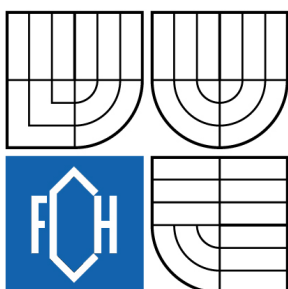




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION

ŘEŠENÍ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI V SILNIČNÍM DOPRAVNÍM TUNELU

DEALING WITH EMERGENCIES IN A ROAD TUNNEL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

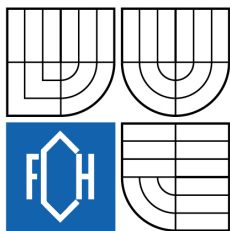
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

STANISLAV RACEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RUDOLF VALÁŠEK

BRNO 2009



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	FCH-BAK0319/2008	Akademický rok: 2008/2009
Ústav:	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí	
Student(ka):	Stanislav Racek	
Studijní program:	Ochrana obyvatelstva (B2825)	
Studijní obor:	Krizové řízení a ochrana obyvatelstva (2804R002)	
Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Rudolf Valášek	
Konzultanti bakalářské práce:		

Název bakalářské práce:

Řešení mimořádné události v silničním dopravním tunelu

Zadání bakalářské práce:

VYHODNOTIT ZVLÁŠTNOSTI ZÁSAHU V SILNIČNÍCH TUNELECH

Termín odevzdání bakalářské práce: 29.5.2009

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Stanislav Racek
Student(ka)

Ing. Rudolf Valášek
Vedoucí práce

doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2008

doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Řešení mimořádné události v silničním dopravním tunelu. Charakteristika tunelových staveb a požadavky na jejich požární bezpečnost. Organizační opatření při evakuaci osob ze silničního tunelu.

ABSTRACT

Solution of an emergency event in road tunnel. Characteristic of tunnel buildings and it's demands for fire-safety. Organizational precaution during persons evacuation from a road tunnel.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mimořádná událost, silniční tunel, rozvoj požáru v tunelu, SOS skříňky, systém dozoru, nasazení sil a prostředků, požární bezpečnost v tunelu.

KEYWORDS

Emergency event, road tunnel, progress of fire in a tunnel, SOS phone-box, control system of forces and resources, fire-safety in a tunnel.

RACEK, S. *Řešení mimořádné události v silničním dopravním tunelu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 70 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Rudolf Valášek.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

OBSAH

1 Úvod.....	7
2 Modelový rozvoj požáru v silničním tunelu	9
3 Charakter tunelových staveb a požadavky na jejich bezpečnost.....	13
3.1 Kategorie tunelů z hlediska bezpečnostního vybavení	13
3.2 Rozdělení technických prostředků podle kategorie tunelů	13
3.3 Hlášky nouzového volání	14
3.4 Systém video dohledu	16
3.5 Dopravní systém.....	17
3.5.1 Sběr dopravních dat.....	17
3.5.2 Dopravní značení.....	18
3.5.3 Zařízení pro provozní informace – ZPI.....	18
3.5.4 Světelné signály pro jízdu v pružích	18
3.5.5 Světelné signály.....	18
3.5.6 Měření výšky vozidel	19
3.5.7 Mechanické zábrany.....	19
3.5.8 Reflexní elementy	19
3.6 Spojovací a dorozumívající zařízení	20
3.6.1 Radiové spojení	20
3.6.2 Ozvučovací zařízení	20
3.7 Evakuační vybavení	21
3.7.1 Nouzové únikové osvětlení tunelu	21
3.7.2 Bezpečnostní značení	22
3.8 Požární zařízení EPS	22
3.8.1 Tlačítkové hlásiče požáru	22
3.8.2 Automatické hlásiče požáru	23
3.8.3 Automatické hlásiče kouře	23
3.8.4 Hasící přístroje	23
3.8.5 Požární vodovod.....	23
3.9 Osvětlení tunelů.....	24
3.9.1 Normální osvětlení	24
3.9.2 Náhradní osvětlení.....	25
3.10 Bezpečnostní stavební úpravy	26

3.10.1	Nouzové pruhy	26
3.10.2	Nouzové zálivy	26
3.10.3	Otáčecí zálivy	27
3.10.4	Únikové cesty	27
3.10.5	Záchranné cesty a záchranné šachty pro osoby	28
3.10.6	Záchranné cesty pro vozidla	28
3.10.7	Záchranné cesty pro osoby a vybraná vozidla IZS	28
3.10.8	Vstupy/výjezdy pro záchranné jednotky složek IZS	29
3.10.9	Bezpečnostní plochy a záchranná zařízení	29
3.10.10	Přístupová komunikace	29
3.11	Větrání	29
3.11.1	Podélné větrání	30
3.11.2	Polopříčné větrání	31
3.11.3	Příčné větrání	31
3.11.4	Měření škodlivin a zakouření	32
4	požár v tunelu husovice 2008	33
4.1	Popis události	33
4.2	Pozitivní faktory ovlivňující průběh zásahu	37
4.3	Negativní faktory	37
5	Systém dozoru a ohlášení případu na KOPIs	38
5.1	Pracoviště dispečerů dopravy a technologie	38
6	Vysílání sil a prostředků k případům v tunelu, řešení příjezdových tras	39
6.1	Vysílání SaP na místo události	39
6.2	Řešení příjezdových tras	41
7	Základní zásady postupu složek izs	43
7.1	Základní postupy jednotek požární ochrany	43
7.2	Uvedení tunelů do provozu a události v tunelech	45
8	organizační opatření při evakuaci osob ze silničního tunelu	49
9	závěr	51
10	Seznam použitých zdrojů	54
11	Seznam použitých zkratk a symbolů	56
12	Seznam příloh	58
13	Přílohy	59

1 ÚVOD

Tunel je dopravní stavba, která vede pod zemí skrz krajinnou vyvýšeninu, pod mořem, říčním tokem či městem. Obvykle slouží pro silniční, kolejovou nebo pěší dopravu. Nejstarší tunely se stavěly pravděpodobně pro účely zavlažování. Římané tunely využívali ke spojení akvaduktů přivádějící vodu. První významný tunel pro přepravu nákladů byl postaven až roku 1670, kdy byl proražen 158 dlouhý tunel skrze skalnatý kopec blízko Beziers ve Francii. Stavby tunelů urychlil vývoj železnice v 19. století. Tuto činnost významně usnadnil Marc Brunel, který roku 1818 vynalezl razicí štít během ražení tunelu pod Temží. Tento vynález významně ulehčil stavbu tunelů. První železniční tunely vznikly mnohdy metodou, při které byl vyhlouben velký výkop a ten se překryl. Pod vodou se tunel může stavět z prefabrikovaných betonových sekcí, které se upevní a spojí. Voda a kal jsou následně odčerpány. Existuje však více metod. Moderní způsob „automatického“ hloubení tunelů, využívá hydraulicky poháněnou frézovací hlavu s řeznými zuby z karbidu wolframu. Tunel jako samostatná stavba se v současné době již téměř nevyskytuje. Součástí tunelů jsou další stavby, jedná se například o provozně technické objekty, velíny, strojovny, sklady a další.

Řešení tunelových staveb představuje zohlednění požadavků jednotlivých oborů a jejich disciplín jako je stavebnictví, architektura, ekologie, geologie, životní prostředí a bezpečnost. Každý z těchto oborů musí pro tunelové stavby přizpůsobit své požadavky a ve výsledku nastává velmi náročná práce projektanta při koordinaci projektu. Tunelové stavby mají mnoho společných znaků, přesto je každý tunel a související stavby vždy dílo originální. Tunely můžeme obecně rozdělit na automobilové, železniční, tramvajové, pro pěší a podzemní dráhy. Dále máme zvláštní stavby a to kabelové tunely, kolektory a technologické kanály.

Požár lze v tunelové stavbě předpokládat:

- v rámci dopravy, požár automobilu, autobusu, nákladního vozidla, pracovního stroje
- v souvislosti s dopravou, požár nákladu
- v souvislosti s provozem tunelové stavby, v technologických prostorech tunelů

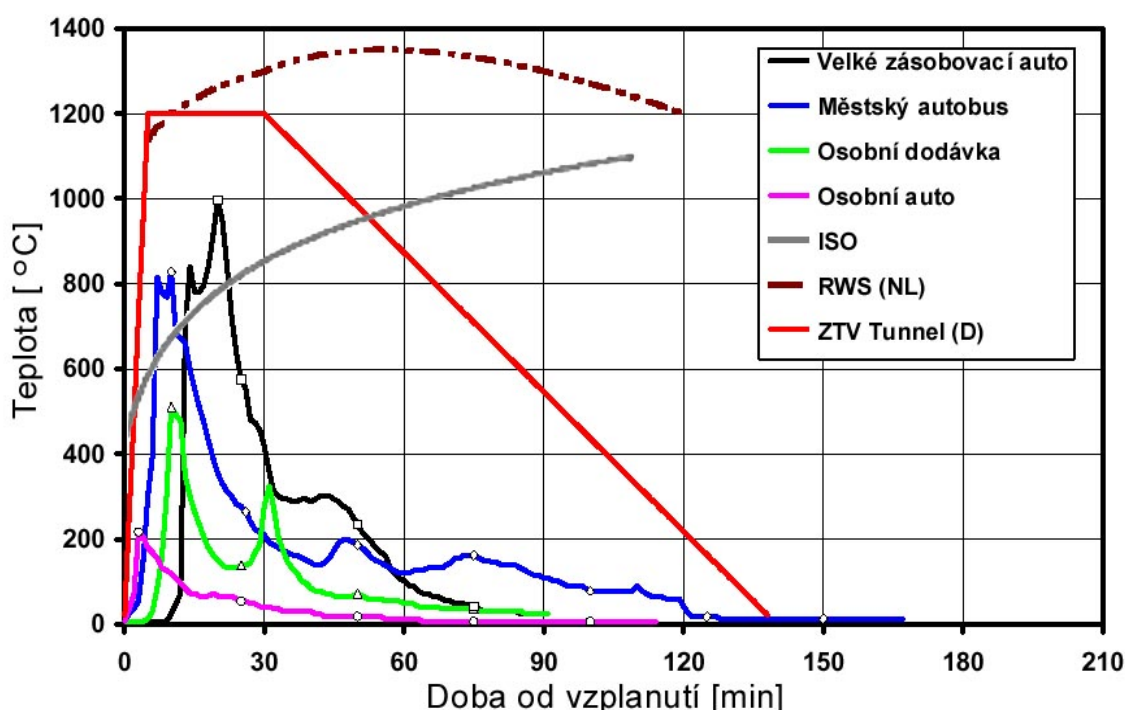
Bezpečnost v tunelu může také ohrozit požár v okolí tunelové stavby. Pásmo zakouření v blízkosti tunelové stavby se může rozšířit do tunelové roury, požár v blízkosti nasávacích průduchů pro větrání tunelu může způsobit nasátí kouře a zakouření tunelů, aniž by v tunelu hořelo. Působení tepla na okolí je v prostoru tunelu velmi významným negativním faktorem. Je nutné předpokládat, že prouděním vzduchu v tunelu dojde sice k ředění vzduchu v okolí místa hoření, což ve svém výsledku představuje zchlazení zplodin hoření, avšak nelze vyloučit, že k významnému zvýšení teploty může dojít i ve značné vzdálenosti od místa hoření. Působení sálavé – tepelné radiace je jev, který velmi významně po dosažení teploty negativně působí na lidskou pokožku a může ovlivnit průběh a následky mimořádné události. Současně je nutné konstatovat, že je to jev, kterému se postižené osoby nemohou bránit, při vysokých hodnotách tepelné radiace jsou všechny zasažené osoby téměř okamžitě neschopné pohybu. Světelné účinky plamenného hoření vyvolávají u přítomných osob depresivní stavy a ovlivňují jejich rozhodovací procesy negativně. Obvykle osoby po spatření plamenů jednají nepřiměřeně rychle a chaoticky.

Vznik zplodin hoření a kouře představuje nejnebezpečnější projev hoření v tunelu. Zplodiny hoření při požárech jsou obvykle nedýchatelné, respektive toxické. Kouř představuje faktor snižující vidění a tím pádem faktor ovlivňující schopnost prostorové

orientace osob. Jak toxicita, tak viditelnost v zakouřeném prostředí je ovlivňována teplotou, což znamená, že rozšíření pásma zakouření spolu se zplodinami má téměř totožné negativní účinky jako v pásmu hoření a v pásmu přípravy. Při testech v tunelu Runehamer byly naměřeny koncentrace HCN, které se projevují v působení na lidský organizmus hůř než CO a CO₂. HCN se primárně neváže na hemoglobin jako CO, ale na enzymy v buňkách tím, že redukuje schopnost přijímat kyslík, čímž poměrně rychle dochází k udušení. Při hodnotách okolo 100 ppm bylo ochromeno 50 % testovaných zvířat a okolo 280 ppm vedou k bezprostřední smrti. Přitom je nutné brát v úvahu, že se účinky HCN a CO sčítají. Měření bylo prováděno ve vzdálenosti 458 m analyzátozem plynů a to ve výšce 2,9 m. Zhruba po 20 minutách je v této vzdálenosti dosažena koncentrace, která ochromí a následně usmrtí osoby, které se zde vyskytují. Tyto koncentrace jsou zde po dobu asi 16 minut. Tento test byl bez použití umělé ventilace [1, 8, 13, 14].

2 MODELOVÝ ROZVOJ POŽÁRU V SILNIČNÍM TUNELU

Na následujícím grafu je srovnání křivek při modelových požárech v tunelu s některými normovými křivkami, užívanými v požárních předpisech. Z grafu je zřejmé, že nárůst teploty v prvních minutách požáru je velmi strmý a tato skutečnost tvoří jeden ze zásadních problémů, ovlivňujících evakuaci. U části odborné veřejnosti je zažitá představa, že teplotní průběh požáru v uzavřeném prostoru je charakterizován teplotou, která probíhá v souladu s normovou teplotní křivkou. Teplotní normová křivka stanoví průběh teploty v peci při stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí. Při reálných požárech je ovšem situace jiná. Po zapálení hořlavé látky a vzniku požáru dochází v tomto místě k uvolňování tepla a vzniku produktu hoření. Zahřáté produkty hoření stoupají vzhůru a shromažďují se pod stropem, kde předávají část tepla stavebním konstrukcím, které je začnou předávat zpět. V tunelu dochází k rychlejšímu nárůstu teploty a tím zahřívání hořlavého materiálu v okolí.



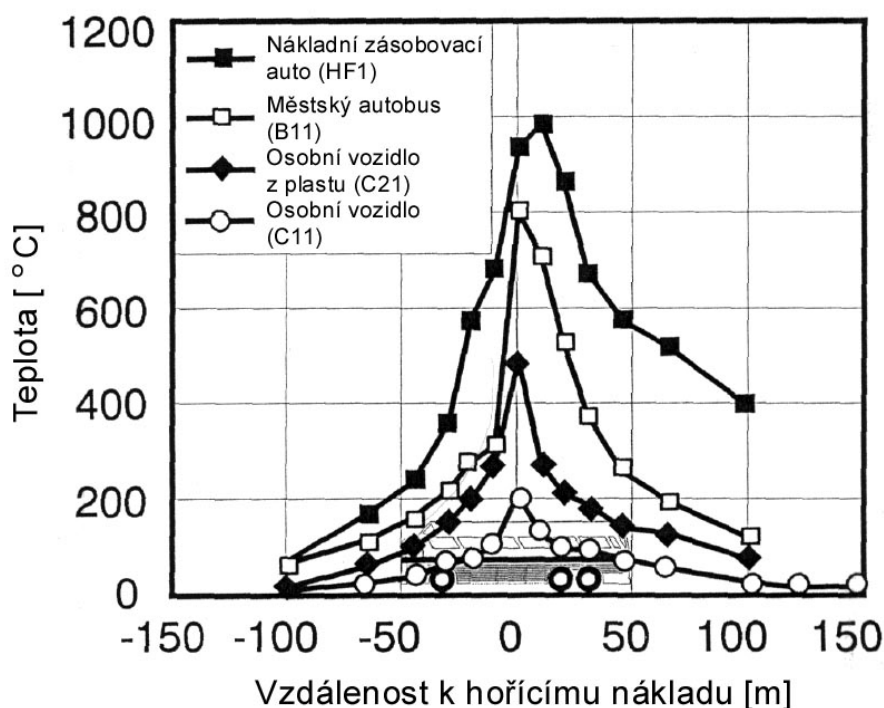
Obr. 1 Modelový požár v tunelu [1]

Časová závislost nárůstu teploty a času při testu EUREKA-tunel a vzory křivek používaných v předpisech požární prevence. Výše uvedené hodnoty testu EUREKA-tunel odpovídají následujícím tepelným výkonům při požárech vozidel v tunelu (údaje převzaty z materiálů PIARC – Světové silniční asociace):

- 1 malé osobní vozidlo 2,5 MW
- 1 velké osobní vozidlo 5 MW
- 2 až 3 osobní vozidla 8 MW
- 1 dodávkový automobil 15 MW
- 1 autobus 20 MW
- 1 nákladní automobil s hořlavým nákladem 20 až 30 MW

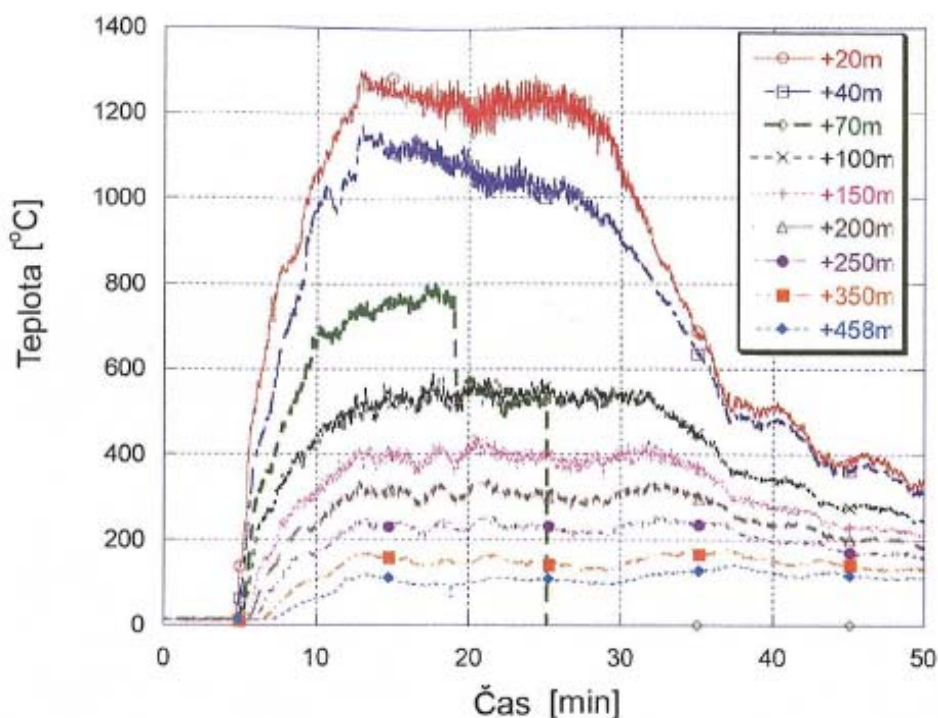
Větší nákladní automobily, které převážejí hořlavý náklad, nebo dokonce nebezpečný náklad, mají samozřejmě vyšší tepelný výkon. Eureka test udává pro tento případ tepelný výkon v rozmezí 100 – 120 MW, avšak během velmi krátkého časového úseku. Reálný maximální tepelný výkon může být rozdílný a závisí na typu vozidla, typu nákladu, ventilaci, stupni hořlavosti materiálu, apod. U benzínových cisteren je tato skutečnost ovlivněna množstvím vytekající kapaliny a také kapacitou odvodního (drenážního systému). Pro tunely pod vodní hladinou můžeme při návrhu působení požáru počítat s tepelným výkonem až 300 MW.

Z následujícího grafu je zřejmé, že maximální teploty v oblasti stropu při modelových zkouškách požárů v tunelu, dosahují velmi výrazných hodnot.



Obr. 2 Maximální teploty [13]

Na následujícím grafu je skutečný průběh teplot zaznamenaný při hoření těžkého nákladního automobilu, kde je na horizontální ose zaznamenán čas od vzniku požáru a na vertikální ose jsou dosahované teploty. Výstup měření ve výšce 2,7 m je zaznamenan v obrázku.



