybavení). V případě požárního větrání se jedná o zprávy z roku 1999 a 2007. Druhým zdrojem je ústav CETU [2] – Výzkumný projektový a konzultační ústav francouzského ministerstva dopravy (www.cetu.equipment.gouv.fr), který v zemi své činnosti provedl a publikoval pravděpodobně nejrozsáhlejší národní výzkum, který navíc probíhal v době po pohromě v tunelu Mt. Blanc (1999–36 mrtvých), takže vzešlá zpráva Ventilation 2003 je velice kvalitním rozbořením zkušeností a doporučení. Dále jsou uváděny normy států s velkým počtem silničních tunelů v Evropě: švýcarská FEDRO [3], německá RABT [4] a rakouská RVS [5].

1.1 O podélném větrání

[CETU 2003 2.3.1]: „Hlavní principy – Předem je nutno zvážit dva základní body:

- dostatečný podélný průtok vzduchu pro **vytlačení** veškerého **kouře** k portálu tunelu
- **minimální průtok** vzduchu pro udržení **stratifikace** kouře a kouř **od-sávat do podhledu**.

První bod odpovídá způsobu **podélného větrání** a **druhý větrání příčnému**.

[CETU 2003 2.3.3]: Strategie podélného větrání – Úkolem podélného větrání je vytlačit všechn kouř k portálu dostatečnou rychlostí, která zabráni šíření kouře proti směru proudění.“

1.2 O spouštění větrání

[PIARC 2007 3.3.2]: „... doporučuje spouštět požární režim **ihned** po potvrzení požáru. **Důrazněna je primární důležitost** tuto dobu **minimalizovat**.“

[CETU 2003 5.5.3]: „... **ať je použitý typ větrání jakýkoliv, doporučuje se, aby byl režim požárního větrání předem naprogramovaný, aby bylo možno okamžitě zasáhnout v prvních minutách po spuštění poplachu**“

1.3 O strategii řízení větrání

[PIARC 2007 A1.1General]: „... rakouská (RVS 09.03.31), německá (RABT) a švýcarská (FEDRO) společně rozlišují mezi fází evakuace a likvidací požáru... Ačkoliv převzetí do ručního ovládní by mělo být možné v každé fázi, během první fáze by vzduchotechnika měla být provozována v automatickém režimu a v druhé fázi může přejít do jiného režimu podle potřeb záchranných složek.“

[PIARC 2007 3.3.5]: „Řízení podélného šíření kouře

Případ	Doprava před událostí	Princip pro podélné větrání
A	Jednosměrný provoz bez kongesce	Takové rychlosti proudění ve směru dopravy, aby se zabránilo nebo alespoň snížilo šíření kouře proti směru proudění.
B	Jednosměrný provoz s kongescí	Relativně nízké rychlosti (okolo 1,2 +/- 0,2 m/s) ve směru dopravy, aby se minimalizovalo šíření kouře proti směru proudění, byla umožněna stratifikace a tím vytvoření únikové zóny.
C	Obousměrný provoz	Takové rychlosti proudění ve směru dopravy, aby se zabránilo změně směru proudění, umožnila stratifikace kouře, a tím umožnil únik osob oběma směry.“

[CETU 2.3.3] Strategie podélného větrání se dělí také podle charakteru tunelu. Tunely jsou děleny na jednosměrné/obousměrné, městské/mimo-městské, s malou/velkou intenzitou dopravy.

[PIARC 2007 A1.3]: v případech A (jednosměrný provoz bez kongesce) je „... v Německu a ve Švýcarsku je požadováno nejméně 3 m/s, v Rakousku 2 m/s.

[PIARC 3.3.5.1]: „při kritické rychlosti (typicky 2,5 až 3 m/s) je stratifikace velice nepravděpodobná.“

Požadované rychlosti pro případy B (jednosměrný provoz s kongescí), C (obousměrný provoz): „rychlost 1 až 2 m/s [CETU2.3.3, 5.5.3]; 1,2 +/- 0,2 m/s [PIARC 3.3.5.1], rychlost < 1,5 m/s [RABT 2006]; 1,0 až 1,5 m/s [RVS 09.03.31].“

