

VÝVOJ PRINCIPŮ (SEBE)ZÁCHRANY OSOB PŘI POŽÁRECH V DOPRAVNÍCH PROSTORÁCH TUNELOVÉHO KOMPLEXU BLANKA

L. Rákosník & A. Votrubová & J. Sural & V. Vránová
Satra, spol. s r.o., Prague, Czech Republic

ABSTRAKT: Tunely pozemních komunikací se oproti povrchovým komunikacím vyznačují dalšími specifickými nebezpečími vyplývajícími z uzavřeného příčného profilu konstrukce. Z pohledu bezpečnosti osob je tedy nutné řešit požární bezpečnost. Předpisová základna ČR řešící požární bezpečnost osob v prvních okamžicích po vzniku požáru přistupuje k tunelům PK primárně jako k nevýrobním objektům (Česká agentura pro standardizaci 2023). Tzn. řeší primárně bezpečnost pěších osob a nezohledňuje aspekty vlastního silničního provozu, natož možnosti telematického řízení dopravy v závislosti na aktuální dopravní situaci. Předpisy vztahující se přímo k projektování a vybavení připravovaných nebo již provozovaných tunelů PK (Česká agentura pro standardizaci 2013, MD ČR 2025, MD ČR 2024) stanovují požadavky na umístění jednotlivých konstrukčních/technologických/telematických prvků a princip organizačního zabezpečení zásahu, ale už povětšinou neřeší požadavky na vzájemnou interakci v prostoru a čase při vzniku mimořádné události. Na základě podrobného rozboru průběhu závažnějších mimořádných událostí vzniklých za dobu více než deseti let provozu TK Blanka prošel vývojem i pohled na principy sebezáchrany a záchrany osob v komplexu. Článek přibližuje postupnou implementaci podpůrných opatření, zahrnujících implementaci nových technologických zařízení a úpravu principů součinnosti a řízení jednotlivých technologických prvků a celků a řízení silničního provozu i s ohledem na BESIP.

1. ÚVOD

Tunelový komplex Blanka byl na konferenci představen v řadě předchozích ročníků. Cílem tohoto článku je popsat, jak reálné zkušenosti vedly k úpravám principů (sebe)záchrany a implementaci dynamických evakuačních sekvencí vybraných technologických celků zohledňujících možné dopravní situace při vzniku požáru vozidla v TKB. Tyto sekvence se kromě plnění primárního účelu – podpory evakuace osob a zásahu Hasičského záchranného sboru (HZS) - snaží zohlednit bezpečnost silničního provozu (BESIP) v úsecích tunelového komplexu, které nejsou přímo ohroženy požárem.

Uživatele komunikace v tunelu je potřeba ochránit před účinky požáru, především před toxickými zplodinami. Samozřejmě platí, že čím méně osob se nachází v oblasti požáru, tím méně jich je ohrožených. Proto je obecnou snahou omezit počet osob poblíž požáru, a ty osoby, které se již v oblasti požáru nacházejí, informovat a umožnit jim únik do bezpečných prostor. Za tímto účelem se do tunelů instaluje řada technologických, bezpečnostních a telematických zařízení pro detekci mimořádných událostí a pro aktivaci adekvátních reakcí na tyto události.

Z hlediska řízení dopravy je po zjištění požáru prvotním úkolem zabránit příjezdu dalších vozidel do ohrožené oblasti v tunelové troubě s touto událostí (zasažená tunelová trouba). Po detekci požáru a vyhlášení požárního poplachu v řídicím systému tunelu a v návazných technologiích jsou vozidla z pohledu směru jízdy před požárem zastavována aktivací světelných signálů S 1a a S 8a. Vozidla za požárem se nechávají volně nebo i přednostně (prioritizace směru z tunelu s kolizními povrchovými dopravními proudy) odjet. Pokud je tunel tvořen dvěma tunelovými troubami, dochází i k uzavření požárem nezasážené tunelové trouby (zásahová tunelová trouba), tzn. zavře se okamžitě vjezd a postupnou vyklizovací sekvencí se aktivují v dalších řezech světelné signály S 1a a S 8a. Zásahová trouba slouží jako požárně bezpečný prostor pro osoby unikající ze zasažené tunelové trouby přes tunelové propojky, a zároveň z ní opačným směrem zasahují jednotky HZS (MV–GR HZS ČR). Z hlediska řízení technologií v tunelu je snahou upozornit osoby/uživatele tunelu zachycené v tunelu na hrozící nebezpečí a poskytnout jim podmínky pro sebezáchranu do příjezdu jednotek HZS. To představuje především