Obr. 3 Záznam teplot hoření nákladního vozidla [1]

Zpravidla se pro stanovení množství zplodin hoření, resp. stanovení vzdálenosti pro únik, bere za základ požár jednoho nákladního vozidla. Účinky požáru osobního vozidla jsou srovnatelně menší, zatímco ochrana při požáru benzinové cisterny je možná jen za mimořádného úsilí a ne vždy bude účinná.

Jednotkový požár pro dimenzování větrání pro případ požáru má požární vydatnost 20 MW při množství kouře $60 \text{ m}^3/\text{sec}$. Při podílu nákladních vozidel nad 15 % je možno vycházet z vydatnosti požáru mezi 30 MW a 50 MW a s množstvím kouře mezi $90 \text{ m}^3/\text{sec}$ a $150 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Ze všeho výše uvedeného je zřejmé, že rozhodujícími faktory při požáru v tunelu jsou uvolněný tepelný výkon při požáru a v návaznosti na něj nárůst teploty v závislosti na vzdálenosti od ohniska požáru a množství a druh zplodin hoření. Měření při testech se provádí v úrovni umístění teplotních kabelů tak, aby se simulovaly skutečné podmínky v tunelech a analýza plynů se prováděla ve výšce 2,9 m.

V roce 2005 byl proveden test v tunelu Mrazovka. Byl simulovaný požár o výkonu 5 MW, to znamená požár velkého osobního vozidla. Po dobu 6 minut se kouř nedostal pod neutrální rovinu tedy 2,5 m. Vlivem ochlazování klesal ve větších vzdálenostech níže, jednalo se o vzdálenost 60 metru a kouř se dostal pod neutrální rovinu. Jednalo se o jeden z testů, který byl prováděn. Tento test byl bez nucené ventilace.

Obr. 3 nám ukazuje teploty v různých vzdálenostech od požáru lze usuzovat i na možnost samozáchrany osob. Ve vzdálenosti 150 m dosáhne teplota okolo 100 °C za cca 7 minut. Tuto vzdálenost urazí unikající osoby při rychlosti 1,4 m/s-1 za cca 2 minuty a nejsou v tomto případě bezprostředně ohroženy teplotou [1,8,13].

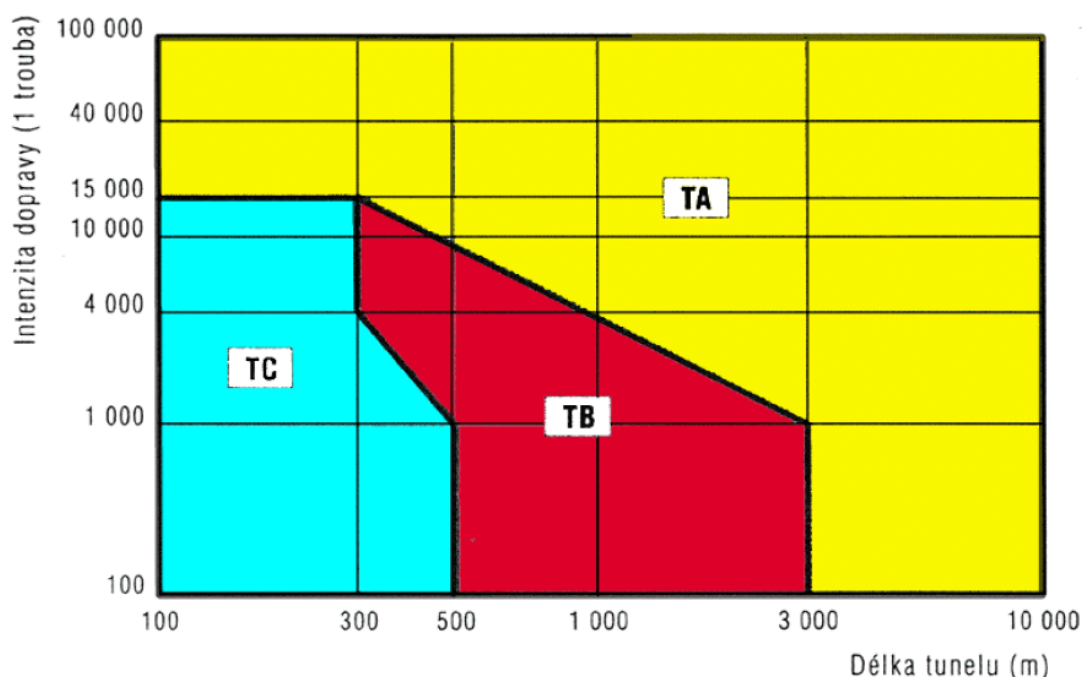
Přehled požárů v silničních tunelech v ČR v letech 1996 až 2008:

- 9. 1996 Praha Letenský tunel OA závada autoelektriky
- 27. 5. 1999 Praha Těšnovský tunel NA nedodržení technologie při práci z asfaltem
- 24. 7. 2001 Praha Strahovský tunel OA technická závada
- 13. 2. 2002 Praha Strahovský tunel OA technická závada
- 5. 4. 2002 Praha Letenský tunel OA technická závada
- 16. 3 2003 Strahovský tunel požár odpadu
- 24. 9. 2005 silniční tunel Hřebeč u Svitav NA návěs s dřevem
- 29. 6. 2008 Brno Husovický tunel požár 2 OA [7]

3 CHARAKTER TUNELOVÝCH STAVEB A POŽADAVKY NA JEJICH BEZPEČNOST

3.1 Kategorie tunelů z hlediska bezpečnostního vybavení

Kvalita pasivní a aktivní ochrany není samoúčelná a vyplývá z určité míry rizika konkrétního tunelu. Pro stanovení této míry (zejména ve vztahu k bezpečnostnímu vybavení) je s odkazem na Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací využíváno dvou zásadních kritérií – a těmi jsou délka tunelu a plánovaná intenzita dopravy. Pokud se předpokládají intenzity dopravy vyšší než 15 000 vozidel za den jsou tunely zařazeny do kategorie TA. Hodnoty intenzity dopravy se pro výpočty uvažují jako roční průměry denní intenzity ekvivalentních vozidel [2].



Obr. 4 Kategorie tunelů [2]

3.2 Rozdělení technických prostředků podle kategorie tunelů

Bezpečnostní technické vybavení tunelu je dáno zařazením tunelu do kategorií TA, TB, TC. Zařazení závisí na délce tunelu a předpokládané intenzitě dopravy. Na základě přidělení tunelu do určité kategorie se tunel vybavuje povinně technickými prostředky nebo jsou tyto prostředky doporučeny. V případě doporučeného vybavení je konečné rozhodnutí dáno analýzou místních podmínek a je specifické pro každý tunel. Příslušné subsystemy či zařízení jsou uvedena v tabulce. TP 98 na straně 66 upravuje přesně výjimky dané tabulky [2].

BEZPEČNOSTNÍ VYBAVENÍ	TC	TB	TA
Hlášky nouzového volání			
• Hlášky nouzového volání	◆ ¹	◇	◇
• Poplachová tlačítka	◆ ¹	◇	◇
Systém videodohledu			
• Televizní dohledový systém (viz kap. 9.1)	◆ ²	◇	◇
Dopravní systém			
• Sběr dopravních dat (viz kap. 3.3 a TP154)	◆ ³	◇	◇
• Dopravní značení	◆ ⁴	◇	◇
• Zařízení pro provozní informace	◆ ⁵	◇	◇
• Světelné signály pro jízdu v pruzích	◆ ⁶	◇	◇
• Světelné signály S1a, S1b (viz kap. 3.2.5)	◆ ⁷	◇	◇
• Měření výšky vozidel	◆ ⁸	◇ ⁸	◇
• Mechanické zábrany	◆	◇	◇
• Reflexní elementy (dle kap. 3.2.7.1)	◇	◇	◇
• Identifikace dopravního excessu v tunelu	◆ ⁹	◇	◇
Spojovací a dorozumívací zařízení			
• Rádiové spojení	◆ ¹⁰	◇	◇
• Mobilní telefonní síť	◆ ¹⁰	◇	◇
• Ozvučovací zařízení	◆ ¹⁰	◇	◇
Evakuační vybavení			
• Nouzové únikové osvětlení tunelu	◆ ¹¹	◇	◇
• Bezpečnostní značení	◇	◇	◇
Požární zařízení			
• Automatické hlásiče požáru	◆ ¹²	◇	◇
• Tlačítkové hlásiče požáru	◆ ¹²	◇	◇
• Přenosné hasící přístroje	◇	◇	◇
• Požární hydranty	◆ ¹³	◆ ¹³	◇
Osvětlení tunelu			
• Normální osvětlení	◇ ¹⁴	◇ ¹⁴	◇ ¹⁴
• Náhradní osvětlení	◆ ¹⁵	◇	◇

◇ povinné vybavení

◆ požadovaná analýza potřeby a/nebo alternativního řešení s ohledem na bezpečnostní rizika, viz poznámky uvedené za tabulkou

Obr. 5 Bezpečnostní vybavení tunelu [2]

3.3 Hlášky nouzového volání

Hlášky nouzového volání jsou základním prvkem bezpečnostního systému a slouží k navázání nouzové a případně i provozní komunikace s dispečerem dopravy. Kromě verbálního spojení zároveň umožňují spojení s dispečerem prostřednictvím poplachových tlačítek. Mohou být v provedení kabin OS nebo hlásek SOS. Kabina SOS je uzavřený prostor hlášky nouzového volání, určený rovněž pro umístění dalšího zařízení bezpečnostního systému.

Hláška SOS je stojan nebo nástěnná skříňka s nouzovým telefonem, který se umísťuje zpravidla mimo dosah hluku, vyvolaného provozem tunelu. Kabinky SOS se navrhují u tunelů delších než 300 m v pravidelných odstupech 150 metrů, zpravidla u tunelových propojek, nouzových zálivů, otáčecích zálivů a v poloviční vzdálenosti mezi tunelovými propojkami. Kabinky SOS se instalují na jednu stěnu v jednosměrných tunelech a v případě obousměrných tunelech na obě stěny tunelu, zde se umísťují vždy proti sobě, s maximálním podélným odstupem 20 metrů.

Pro případ jednosměrných tunelů se kabinky SOS instalují pouze na pravou stěnu tunelu. Kabinky SOS nesmí být umístěny blízko za vjezdem do tunelu. Vozidlo stojící v tomto úseku je pro projíždějící řidiče nebezpečné, ten totiž právě přizpůsobuje svůj zrak měnícím se světelným podmínkám v tunelu. Kabinky SOS dále obsahují poplachová tlačítka opatřená piktogramy, přenosné hasicí přístroje, základní vyprošťovací nástroje a servisní zásuvky rozvodu elektrického proudu 230 V, včetně třífázové zásuvky 3x230 V, 16 A. Spojení se uskuteční automaticky po zvednutí sluchátka z vidlice nebo po vstupu do SOS kabiny v případě hlasitého telefonu. Zvednutím telefonu v kabině SOS je zároveň v dispečinku GT aktivováno záznamové zařízení, zaznamenávající verbální komunikaci s operátorem, spolu s údaji času a data. Záznamy jsou ukládány nejméně po dobu 12 měsíců. Kabinky jsou vždy označeny informativní dopravní značkou - telefon s nápisem SOS. V tunelech Pisárky a Hlinky jsou kabinky nouzového volání součástí tunelu zabudované do stěn tunelu [2].



Obr. 6 Hlášky nouzového volání (označení kabinky a příklady typů skříněk SOS) [2]



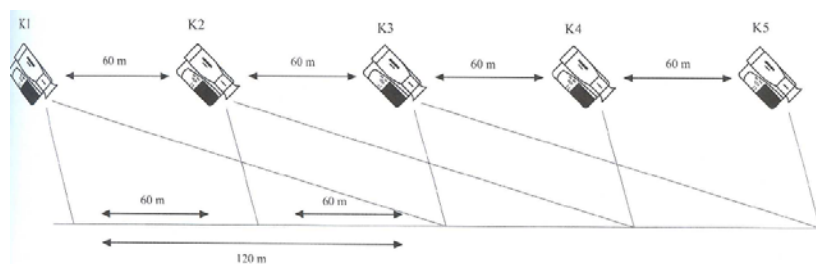
Obr. 7 Hlásky nouzového volání tunelu Hlinky

3.4 Systém video dohledu

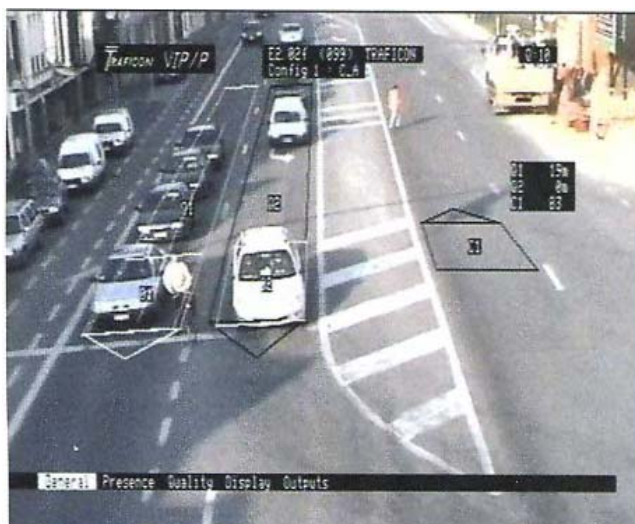
Televizní dohled v tunelu a přilehlých úsecích je důležitou součástí dopravního systému a nezbytnou součástí řízení mimořádných situací. Umožňuje operátorovy dopravy v reálném čase pozorovat situaci v tunelu a v případě nehody, požáru, zpomalení proudu vozidel nebo jejich zastavení odstartovat předem připravenou akci a přesvědčit se, že tato akce splnila svůj účel. Pomocí videodohledu lze i nastavit dopravní parametry.

Z hlediska současných poznatků je nutné videodohledem povinně vybavovat tunely, ve kterých jsou hlásky nouzového volání. To znamená tunely delší než 300 m a z intenzitou dopravy 2000 vozidel a více. Kamery jsou vybaveny objektivy s proměnnou ohniskovou vzdáleností. Odstupy kamer v tunelovém tubusu jsou od 50 do 100 m. V dlouhých tunelech je potřeba instalovat velké množství kamer, není proto možné připojit každou kameru k samostatnému monitoru. Doporučuje se řešení, které ke každému monitoru připojí skupina osmi až deseti kamer. Pohledy z jednotlivých kamer se pak na monitoru střídají nastavenou rychlostí, dle programu videoústředny.

V případě mimořádné situace, identifikované řídicím systémem, se automaticky aktivuje příslušná kamera, snímající dotčený prostor a situace se vždy zobrazí na stejné poplachové monitory. Ústředna televizního systému je propojena a vybranými bezpečnostními zařízeními (hláskami nouzového volání, poplachovými tlačítky, hasicími přístroji, požárními detektory, detekcí kongescí a nehod vozidel) prostřednictvím řídicího systému tunelu. Poplachový monitor pak rovnou poskytuje pohled do místa, odkud přišlo hlášení o poplachu, případně poplachový signál. Souběžně ze spuštěním tunelu byla provedena výměna kamerového systému a implementace videodetekce [2].



Obr. 8 Pokrytí prostoru kamerou [2]



Obr. 9 Videodetekce na příjezdu do tunelu [2]

3.5 Dopravní systém

3.5.1 Sběr dopravních dat

Dopravní data se získávají převážně z dopravních detektorů. Detektory slouží k získávání informací o počtu, rychlosti a druhu vozidel (osobní, nákladní apod.) Sběr a vyhodnocování dopravních i technologických dat z tunelu a jejich okolí (křižovatky před tunelem) je nutné provádět z důvodu specifičnosti tunelu jako dopravní stavby. Data slouží nejenom k posuzování tunelové stavby z hlediska splnění plánovaných dopravních ukazatelů, ale slouží i jako podklad při dodatečném zkoumání a posuzování dopravních nehod či jiných excesů. Jako detektory se obvykle používají smyčky zabudované do povrchu komunikace. V současné době se doporučuje používat neinvazních systémů, které nenarušují povrch [2].

Doporučené neinvazní dopravní detektory:

- mikrovlnné detektory
- infradetektory, laserové detektory
- videodetektory

Detektory se používají ke sběru následujících dopravních parametrů:

- intenzity dopravy
- rychlosti vozidel
- kategorizaci vozidel
- délky front vozidel

3.5.2 Dopravní značení

V tunelech a přilehlých úsecích komunikace se používají svislé stálé i proměnlivé dopravní značky v závislosti na dopravních a bezpečnostních podmínkách na základě dopravně inženýrského návrhu a doporučení [2].



Obr. 10 Proměnné dopravní značení [2]

3.5.3 Zařízení pro provozní informace – ZPI

ZPI poskytuje účastníkům provozu aktuální informace o zvláštních, mimořádných a havarijních stavech v tunelu a na souvisejících úsecích komunikací. Jedná se i o informace, které přispívají ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. ZPI poskytuje stručné, plnohodnotné informace. ZPI se v tunelech bezpečnostní kategorie TA a TB umísťují před tunelem, ve vzdálenosti umožňující změnu, u portálu tunelu a v tunelu [2].



Obr. 11 Příklad tabule ZPI [2]

3.5.4 Světelné signály pro jízdu v pruzích

Signály jsou trvale v aktivním stavu, neboť se tak přispívá k bezpečnosti provozu. Signály jsou rozmístovány 150 až 300 m, vyžádá-li si to tvar tunelu i v kratších intervalech. Platí zásada, že by vždy měly být viditelné z pozice řidiče nejméně dva signály [2].



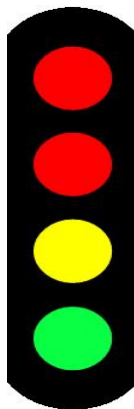
Obr. 12 Světelné signály používané v tunelech

3.5.5 Světelné signály

Světelné signály jsou důležité z hlediska dopravního i z hlediska bezpečnostního. U tunelu všech bezpečnostních kategorií se světelné signály dvoubarevné soustavy (stůj/pozor) s plnými signály umísťují u portálu na vjezd do tunelu. Tunely kategorie TA a TB mají světelné signály i tunelových troubách ve vzdálenosti zpravidla nepřesahujících 500 m.

V odůvodněných případech u tunelů kategorie TC s minimálním vybavením a kratších 200 metrů je možné světelné signály vypustit. Světelné zařízení před vjezdem do tunelu má

o jeden světelný bod navíc a to červenou barvu, ta slouží jako náhradní pro případ poruchy jedné žárovky pro zastavení provozu v tunelu [2].



Obr. 13 Světelný signál (semafor)

3.5.6 Měření výšky vozidel

Zařízení pro měření výšky vozidel se instaluje pokud strop, případně zařízení na stropě umístěná jsou téměř nad výškou průjezdního průřezu tunelu. Toto upravuje ČSN 737507. Měření výšky vozidel před tunelem není nutné, pokud se v úseku mezi poslední křižovatkou (míněno posledním možným místem nájezdu vozidlem na pozemní komunikaci vedoucí do tunelu) a tunelem nachází nebo portály dopravního značení se stejnou nebo nižší pojezdovou výškou, než je podjezdová výška v tunelu [2].



Obr. 14 Portál dopravního značení [2].

3.5.7 Mechanické zábrany

Zábrany lze užít i pro uzavírku jednotlivých jízdních pruhů a směrování vozidel do volných jízdních pruhů. Zábranu je nutné doplnit světelnými signály, aktivovanými při změně stavů závoří a v její aktivní poloze. Při úplné uzavírce se používá režim současného blikání. Zábrany nesmějí bránit vjezdu složek IZS k místu MU [2].

3.5.8 Reflexní elementy

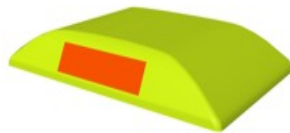
V tunelech se povinně používají:

Dopravní knoflíky barvy bílé pro doplnění podélné přerušované čáry. Jsou umístěny ve středu mezer v ose čáry.

Dopravní knoflíky bílé barvy pro doplnění vodící čáry. Jsou umístěny ze strany jízdního pruhu a to v poloviční vzdálenosti oproti knoflíkům umístěným na podélné čáře přerušované.

Dopravní knoflíky zelené barvy pro doplnění podélné čáry přerušované oddělující průběžný pruh od odbočovacího nebo připojovacího v oblasti průletového úseku.

Směrovací nebo vodící desky se instalují při omezení dopravy pro doplnění podélné čáry souvisle oddělující protisměrné pruhy [2].