2. ROZBOR ČESKÝCH DOPORUČENÍ PRO POŽÁRNÍ VĚTRÁNÍ

V České republice byla vydána dvě doporučení: Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací TP 98; Technické podmínky [6] a Projektování tunelů pozemních komunikací ČSN 73 07507 [7]. Dále je připravováno k vydání třetí: Zkoušky požárně bezpečnostních zařízení v tunelech pozemních komunikací; Metodika zkoušení; verze 2.5 [8]

Společně pro všechny případy je, že rozebírají vždy pouze podélné větrání, u kterého vždy požadují pouze jednu strategii, bez ohledu na intenzitu nebo charakter dopravy, délku tunelu nebo jednotlivých fází evakuace a likvidace požáru. (ČSN 73 07507 uvádí v bodu 13.6.2, že „... při návrhu požárního větrání je nutno vycházet z působení možného protivětru.“ Zohlednit při dimenzování tlak na portály je jistě také důležité, ale není to rozhodující parametr při návrhu větrání. Jsou to naopak výše uvedené body: délka tunelu, charakter dopravy a strategie řízení, zvolená v určité fázi mimořádné události)

Je zřejmé, že každé jednotlivé doporučení se týká jiné strategie. Nejprve ocitujeme pro přehlednost jednotlivé pasáže požadavků na požární větrání a pokusme se je rozebrat.

2.1 ČSN 73 07507 – Projektování tunelů pozemních komunikací; kapitola 13.6 Požární větrání, bod 13.6.4.:

„Při návrhu požárního větrání pro odvod kouře a tepla v tunelové troubě při podélném systému větrání se doporučuje výpočtově prokázat, že v době do max. 7 minut od vzniku požáru, při podélné rychlosti proudění vzduchu v tunelu do 3 m.s⁻¹, osoby, vyskytující se v prostorách tunelové trouby, budou po dobu úniku chráněny před účinky kouře tak, že vrstva s bezpečným množstvím kouřových zplodin hoření bude zachována po tuto dobu minimálně do výšky 2,5 m od vozovky. Pokud dojde k narušení uvedené bezpečné vrstvy kouřových zplodin hoření vlivem např. vyšší rychlosti podélného proudění vzduchu v tunelové troubě, musí být neprodleně spuštěno požární větrání.“

Tedy při podélném požární větrání bez odvodu, se musí větrání spustit bez rozlišení různých strategií při narušení vrstvy „s bezpečným množstvím kouřových zplodin hoření“, kterou má zajistit „minimálně do výšky 2,5 m od vozovky“, „při podélné rychlosti do 3 m.s⁻¹“.

Kdy a jak se má vzduchotechnika spustit?

ČSN navrhuje naprosto nový a ojedinělý způsob spouštění požárního větrání, který nepodporuje ani jeden uvedený zdroj, a ani jeden nám známý existující zdroj zabývající se požárním větráním v tunelu. Spuštění větrání je možné na základě měřené fyzikální veličiny. Není jasné jak bude získána. Jestli to bude dostatečně hustá síť čidel CO nebo OP (opacity) nebo vi-deodetekce ve výšce 2,5 m nad vozovkou, která vyhodnotí bezpečné množství kouřových zplodin hoření.

Čeho má vzduchotechnika dosáhnout?

Není jasné, čeho by se spuštěním proudových ventilátorů mělo dosáhnout. Automatické spuštění podélného větrání se zpožděním během evakuace tak jak je naznačeno, není nikde doporučováno. Automatický režim větrání má být podle všech ostatních zdrojů, kromě ČSN, spuštěn co nejdříve a pokud je udělána změna do způsobu automatického provozu, je to na základě povelu velitele zásahu v poloautomatickém nebo ručním režimu.

Při rychlosti okolo 3 m/s bude ochráněna pouze jedna strana požáru. Tato rychlost podélného proudění je blízka tzv. kritické, která zaručuje šíření kouře pouze jedním směrem. Na straně, na kterou se kouř šíří, není možné očekávat v normě popsanou bezpečnou vrstvu, takže pokud je potřeba ochránit osoby i této straně požáru, je třeba rychlost snížit minimálně pod 2 m/s.

Jak rychle?

„v době do max. 7 minut od vzniku požáru“. To je pravděpodobně omyl a bylo patrně myšleno zajištění podmínek pro evakuaci minimálně po dobu 7 minut.