aktivaci hlášení místního rozhlasu, nouzového únikového osvětlení, požárního větrání, zařízení pro provozní informace. Popis a hodnocení účinnosti jednotlivých informačních prostředků, reakcí a chování uživatelů by vydaly na několik dalších článků. Jak vyplývá z výše uvedeného, evakuační proces lze tedy rozdělit na dvě hlavní fáze podle toho, zda již jednotky HZS dorazily do tunelu (záchrana osob a likvidace požáru), nebo dosud ještě nedorazily (sebezáchrana uživatelů).

Při aktivaci požárního poplachu v řídicím systému TKB, ať už na základě detekce liniovým teplotním hlásičem, nebo manuální aktivací dispečerem technologie, se aktivují následující provozní celky technologické vybavenosti:

- řízení dopravy,
- nouzové únikové osvětlení,
- hlavní osvětlení tunelu,
- vzduchotechnika,
- místní rozhlas,
- anténní zařízení,
- vodní hospodářství.

Jak si ukážeme dále, jedna věc je splnění požadavků předpisů ve smyslu požadavků na rozmístění a zapojení jednotlivých technologických provozních celků. Druhá věc je implementace logiky jejich aktivace a funkce tak, aby v řešené situaci byly co nejvíce přínosné pro všechny zúčastněné aktéry.

2. TUNELOVÝ KOMPLEX BLANKA – VÝCHOZÍ BEZPEČNOSTNÍ KONCEPCE

TKB jakožto městský tunel byl od začátku projektován tak, aby v něm s ohledem na předpokládatelné dopravní situace a hustotu provozu v denních špičkách mohly být alespoň částečně připouštěny kongesce bez výrazného navýšení rizik z hlediska požární bezpečnosti, což vyžaduje efektivní systém řízení a regulování dopravy i evakuaci pěších. Centrálním mozkiem tunelu je řídicí systém tunelu, který propojuje všechny detektory a návazně reagující zařízení v technologii a dopravě. Do řízení dopravy po vyhlášení požárního poplachu byly implementovány příslušné scénáře automatického uzavření všech vjezdů do komplexu, uzavírání a vyklizování jednotlivých dopravních úseků (Brusnice, Dejvice, Bubeneč) v kombinaci odpovídající poloze požáru. Tzn. při vyklizování je v křižovatkách, do kterých ústí výjezdy z tunelu, světelnou signalizací preferován výjezd z tunelu, tak, aby byl tunel co nejdříve vyklizen. Cílem vyklízení v požárem zasažené tunelové troubě je omezit počet vozidel v úsecích za požárem, kam se může přirozeně šířit nebo být nuceně požárním větráním směřován kouř. Cílem vyklízení v tunelové troubě bez požáru, tzn. zásahové, je snahou vyklidit z tunelu vozidla, která by při setrvání v tunelu mohla překážet přijíždějícím jednotkám HZS, resp. ohrozit svým pohybem pěší osoby, kterým se již podařilo tunelovými propojkami projít z trouby s požárem do opačné trouby.

Funkce po aktivaci požárního režimu v řízení dopravy probíhala následovně:

- okamžitě se uzavírají všechny vjezdy z povrchové sítě do obou jízdních pásů/tunelových trub ve všech čtyřech MÚK (závory Z1 + S 13);
- v dopravním úseku s požárem (od odpojení výjezdové rampy předchozího dopravního úseku po následující odpojení) je od vjezdů až po řez pruhové signalizace příslušný místu detekce požáru okamžitě pozastaven provoz na každém takovém řezu;
- ve dopravních prostorách v zasažené tunelové troubě, které se z hlediska směru jízdy nacházejí již za požárem, se vozidla nechají volně vyjet libovolným výjezdem;
- na jízdním pásu bez požáru se uzavírá dopravní úsek protilehlý k zasaženému úseku;
- v nezasažených dopravních úsecích, které se ve směru jízdy nacházejí již za protilehlým úsekem k úseku s požárem, se ponechají všechny směry jízdy otevřené;
- postupně se aktivují vyklizovací sekvence v uzavíraných úsecích, které postupují konstantní rychlostí odpovídající cca polovině nejvyšší povolené rychlosti.