Obr. 15 Dopravní knoflík [22]

3.6 Spojovací a dorozumívající zařízení

3.6.1 Radiové spojení

Radiová komunikace umožňuje při zásahu spojení složkám IZS a usnadňuje i práci servisním složkám. Poslech rozhlasových stanic oživí monotónní cestu tunelem, zprostředkuje řidiči styk s okolím, což má psychologický význam, umožňuje přenášet dopravní informace řidiči, což je významným bezpečnostním prvkem. Pokrytí signálem je nutné zabezpečit i technických a v pomocných prostorách a budovách, únikových cestách na velínu a podobně. Instalace radiového zařízení také zajišťuje, kromě přenosu rozhlasové stanice a signálu mobilní sítě i duplexní spojení pro záchranné a servisní složky.

Minimálně je nutné zabezpečit přenosy:

- jedné rozhlasové stanice s dopravními informacemi, kde přednost mají stanice s kanálem RDS – TMC
- kanálu jednotek požární ochrany, záchranné zdravotnické služby a policie
- alespoň jednoho kanálu provozní, servisní
- alespoň jednoho operátora mobilní telefonní sítě pro krizovou mobilní komunikaci (usnesení vlády č.1064 z roku 2001)

Tunely v Brně mají zajištěnou síť mobilních operátorů tak i pokrytí sítě RDST. Pokrytí signálem všech mobilních operátorů je v tunelech Pisárky, Hlinky a Husovice zajištěno, signálem z venkovních vykrývačů vně tunelů, nikoliv zevnitř pomocí vykrývacích kabelů [2].

3.6.2 Ozvučovací zařízení

Ozvučovací zařízení je důležitou součástí bezpečnostního systému. Toto zařízení se instaluje v tunelech dle tabulky bezpečnostní vybavení. Prostřednictvím ozvučovacího zařízení má dispečer dopravy možnost předávat informace a instrukce uživatelům tunelu a to hlavně v případě mimořádných stavů, kdy vozidla stojí nebo se pomalu pohybují v kolonách. Požaduje se zajištění přiměřené srozumitelnosti v pomalu jedoucím vozidle (do 5 km/hod) s otevřeným okénkem.

Základní hlášení jsou připravena na magnetickém médiu nebo v paměti počítače. Reproductory jsou umístěny i u portálů a u vstupu záchranných cest. Ozvučovací zařízení plní funkci evakuačního rozhlasu při mimořádných událostech, hlavně při požáru. Je nutné, aby bylo možno ovládat signály z EPS prostřednictvím řídicího systému.

Velitel zásahu má možnost ovládat reproduktory přímo z velínu tunelu a tak přímo vstupovat a řídit činnost v tunelu. VZ má možnost přímo ve velínu umístěném v tunelu vidět na monitorech co se děje v obou tubusech a v stupovat za pomoci ozvučovacího zařízení do dění při MU. V nově budovaném tunelu Dobrovském v Brně je napájení ozvučovacího zařízení řešeno tak, aby v případě odpojení zdroje pro určitou část tunelu je automaticky napájení zajištěno z tunelové části, která není odpojená.

Tak je zajištěný provoz rozhlasu. Tunel Dobrovský je rozdělen do 15 hlásicích zón, odděleně jsou ozvučeny oba portály a je zajištěno ozvučení prostorů záchranných cest, prostor únikového schodiště a prostory u vstupu do záchranných cest v obou tunelových tubusech [2].

3.7 Evakuační vybavení

3.7.1 Nouzové únikové osvětlení tunelu

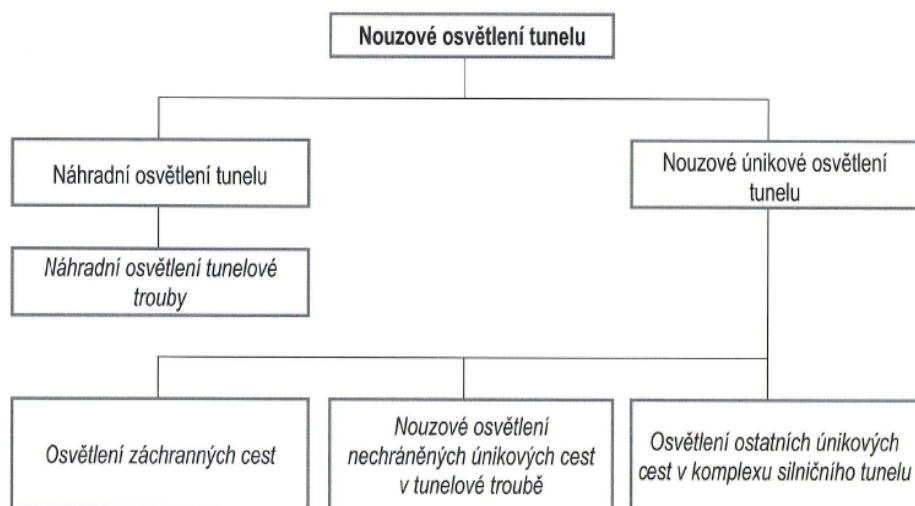
V tunelových tubusech, kde bývá při požáru vlivem vývoje kouře omezená účinnost osvětlovací soustavy umístěné pod stropem a pro evakuované osoby může být obtížná orientace a nežřejmé vedení únikové cesty, se zřizuje soustava nouzového osvětlení nechráněných cest v tunelové troubě, umístěná nad úrovní povrchu únikové komunikace maximálně ve výšce 0,8-1 metr.

Tato soustava musí být doplněná svítidly. Svítidla nouzového osvětlení nechráněných únikových cest musí být umístěná tak, aby bylo zajištěno osvětlení v blízkosti vstupů (vjezdů) do záchranných cest (únikových dveří) a v místech, kde nezbytné zdůraznit nebezpečí nebo bezpečnostní zařízení. Vodorovná vzdálenost mezi světly nesmí být menší než 2 metry.

Místa, která musí být tímto osvětlením zdůrazněna, jsou zvláště:

- každé dveře určené pro nouzový východ, (vstup/vjezd do záchranné cesty)
- bezpečnostní značky
- v blízkosti každé jiné změny výškové úrovně nechráněné únikové cesty
- nechráněné únikové cesty v blízkosti nouzových východů
- při každé změně směru nechráněné únikové cesty
- každý nouzový, otáčecí záliv
- nechráněné únikové cesty v blízkosti každé hlásky nouzového volání
- v blízkosti každého hasícího prostředku (hydrantu požárního vodovodu) a požárního hlásiče

Osvětlení záchranných cest, osvětlení ostatních únikových cest v komplexu silničního tunelu (provozních a technologických prostorů) se provádí zpravidla normálním osvětlením. Osvětlení záchranných cest a ostatních únikových cest musí být v provozu po uvedení tunelu do nouzového režimu provozu tunelu. V době mimo nouzový režim provozu tunelu je toto osvětlení v provozu podle provozních potřeb. Požaduje se, aby zdroj nepřerušované dodávky elektrické energie umožnil činnost nouzového osvětlení tunelu nejméně po dobu 120 minut. Nouzové osvětlení tunelu také zabezpečuje dostatečnou viditelnost příslušných orientačních nápisů nebo symbolů bezpečnostních značek [2].



Obr. 16 Členění nouzového osvětlení tunelu [2]



Obr. 17 Nouzové osvětlení v tunelu [22]

3.7.2 Bezpečnostní značení

Bezpečnostní značky v bezprostřední blízkosti únikového východu se symbolem „Nouzový východ“, musí být osvětlené nebo v provedení prosvětleném, aby jednoznačně ukazovaly místo nouzového východu. Tam, kde není možný přímý pohled na nouzový východ, musí být zajištěná osvětlená bezpečnostní značka (nebo série značek) tak, aby usnadnil postup směrem k nouzovému východu [2].

3.8 Požární zařízení EPS

Všechny použité prvky jsou součástí systému EPS musí být schváleného typu a provedení. Zařízení dálkového přenosu (ZDP) musí být pro použití v ČR schváleny Generální ředitelstvím HZS ČR. Při návrhu se vychází z ČSN 74 2710, která je postupně nahrazována řadou evropských norem ČSN EN 54-1, -2, -4, -7. Tunely Pisárky, Hlinky a Husovice jsou zajištěny senzorovým kabelem, který je umístěn pod stropem tunelových rour. Prostory uvnitř tunelu mimo tubus jsou zajištěny kouřovými čidly [2].

3.8.1 Tlačítkové hlásiče požáru

V každé SOS kabině nebo vně na její stěně je umístěno tlačítko pro manuální hlášení požáru. Tlačítka jsou propojená s řídicím systémem tunelu a s dispečinkem prostřednictvím ústředny EPS. Zvukový signál upoutá pozornost operátora a světelný na displeji mu umožní snadno identifikovat stanoviště, ze kterého byl nouzový signál vyslán. Datum, čas a místo aktivace tlačítek musí být zaznamenán automaticky. Tlačítkové hlásiče jsou umístěny

i v technologických prostorách tunelu dle požárně bezpečnostního řešení a jsou připojeny na ústřednu EPS [2].

3.8.2 Automatické hlásiče požáru

V tunelu délky 400 a více metrů jsou používány liniové hlásiče požáru, které reagují na absolutní hodnotu teploty a její vzestup v závislosti na čase. Hlásič je umístěn nad průjezdovým prostorem pod stropem tunelové roury. Rozlišení místa vzniku požáru tunelové trouby by mělo být takové, aby operátor dopravy mohl v daném úseku ovlivnit řízení dopravy pomocí proměnných značek.

Délka úseku pro rozlišení požáru je doporučená 50 metrů. Liniový hlásič musí v čase do 1 minuty detekovat teploty odpovídající požáru 5 MW, který odpovídá hoření 20 litrů benzínu na ploše 4 m² při podélné rychlosti větru 3 m.s⁻¹ a výšce hlásiče 4,5 metrů. Liniový hlásič je teplotní kabel, který je natažen po celé délce tunelu. Spolu s vyhodnocovací jednotkou je schopen s přesností do 6 m metrů na délce 4 kilometrů maximálně do 60 sekund detekovat požár. Pokud propojíme kamerový systém s liniovým hlásičem je okamžitě ukázáno místo požáru na řídicí velín tunelů. Počet kabelů závisí na počtu jízdních pruhů. Dva jízdní pruhy 1 x hlásič, tři jízdní pruhy 2 x hlásič a čtyři jízdní pruhy 2 x hlásič [2].

3.8.3 Automatické hlásiče kouře.

Senzory pro měření opacity mají velký význam pro identifikaci požáru v tunelu a je nutné je kombinovat s hlásiči požáru, neboť v některých případech umožní zjištění požáru dříve než zareagují senzory teploty. Údaje o překročení prahových hodnot opacity jsou zahrnuty do algoritmů řídicího systému tunelu. Vzdálenost senzorů pro měření opacity má být do 300 metrů, pokud slouží i jako detektory požárů. Opacita zjednodušeně je znečištění vzduchu zplodinami z výfuků, požárů atd. 4ím větší znečištění tím hůře prochází světlo. Senzory umístěné v tunelu maximálně na vzdálenost 300 m jsou mezi sebou spojeny paprsky. Při překročení nastavené hodnoty znečištění vzduchu v tunelu je průchodnost paprsku přerušena a tím je detekován požár nebo překročení emisí zplodin v tunelu [2].

3.8.4 Hasící přístroje

V každé SOS kabině jsou umístěny dva přenosné hasící přístroje práškové 6 kg schváleného typu pro hašení motorových vozidel. Vyjmutí hasícího přístroje je signalizováno dispečerovi a vrácení zpět je zajištěno za použití speciálního klíče provozního personálu a tím je zabráněno, že nebude zpět vložen nefunkční přístroj [2].

3.8.5 Požární vodovod

Tunely musí být vybaveny potrubím tlakové vody (dle bezpečnostního vybavení), které musí být pro zimní obdobný zajištěné proti zamrznutí. Potrubí se navrhuje pro průtok 2 x 20 l s⁻¹ a při tomto odběru hasící vody musí zásoba vody pokrýt dobu nejméně 1 hodinu. U tunelu delšího než 1 000 metrů musí zásoba vody pokrýt dobu nejméně 2 hodiny. Požární hydranty v tunelových troubach se navrhují do výklenků v ostění vpravo ve směru jízdy (zpravidla v blízkosti SOS kabin) a na obou stranách tunelových propojek.

Na výtoku v nejnepříznivějším místě musí být potřebný tlak dosažen během 80 sekund. Tento tlak musí být vyšší než 0,6 MPa, aby bylo ještě možné vytvořit hasící pěnu a neměl by přesáhnout 1,2 MPa. V současné době v tunelech, které jsou na území města Brna v provozu, nejsou vybaveny uvnitř hydrantovou sítí. Zajištění je za pomoci hydrantů před vjezdy do

tunelů. Tunel Hlinky má u vjezdu a výjezdu nadzemní hydranty, tunel Pisárky a Husovický má podzemní hydranty .

V roce 2003 vešla v platnost nová TP 98, která nahradila TP 98 z roku 1997. Ta byla zrušena v plném rozsahu. U tunelu projektovaných do roku 2003 nebyla povinnost budovat požární hydranty. Do nové TP 98 byly zapracovány připomínky HZS ČR a u tunelů 400 a více metrů je povinnost vybudovat požární hydranty. V případě Tunelu Hlinky po připomínkách došlo alespoň k dobudování nadzemních hydrantu. Nově budovaný tunel Dobrovského bude splňovat nové pojetí zabezpečení tunelů [2].



Obr. 18 Nadzemní hydrant

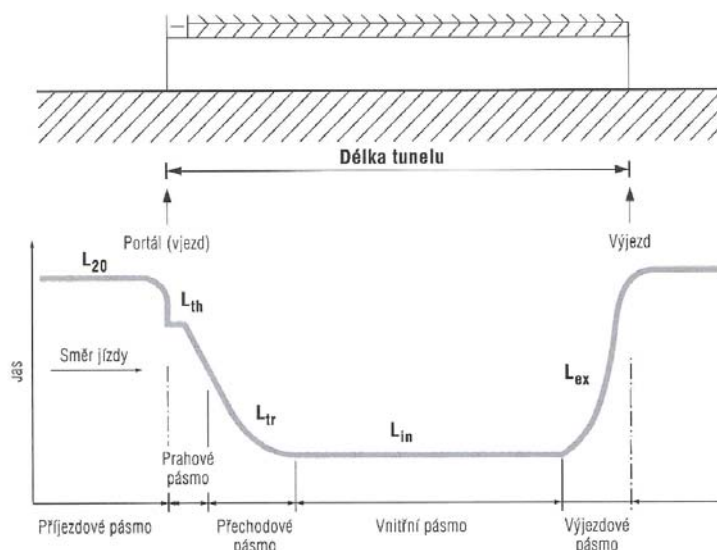


Obr. 19 Nadzemní hydrant ve výklenku

3.9 Osvětlení tunelů

3.9.1 Normální osvětlení

Úkolem osvětlení tunelu je zajistit srovnatelnou viditelnost vně i uvnitř tunelu. Vzhledem k zrakové adaptaci řidiče je osvětlení tunelů nejkritičtější v denních hodinách, kdy řidič vjíždí z prostředí s vysokou úrovní jasu do prostředí, kde je jeho úroveň nízká. Čím větší je rozdíl těchto jasových úrovní, tím déle trvá proces adaptace zraku a tím větší dráhu vozidlo ujede za danou adaptační dobu. Tato vzdálenost nesmí být vzhledem k bezpečnosti větší, než celková brzdná dráha. Osvětlení ve dne řeší směrnice CIE 88/1990 [2].



Obr. 20 Schéma pěti pásem osvětlení tunelu [1]

3.9.2 Náhradní osvětlení

V případě výpadku normálního napájení elektrickou energií, napájející normální osvětlení tunelové trouby, je třeba zabezpečit provoz vybraných svítidel soustavy normálního osvětlení tunelové trouby za účelem:

- snížení nebezpečí instinktivních reakcí řidičů uvnitř tunelu v okamžiku výpadku (náhlé brzdění by mohlo vést ke vzniku hromadných nehod)
- zajištění dostatečného osvětlení, úměrného nejvyšší povolenou rychlostí, zavedené v okamžiku výpadku elektrické energie na vjezdu do tunelové trouby proměnou dopravní značkou
- provádění záchranných a likvidačních prací při odstraňování následků nehod v tunelu

Počet svítidel, která zůstávají v provozu a jejich kombinace je dána světelně technickými výpočty. Toto osvětlení se nazývá Náhradní osvětlení tunelu. Uvádí se do provozu při automatickém přepnutí z normálního napájení elektrickou energií na napájení z nezávislého záložního zdroje napájení elektrickou energií.

Doba náběhu záložního zdroje na plný výkon musí být překryta zdrojem nepřerušované dodávky elektrické energie. Náhradní osvětlení se navrhuje i ve vybraných technologických prostorách (velín, energocentru atd.), kde přerušení vykonávaných činností může ohrozit bezpečnost provozu v tunelu nebo obsluhy, případně poškození technologického zařízení. Náhradní osvětlení se navrhuje pro kategorie tunelů.

Náhradní osvětlení tunelu umožňuje pokračování provozu komplexu silničního tunelu je stanovenými omezeními (zvláštní režim provozu tunelu) pro náhradní osvětlení tunelové trouby musí výkon nezávislého záložního zdroje elektrické energie být dimenzován tak, aby zajistil, vedle osvětlení prahového a přechodového pásma, ve vnitřním pásmu přinejmenším úroveň jasu předepsaného pro osvětlení v noci.

Řidiče je potřeba ve vzdálenosti několika desítek metrů před vjezdem do tunelu účinně upozornit na přechodné omezení nejvyšší dovolené rychlosti v důsledku výpadku elektrické energie a provozu nezávislého záložního zdroje napájení elektrickou energií, napájecího

náhradní osvětlení tunelové trouby. Přednostně se použijí svislé proměnné dopravní značky, případně jsou doplněny i textovými informacemi prostřednictvím ZPI [2].

3.10 Bezpečnostní stavební úpravy

Bezpečnostní stavební úpravy	Tunely	Krátké	Střední	Dlouhé
Tunelová trouba				
• Nouzové pruhy	♦	♦	–	
• Nouzové zálivy	–	♦	◊	
• Otáčecí zálivy	–	–	♦	
• Nouzové chodníky	◊	◊	◊	
• Úkryty pro evakuované osoby	–	–	–	
• Úkryty pro účely ochrany obyvatelstva	–	–	–	
Únikové cesty				
• Záchranné cesty pro osoby	–	♦	◊	
• Záchranné cesty pro osoby a vybraná vozidla IZS	–	♦	♦	
• Otáčecí prostory, zařízení, v záchranných cestách	–	♦	♦	
• Záchranné cesty pro vozidla	–	–	♦	
• Vstupy pro záchranné jednotky IZS	–	♦	♦	
• Záchranné šachty pro osoby	–	♦	♦	
• Náhradní únikové cesty	–	♦	♦	
Předportáli				
• Nástupní bezpečnostní plochy	–	♦	◊	
• Zpevněné přejezdy	◊	◊	◊	
• Bezpečnostní záchytná zařízení	◊	◊	◊	
• Přístupové komunikace	♦	♦	♦	

- ◊ – povinné úpravy
♦ – na základě hodnocení rizik
– – nedoporučuje se

Obr. 21 Bezpečnostní stavební úpravy [2]

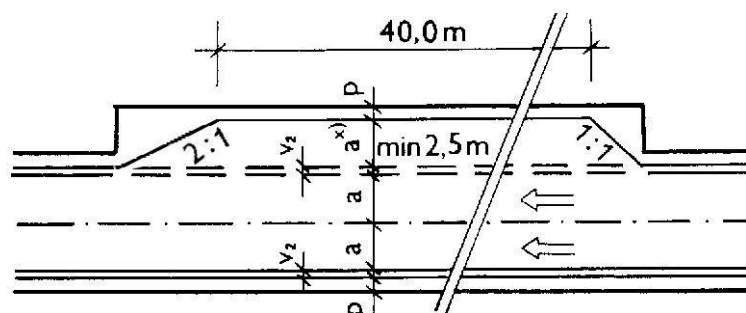
3.10.1 Nouzové pruhy

Nouzové pruhy se navrhují u Krátkých a středních tunelů podle šířkové kategorie tunelu ČSN 73 7507 článek 7.1. U dlouhých tunelů se nouzové pruhy zpravidla nenavrhují a jejich návrh musí být podložen závěry hodnocení rizik [2].