2.1 TP 98 – Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací; Technické podmínky: str. 57 – kapitola 5.3.3; Podélné větrání:

„... Rychlost v místě požáru je nutno dodržet podle tab. 5-26.“ U jednosměrného tunelu s plynulou dopravou minimální požadovaná rychlost 3 m/s, u obousměrného minimálně 1,5 m/s.

Technické podmínky citují tabulku z německé RABT požadují u tunelů s jednosměrným provozem vytlačit kouř portálem minimální rychlostí 3 m/s. Při této hodnotě bude ochráněna pouze jedna strana požáru. Taková rychlost podélného proudění je blízka tzv. kritické, která zaručuje šíření kouře pouze jedním směrem. Na straně, na kterou se kouř šíří, není možné očekávat v normě popsanou bezpečnou vrstvu.

2.2 Metodika zkoušení; Zkoušky požárně bezpečnostních zařízení v tunelech pozemních komunikací

Část B. Popis jednotlivých druhů zkoušek; Kapitoly 8.9.10. Odstavec Cíle zkoušek, první dva body:

„Ověřit schopnosti požárního větrání tím způsobem, že bude zkouškami **prokázán minimální čas 5 minut**, po který může bezpečně účastník provozu opustit nechráněný prostor tunelové trouby (dostatečně dlouhý čas **stratifikace**, rozvrstvení, kouřových vrstev).

Ověření času dosažení zvládnutí rychlosti podélného proudění vzdušiny **do 0,5 m.s⁻¹**, bez destratifikace kouře – **od max. 5 minut** od vzniku požáru.“

a v části I. Modely požárů (scénáře činností při požáru); kapitola 1. Proudové ventilátory

„Základním požadavkem pro tyto vývojové diagramy je stanovení takového logického postupu, aby **po dobu min. 7 minut** po vyslání poplachového požáru ústřednou EPS bylo upraveno proudění vzdušiny uvnitř tunelové trouby **na rychlost minimální hodnoty, nejvýše však do hodnoty 1,3 m.s⁻¹** a to ve standardním směru pojezdění v tunelové troubě (směru dopravy).“

Metodika obsahuje dvě různé varianty, přičemž není jasné, která je platná.

Rychlost 0,5 m.s⁻¹, požadovaná metodikou v kapitolách 8.9.10, a minimální rychlost v druhém případě, není pro podélné větrání doporučována žádným jiným zdrojem. Rychlosti blízké 0 m/s jsou nepřijatelné z důvodu možné změny směru šíření kouře, což je během evakuace vždy nebezpečné. Směr šíření kouře se může měnit pouze v krajních případech na povel velitele zásahu.

Navíc se stratifikací je počítáno jako s jevem, který musí být požárním větráním zajištěn u všech podélně větraných tunelů. To není reálný předpoklad a ani to není nikde jinde požadováno (viz. kapitola 1).

2.3 Souhrn českých doporučení

	ČSN	TP	Metodika	
Spuštění	při narušení únikové zóny	není specifikováno	co nejdřív	
Rychlost	do 3 m/s	min 3 m/s	do 0,5 m/s	do 1,3 m/s
Strategie dle 1.3	?	A – jednosměrný bez kongesce	B – jednosměrný s kongescí	

Strategie ČSN 73 07507 pracuje s rychlostí do 3 m/s. Pokud je potřeba ochránit osoby na obou stranách požáru „osoby, vyskytující se v prostorách tunelové trouby“, nemůže podélné větrání bez odvodu vyhovět. V tomto případě by bylo třeba doplnit podélné větrání příčným odvodem (viz. kap 3.8.). Za zmínku stojí, že v ČSN 73 07507 v bodu 13.6.3 je tento systém nazván záhadně „... podélné (?) provozní (?) větrání proudovými ventilátory s příčným systémem ZOKT“.

Z uvedeného je zřejmé, že v TP 98 [6] je pro všechny jednosměrné tunely nařízením minimální podélné rychlosti uvažován pouze scénář podélného větrání jednosměrných mimoměstských tunelů s malou intenzitou a plynulým provozem (viz. kap 3.6.), kdy se kouř šíří jen jedním směrem a je vytlačen portálem.

V metodice jsou přibližně popsány dvě varianty postupu u mimoměstských tunelů s vysokou intenzitou dopravy nebo častou kongescí (viz. kap 3.7).