V řízení technologické vybavenosti po aktivaci požárního režimu reagovaly vybrané technologické celky následujícím automatizovaným způsobem:

- nouzové únikové osvětlení se okamžitě rozsvítí v obou tunelových troubách v celé délce obou tunelových trub komplexu;
- hlavní osvětlení tunelu se okamžitě rozsvítí v obou tunelových troubách na maximum,

- Stropní osvětlení vstupů do záchranných cest/propojek v obou tunelových troubách se vypne, kromě nasvětlení propojky, která je řídicím systémem na základě polohy požáru navržena jako nejvhodnější pro zásah HZS;
- požární větrání se aktivuje podle scénáře příslušného danému detekčnímu úseku požáru;
- místní rozhlas (reproduktory umístěny v obou troubách u vstupů do propojek, a dále v propojkách) se okamžitě aktivuje zároveň v obou troubách a v propojkách; v požárem zasažené tunelové troubě a v propojkách vyzývá k opuštění tunelové trouby spojovací chodbou; v nezasazené troubě vyzývá k opuštění tunelu ve/proti směru jízdy, podle toho, který portál je v daném místě blíže; hlášení (pouze v češtině) se cyklicky opakují;
- automatický vstup do FM vysílání rozhlasových stanic, jejichž frekvence jsou v komplexu šířeny. Po jednom přehrání zprávy o uzavření TKB opět naváže vysílání předchozí naladěné stanice.

Z uvedeného je zřejmé, že k aktivaci návazných reakcí bezpečnostních zařízení bylo přistupováno stejně jako u budov; vše je aktivováno okamžitě a ve všech prostorách, což je v případě budov v pořádku. V kontextu uvažování stavu aktuální dopravní situace a podmínek BESIP v 5,5 km dlouhém tunelovém komplexu s připojovacími a odbočovacími pruhy to ale vyvolává řadu otázek a pochybností o důsledcích aktivace pro projíždějící řidiče. Uživatelé tunelu se v jednotlivých úsecích komplexu nacházejí v odlišných situacích. Zatímco v oblasti bezprostředně u požáru je taková reakce adekvátní, v opačné tunelové troubě, kde probíhá standardní silniční provoz a uživatelé nejsou požárem bezprostředně ohroženi, již tolik ne. Diskutabilní rovněž jsou únikové vzdálenosti v řádech vyšších stovek metrů.

Pro úplnou představu uveďme následující příklad: vzhledem k nastavené logice scénářů vyklizování tunelu může např. dojít k situaci, kdy vozidlu, které vjelo do požárem nezasazené trouby komplexu těsně před uzavřením vjezdu požární sekvencí, je umožněn průjezd v celé délce komplexu, tzn. 5,5 km. Tuto vzdálenost vozidlo projede při nejvyšší povolené rychlosti 70 km/h za cca 5 minut, při 50 km/h dokonce za cca 7 minut (a to neuvažujeme možnosti kongescí). Po celou tuto dobu na řidiče takového vozidla svítí svítidla nouzového osvětlení, umístěná cca 1 m nad vozovkou s roztečí cca 12 m, s parametry svítivosti dimenzovanými především na viditelnost při zakouření celého příčného profilu tunelové trouby... Nemluvě o automatizovaných hlášeních místního rozhlasu, která rovněž narušují pozornost řidičů (řidiči mohou zpomalovat ve snaze zachytit a porozumět hlášení a vytvářet kolizní situace). Před zprovozněním TKB byly tyto možné důsledky okamžité aktivace požární sekvence pro BESIP diskutovány se zainteresovanými stranami, nicméně byla dána přednost jednoduchému splnění požadavků požárně-bezpečnostních předpisů dle dosavadních zvyklostí.