3.10.2 Nouzové zálivy

Nouzové tunely se budují v tunelech, kde nejsou zřízeny nouzové pruhy a délka tunelu je delší než 1 000 metrů ve vzdálenosti od portálu a ve vzájemných vzdálenostech 500 m až 750m. V tunelech delších než 700 m a délky 1 000 m se nouzové zálivy případně navrhují na základě hodnocení rizik a technickoekonomického posouzení, ve vzdálenostech od portálu a vzájemných vzdálenostech 350 m až 500 m. Nouzové zálivy uvnitř tunelů se umísťují

V případě obousměrného jízdního pásu se umísťují nouzové zálivy naproti sobě. Volná výška nad nouzovým zálivem musí umožnit odstavení nákladního vozidla. V tunelech o dvou a více tunelových troubách se zřizují přibližně uprostřed staničení každého nouzového zálivu záchranná cesta (vstup/výstup) do sousední tunelové trouby. V nouzovém zálivu, výjimečně v jeho bezprostřední blízkosti, se umístí kabina SOS, případně prostor pro technologické vybavení, zpravidla naproti kabině SOS nebo v její blízkosti se zřídí výklenek s požárním hydrantem požárního vodovodu [2].



3.10.3 Otáčecí zálivy

3.10.4 Únikové cesty

Záchranné cesty v tunelu zahrnují:

- záchranné cesty pro osoby
- záchranné cesty pro osoby a pro zásahová vozidla IZS
- záchranné cesty pro vozidla
- vstupy pro záchranné jednotky IZS

- záchranné šachty a schodiště pro osoby

U tunelů se dvěma a více tunelovými troubami je záchranná cesta tvořena propojkou mezi dvěma tunelovými troubami. Vstupy/výstupy do záchranných cest se z vozovky tunelové trouby navrhuji bezbariérově [2].

3.10.5 Záchranné cesty a záchranné šachty pro osoby

Záchranné cesty a záchranné šachty pro osoby jsou určeny pro pěší evakuaci osob a pro zásah záchranných jednotek složek IZS bez zásahových vozidel. Záchranné cesty pro osoby se navrhuji s minimální šířkou průchozího portálu a ve vzájemných vzdálenostech přibližně 250 m tak, aby nechráněné únikové cesty v tunelech nepřesáhly v žádném případě délku 300 m. Záchranné cesty pro osoby se navrhuji s minimální šířkou průchozího prostoru 2,0 m. Výška průchozího prostoru chodby je 2,40 m.

Požární uzávěry, s určením pro otevření ve směru úniku, je opatřen panikovým kováním s madlem na straně přichozích unikajících osob. Požární uzávěr, který není určen ke vstupu do záchranné cesty, nesmí být opatřen ze strany tunelového tubusu žádným značením ani kováním a musí být barevně proveden jako stěna tunelu v okolí vstupu/výjezdu do záchranné cesty. Současně únikový uzávěr, určený ke vstupu do záchranné cesty musí být barevně odlišen a vybaven panikovým kováním a bezpečnostním značením.

V roce 2009 bude provedená výměna protipožárních dveří u tunelových spojek - únikových východů a instalace přetlakové ventilace v Pisáreckém tunelu. Tunel Pisárky má dvě ochranné cesty a jsou uzavřeny protipožárními dveřmi neuzamykatelné, s otevřením směrem z tunelu do spojky. V roce 2009 proběhne výměna dveří a instalace přetlakové ventilace tím se zajistí větší bezpečnost osob. Tunel Husovice má dvě cesty a systém jako tunel Pisárky a připravuje se jejich modernizace. Tunel Hlinky není vybaven záchrannou cestou a to z důvodu, že je jedno směrný a částečně otevřený a má tři jízdní pruhy, nejedná se o standardní silniční tunel [2].

3.10.6 Záchranné cesty pro vozidla

Záchranné cesty pro vozidla nenavrhují u tunelů se dvěma tunelovými troubami, které jsou delší než 1 500 m, obvykle v místě druhého nouzového zálivu a nahrazují svou funkci otáčecí záliv a záchranné cesty pro osoby a vybraná vozidla složek IZS. Vzdálenost záchranných cest nesmí překročit 1 500 m. Záchranné cesty pro vozidla se navrhuji s vyznačenými oboustrannými nouzovými pruhy, širokými 0,75 m a se šířkou mezi nimi 6,0 m. Záchranné cesty pro vozidla v tunelech a více tunelovými troubami se umísťují v místě středu nouzových zálivů sousedících tunelových troubách. Jejich stěny na rozích zaústěných do tunelových trub se půdorysně zaoblí. Výška průjezdového prostoru v záchranné cestě pro vozidla se navrhuje stejná jako v nouzovém zálivu nejméně 4,2 m [2].

3.10.7 Záchranné cesty pro osoby a vybraná vozidla IZS

V tunelech se dvěma a více tunelovými troubami, délky větší než 1 500 m, se rozšíří zpravidla každá druhá záchranná cesta pro osoby (tunelová spojka) tak, aby touto chodbou byl možný průjezd vybraných vozidel složek IZS. Vzdálenost mezi možnými průjezdy zásahových vozidel smí být nejvýše 750 m. Záchranné cesty pro osoby a vybraná vozidla IZS musí být vybaveny požárními uzávěry s průjezdným prostorem šířky nejméně 3,80 m a výšky alespoň 3,80 m, s vestavěnými požárními uzávěry pro osoby. Požární uzávěry pro osoby jsou opatřeny panikovým kováním.

Požární uzávěr pro osoby, který není určen ke vstupu do záchranné cesty, nesmí být opatřen ze strany tunelové trouby žádným značením ani kováním a musí být barevně proveden jako stěna tunelu v okolí vstupu/výjezdu do záchranné cesty. Pokud je v tunelu s jednou tunelovou troubou navržena záchranná cesta pro osoby a vybraná vozidla IZS pouze s jedním vjezdem z volného prostranství, je nutno v blízkosti nejvzdálenějšího vstupu/výjezdu do záchranné cesty z tunelové trouby od vjezdu z volného prostranství navrhnout stavební úpravu, umožňující otáčení vozidla celkové délky 5 m (obrátiště, točna) [2].

3.10.8 Vstupy/výjezdy pro záchranné jednotky složek IZS

Přístupy zásahových jednotek složek IZS k možným místům mimořádných událostí v tunelové troubě jsou stanoveny v bezpečnostní dokumentaci tunelu pozemní komunikace. Mohou jimi být nechráněné únikové cesty v tunelové troubě, záchranné cesty, případně zvláštní zásahové cesty a náhradní únikové cesty. Tunelovým tubusem, záchrannými cestami pro vozidla a záchrannými cestami pro osoby a vybraná vozidla IZS je zajišťován příjezd záchranných vozidel složek IZS k místu ohrožení [2].

3.10.9 Bezpečnostní plochy a záchranná zařízení

Zpravidla u portálů tunelů se zřizují zpevněné nástupní plochy pro nástup záchranných jednotek složek IZS. Nástupní plochy se navrhuje s plochou od 100 m² do 350 m². Nástupní plocha s plánovaným využitím jako nouzová přistávací plocha pro primární zásah vrtulníku se navrhuje o rozměrech cca 40 x 25 m, přičemž lze využít plochu jízdnic pruhů a přejezdu středního dělicího pásu. Nouzovou přistávací plochu se doporučuje vybavit ukazatelem směru a síly větru (větrným rukávem) [2].

3.10.10 Přístupová komunikace

K portálům tunelu se zřizují přístupové komunikace pro zásahová vozidla složek IZS, pokud to místní poměry umožňují. V případě využití stávajících komunikací je třeba prověřit, zda potřebný příjezd po těchto komunikacích je kategorií P7 (2 x 3 m zpevněné vozovky, výška průjezdového průřezu 4,2 m únosnost 80 kN na nápravu vozidla [2].

3.11 Větrání

Při požárech je nutno chránit tunelem procházející osoby technickými nebo stavebně technickými opatřeními před účinkem požáru a produktu hoření (teplo a dusivé, toxické plyny). Zpravidla při dimenzování odsávání kouře, resp. Stanovení vzdálenosti pro únik bere za základ požár jednoho nákladního vozidla. Účinky osobního vozidla jsou srovnatelně menší, zatímco ochrana proti požáru benzinové cisterny je možná jen za mimořádného úsilí a ne vždy účinně. Pro dimenzování větrání pro případ požáru je uvažován jednotkový požár s tepelným výkonem 20 MW při množství kouře 60 m³.s⁻¹.

V prvních minutách po vypuknutí požáru je, z hlediska bezpečnosti osob, rozhodující optimální řízení ventilace, aby bylo dosaženo rozvrstvení (stratifikace) kouře. Optimalizaci řízení ventilace v případě požáru je nutno posoudit vždy v souladu s místními podmínkami a musí být řešená v projektové dokumentaci a v dokumentaci pro zdolávání požárů. Proudění vzduchu by zpravidla mělo probíhat ve stejném směru jako před vypuknutím požáru, při reverzaci ventilace (jedná se o změnu směru proudění vzduchu) je nutno vyhodnotit možné důsledky, zejména ve vztahu k evakuaci osob a časovým ztrátám.

Odsávací ventilátory (oběžné kolo, vodící kolo, skříň a motory), které odsávají kouř přímo z jízdního prostoru, musí mít po dobu 90 minut, zajištěnou provozuschopnost při minimální teplotě 400 °C. Ventilátory umístěné v krátké vzdálenosti od požáru nemohou z důvodu vysoké teploty pracovat. Celkový počet proudových ventilátorů je z tohoto důvodu prakticky snížen a je třeba toto zohlednit ve výpočtu podélného větrání.

Větrání má zajišťovat následující funkce:

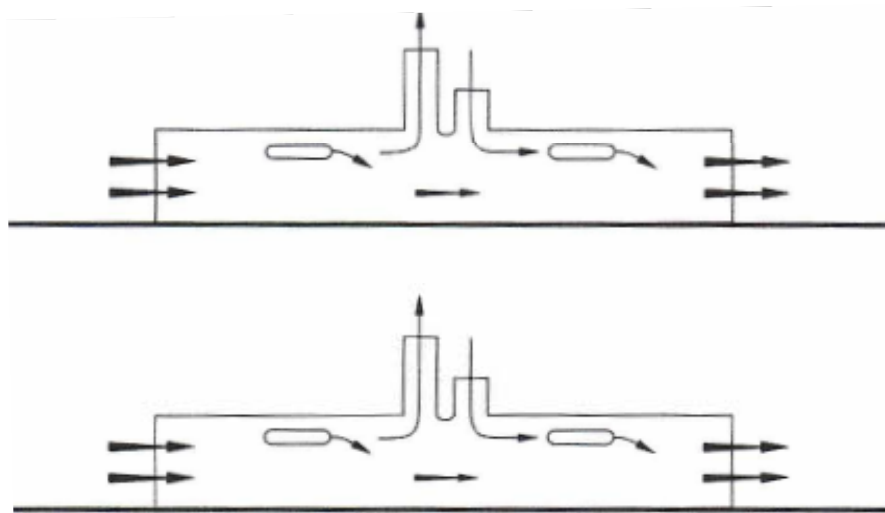
- zabezpečit koncentraci škodlivin ve vzduchu v tunelu v mezích nejvyšších přípustných koncentracích nezávažnějších škodlivin, se zřetelem na dobu pobytu osob v tunelu a ve smyslu hygienických předpisů
- zajistit dobrou viditelnost pro příjezd vozidel i při znečištění tunelového vzduchu způsobeného emisemi výfuků vznětových motorů a prachem a to s ohledem na povolenou rychlost vozidel v tunelu
- snížení účinku kouře a tepla při požáru vozidla na osoby nacházející se v tunelu, včetně složek IZS
- řízení rozptylu škodlivých látek ve vzduchu způsobených exhalacemi vozidel do okolí tunelu a tím snížení imisního zatížení okolí tunelu [2]

Tab. 1 Informativní přehled způsobu větrání tunelů [2]

	Délka tunelu	
	s obousměrným provozem v jedné tunelové troubě	s jednosměrným provozem v jedné tunelové troubě
Přirozené větrání [ČO, NO, varovný systém]	do 1 000 m	do 1 000 m
Podélné větrání	do 3 000 m	do 5 000 m
Polopříčné větrání	od 3 000 m	od 4 000 m
Příčné větrání	od 3 000 m	od 4 000 m

3.11.1 Podélné větrání

Podélné proudění vzduch je realizováno obvykle proudovými ventilátory. Podélné větrání se s výhodou používá při jednosměrném dopravním provozu. Pro snížení hodnot škodlivin může být ve středním úseku pomocný komín [2].



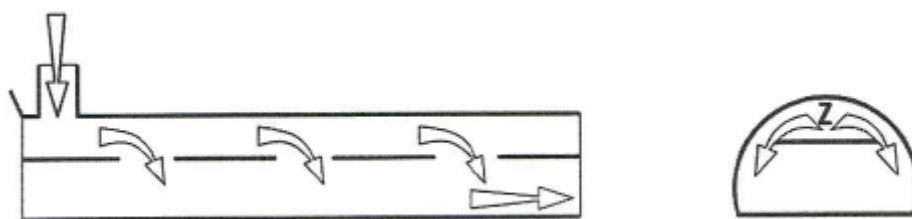
Obr. 23 Podélné větrání s pomocnými komíny [2]



Obr. 24 Podélné větrání tunelu [2]

3.11.2 Polopříčné větrání

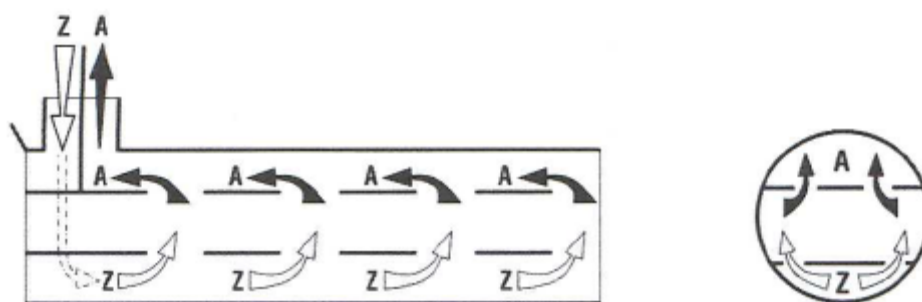
Při polopříčném větrání tunelu bude při požáru v tunelu použit přívodní vzduchový kanál opačně – pro odsávání kouřových zplodin pomocí reverzního chodu ventilátorů. Na větracích otvorech jsou osazeny dálkově ovládané požární klapky, které zajišťují bodový odvod kouřových zplodin při požáru [2].



Obr. 25 Polopříčné větrání [2]

3.11.3 Příčné větrání

Při požáru je čerstvý vzduch přiváděn spodem nebo je vypnut přívod čerstvého vzduchu shora a kouřové zplodiny jsou odsávány u stropu z jízdního prostoru [2].

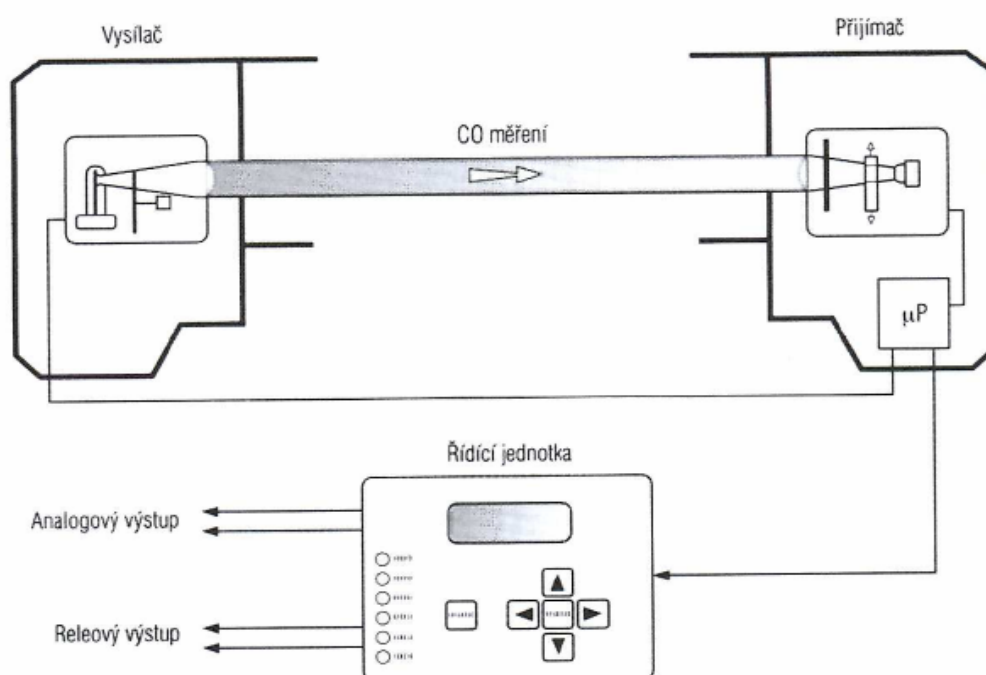


Obr. 26 Příčné větrání [2]

3.11.4 Měření škodlivin a zakouření

Měření škodlivin na pozemních komunikacích i v tunelech vstupuje do řídicího algoritmu dopravy. V tunelech má však speciální význam, neboť je nedílnou součástí integrovaného systému identifikace požáru. Moderní senzory pro měření CO i opacity využívají měření v infračerveném pásmu.

Vysílač vysílá přímočarý paprsek, který je absorbován molekulami CO. Stupeň absorpce je přímo měřítkem koncentrace oxidu uhelnatého a opacity. Pro měření CO je délka měřicí trasy cca 2 až 3 m, zatímco při měření opacity je měřicí trasa okolo 10 až 20 m. Přístroje mají možnost samo kalibrace při znečištění optických částí, což snižuje nároky na četnost servisu [2].



Obr. 27 Senzor měření koncentrace CO [2]

4 POŽÁR V TUNELU HUSOVICE 2008

4.1 Popis události

Dne 29.6.2008 v 5:39 hodin byl na KOPIS HZS JmK nahlášen pracovníky dispečinku Brněnských komunikací, a.s. požár v tunelu Husovice ve směru z Tomkova náměstí (Husovic) do Králova Pole. Operační důstojník na místo vyslal z PS Lidická VEA (1+0), CAS 20 – MAN (1+5), CAS 24 – T 815 (1+3), TA-S – MAN (1+1) a PS BVV. Cestou k místu zásahu si VČ z VEA vyžádal z KOPIS upřesňující informace o události. Bylo mu sděleno, že se jedná o plamenné hoření asi v polovině tunelu. Již v době jízdy na místo zásahu příslušníci JPO z PS Lidická viděli stoupat hustý černý kouř z oblasti, kde se nachází horní portál tunelu Husovice. JPO PS Lidická přijela pod spodní portál tunelu, kde již čekala hlídka PČR, která fyzicky uzavřela vjezd do tunelové trouby zasažené požárem.

VZ zjistil, že sousední (dále jen záchranný) tubus není fyzicky uzavřena a přikázal hlídce PČR o jeho okamžité fyzické uzavření. Na základě do té doby zjištěných skutečností (hlášený požár asi v polovině tunelu, fyzicky neuzavřen druhý tunelový tubus a neznámý čas do jejího uzavření) VZ rozhodl o průzkumu místa zásahu příslušníky JPO PS Lidická souběžně s vytvořením bojového rozvinutí od CAS 20 ustavené u spodního portálu tunelu. VZ okamžitě kontaktoval vozidlovou radiostanicí JPO PS BVV, aby najela k záchranné tunelové troubě ve směru Kr.Pole-Husovice. VZ si na místo povolal PPLA kvůli očekávané vyšší spotřebě vzduchových popř. kyslíkových dýchacích přístrojů. Mezitím se na místo zásahu dostavila další posádka PČR. Ta po chvíli najela protisměrem do záchranné tunelové trouby s cílem fyzicky uzavřít dopravu v tomto směru. VZ najel s VEA do téže tunelové trouby a provedl průzkum přes dveře horní tunelové propojky – ve vzdálenosti asi 400 m od spodního portálu tunelu.

VZ zjistil, že se jedná o požár 2 osobních automobilů v plném rozsahu ve vzdálenosti asi 20 metrů nad tunelovou propojkou. Pod místem požáru stála hlídka PČR se svým vozidlem. Vlivem účinné požární ventilace tunelu byla zakouřena pouze horní třetina tunelové trouby od místa požáru směrem k hornímu portálu. Za vozidlem VEA zastavilo vozidlo ZZS JmK, VZ vydal rozkaz pro JPO PS Lidická najet do tunelové trouby pod místo požáru a zahájit hašení a vyhledání osob. V 05:56 nasazen 1C proud na hašení proudnice RAMBOJET v 05:57 nasazen vysokotlaký proud + smáčedlo.