Jedná se tedy o tři pokyny se třemi rozdílnými strategiemi ve čtyřech variantách s chybami a zavádějícími informacemi.

2.5 Zdroje ČSN

Pokud nahledneme do zdrojů zpracovatele ČSN, tak: Mezi „**Citovaným zdroji**“ nebyl o požárních scénářích větrání silničních tunelů **žádný**. Část

o větrání je jedině v Evropské směrnici, která pojednává o systémech pouze obecně.

V kategorii „**Obdobné zahraniční normy a předpisy v aktuálním znění**“, pokud pomineme rakouskou zprávu o výhodách jednosměrného provozu z roku 1981 a analýzu nákladů z roku 1983, jsou ohledně tunelů v aktuálním znění pouze **dvě**. Norský Norwegian Design Guide 1990, v době vydání ČSN 73 07507 již 16 let starý, který věnuje větrání jeden obecný odstavce 1002.1 a slovenská směrnice Projektování požární bezpečnosti tunelů na komunikacích 2001.

Dále jsou uvedeny neplatná rakouská RVS z let 1987 a 1989 a neplatná německá norma RABT 1994, vydávané za aktuální. V současnosti jsou platné RVS 1997 a RABT 2006, před tím RABT 2003.

Z mezinárodních je uveden PIARC z roku 1995, ale pouze jeho část o klasifikaci tunelů. Od té doby vyšly zprávy 1999, 2003 a připravuje se 2007. Požární větrání je detailně zpracováno ve zprávách 1999 a 2007.

V kategorii „**Souvisící předpisy**“ se požárním větráním tunelů zabývá jen **TP 98** [6]. Popsaný scénář v TP je však jiný než v ČSN 73 7507 [7].

V kategorii „**Souvisící mezinárodní normy a předpisy**“ není o větrání v tunelech **žádný** odkaz.

Zpracovatel nevedl jediný zdroj, kterým by odůvodnil svůj přístup. Z uvedených zdrojů není ani jeden, který by se hlouběji zabýval systémy požárního větrání a jejich strategiemi. Od publikování norské normy z roku 1990, kromě slovenské z roku 2001, bylo kromě ČSN vydáno dalších 13 národních norem a doporučení. Jmenovitě: Croatia, 1991; Nordic NVF Report No. 6, 1993; Austria RVS 9261:9262, Austria, 1997; United Kingdom Design of Road Tunnels, 1999; France No. 2000-63 Safety in the Tunnels 2000; Japan National Safety Standard on Road Tunnel 2001; CETU 2003; Sweden Tunnel 2004; Switzerland Ventilation for Road Tunnels, FEDRO, 2004; United States Road Tunnel Design Guidelines, FHWA-IF-05-023, 2004; Netherlands Recommendations Ventilation of Road Tunnels, 2005, Germany RABT, 2006; Australia Road tunnel design guideline, Fire Safety (RTA) 2007.

2.6 Závěr

I zdrojová chudoba nasvědčuje, že by se měl zpracovatel norem před vydáním další normy v oboru větrání pořádně seznámit s principy týkajícími se požadavků na vzduchotechniku silničních tunelů u různých systémů a strategií. Text normy je v rozporu s mezinárodními doporučeními a obsahuje nepochopitelné vážné nedostatky. Celkově působí dojmem postřehů různé důležitosti i pravdivosti, doplněných o experimentální přístupy.

Uvedené zásadní koncepční nedostatky hrozí tím, že úsilí mnoha lidí pracujících v dobré víře na vydání nových norem bude opět zmařeno. Stejně tak na druhé straně bude projektant vzduchotechniky v lepším případě mařit čas vymýšlením jak odborně pochybnou normu obejít. V horším případě, jak to naznačuje Ing. Pokorný ve svém příspěvku, se podle ní pokusí projektovat.

3. POŽÁRNÍ VĚTRÁNÍ SILNIČNÍCH TUNELŮ

V této kapitole jsou uvedeny základní body týkající požadavků na požárního větrání v silničních tunelech. Tyto body jsou v souladu se současnými mezinárodní obecně uznávanými doporučeními na základě zkušenosti projektanta v oboru větrání tunelů.

3.1 Požární větrání má při požáru za úkol odvést kouř z tunelu tak, aby byla udržována viditelnost pro osoby v únikové vrstvě nezakouřeného vzduchu nad vozovkou, po dobu evakuace. Ta se předpokládá 7 až 10 minut podle vzájemné vzdálenosti propojek v tunelu.

3.2 Při návrhu větracího systému silničního tunelu se vychází nejprve z požadavků na požární větrání. Až potom projektant přistoupí k provoznímu větrání. To se u podélného větrání odráží v umístění proudových ventilátorů v tunelu.

3.3 Systém požárního větrání silničního tunelu se navrhuje podle délky tunelu, intenzity a charakteru dopravy. Řešení je vždy výsledkem analýzy vztahu mezi bezpečností a investičními a provozními náklady.

3.4 Kouř je odváděn buď podélně portálem nebo komínem. Při odvodu kouře komínem se systémy liší podle výkonu odtahu a délky tunelu, do které je výkon koncentrován. Může to být jediný hromadný odvod nebo více odvodních míst. Tato odvodní místa musí být vybavena dálkově ovládanou klapkou. I v případě odvodu komínem je důležitá kontrola podélného proudění v tunelu.

3.5 Podle intenzity a charakteru dopravy se tunely dělí na městské a mimoměstské, s velkou nebo malou intenzitou dopravy.

3.6 Mimoměstské jednosměrné s malou intenzitou dopravy jsou odvětrávány podélně. Proudovými ventilátory je kouř kritickou rychlostí vytlačován směrem k výjezdnímu portálu a portálem ven. Kritická rychlost zajišťuje, že žádný kouř nepostupuje proti směru jízdy. V tomto případě lze hovořit o únikové zóně za požárem ve směru proudění jen po krátkou dobu. Předpokládá se, že vozidla za požárem odjela a prioritou je bezpečně ochránit osoby z vozidel, která zůstaly zablokována před požárem.

3.7 U mimoměstských jednosměrných tunelů s vysokou intenzitou dopravy, kde je větší pravděpodobnost uvíznutí vozidla za požárem ve směru jízdy, lze použít k podélnému větrání podkritickou rychlost. Při podkritické rychlosti se začne kouř šířit od požáru i proti směru jízdy. Bez odvodu po určité době zaplní celý profil před i za požárem. Proto je třeba detailně posoudit vliv podélného sklonu tunelu a tlaku na portály.

Tato strategie požárního větrání je oproti předchozímu bodu pro osoby uvízlé před požárem ve směru jízdy riskantnější, protože čas k evakuaci (než skončí viditelnost umožňující orientaci), nemusí stačit pro všechny. Pro osoby za požárem, nižší podélná rychlost prodlužuje dobu, kterou mají k evakuaci. Cílem je rychlost proudění mezi 1 až max. 2 m/s. Pro tuto strategii je třeba dostatečná úroveň vybavení.

3.8 U městských tunelů a u tunelů s obousměrným provozem je nutné počítat s vozidly na obou stranách požáru. Využití podélného větrání pro delší tunely je možné, pokud se doplní v úsecích hromadným odvodním místem s nuceným odvodem kouře komínem a strategií popsanou v 3.7. Jinak je potřeba použít polopříčného odvodu kouře podélným vzduchotechnickým kanálem a odvodní strojovnou přes výdechový komín.

3.9 Ve všech případech se požární větrání spouští co nejdříve v automatickém režimu. Podle různých systémů a strategií se požární větrání liší jen způsobem odvodu kouře a podélnou rychlostí proudění v tunelu.

3.10 U krátkých až středních podélně větráných tunelů, se může ukázat, jako pro evakuaci nejpříznivější, režim přirozeného odvětrání. I v takovém případě přechází větrání z provozního do požárního co nejdříve. Řídicí systém dává v takovém případě povel: vypnout nebo nechat vypnuté. Proudové ventilátory, jsou v takovém případě spouštěny až na povel hasičů.

3.11 Vzduchotechnické zařízení musí v čase plnit různé funkce. Z tohoto pohledu rozeznáváme tři fáze. Během prvních dvou fází probíhá evakuace, ve třetí je likvidován oheň.