VZ se přesunul k hornímu portálu záchranné trouby, aby ověřil fyzické uzavření tunelu a vyčkal na příjezd JPO z PS BVV. Po příjezdu JPO PS BVV vydal VZ rozkaz najet do záchranné trouby s cílem hasit požár přes tunelovou propojku.

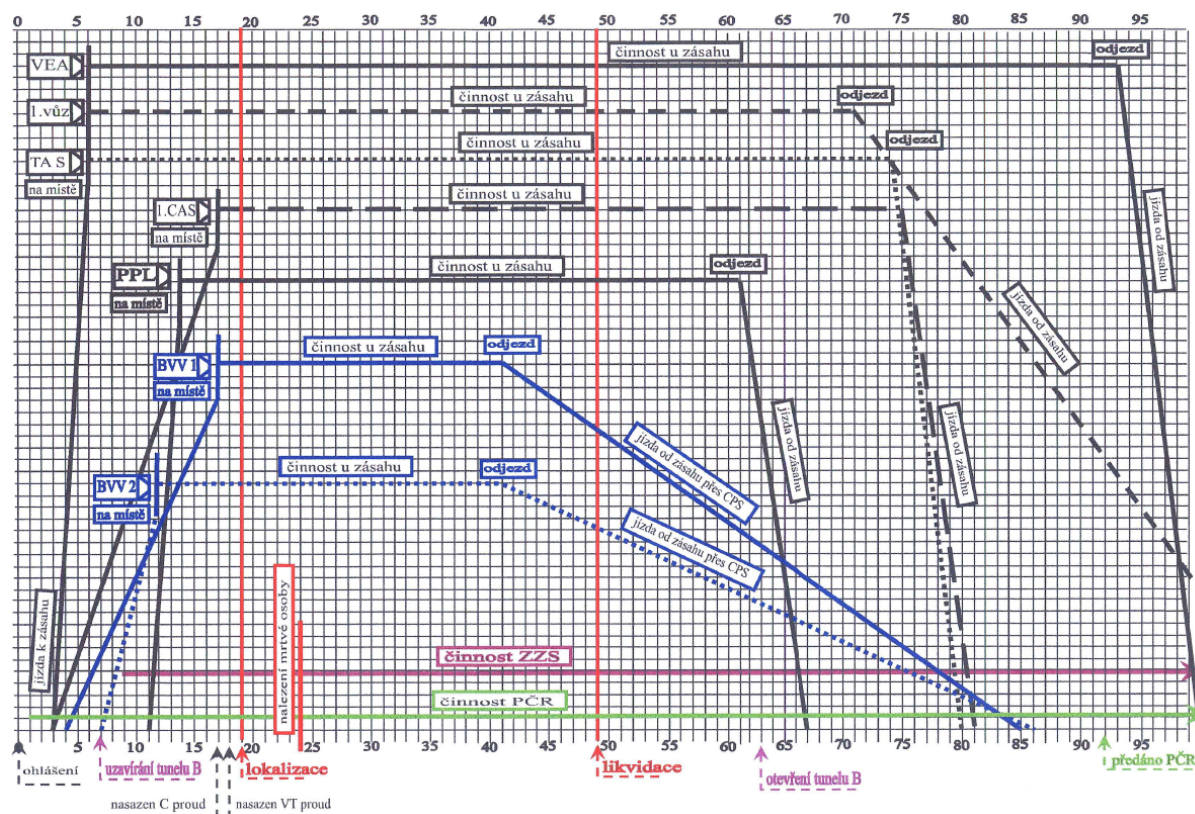
V době příjezdu PS BVV k tunelové propojce příslušníci PS Lidická již započali s hašením vodou se smáčedlem dvěma útočnými proudy C a jedním vysokotlakým proudem. V této době hlásili VZ nález torza lidského těla v jednom z vozidel. VZ přikázal posádkám PS BVV provést průzkum v dýchacích přístrojích v zakouřené části tunelu s cílem vyhledat osoby.

VZ získal informaci od pracovníka Brněnských komunikací, a.s. o tom, že jeden havarovaný osobní automobil najel do tunelu v protisměru a z tohoto vozidla odešla jedna osoba směrem k hornímu portálu tunelu. Dále bylo předběžně zjištěno, že požár vznikl v důsledku dopravní nehody. VZ předal informaci zasahujícím příslušníkům a rozšířil oblast vyhledávání osob na vnější okolí horního portálu tunelu. VZ informaci předal PČR. Zakouření v tunelu se po 4 minutách po začátku hasebních prací výrazně snížilo. Po uhašení

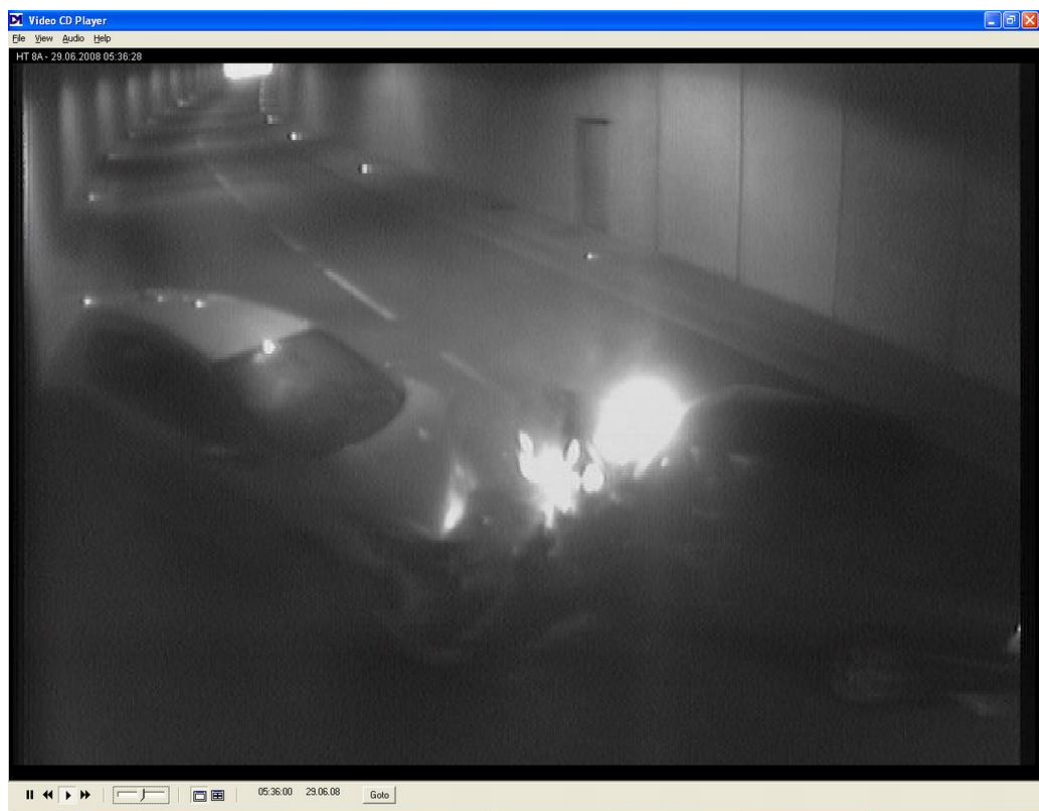
požáru započala PČR s vyšetřováním tragické dopravní nehody. VZ dohodl s pracovníkem Brněnských komunikací, a.s. poskytnutí záznamu pro HZS JMK z průmyslových kamer k analýze průběhu zásahu jak JPO, tak i složek IZS [10].

Tab. 2 Technika a počet hasičů na místě události a čas dojezdu jednotek

Požární stanice	Technika	Vyhlášen poplach	Výjezd	Příjezd	Počet hasičů
Lidická	VEA	05:41	05:42	05:45	1
Lidická	PPLA 101	05:49	05:50	05:53	2
Lidická	CAS 32 T 815	05:41	05:42	05:56	4
Lidická	TA S-MAN	05:41	05:42	05:45	2
Lidická	CAS 24 MAN	05:41	05:42	05:45	6
BVV	CAS 25 MB	05:41	05:43	05:56	4
BVV	CAS 32 T 815	05:41	05:43	05:56	2



Obr. 28 Graf činnosti složek IZS na místě události



Obr. 29 Okamžik střetu [10]



Obr. 30 Okamžik oznámení události na KOPIS HZS JMK [10]



Obr. 31 Okamžik zahájení zásahu [10]



Obr. 32 Okamžik lokalizace požáru [10]

4.2 Pozitivní faktory ovlivňující průběh zásahu

- požár pouze 2 osobních automobilů na klasický pohon – doba lokalizace požáru po zahájení hasebních prací byla 5 minut
- oba osobní automobily byly obsazeny pouze 1 osobou
- kromě vozidel zasažených požárem nebylo ve stejné tunelové troubě žádné jiné vozidlo
- příznivá poloha požáru pro odvod horkého kouře – odvod tepla kouře ve směru podélného stoupání tunelové trouby
- požární ventilátory nebyly přímo nad místem požáru
- nízká intenzita dopravy – nedělní brzké ráno [10]

4.3 Negativní faktory

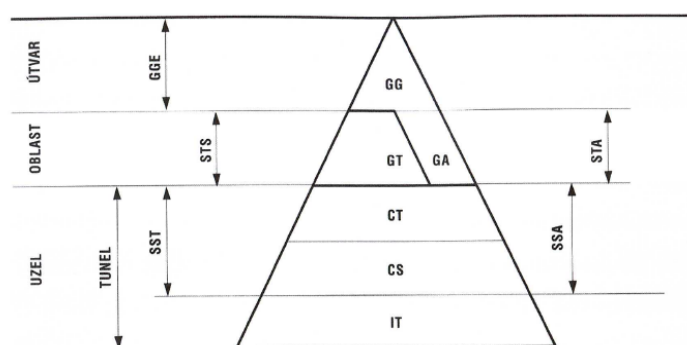
- viník dopravní nehody neposkytl pomoc zraněné osobě ve druhém osobním automobilu a z místa nehody utekl, proto řidič druhého osobního automobilu zemřel v důsledku požáru jeho vozidla nikoli na následky zranění, která utrpěl po dopravní nehodě
- fyzicky neuzavřená záchranná tunelová trouba v době příjezdu první JPO
- velitel zásahu měl nepřesné prvotní informace o poloze místa požáru v tunelové troubě a nedostatečné informace o počtu osob a vozidel v tunelu
- VZ po příjezdu nevěděl, že pod místem požáru se nachází další vozidlo PČR s posádkou
- malá praktická secvičenost zasahujících složek, zejména JPO a PČR
- nízká slyšitelnost radiostanic v tunelu vlivem hluku z požárního větrání
- nespolehlivost zdrojů RDST MATRA, kdy dochází k jejich rychlému a náhlému vybití
- zastaralý systém detekce mimořádných událostí v tunelu Husovice [10]

5 SYSTÉM DOZORU A OHLÁŠENÍ PŘÍPADU NA KOPIS

5.1 Pracoviště dispečerů dopravy a technologie

Na vyšší hierarchické úrovni řízení (úroveň oblasti) jsou zřízena pracoviště dispečerů dopravy (GT) a technologie (GA). Toto pracoviště mohou být součástí jednoho lokálního velínu tunelu nebo jsou součástí oblastních velínů řízení dopravy a řízení technologie více tunelů. Zde se provádí supervize tunelů, kontroluje se činnost zařízení a v případě mimořádných situací se zde, podle předem připravených scénářů, provádí ruční dálkové řízení prostřednictvím stanic CT.

V případě výpadku komunikace s řídicí stanicí CT je nutné operativně zajistit dispečerské řízení dopravy i technologie z lokálního velínu. Detailní vymezení vazeb a kompetencí mezi dispečerem dopravy a dispečerem technologie je zpracován v provozním řádu TP 154. Tunel je nedílnou součástí systému komunikací. Proto musí být na úrovni útvaru systém dopravy v tunelech začleněn do dopravního řídicího systému GG. Od toho se odvíjí systém řízení [1,2,3,4].



Obr. 33 Architektura tunelových uzlů [2]



Obr. 34 Pracoviště dispečerů [2]

Ohlášené mimořádné události na KOPIS probíhá:

- na linku tísňového volání 150
- na linku jednotného evropského čísla tísňového volání 112
- přímo na telefonní přístroj operačního důstojníka KOPIS pokud je mezi KOPIS a pracovištěm dispečerů zajištěno telefonní spojení

6 VYSÍLÁNÍ SIL A PROSTŘEDKŮ K PŘÍPADŮM V TUNELU, ŘEŠENÍ PŘÍJEZDOVÝCH TRAS

6.1 Vysílání SaP na místo události

KOPIS vysílá jednotky dle zpracovaného poplachového plánu a přeučenosti jednotek na typ události. Program spojař nabídne operačnímu důstojníkovi předurčené jednotky dle poplachového plánu. OD vybere techniku potřebnou na řešení nahlášené události. Předurčenost jednotek je dána z pokynu generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 30.3.2007, kterým se mění Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 27/2006, kterým se stanoví opěrné body Hasičského záchranného sboru České republiky a typy předurčenosti jednotek požární ochrany pro záchranné práce. V poplachovém plánu HZS Jmk jsou k 1. 3. 2009 zpracovány tunely. Jsou zde dány jednotky předurčené na zásah v tunelech a operační důstojník na základě tohoto dokumentu rozhodne o technice, kterou vyšle na místo události. V současné době probíhají jednání o návrhu techniky, kterou by měl operační důstojník připravenou v nabídce na tyto objekty. V případě nahlášené události se mu zobrazí potřebná technika, kterou pošle na místo.

TSV 5.0 Modul Administrátor HZS Jihomoravského kraje

Poplachový plán úseku silnice

Segment silnice: Tunel Hlinky 0 - 312 (směr - Svitavy)

V případě požáru, v závislosti na příslušném stupni poplachu, zasahují v obci následující jednotky:

1. Stupeň poplachu	
1	622012 Stanice BVV
2	622013 Stanice Lískovec
3	622010 Stanice Lidická

Jednotky požární ochrany jsou na místo zásahu (resp. do zálohy) povolávány prostřednictvím územně příslušného operačního střediska HZS ČR.

Poslední změna: 20.11.2007 0:50:38 Změnu provedl: WEIS

Obr. 35 Stupeň poplachového plánu

Poplachový plán úseku silnice

Segment silnice: Královopolský tunel 0 - 100 (Královo Pole - Zabovřesky)

V případě požáru, v závislosti na příslušném stupni poplachu, zasahují v obci následující jednotky:

1 . Stupeň poplachu

- 1 622010 Stanice Lidická
- 2 622010 Stanice Lidická
- 3 622012 Stanice BVV
- 4 622104 Brno Komin

2 . Stupeň poplachu

- 1 622108 Brno Husovice
- 2 622110 Brno Soběšice
- 3 622010 Stanice Lidická
- 4 622109 Brno Obřany
- 5 622011 Stanice Přehrada
- 6 622111 Brno Židenice

3 . Stupeň poplachu

- 1 622014 Stanice Slatina
- 2 622101 Brno Bohunice
- 3 622013 Stanice Liskovec
- 4 622123 Brno Utěchov
- 5 622010 Stanice Lidická

Jednotky požární ochrany jsou na místo zásahu (resp. do zálohy) povolávány prostřednictvím územně příslušného operačního střediska HZS ČR.

Poslední změna: 10.12.2006 21:16:57

Změnu provedl: WEIS

Obr. 36 1, 2 a 3 stupeň poplachového plánu

Vysílání SaP na řešení mimořádných událostí v tunelech:

1. SILNIČNÍ DOPRAVNÍ NEHODA - automaticky vyslat celý 1.stupeň
2. POŽÁR - automaticky vyslat celý 2.stupeň.

Obec	Předurčenost JPO		2.stupeň	kat.	3.stupeň	kat.
	1.stupeň	kat.				
HUSOVICKÝ TUNEL	PS-Lidická	I	SDH Husovice	III/1	PS-Přehrada	I
	PS-Lidická	I	PS BVV	I	SDH Židenice	III/1
	PS Slatina	I	SDH Soběšice	III/1	SDH Komin	III/1
	PS BVV	I	PS-Starý Liskovec	I	SDH Bohunice	III/1
			SDH Obřany	III/1	SDH Slatina	III/1
			PS-Lidická	I		

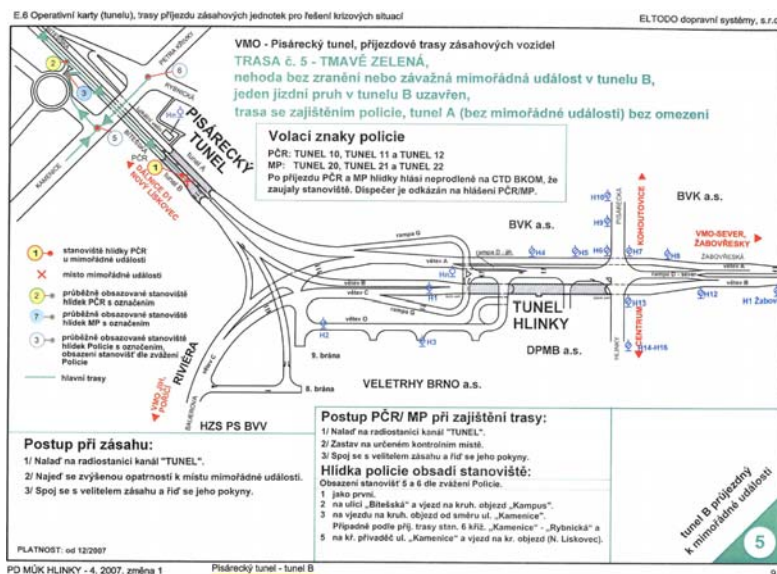
Obec	Předurčenost JPO		2.stupeň	kat.	3.stupeň	kat.
	1.stupeň	kat.				
PISÁRECKÝ TUNEL	PS BVV	I	PS Slatina	I	SDH Soběšice	III/1
	PS Starý Liskovec	I	SDH Bohunice	III/1	SDH Obřany	III/1
	PS BVV	I	PS Přehrada	I	PS Rosice	I
	PS-Lidická	I	PS-Lidická	I	SDH Židenice	III/1
			SDH Komin	III/1	SDH Slatina	III/1
			SDH Husovice	III/1		

Obec	Předurčenost JPO		2.stupeň	kat.	3.stupeň	kat.
	1.stupeň	kat.				
TUNEL HLINKY	PS BVV	I	PS Starý Liskovec	I	SDH Soběšice	III/1
	PS BVV	I	PS Slatina	I	SDH Obřany	III/1
	PS Lidická	I	SDH Bohunice	III/1	SDH Husovice	III/1
	PS-Lidická	I	PS Přehrada	I	SDH Židenice	III/1
			PS-Lidická	I	SDH Slatina	III/1
			SDH Komin	III/1		

Obr. 37 Vysílání SaP k události v tunelu podle PPP Jmk

6.2 Řešení příjezdových tras

Příjezdové trasy jsou zadány do programu spojař a jsou automaticky generovány pro jednotku, která vyjede k případu. Jednotky HZS Jmk ÚO Brno, které vyjíždějí na případy v tunelu Psárky, Hlinky mají zpracované příjezdové trasy (tunelu). Jedná se o dva tunely za sebou a mimoúrovňovou křižovatku. Plán nabídne příjezdové trasy dle vzniklé situace a trasu určí dispečer, který ji předá OD KOPIS, který tuto informaci napíše pro velitele do poznámky výjezdového dokladu. Takto zpracované trasy a pokyny mají všechny složky IZS v městě Brně na řešení MU v tomto prostoru. Tyto trasy zároveň stanoví přesná místa pro hlídky PČR.