3.12 V první fázi evakuace, před příjezdem Hasičské záchranné služby (HZS), je vzduchotechnika v automatickém požárním režimu, podle výše uvedené strategie 3.6 až 3.8. a 3.10

3.13 Při druhé fázi evakuace, s asistencí složek HZS, přebírá velení velitel zásahu. To nemusí nezbytně znamenat zásah do způsobu větrání.

3.14 Pokud velitel zásahu nařídí změnu automatického režimu, ať již během evakuace nebo až při likvidaci ohně, jedná se o změnu rychlosti proudění nebo změnu směru šíření kouře buď podle předem naprogramovaného scénáře nebo po jednotlivých proudových ventilátorech, podle předem stanoveného pořadí. Pokud budou mít členové HZS další požadavky, je třeba, aby je projektant vzduchotechniky zapracoval do požadavků na řízení větrání.

3.15 Vzduchotechnické zařízení musí být navrženo tak, aby plnilo svou funkci popsanou v projektu vzduchotechniky, nejméně 90 min od vzniku požáru a o intenzitě požáru, odpovídající požáru jednoho nákladního vozidla. Pro návrh je hořící nákladní vozidlo charakterizováno tepelným výkonem s nárůstem v čase a objemovou produkcí kouře.

4. PROFIL AUTORA NA POZADÍ VÝVOJE V OBORU

Ing. Jiří Zápařka 1966

Vystudoval VUT v Brně. V letech 1998–2003 zaměstnán ve firmě SATRA spol. s r.o. ve skupině technologie. Od této doby se profesně zabývá výhradně systémy větrání tunelů a to jak teoreticky, tak při projektování. V současnosti pracuje pro SATRA spol. s r.o.

V období 1999–2003 se podílel na práci v PIARCu www.piarco.org v pracovní skupině větrání tunelů – WG 2 v podskupině zaměřené na řízení větrání, kde měl možnost konzultovat požadavky na řízení větrání s výsledky skupiny WG 6 zaměřené specificky na požární větrání – Smoke control. Ve stejném období se podílel na projektu COST – „Šíření kouře při požáru v silničním tunelu“.

Ve společnosti SATRA spol. s r.o. se podílel na nejvýznamnějších projektech městských i dálničních silničních tunelů v České republice, jako byl například zkušební provoz Strahovského tunelu v roce 1998, který byl jako první tunel v ČR vybavený moderní technologií a řídicím systémem. Dále na projektu větrání tunelu Mrázovka od roku 1998 <http://www.estav.cz/zpravy/plus/mrazovka.asp>, otevřeném v roce 2004. Před uvedením do provozu, jako součást projektu COST (viz. níže), proběhly v tunelu v České republice první, funkční ověřovací požární zkoušky požárem. Od roku 1999 to byl 5,5 km dlouhý tunel Blanka <http://www.tunelblanka.cz/> na vnitřním okruhu v Praze, dále pak tunel Dobrovského na městském okruhu v Brně: <http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/0/817E31DCE1B543D2C1257178003824C8>. Více na www.satra.cz.

Aby bylo možné zvládnout projekty takového rozsahu, musela společnost SATRA spol. s r.o. investovat do vlastního výzkumu a dostat se v poznání problematiky na světovou úroveň. V roce 1998 byla ve USA dokončena tři roky trvající, do té doby první série fyzikálních pokusů a měření Memorial tunnel, pro optimalizaci náročného projektu centrálního tunelu v Bostonu, Massachusetts. Zkoušky ohněm byly uskutečněny ve vyřazeném tunelu a byly odzkoušeny všechny větrací systémy, požáry různých intenzit a různých vnějších podmínek, doplněné matematickým modelováním k ověření modelů. Poznatky z této práce v oblasti matematického modelování, byly pro projektanta výchozím bodem pro jeho výzkum v rámci programu COST (viz. níže). V Evropě situaci ve výzkumu výrazně změnila tragédie v tunelu Mt.Blanc. Po následujících požárech, hlavně v Taurském tunelu a v tunelu Gothard, i lanovky v horách v Kaprunu, dále potom v evropských komplexních požárních projektech např. Eureka, Runehamar, se poznatky o šíření kouře při požáru utřídily. Projektant se na tomto úsilí podílel v letech 1999–2005 v evropském programu COST, projektem „Šíření kouře při požáru v silničním tunelu“, kde pomoci trojrozměrného modelování šíření kouře v algoritmu CFD, ověřoval různé scénáře odvodu kouře

v geometrii tunelů Mrázovka, Blanka a Dobrovského. Ukázky z výsledků jsou k dispozici ke stažení v pdf na http://www.satrap.cz/pdf/cost_cz.pdf.

Výsledky projektu COST byly publikovány na Národní konferenci „Klimatizace a větrání 2002“ 29.-30.1.2002, Praha a na konferenci „Bezpečnost tunelů a větrání 2002“ 8. – 10.4. 2002, Graz pod názvem **Šíření a odvod kouře v silničním tunelu Mrázovka v Praze (Propagation and extraction of smoke in road tunnel Mrázovka in Prague)**, Katolický J., Jicha M., Sajtar L., Zaparka J.

Projektant při návrhu prvků požárních větracích systémů v oblasti fyzikálního modelování úzce spolupracuje s ČVUT v Praze a v době zpracovávání projektu COST s VUT v Brně.

Další příspěvky v oboru požárního větrání:

Mezinárodní silniční tunelová konference 2004 Londýn, **Systém odvodu kouře v městském tunelu Blanka (Smoke Control System in Urban Tunnel Blanka)**, Sajtar L., Porizek J., Hemzal K. Národní konference „Klimatizace a větrání 2006“ 17.-19.5.2006, STP Praha Požární zkouška v tunelu Mrázovka a dopady do systému větrání, Porizek J.

Kontakt na autora: jiri.zaparka@upcmil.cz

Použité zdroje:

- [1] Road Tunnels: Operational Strategies for Emergency Ventilation prepared by Working Group 6 – Ventilation and Fire Control and approved by Technical Committee C3.3 – Road Tunnel Operation of the World Road Association – PIARC Silniční tunely: Strategie řízení požárního větrání; Sborník PIARC – Světové silniční asociace
- [2] CETU Ventilation 2003; Les dossiers pilotes du Cetu, Centre d'Etudes des Tunnels Větrání 2003; Sborník CETU – Výzkumného projektového a konzultačního ústavu francouzského ministerstva dopravy
- [3] FEDRO 2004 Lüftung der Strassentunnel, Švýcarská norma
- [4] RABT 2006 Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln, Německá norma
- [5] RVS 09.03.31 1997 Tunnel – Projektierungsrichtlinien, Rakouská norma
- [6] TP 98 – Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací; Technické podmínky © ELTODO EG a.s., 2004
- [7] ČSN 73 07507 – Projektování tunelů pozemních komunikací; Zpracovatel: ELTODO EG a.s., 2006
- [8] Zkoušky požárně bezpečnostních zařízení v tunelech pozemních komunikací; Metodika zkoušení; verze 2.5 (zatím nevydáno). ■

* Bude ropy dost?

Podle informace americké geologické služby U.S. Geological Survey za rok 2005, uveřejněné v časopisu The Lamp (roč. 86, 2006, č. 1) koncernu ExxonMobil, vydaném v Dallasu, jsou odhadovány světové historické těžitelné zásoby ropy včetně vytěžených od úsvitu dějin přes začátek těžby v 19. století až do dnešních dob na 3,3 bil. barelů nebo 525 bil. litrů (1 barel = 42 US gal. = 158,97 l).

Přitom od začátku průmyslové těžby v 19. století až do roku 2005 bylo vytěženo jen okolo 1 bil. barelů neboli 159 bil. litrů. Zásoby tak měly představovat 2,3 bil. barelů neboli 318 bil. litrů. Optimistické údaje dokonce odhadují původní zásoby na 4 mld. barelů ropy či 636 bil. litrů. S údaji USGS se v podstatě shodují odhady společnosti Shell. Ty dále uvádí ještě ekonomicky obtížně těžitelné zásoby 0,9 bil. barelů extra těžkých rop v olejových píscích a zásoby 1 bil. barelů ropy v ropných břidlicích.