Obr. 38 Trasa č. 5 zelená

KOPIS HZS Jihomoravského Příklad č. 43738/60606 Stanice BVV
Typ události: TECHNICKÁ POMOC - MONITORING Rozsah:
----- Adresa události

Kraj: Jihomoravský
Okres: Brno-město
Obec: Brno
Část obce:
Sídlní jednotka:
Ulice / dálnice: Psárecký tunel; Psárky-> Nový Lískovec 0 - ,1 km
Objekt:
Patro: - Číslo popisné: -
Oznámil: RACEK Telefon: ???
Dopřesnění místa: Psárecký tunel
Co se stalo:

----- Trasa pro jednotky
VPRAVO - Bauerova, na MÚK Hlinky vpravo na rampu směr Praha, stáčí se vlevo a opět vlevo a pokračuje k tunelu - tubus A směr Praha, - pro nájezd do protisměru od Nového Lískovce: - Bauerova, na MÚK Hlinky vpravo na rampu směr Žabovřesky, stáčí se doleva, zde odbočit vpravo a na světlech vlevo Psárecká, pokračuje Rybnická, na svět. křižovatce vlevo Kamenice, 1. vpravo Akademická, na kruh. objezdu vpravo k tunelu směr Psárky, před tunelem přejezd do protisměru
----- Technika určená k zásahu
622012 - Stanice BVV
OA FELICIA BZD 15-06 BZD 15-06

Obr. 39 Výjezdový doklad pro stanici BVV

Platná tabulka techniky ÚO Brno předurčená na zásah v Husovickém tunelu podle události. V příloze jsou zpracované plánky rozmístění techniky z obou stran tunelu. Je stanoveno jaká technika a po jaké trase přijede k tunelu a kde se postaví. Velitel zásahu bude vědět, že předurčené jednotky přijedou vždy na určené místo. Trasy jsou rozdělené na červenou a zelenou.

Tab. 3 Určení tras pro techniku na tunel Husovice

UDÁLOST TECHNIKA	Dopravní nehoda		Požár	
	Směr Husovice	směr Král. Pole	Směr Husovice	směr Král. Pole
VEA	ČERVENÁ	ČERVENÁ	ČERVENÁ	ČERVENÁ
1V + SLA	ČERVENÁ	ČERVENÁ	ČERVENÁ	ČERVENÁ
2V + BVV	ZELENÁ	ZELENÁ	ZELENÁ	ZELENÁ
RZA	ZELENÁ	ČERVENÁ		
TA	ČERVENÁ	ZELENÁ		
1C			ČERVENÁ	ČERVENÁ
KHA			ZELENÁ	ZELENÁ
PPLA			ČERVENÁ	ČERVENÁ

7 ZÁKLADNÍ ZÁSADY POSTUPU SLOŽEK IZS

7.1 Základní postupy jednotek požární ochrany

Základní postupy jednotek požární ochrany jsou zpracované v bojovém řádu viz. příloha.

Postup jednotek je daný, ale je potřeba se podívat na možnost do jaké vzdálenosti se mohou zasahující hasiči při dodržení taktiky dostat při použití standardního vybavení, které mají k dispozici. Jedná se o proudnice a obleky proti sálavému teplu. Z tabulky číslo 3 je dána vzdálenost dostřiku proudnic a obrázek číslo 3 kde jsou teploty zkušebního požáru nákladního vozidla. Pokud vezmeme odolnost obleků a vzdálenost na jakou je možné dopravit hasící látku vyjde nám rozdíl kolik metrů chybí.

Tab. 4 Typ a průtočné množství vody u proudnic [15]

Typ a průměr hubice (mm)	Tlak na proudnici [MPa]	Průtok vody [l/min]	Dostřik proudu [m]
B 75 – 18	0,4	400	29
B 75 – 25	0,4	800	36
C 52 – 12,5	0,4	200	25
C 52 – 16	0,4	337	28
C 52 Rozprašovací – 10 - mlhová tryska (kaskáda) MT 3	0,4	132	18 – 20
	0,6	161	20 – 25
	0,4	47	3 – 4
	0,6	60	3 - 4
C 52 clonová úplně otevřená clona Kompaktní proud – 16	0,4	200	3 – 5
	0,4	47 - 337	28
Vysokotlaká proudnice	2,5	125	22
Kombinovaná proudnice Protek 336	0,4	115 - 475	57
Twister přenosný s oscilací	1	1500	73
Twister přenosný s oscilací	1	2500	81
Twister přenosný s oscilací	1	4500	93

Tab. 5 Obleky proti sálavému teplu

Název	Teplota	Čas
Střední požární oblek SPO 2D-K370	40 °C	8 hod.
Střední požární oblek SPO 2D-K370	250 °C	5 min.
Střední požární oblek SPO 2D-K370	800 °C	10 s.
OL 2	40 °C	8 hod.
OL 2	250 °C	5 min.
OL 2	800 °C	10 s.

Pokud vezmeme nasazení obleku proti sálavému teplu na hašení požáru podle obrázku číslo 3 a porovnáme teploty z možností na jakou vzdálenost se může přiblížit zasahující hasič a na jakou dobu, tak nám vyjde vzdálenost na jakou se zasahující hasič přiblíží. Velký vliv má za jakou dobu se na místo dostaví jednotky HZS. Pokud začne hašení do 10 minut od vzniku požáru je vzdálenost na jakou se může zahájit hašení kratší. Velkou výhodou je pokud v blízkosti tunelů je hasičská stanice. Příklad je stanice BVV na ulici Bauerová v Brně. Jednotka je schopna po ohlášení události na KOPIS přijet na místo události do 6 minut. Stanice je vzdálená od tunelů Pisárky a Hlinky 1 km.

Tab. 6 Porovnání vzdálenosti hašení při použití obleku proti sálavému teplu a proudnice
Protek 336

Čas [min]	Teplota [°C]	Vzdálenost měřená [m]	Dostřik proudy [m]	Vzdálenost od požáru [m]
5	250	20	57	+ 37
10	250	150	57	- 93
20	250	200	57	- 143

Tab. 7 Porovnání vzdálenosti hašení při použití obleku proti sálavému teplu a monitoru Twister (průtok vody 1500/2500/4500 litrů)

Čas [min]	Teplota [°C]	Vzdálenost měřená [m]	Dostřik proudu [m]	Vzdálenost od požáru [m]
5	250	20	73/81/93	+ 53/+ 61/+ 73
10	250	150	73/81/93	- 77/- 69/- 57
20	250	200	73/81/93	- 127/- 119/- 107

7.2 Uvedení tunelů do provozů a události v tunelech

Tab. 8 Uvedení tunelů do provozu a jejich délka [22]

Název	Délka [m]	Zahájení provozu	Počet tubusů
Blanka	L=5502,20 P=5489,14	plánováno 2011	2
Panenská	L=2167,7 P=2115,7	2006	2
Strahovský	2004	1997	2
Komořanský	L=1937 P=1924	plánováno 2010	2
Lochkovský	L=1620 P=1658	plánováno 2010	2
Mrázovka	L=1295 P=1264	2004	2
Královopolský	L=1239,87 P=1261,25	plánováno 2011	2
Klimkovický	L=1076,82 P=1088,09	2008	2
Husovický	L=585 P=578	1998	2

Název	Délka [m]	Zahájení provozu	Počet tubusů
Hlinky	P=300	1997	1 jednosměrný
Libouchec	L=504 P=520	2006	2
Pisárecký	L=512 P=407	1998	2
Liberecký	450	1996	2
Letenský	423,3	1953	1 obousměrný
Valík	L=380 P=390	2006	2
Hřebečský	357	1997	1 obousměrný
Těšnovský	360	1985	2
Jihlava-Kosov	304	2004	2
Zlíchovský	152,3	2002	2
Dolní Újezd	98	1999	2
Hrabůvecký	56	Plánováno 2008	2
Sečský	40	1937	1 obousměrný
Vyšehradský	35	1904	1 obousměrný
Kokořínský	24	1935	1 obousměrný

Tab: 9. Požáry a další události v tunelech v letech 1980 – 2008 [7].

Rok datum	Místo	Objekt	Příčina	Škoda [tis. Kč / Kčs]	Záchr. Osob	Počet zasah. jedn. PO	Doba zásahu [min]
1996 1.9.	Praha – Letenský tunel	Osobní automobil	Závada autoelektriky	10,0	Ne	1	10
1999 27.5.	Praha – Těšnovský tunel v rekonstrukci	Nákl.auto Nissan s přívěsem na živičné směsi	Nedodržení technologie	1 000,0	Ne	5	130
2001 24.7.	Praha- Strahovský tunel	Osobní auto Opel Omega	Technická závada	10,0	Ne	1	115
2002 13.2.	Praha – Strahovský tunel	Osobní auto	Technická závada	20,0	Ne	2	41
2002 5.4.	Praha – Letenský tunel	Osobní auto BMW	Technická závada	10 ,0	Ne	1	21
2003 16.3.	Strahovský tunel	Požár odpadů	Dále nedošetřovan á	0	Ne	1	15
2005 24.9.	Silniční tunel Hřebeč u Svitav	Požár tahače s návěsem a dřevem, tunel na 1 hod.uzavřen	TZ kloub.hřídele		Ne		
2005 26.10.	Letenský tunel	DN 7 OA a 2 busů	8 zraněných osob		Ne	1	
2007 9.1.	Tunel Mrázovka, Praha 5	DN 2 OA	Zraněna 1 osoba			2	18

Rok datum	Místo	Objekt	Příčina	Škoda [tis. Kč / Kčs]	Záchr. Osob	Počet zasah. jedn. PO	Doba zásahu [min]
2007 8.5.	Husovický tunel, Brno	DN OA v polovině tunelu – poškozen SOS výklenek se zařízením	Zraněna 1 osoba			1	25
2007 27.10.	Strahovský tunel, Praha 5	DN NA+OA	Zraněna 1 osoba			2	9
2007 20.12.	Těšnovský tunel, Praha 1	DN 4 OA					10
2008 29.6.	Husovický tunel, Brno	Požár 2 OA následkem DN	Usmrcena 1 osoba	300 tis.Kč		2	87

8 ORGANIZAČNÍ OPATŘENÍ PŘI EVAKUACI OSOB ZE SILNIČNÍHO TUNELU

Jelikož tunel je naprosto specifický stavební objekt, není možno použít ustanovení ČSN 73 0802, ani 73 0804 při stanovování podmínek evakuace. V případě požáru probíhá evakuace z postižené tunelové trouby tunelovou spojkou do trouby druhé. Naše norma stanoví mezní vzdálenost jednotlivých tunelových spojek 350 m, což znamená, že při nejnepříznivější variantě požáru (na úrovni vstupu do tunelové spojky, kterou není možno následně použít) je nutno překonat tuto vzdálenost.

Mezní rychlost evakuace pro tunely je na základě mezinárodních předpisů a doporučení stanovena na hodnotu 0,5 m/s, což v praxi znamená, že na překonání výše uvedené vzdálenosti by bylo potřeba cca 12 min. Tato časová vzdálenost je více než mezní, pokud přihlédneme k předchozím grafům a zároveň budeme mít na zřeteli, že za tuto dobu dosáhneme pouze požárního uzávěru z tunelové trouby do tunelové spojky, který však zároveň slouží i jako vstup pro záchranné týmy. Ukazuje se tedy, že do celkové trasy evakuace by měla být započítána rovněž délka tunelové spojky, tedy vzdálenost potřebná k dosažení druhé tunelové trouby. Z této vzdálenosti by pak následně vyšla i vzájemná vzdálenost tunelových spojek.

Zároveň je nutno počítat s technickým zpožděním technologických opatření v případě požáru, což ve vztahu k havarijní ventilaci může představovat řádově minuty. V této době dochází k neřízenému rozptylu zplodin hoření a následně se velmi výrazně snižuje viditelnost v postižené tunelové troubě. Je nutno klást důraz na oblast nouzového osvětlení pro evakuaci (následně i pro požární zásah), které by mělo zabezpečovat osvětlení únikových cest pod neutrální rovinou kouře.

Nezanedbatelným údajem je rovněž hustota provozu v tunelu, kdy u dálničních tunelů se předpokládá cca 20.000 vozidel/den. Dostáváme se tedy k údaji 14 vozidel za minutu, což při kalkulaci zpoždění centrálního řízení a větších délkách tunelu může znamenat i koncentraci okolo sta osob v prostoru mezi tunelovými spojkami.

Samozřejmě, že všechny popsané aspekty podtrhují řešení okamžité evakuace v případě požáru v tunelu, která, jestliže má být účinná, musí proběhnout do cca 10 minut od vzniku požáru. Tento časový údaj téměř koresponduje s příjezdem první hasičské jednotky na místo požáru (kategorie 1A), z čehož vyplývá, že evakuace musí proběhnout v daném čase samovolně. Jelikož jeden ze závěrů vyzněl pro samovolnou evakuaci ohrožených řidičů a pasažérů vozidel, je nutno zdůraznit, že dalšími rozhodnými aspekty je otázka včasné informovanosti a vyrozumění o nezbytnosti evakuace a také výuky účastníků silničního provozu základním zásadám chování při požárech v tunelech.

Zejména druhý aspekt pak velmi úzce souvisí s fyziologickou a psychickou připraveností ohrožených osob k „samoevakuaci“ z tunelu. V návaznosti na informovanost ohrožených posádek vozidel při požárech v tunelech. Jelikož v posledních letech došlo k několika závažným požárům v silničních tunelech, při nichž zahynul větší počet osob v důsledku neprovedené evakuace, vyvstaly z těchto událostí určité obecné závěry:

- zastavení vozidel ve velmi krátkých vzdálenostech za sebou přináší možnost rychlého rozšíření požáru a uvěznění řidičů v toxickém kouři

- světelné signály v tunelu (proměnné alfanumerické znaky) vyžadují určitou dobu pro změnu signálního znaku a je nutno položit důraz na provozní spolehlivost
- tunel musí být vybaven odpovídajícím stavebním řešením pro případ evakuace
- dispečeři na řídicích dispečincích musí mít přehled o přesných počtech vozidel a řidičů uvnitř tunelu
- instalace automatického detekčního systému nehod se jeví jako nezbytná u dlouhých tunelů (zastavení vozidla, zpomalení dopravy, atd.)
- je nutno položit důraz na včasné vyrozumění všech nacházejících se uvnitř tunelu při požáru a na včasné vyslání sil a prostředků záchranných složek
- obecně musí být technologické vybavení tunelu, a speciálně elektro část, odolné proti požáru, musí být umožněna komunikace i v případě mimořádné události
- je nutno položit důraz na oblast prevence a výchovy řidičů na činnost uvnitř tunelu v případě požáru
- je nezbytné viditelně označit únikové cesty a východy i pro případ mimořádné situace (zakouření)
- musí být zpracována dokumentace pro případ vzniku MU v silničním tunelu [5, 13]

9 ZÁVĚR

Tunely jsou specifické stavby a je potřeba, aby bezpečnostní zajištění odpovídalo dnešním požadavkům na zajištění bezpečného provozu v tunelech. Proto je nutné, aby všechny tunely byly zajištěny moderní technikou, která zajistí rychlou detekci vzniklé mimořádné události a pomůže obsluze ve velínech rychle reagovat na vzniklou situaci.

Případ požáru v tunelu Husovice v Brně ukázal, že i vybavení v tunelu z roku 1999 kdy byl tunel zprovozněn je na dnešní dobu zastaralé a nevyhovuje. Je vhodné přehodnotit vybavení tunelu, které byly uvedeny do provozu před více jak 5 lety. Nutná modernizace zabezpečení a vybavení tunelů. V hodný příklad je modernizace propojovacích chodeb v tunelu Pisárky, ve kterém proběhla modernizace v měsíci duben letošního roku (byly vybaveny přetlakovou ventilací), tím je zajištěna větší bezpečnost při požáru v jednom z autobusů, dále veškeré dveře byly doplněny panikovým kováním.

Problém spojení v tunelech je hlavně malá slyšitelnost RDST při provozu požárního větrání. S tímto problémem jsem se osobně setkal při TC IZS na tunel Hlinky. Vhodné řešení je využití náhlavové soupravy, která by zlepšila slyšitelnost radioprovozu. Tyto soupravy mají využitelnost i pod ochranné obleky, takže jejich použitelnost je větší než jen pro zásah v tunelech.

Problém evakuace spočívá hlavně v připravenosti řidičů a osob nacházejících se v silničních tunelech, adekvátně reagovat na vzniklou situaci a jak se chovat v tunelu při vzniku mimořádné události. Proto je nutné dát důraz na oblast prevence a výchovu řidičů, na činnost uvnitř tunelu při vzniku MU a to už v autoškolách. Zajistit osvětlu pomoci televizního vysílání a tištěného média a toto provádět pravidelně tak ,aby motoristická veřejnost tímto byla neustále seznamována.

Zásah v tunelu nemusí být jen v prostoru autobusů, ale v technologickém zázemí tunelů. Pro tyto případy je nutné mít zpracovanou dokumentaci zdolávání požáru. Přístup do prostorů řešit generálním klíčem, který by předurčené jednotky HZS měly mít k dispozici. Generální klíče od vnitřních prostorů tunelů, které se nacházejí na území města Brna byli předány na předem určené stanice 9. 3. 2009.

Použití DT je potřeba řešit z ohledem na délku tunelu. Vhodný DP pro zásah v tunelech pro zajištění bezpečnosti zasahujících jednotek HZS je KDP a to hlavně pro jeho dobu použití. Použití KDP zajistí dostatečnou ochranou dobu zasahujících hasičů a VZ zjednoduší činnost při použití DT. Nutná je dostatečná zásoba KDP na požárních stanicích a zásahových vozech.

Zajištění požární vody je nutné aby HZS ČR striktně trvalo na dodržování TP 98 a výsledek byl zajištění dostatečného pokrytí hydrantovou sítí. Je vhodné mít zajištěnou požární vodu i u tunelů kratších jak 400 m, problém je u dálničních tunelů. Tam je potřeba na místo události poslat dostatek velkoobjemových CAS a dostatečnou zásobu pěnidla.

Jako vhodné je použití mobilního tunelového ventilátoru pro samostatné odvětrání tunelů, tak v součinnosti s instalovaným ventilačním systémem. Je ho vhodnost se ověřovala při zkoušce v tunelu Klímkovice, v roce 2008. Je potřeba zvážit možnosti vybavení jednotek například hasícím zařízením LUF 60, jedná se o hasící zařízení na principu proudového hašení. Zařízení je dálkově řízené a má samostatný pohon. Zařízení je schopné zajistit dodávku jak vody tak pěny na místo požáru. Jednotky mohou souběžně se zařízením postupovat na místo

požáru. Jednotka je mobilní - dálkově ovládána. Zařízení se dá použít i jako ventilátor. Je možné ho využít i na hašení hal odvětrávání podzemních prostor. (www.luf60.com)

Z tabulky 5 a 6 vyplývá vhodnost použití monitoru Twister, zařízení je schopné dodávat na místo požáru až 4500 litrů vody za minutu a to bez přítomnosti hasičů. Zařízení se umístí na zem a zapojí se hadice, zajistí dodávku hasiva a zařízení pracuje samostatně. Je možné zapnout oscilaci a nastavit typ proudu, který chceme použít. Je možnost použít plný proud na hašení, tak i clonu. Při schopnosti dodávat až 4500 litrů za minutu podle osazené trysky, je možnost při nastavení clony zajistit ochranu hasičů, tak i ochlazování prostoru. Použití monitoru Twister je dle situace v tunelu, jeho nasazení na hašení požáru je na rozhodnutí velitele zásahu. Důležité je, aby zasahující jednotky byly připraveny na možnost využití zařízení jeho nasazení a schopnost ho použít v tunelu při tak náročném zásahu, který v případě požáru v tunelových stavbách je. Monitor Twister je na požárních stanicích dislokovaných na území města Brna umístěn na prvních výjezdových cisternách.

Pro zásahy v silničních tunelech zpracovat typovou činnost složek IZS ČR při společném zásahu. Nutnost pravidelného cvičení složek IZS a obsluhy tunelů na řešení MU v silničních tunelech. Pravidelné opakování vnitřního uspořádání tunelů přímo na místě za odborného výkladu správce tunelů. Pravidelné školení jednotek HZS a možnost výcviku příslušníků HZS v zařízeních, které se specializují na výcvik v tunelech.

V současné době je možné přenést obraz provozu v tunelu na KOPIS, je to jedna z možností, jak dát OD lepší přehled o situaci v tunelu. Tento přenos na obrazovku by byl jen při ohlášení události na KOPIS a jednalo by se jen o vizuální informaci. V žádném případě by tímto nebyla dána žádná povinnost hlídat provoz v tunelech OD KOPIS.

Zpracovat jednotky a techniku podle poplachového plánu (zadat tunel do databáze jako objekt), která bude určená pro zásahy v tunelech. Operační důstojník po převzetí zprávy a navolení objektu dostane okamžitě jednotky a techniku předurčenou pro zásahy v tunelech. Podle události o kterou se jedná vyšle jednotky na místo události. Na dopravní nehodu vyslat 1 stupeň a na požár 2 stupeň podle poplachového plánu. Umožnit přímé telefonní spojení mezi KOPIS a dispečerem zodpovídající za provoz v silničním tunelu.

Nouzové plochy pro přistání vrtulníku tak jak je stanoví TP 154 jsou dostačující. Problém pro přistání vrtulníku představují produkty požárů například kouř nebo plocha před portálem bude zablokována vozidly a tím prostor pro přistání nebude možno využít. V případě, že vrtulník není schopen přistát je možnost u vrtulníků PČR využití jeřábu a to jak na vysazení záchranářů tak vytažení zraněných, nebo na transport potřebného vybavení na místo neštěstí. Na letišti Brno Tuřany slouží letečtí záchranáři HZS ČR ÚO Brno, kteří mají vybavení na rychlý zásah při dopravních nehodách, tak na transport raněných osob. Je možnost jejich nasazení v nepřístupném terénu ,tak při hromadných nehodách kam se těžko dostávají jednotky hasičů po zemi. Jsou schopni provést adekvátní zásah do příjezdu dalších jednotek.

Při budování tunelových staveb je potřeba zvážit možnost výstavby požárních stanic v blízkosti tunelů a vybavení jednotek HZS ČR. Samozřejmě je potřeba vzít v úvahu do jaké kategorie tunel patří a jaké riziko z toho vyplývá. Jeden z příkladů v Brně je dislokovaná stanice BVV, která je ve vzdálenosti 1 km od dvou tunelů. V tomto prostoru se má stavět další tunel, který má sloužit pro tramvajovou dopravu.

V současné době je bezpečnost tunelů na popředí zájmu, ale je potřeba se podívat na vybavení záchranných složek, které budou zasahovat na místě události. Tak aby jejich vybavení odpovídalo potřebám k zvládnutí událostí.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PŘIBIL, P., JANOTA, A., SPALEK, J. Analýza a řízení rizik v dopravě. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 527 s. ISBN 987-80-7300-2140-0.
- [2] ČSN 73 6101: Projektování silnic a dálnic - Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací. Praha: Český normalizační institut, říjen 2004.
- [3] TP 154. Provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací - Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy a spojů, březen 2002.
- [4] ČSN 73 7507: Projektování tunelů pozemních komunikací. Praha: Český normalizační institut, duben 2006.
- [5] VLČEK, V. Sborník konference VŠB: Problémy evakuace a záchrany osob z podzemních prostor - vyhodnocení poznatků z velkých požárů v tunelech. Ostrava: VŠB, 2000. 450 s.
- [6] DUDÁČEK, A., aj. Zkoušky koordinace požárně bezpečnostních zařízení a systémů ventilace v tunelu Klímkovice. 112 Odborný časopis požární ochrany, 2008, roč. VII, č. 12, Příloha časopisu, strany 3 – 10.
- [7] VONÁSEK, J. Statistika událostí, GŘ HZS ČR r. 1998 – 2008.
- [8] KRATOCHVÍL, V., NAVAROVÁ, Š., KRATOCHVÍL, M. Tunelové stavby. Rescue report, 2008, roč. X., č. 5, s. 10 – 13.
- [9] Bojový řád jednotek požární ochrany – Zásah v silničním tunel ML č. 8/S. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86111-91-1.
- [10] KOVÁŘ, V. Tragická dopravní nehoda v tunelu. 112 Odborný časopis požární ochrany, 2008, roč. VII. č.11, s. 4 – 5.
- [11] VLČEK, V. Management požárů a jiných mimořádných událostí v dálničních tunelech České republiky [online]. Vydáno 1999 [cit. 2008-12-21] Dostupný z WWW: <http://spbi.hgf.vsb.cz-html-soft-sbor99-Sbor10_99.pdf>.
- [12] Wikipedia otevřená encyklopedie – Tunel. [online]. Vydáno 2006 [cit. 2008-12-21]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tunel>>.
- [13] HANUŠKA, Z. Metodický návod k vypracování dokumentace zdolávání požárů. Praha: Ministerstvo vnitra – ředitelství HZS ČR, 1996. 78 s. ISBN 80-902121-0-7.
- [14] BALOG, K., KVARČÁK, M. Dynamika požáru. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 1999. 96 s. ISBN: 80-86111-44-X.
- [15] Directorate – general for Public Works and Water Management. Project Safety Test Report on Fire tests. Utrecht, August 2002.

- [16] Analýza a řízení rizik tunelů pozemních komunikací, Výroční zpráva, Eltodo EG, Praha, leden 2003.
- [17] „Efekt of fire on tunnel lining stability“, Tunnels and Tunneling International, October 1998, pp. 39-41.
- [18] XVIIIth World Road Congress, Brussels, Road Tunnels, 13. - 19. 9. 1987, PIARC.
- [19] Tunely [online]. Vydáno 2008 [cit. 2008-11-23]. Dostupný z WWW: <www.dalnice silnice.cz>.
- [20] Tunely [online]. Vydáno 2002 [cit. 2008-11-23]. Dostupný z WWW: <www.ceskedalnice.cz>.
- [21] Sbírka interních aktů řízení ředitele Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje. In SIAŘ 23. Brno: 2009. 20 s.
- [22] EUREKA 1 (1995, Fire protection in Traffic Tunnels – Findings from Large Scale tests within the EUREKA-project EU 499 Firetun (Final Technika Report).
- [23] WAGEMAKERS, W. (february 2002). Meetrapport beproevening branddetectiesystemen Beneluxtunnel. Strukton Systéme, Utrecht. (measurements report on testing of fire detection systéme in the Benelux Tunnel).
- [24] FOLWARCZNY, L., POKORNÝ, J. Evakuace osob. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. 125 s. ISBN 80-86634-92-2.
- [25] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [26] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru.
- [27] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

GG	dispečink řízení dopravy – úroveň útvar
GT	dispečink řízení dopravy tunelů (oblastní)
GA	dispečink řízení technologie tunelů (oblast)
CT	hlavní řídicí stanice v tunelu a lokální dispečink tunelů
CS	programovatelné automaty a moduly vzdálených vstupů v tunelů
IT	technické zařízení tunelů (dopravní značky, ventilátory)
GGE	systém řízení dopravy - úroveň útvar
STS	systém řízení dopravy - úroveň uzlu
SST	systém řízení technologie - úroveň oblastní
SSA	systém řízení technologie - úroveň uzlu
SaP	síly a prostředky
VEA	velitelský automobil
RDST	radiostanice
TC	taktické cvičení
IZS	integrovaný záchranný systém
DT	dýchací technika
VDP	vzduchový dýchací přístroj
KDP	kyslíkový dýchací přístroj
OD	operační důstojník
SaP	síly a prostředky
OA	osobní automobil
NA	nákladní automobil
HCN	kyanovodík
CO	kysličník uhličitý
CO ₂	kysličník uhelnatý
EPS	elektrická požární signalizace
PPLA 101	protiplynový automobil
CAS 32 T 815	cisternová automobilová cisterna
TA S-MAN	technický automobil
CAS 24 MAN	cisternová automobilová cisterna
CAS 25 MB	cisternová automobilová cisterna
CAS 32 T 815	cisternová automobilová cisterna

KOPIS	krajské operační středisko
PPP Jmk	požárně poplachový plán Jihomoravského kraje

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Bojový řád jednotek požární ochrany S 8

Příloha 2: Trasy tunel Husovice

Příloha 3: LUF 60

13 PŘÍLOHY

Příloha 1: Bojový řád jednotek požární ochrany

Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky		
Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu		
Název:		8
Zásah v silničním tunelu	Metodický list číslo	S
	Vydáno dne: 4. prosince 2006	Stran: 5

I.

Charakteristika

- 1) Silniční tunel je liniový podzemní objekt, kterým prochází pozemní komunikace (silnice, dálnice nebo místní komunikace), umožňující plynulou a bezpečnou jízdu vozidel podcházením horských masivů, vodních překážek, osídlených oblastí, kulturně-historicky či ekologicky cenných území apod.; vyznačuje se uzavřeným příčným profilem.
- 2) Součástí silničního tunelu, např. v závislosti na jeho délce, uspořádání nebo větrání tunelu mohou být:
 - a) tunelová trouba - část tunelu, vymezená portály tunelu, kterou je vedena pozemní komunikace,
 - b) portál tunelu - část tunelu, která z vnějšku ohraničuje tunelovou troubu a utváří vjezdový, výjezdový nebo kombinovaný otvor tunelové trouby a prostor kolem něho,
 - c) tunelová propojka - příčná část tunelu, zpravidla navrhovaná jako částečně chráněná úniková cesta, jež spojuje dvě tunelové trouby mezi sebou ve vymezených vzdálenostech; může plnit funkci záchranné cesty a je zpravidla přetlakově větrána,
 - d) technologické vybavení tunelu - technické vybavení komplexu tunelu, sloužící ke zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví účastníků provozu i pracovníků provozovatele tunelu, bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích a k zabezpečení odpovídajících podmínek pro výkon obsluhy a údržby pracovníky provozovatele; jeho části plní plně nebo částečně funkci bezpečnostního vybavení v souladu se závěry bezpečnostní dokumentace. Patří sem např. i technologické šachty nebo chodby pod vozovkou,
 - e) nouzový chodník - komunikační prostor v tunelové troubě pro chůzi osob, který slouží jako nechráněná úniková cesta, dále jako přístupová cesta ke vstupům záchranných cest, k SOS kabinám, k hydrantům požárního vodovodu a zároveň k provádění servisní činnosti,
 - f) nouzový pruh - přidružený pruh, umístěný vpravo ve směru jízdy, který umožňuje plné nebo částečné nouzové odstavení vozidel, popř. bezproblémový průjezd vozidel složek IZS,
 - g) nouzový záliv - rozšířený prostor tunelu pro nouzové odstavení vozidel, který se zřizuje po určitých vzdálenostech,
 - h) otáčecí záliv - rozšířený prostor tunelu, který umožňuje v tunelu nouzové otočení vozidel do protisměru,
 - i) nástupní plocha - zpevněná plocha, určená k soustředění sil a prostředků při zdolávání mimořádné události zpravidla před portálem tunelu, vně tunelové trouby; slouží k nástupu jednotek, složek IZS a jejich techniky,

BŘ - ML č. 8/S str. 1

Obr. 41 Bojový řád zásahu v silničním tunelu

- j) náhradní úniková cesta - úniková cesta, umožňující únik osob z tunelu mimořádným (nestandardním) způsobem, např. po žebříku, po skluzné tyči, oknem, technologickou šachtou nebo chodbou atd.,
 - k) záchranná cesta - část únikové cesty, chráněná od místa ohrožení v tunelové troubě požární dělicí konstrukcí; podle účelu a velikosti světlého průřezu rozeznáváme záchranné cesty pro osoby, záchranné cesty pro vozidla, záchranné cesty pro osoby a zásahová vozidla, záchranné šachty, resp. schodišťové objekty; záchranná cesta ústí na volné prostranství nebo do souběžné tunelové trouby a zpravidla je přetlakově větrána,
 - l) záchranná šachta - svislý nebo šikmý komunikační prostor, sloužící pro únik osob, popř. pro zásah složek IZS,
 - m) záchytné bezpečnostní zařízení - dopravní zařízení, určené k zachycení vozidel, jako jsou zábradlí, svodidla, vodící stěny, prahy a obrubníky, tlumiče nárazu atd.,
 - n) kabina SOS - uzavřený prostor hlásky nouzového volání, určený rovněž k umístění dalšího bezpečnostního vybavení,
 - o) nouzové osvětlení tunelu - člení se na náhradní osvětlení tunelu a nouzové únikové osvětlení tunelu,
 - p) náhradní osvětlení tunelu - je zajišťováno náhradním osvětlením tunelové trouby a plnohodnotnou funkcí všech dalších osvětlovacích soustav osvětlení tunelu; náhradní osvětlení tunelu umožňuje pokračování provozu komplexu silničního tunelu se stanovenými omezeními nebo zvýšení bezpečnosti provozu v tunelu při jeho uzavírání,
 - q) náhradní osvětlení tunelové trouby - je zpravidla zajišťováno funkcí vybraných svítidel normálního osvětlení pozemní komunikace tunelové trouby a je součástí náhradního osvětlení tunelu; uvádí se do funkce ve zvláštním režimu provozu tunelu při náhradním napájení elektrickou energií,
 - r) nouzové únikové osvětlení tunelu - je zajišťováno samostatnou soustavou únikových svítidel nebo všemi svítidly osvětlovacích soustav pro osvětlení únikových cest v komplexu silničního tunelu; je funkční ve všech režimech provozu tunelu při normálním i náhradním napájení komplexu silničního tunelu elektrickou energií; nouzové únikové osvětlení tunelu se člení na osvětlení záchranných cest, nouzové osvětlení nechráněných únikových cest v tunelu, částečně chráněných a chráněných únikových cest v tunelu a nouzové osvětlení únikových cest, které jsou příslušné technologickým prostorům.
- 3) Pro zajištění bezpečného provozu v tunelu, příp. pro zajištění efektivní pomoci v případě vzniku mimořádné události v tunelu dále může sloužit:
- a) systém dohledu (CCTV) - zabezpečuje vizuální informace zvláště o dopravních situacích v tunelové troubě a před portály; v případě mimořádných událostí poskytuje automaticky (prostřednictvím funkcí řídicího systému) vizuální informace o lokalitách, kde jsou mimořádné události identifikovány,
 - b) vodní hospodářství - zahrnuje požární vodovod, požární nádrže, čerpací stanice, standardní zásobování pitnou vodou technologických prostor s trvalou obsluhou a systémy odpadních vod,
 - c) provozně technický objekt tunelu (PTO) - nachází se zpravidla u jednoho či obou portálů tunelu; jedná se o objekt, do kterého jsou svedena ovládání technologie tunelu, jež je možno manuálně ovládat v případě mimořádné události,
 - d) systém větrání tunelu - zahrnuje systém provozního a havarijního větrání,
 - e) informační systém - souhrn zařízení poskytující informace pro uživatele tunelu pro běžné a mimořádné situace (značky, komunikační prostředky apod.).

BŘ - ML č. 8/S str. 2

Obr. 42 Bojový řád zásahu v silničním tunelu

- 4) Silniční tunely se dělí podle:
- délky** na krátké (do 300 m), střední (do 1000 m) a dlouhé (nad 1000 m),
 - příčného uspořádání** na obousměrné (v jedné tunelové troubě dva dopravní směry) a jednosměrné (v jedné tunelové troubě jeden dopravní směr),
 - typu větrání** na tunely s větráním přirozeným a nuceným, které může být podélné, polopříčné, příčné, popř. v kombinaci.
- 5) U požáru v silničním tunelu je předpoklad rychlého šíření zplodin hoření, rychlého rozšíření požáru a vysoké teploty (v extrémních případech více než 1000 °C). Zplodiny hoření jsou vysoce toxické vzhledem k výskytu a charakteru hořlavých látek v místě požáru (vozidla a jejich náklad, provozní náplně vozidel). Jejich množství a hustota kouře je zásadním faktorem, který ovlivňuje nasazení sil a prostředků a možnost provedení záchranných a likvidačních prací. Při požáru je ohrožen velký počet osob.
- 6) Hrozí zde nebezpečí výbuchu, jelikož se v místě požáru může nacházet vozidlo na plynový pohon nebo vozidla převážející nebezpečné látky a předměty.
- 7) Při požáru dochází k působení tepla na stavební konstrukce (povrch vozovky, odprýskávání betonu, odpadávání konstrukcí) a k jejich značnému tepelnému namáhání (ztráta únosnosti výztuže), současně může docházet k poruchám větrání.
- 8) Specifikace nebezpečí, které vycházejí z metodických listů Bojového řádu jednotek PO:
- nebezpečí fyzického vyčerpání,*
 - nebezpečí intoxikace,*
 - nebezpečí ionizačního záření,*
 - nebezpečí opáření,*
 - nebezpečí popálení,*
 - nebezpečí na pozemních komunikacích,*
 - nebezpečí přehřátí,*
 - nebezpečí psychického vyčerpání,*
 - nebezpečí výbuchu,*
 - nebezpečí zřícení konstrukcí,*
 - nebezpečí ztráty orientace,*
 - nebezpečí výbuchu výbušných látek a pyrotechnických směsí.*
- 9) Zásah v silničním tunelu je charakterizován těmito faktory:
- fyzicky náročná doprava technických prostředků na místo zásahu v tunelu,
 - stísněný prostor v případě hromadné havárie,
 - překonání značných vzdáleností, mnohdy pěšky, obtížný transport osob, prostředků,
 - malá viditelnost, sálavé teplo, silné zakouření,
 - komplikované odvětrávání prostoru,
 - neznámý počet ohrožených osob a pozdní reakce osob na vznikající nebezpečí,
 - problémy s komunikací mezi zasahujícími,
 - potřeba spolupráce s dohledovým pracovištěm a komunikace s ohroženými osobami v tunelu (informační systém).

II.

Úkoly a postup činnosti

- 10) O způsobu zásahu v silničním tunelu rozhodne:
 - a) druh události v tunelu - požár, nehoda bez požáru, jiná mimořádná událost,
 - b) množství a druhy postižených vozidel v tunelu (počet ohrožených osob, nebezpečný náklad atp.),
 - c) kategorie tunelu a bezpečnostní stavební úpravy tunelu,
 - d) typ a momentální stav systému větrání tunelu,
 - e) technologické vybavení tunelu.
- 11) Hlavní směry nasazení hasičů při požáru v:
 - a) obousměrném tunelu s příčným větráním - lze nasadit z obou stran na požár,
 - b) obousměrném tunelu s podélným větráním - nasazení ve směru proudění čerstvého vzduchu tunelem,
 - c) jednosměrný tunel s podélným větráním - nasazení ve směru proudění čerstvého vzduchu tunelem,
 - d) jednosměrný tunel s příčným větráním - lze nasadit z obou stran na požár,
 - e) pokud má tunel dvě tunelové trouby, provádí se zásah z druhé (nezasažené) tunelové trouby přes nejbližší záchranou cestu.
- 12) Kromě hlavních směrů nasazení je nutno pro záchranu osob počítat také s ostatními směry nasazení v místech předpokládaného výskytu osob, které jsou v tunelu.
- 13) Při zásahu je třeba zvážit hloubku vjezdu do zasažené tunelové trouby zásahovými automobily vzhledem k odvětrání tunelu, poloze místa hoření apod.
- 14) Při průzkumu je nutné zjistit:
 - a) polohu místa události (kilometrovník po 100 m), druh události,
 - b) stav evakuace, výskyt a počet ohrožených (pohřešovaných) osob,
 - c) situaci v dopravě (uzavření vjezdů do tunelu v obou směrech),
 - d) směr proudění plyných zplodin hoření (pásmo zakouření), posoudit odvětrávání tunelu,
 - e) počet a druhy vozidel nacházející se v tunelu,
 - f) výskyt vozidel přepravujících nebezpečný náklad, popř. na plynový pohon,
 - g) rozsah požáru a jeho šíření,
 - h) informace o stavu technického a technologického zařízení tunelu, zejména o funkci vдуchotechnického zařízení, možnosti jeho reverzace.
- 15) Při hašení požáru v tunelech je třeba:
 - a) zřídit štáb velitele zásahu, místo pro týl a k umístění a evidenci zraněných, označit místo pro leteckou záchrannou službu a ostatní složky IZS,
 - b) využívat dokumentaci zdolávání požáru a další dokumentaci o tunelu,
 - c) spolupracovat s dohledovým pracovištěm (provozovatel tunelu),
 - d) vyhlásit odpovídající stupeň poplachu, povolat dostatečné množství sil a prostředků,
 - e) zajistit vyproštění a záchranu osob, poskytnout první pomoc a vynést zraněné osoby z tunelu na předem stanovené místo nebo do nezasažené tunelové trouby; vytvořit pro tento úkol úsek,

- f) vytvořit nástupní prostor pro zásah, nutno počítat s použitím velkého množství dýchacích přístrojů, velkými vzdálenostmi a střídáním nasazených hasičů při zásahu,
- g) organizovat jištění zasahujících hasičů,
- h) vést kontrolu o vstupu a výstupu hasičů ze zasažené tunelové trouby.

III.