Další přínos zásob odhaluje technologie vrtní ERD (extra range drilling, jako kombinace vertikálního a horizontálního vrtní) z pobřežních vrtů do offshore ložisek. Z průzkumů ERD vrtly poslední doby na Sachalinu 1 (ExxonMobil, Rosněť, Mitsui a indická ONGC), na Sachalinu 2 (Shell, Gazprom, Mitsubishi, Mitsui), v Jižní Asii a při pobřeží jižní Kalifornie přibývají velké zásoby, dále těžba z větších hloubek, jejichž těžitelnost se vzrůstající cenou ropy vzrůstá. Rovněž bude nutno znovu počítat se zásobami na Aljašce, kde Senát USA po 44 letech přestávky obnovil povolení nové těžby včetně nového průzkumu.

Pramen: *The Lamp, firemní magazín ExxonMobil Corp., Houston, 2006.* (AB)

* Nové pěnové polystyreny BASF s lepšími vlastnostmi

S cílem dosažení lepších vlastností ve vztahu k využití energie připravila nové expandované (pěnové) polystyreny PS-E (nebo EPS) divize polystyrenových plastů. V prvním případě pro skříňové chladniček a tepelně izolační skříňové transportních kontejnerů, chladicí boxy, obalovou techniku a technické tvarovky. Ve druhém pro dokonalejší tepelné izolace budov.

Pěnový polystyren Polystyrol ESCRimo™ pro izolace chladniček

Nový typ PS-E s označením Polystyrol ESCRimo™ nahrazuje dosud používaný PS-E typ Polystyrol PS 2710, jenž v červenci 2007 opouští výrobu. Nový materiál má po vypěnění při shodné pevnosti s předchozím typem až o 50 % vyšší vrubovou houževnatost zkouškou dle ISO 179/1eA s hodnotou 15 kJ/m² než PS 2710 s 10 kJ/m², a vyšší houževnatost zkouškou na prtržení dle ISO 6603-2. Technologicky má zlep-

šenou zpracovatelnost při expandování, umožňuje vypěňování tenkostěnných skořepin s malými poloměry oblouků a úpravy dílů extrudováním, koextrudováním a termoformováním. Má lepší odolnost vůči nadouvaldům, potravinám a olejům.

Polystyrol ESCRimo je zatím dostupný pouze v Evropě; k prvním uživatelům nového typu na chladničky patří Liebherr. Další zpracovatelé mají možnost získat referenční množství pro zkoušky vypěňování chladniček přímo od BASF nebo jeho obchodních partnerů Albis, Schulman a Ultrapolymers.

Optimalizace pěnového polystyrenu Neopor

Šedý pěnový polystyren Neopor, obsahující mikročástice grafitu odrážející záření, se vyrábí již přes 10 let. Jeho optimalizací podle nového německého stupně jakosti 032 v systému External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) je nyní dostupný. S nízkou tepelnou vodivostí 0,032 W/(m.K), a objemovou hmotností 17 kg/m³ se dosahuje podstatně vyšší izolační schopnosti fasád než u standardních typů PS-E. Pro 16 cm tlustou izolaci na ploše 100 m² stačí užití pouhých 270 kg Neoporu proti dvojnásobku standardního PS-E Styroporu. Při použití omítek se skleněnými vlákny proti vzniku trhlin, mají izolační systémy ETICS životnost přes 40 let. Ještě větších úspor lze dosáhnout deskami Neopor jakosti 031 s $\lambda = 0,031$ W/(m.K) o objemové hmotnosti 25 kg/m³, které snáší i větší zatížení při izolaci podlah nebo plochých a pochůzných střech.

O oblíbě tohoto materiálu svědčí, že BASF zvyšuje kapacitu výroby ze 60 000 t/r na 190 000 t/r, z nichž 90 000 t/r se bude vyrábět pro asijský trh v Ulsanu v Korejské republice.

Pramen:

Firemní literatura BASF SE (Societas Europea), Ludwigshafen, 6. 6. 2007. (AB)

* Honeywell úspěšně proti kopírování R 410A

Největší světový výrobce chladiv, Honeywell / USA drží patenty na chladiva R404A, R507, R408A a R410A. Patent na posledně jmenované chladivo byl na IKK 2006 napaden čínským výrobcem chladiv, který R410A rovněž dodává.

Na základě podání žaloby původním výrobcem byl, podle rozhodnutí soudu, čínský výrobce *Zhijang Fluorescence Chemical Co.* odsouzen k úhradě všech vzniklých i budoucích škod, jakož i soudních a právních nákladů ve výši až 250 000 Euro.

CCI 4/2007

(Ku)