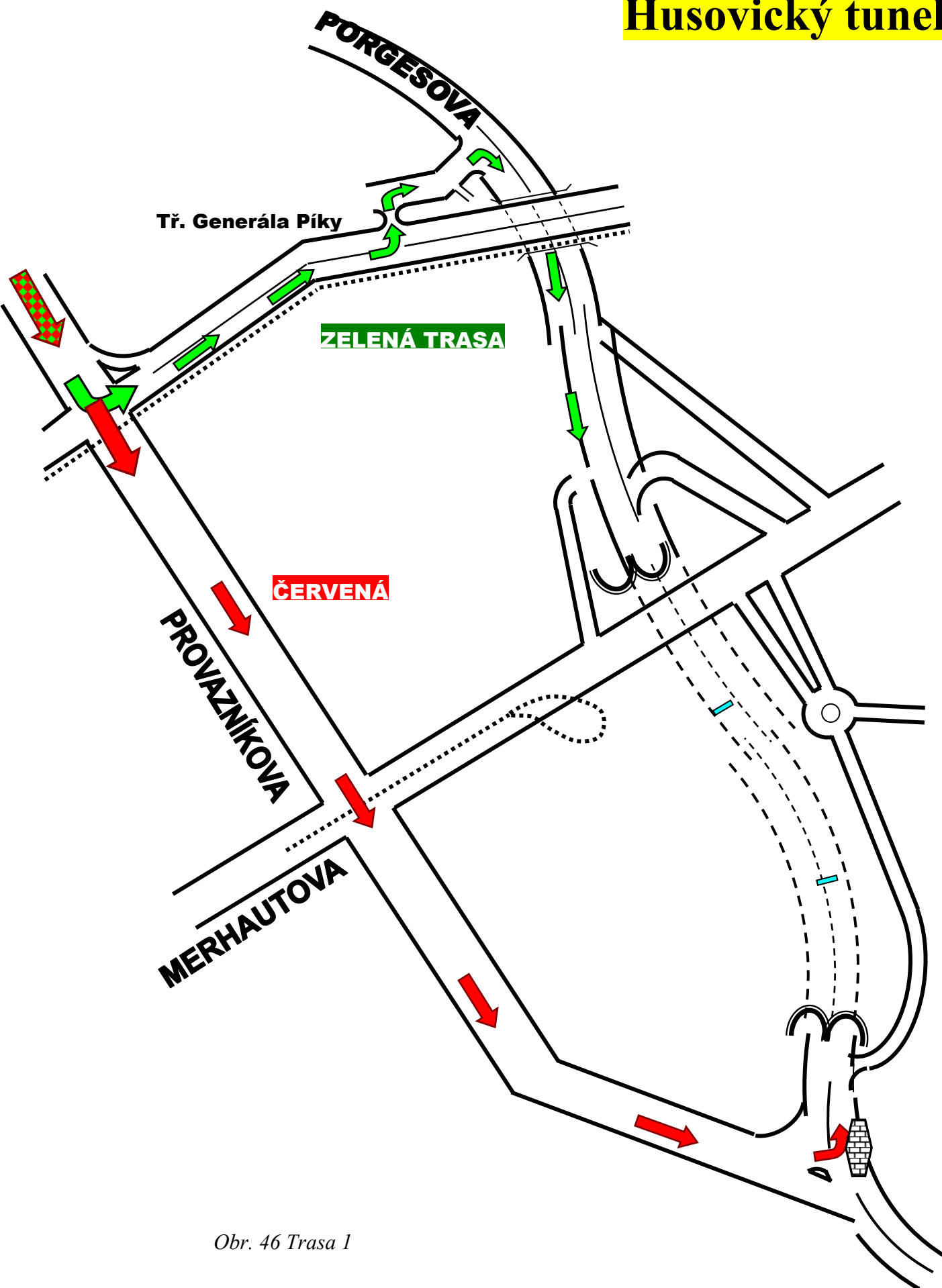
Očekávané zvláštnosti

- 16) Při požáru v silničním tunelu je nutno počítat s následujícími komplikacemi:
 - a) s malou viditelností, s vysokými teplotami, toxicitou zplodin hoření, odprýskáváním betonové konstrukce tunelu,
 - b) s velkým množstvím vozidel a osob v zasaženém tunelu,
 - c) obtížným transportem zařízení, zraněných osob apod.,
 - d) možností výskytu nebezpečných látek a předmětů,
 - e) s velkou potřebou sil a prostředků a dlouhodobým nasazením jednotek,
 - f) s přítomností vozidel na plynový pohon,
 - g) s nedostatečným množstvím láhví se vzduchem pro dýchací přístroje,
 - h) s možností omezeného spojení pomocí radiostanic,
 - i) s omezeným pohybem v tunelu.

Příloha 2: Trasy tunel Husovice

Trasy tunelu Husovice zpracované pro předurčené jednotky a přesné určení místa příjezdu k tunelu.

Husovický tunel

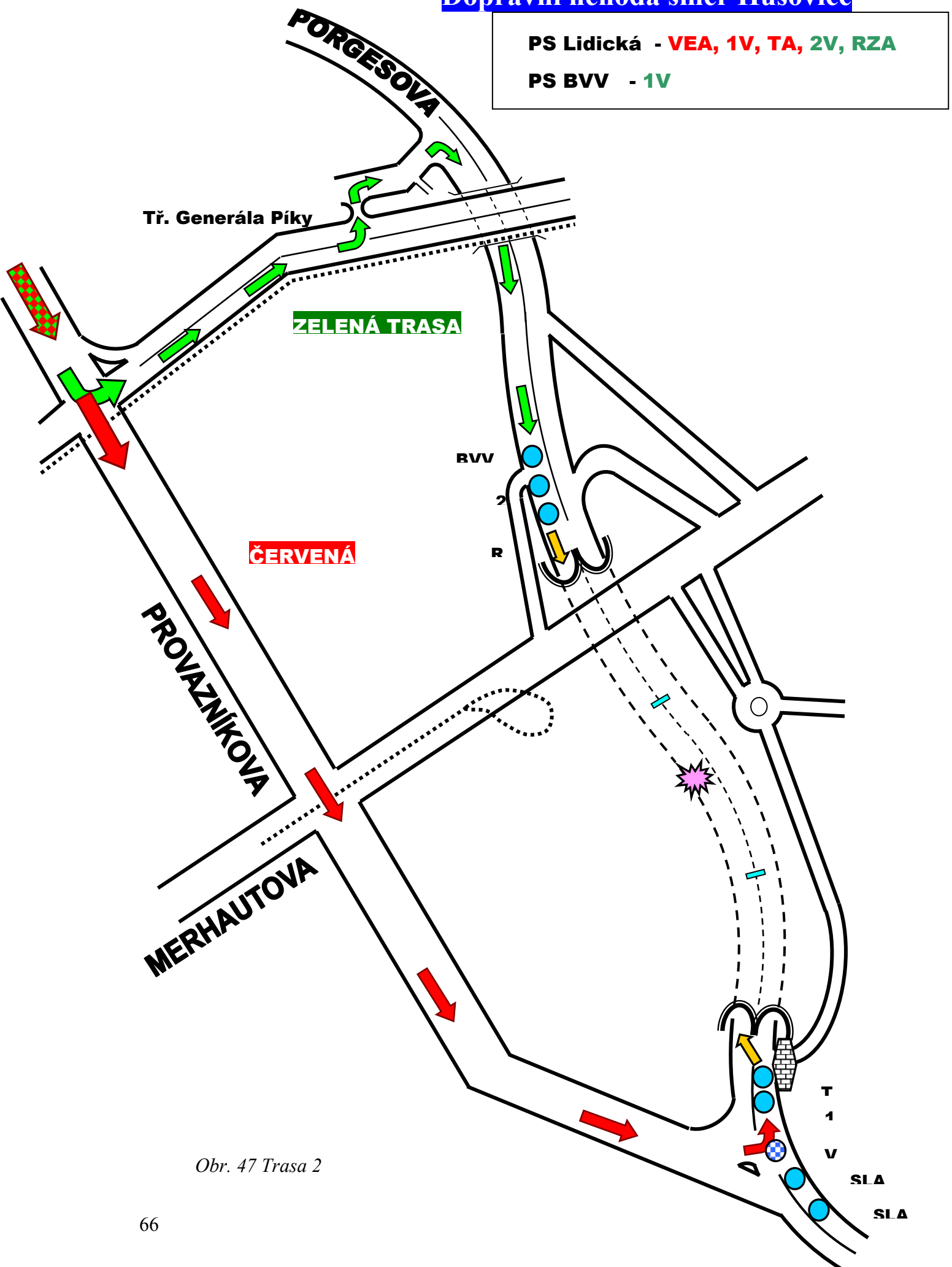


Obr. 46 Trasa 1

Dopravní nehoda směr Husovice

PS Lidická - **VEA, 1V, TA, 2V, RZA**

PS BVV - **1V**

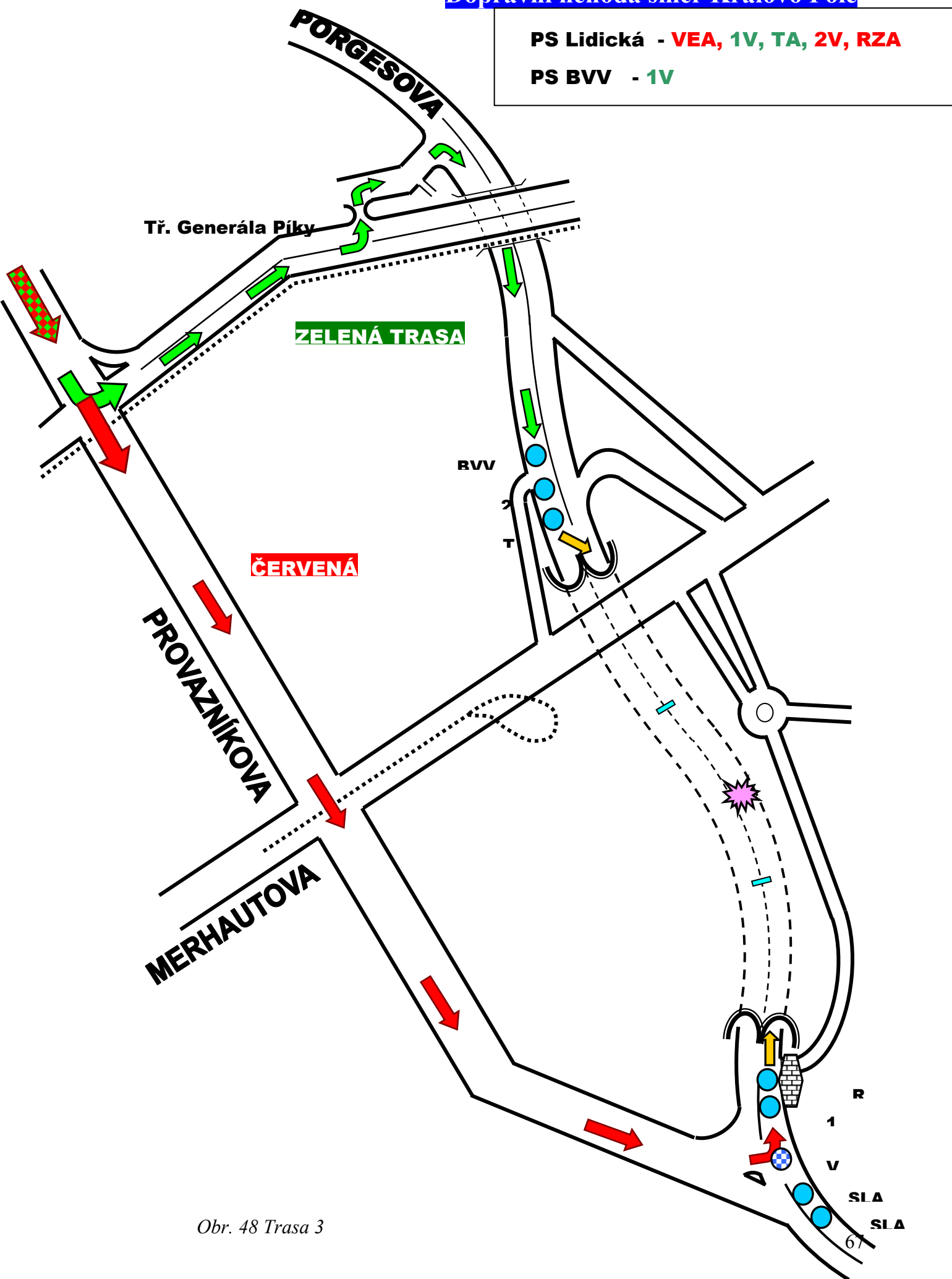


Obr. 47 Trasa 2

Dopravní nehoda směr Královo Pole

PS Lidická - **VEA**, **1V**, **TA**, **2V**, **RZA**

PS BVV - **1V**

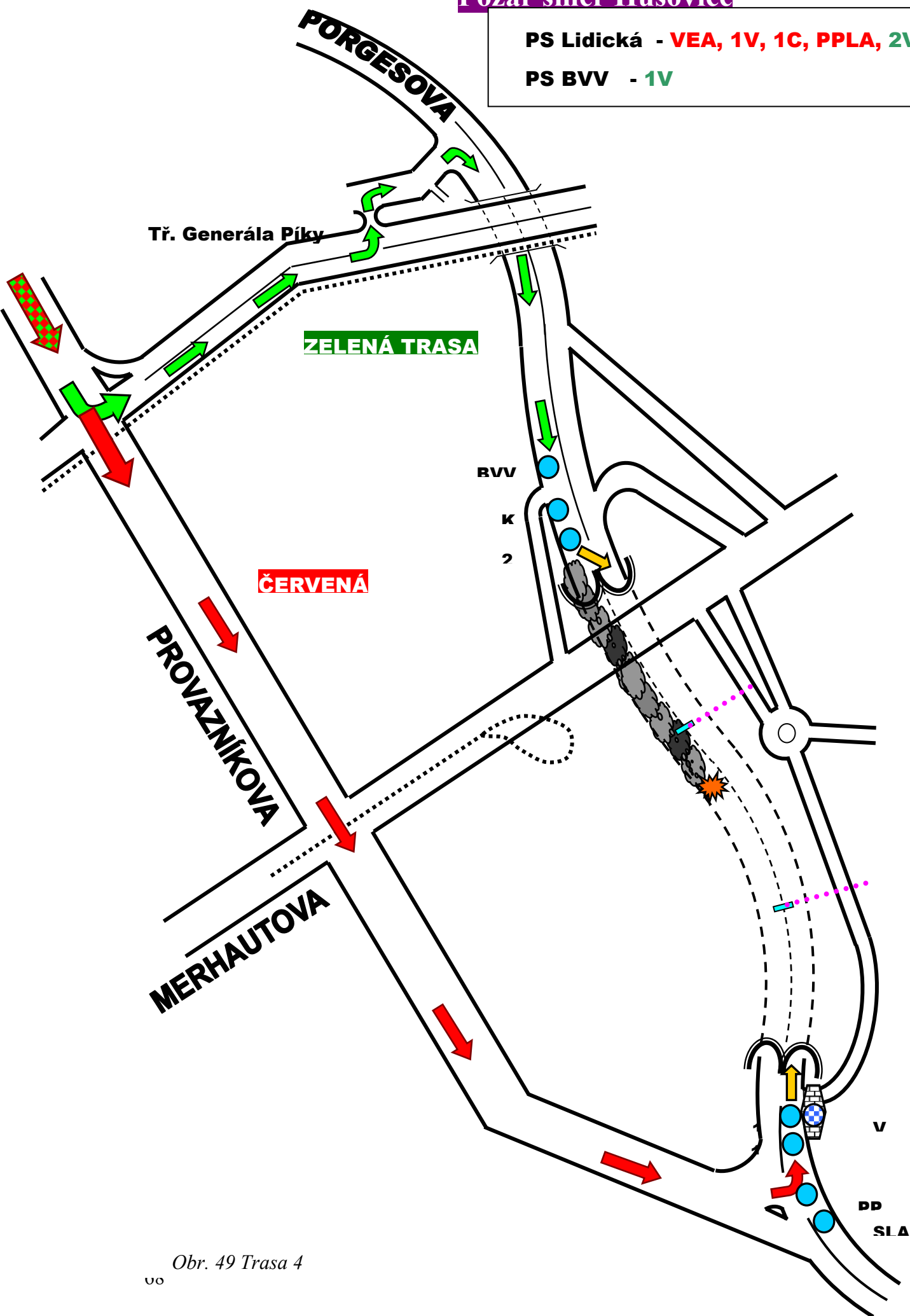


Obr. 48 Trasa 3

Požár směr Husovice

PS Lidická - **VEA, 1V, 1C, PPLA, 2V, KHA,**

PS BVV - **1V**

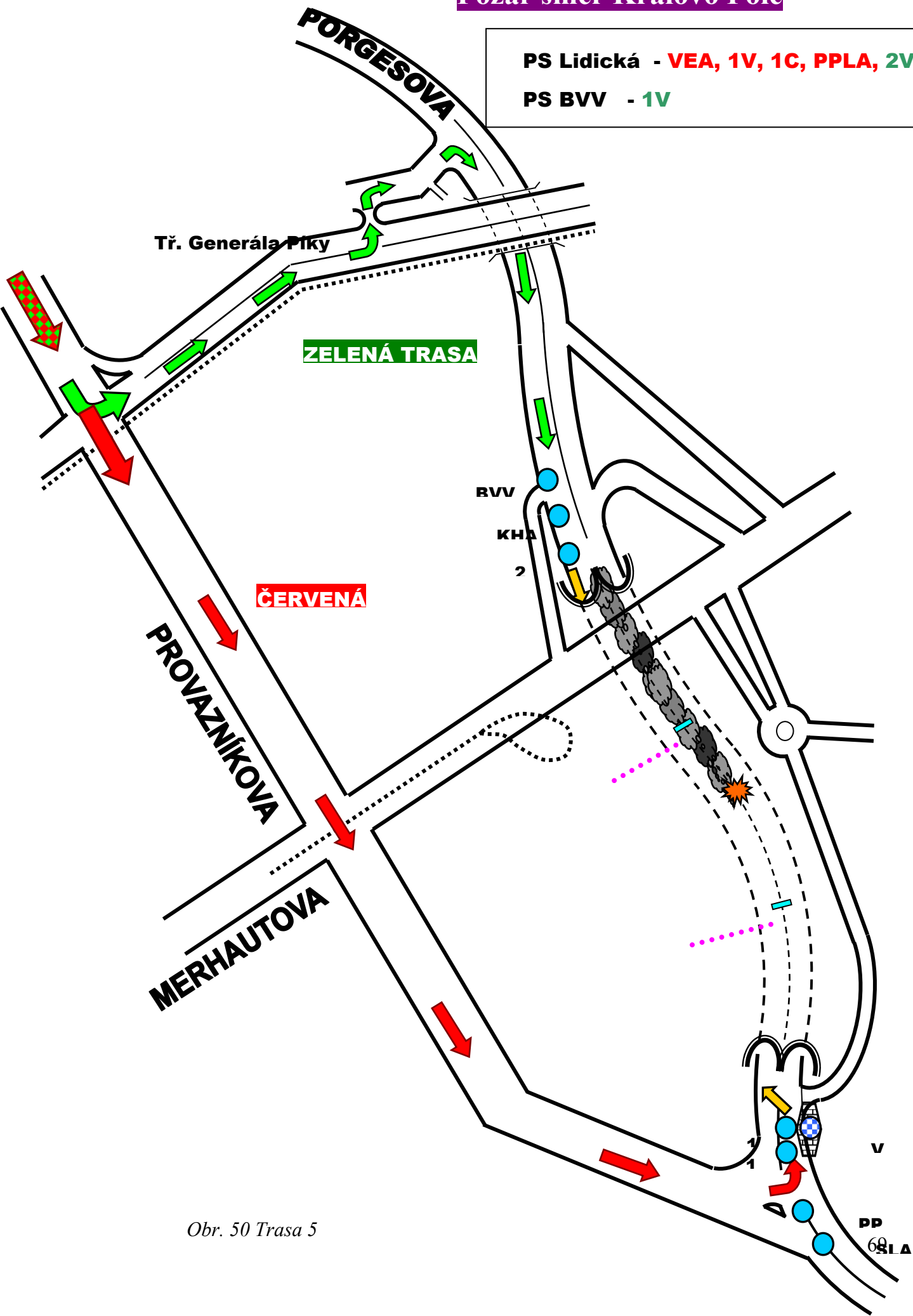


Obr. 49 Trasa 4

Požár směr Královo Pole

PS Lidická - VEA, 1V, 1C, PPLA, 2V, KHA,

PS BVV - 1V



Obr. 50 Trasa 5

Příloha 3: LUF 60

- Plynule řízený průtok vody 400 až 3000 litrů za minutu vody.
- Dostřik vody 80 metrů.
- Dostřik pěny 35 metrů.
- Množství 800 litrů za minutu.
- Uveze 400 kg materiálu na přední snímatelné přepravní vaně.
- Tažná síla navijáku je 3 500 kg.