Obrázek 1: Aktivace nouzového únikového osvětlení

3. ANALYZOVANÉ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI V TKB (2015–2025)

Za více než desetileté období provozu TKB byla zaznamenána řada mimořádných událostí různé závažnosti (požáry OA/TNV, zakouření bez plamenného hoření, dopravní nehody se sekundárním rizikem), které otestovaly původní koncepci a poskytly možnost vyhodnocení původně nastavených principů a parametrů (Tabulka 1). Tyto vybrané události byly nad rámec standardních požadavků podrobněji prověřeny projekčním týmem. Pro vyhodnocení byly využity kamerové záznamy, záznamy komunikace jednotlivých složek, případně účastníků provozu, a záznamů reakcí a stavů jednotlivých technologických celků v řídicím systému.

Tabulka 1: Seznam analyzovaných událostí s aktivací požárního režimu v TKB

Datum	Tunel	Hořící objekt/ Zdroj kouře	Prvotní detekce	Aktivace požárního režimu	Poznámka
14. 5. 2019	TKB (BUB)	Osobní vozidlo	Detektor kouře	Manuálně DT (obrazovka EPS)	Pouze porucha turbodmychadla – bez následného požáru.
5. 8. 2019	TKB (BUB)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkrim. vozidla (ztráta viditelnosti)	Poloautomaticky DT (potvrzení detekce kouře)	Pouze porucha turbodmychadla – bez následného požáru.
9. 10. 2019	TKB (DEJ)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkrim. vozidla (pomalu jedoucí vozidlo)	Manuálně DT (obrazovka EPS)	
14. 11. 2019	TKB (DEJ)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkriminovaného vozidla (stoj. voz.)	Automaticky	Automatický signál EPS přišel cca 3 a půl minuty od zastavení vozidla.
16. 1. 2020	TKB (BUB)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkriminovaného vozidla (stoj. voz.)	Automaticky	Automatický signál EPS přišel cca 2 a půl minuty od zastavení vozidla.
19. 2. 2020	TKB (BRU)	Těžké náklad. vozidlo	Video-detekce inkriminovaného vozidla (stoj. voz.)	Manuálně DT (obrazovka EPS)	Pouze porucha turbodmychadla – bez následného požáru.
25. 5. 2020	TKB (BRU)	Těžké náklad. vozidlo	Video-detekce (jiného zastaveného vozidla v místě)	Automaticky	Automatický signál EPS přišel více než 10 minut po zastavení hořícího vozidla, cca 6 a půl minuty po detekování kouře video-detekcí.
2. 8. 2020	TKB (BRU)	Osobní vozidlo	Požáru předcházelo řešení nehody vozidel	Automaticky	Požáru předcházelo řešení nehody. Automatický signál EPS přišel cca 2 a půl minuty od prvních plamenů.

Datum	Tunel	Hořící objekt/ Zdroj kouře	Prvotní detekce	Aktivace požárního režimu	Poznámka
20. 12. 2020	TKB (BUB)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkriminovaného vozidla (stoj. voz.)	Automaticky	Předcházelo řešení jiné události. Automatický signál EPS přišel cca 3 minuty nehodě vozidla.
21. 11. 2023	TKB (BUB)	Osobní vozidlo	Video-detekce inkriminovaného vozidla (stoj. voz.)	Manuálně DT (obrazovka EPS)	Automatický signál EPS přišel téměř 5 minut po zastavení hořícího vozidla.

První indicie o důsledcích původního nastavení technologických celků poskytlo prověřovací cvičení složek IZS v roce 2016. Jak vyplývá z legislativy (Česká republika 2001), prověřovací cvičení není předem ohlašováno zúčastněným organizacím a tunel není před cvičením předem dopravně uzavírán. I když bylo cvičení provedeno v nočních hodinách, došlo aktivací požární sekvence v tunelovém komplexu a okamžitým pozastavením provozu v dopravním úseku se simulovaným požárem k zachycení řady vozidel (vč. zahraničních účastníků). To umožnilo sledovat i autentické reakce osob z řad motoristické veřejnosti; kromě jiného tak měly obsluhy tunelů možnost procvičit si znalosti angličtiny při komunikaci přes SOS kabiny v tunelu. Kladným poznatkem ze cvičení z hlediska evakuace byl fakt, že srozumitelnost hlášení místního rozhlasu byla dostatečná, protože řada osob z vozidel z úseku se simulovaným požárem uposlechla automatizovaných výzev místního rozhlasu k evakuaci. Dle požadavku opustily zasaženou tunelovou troubu, tunelovou propojkou prošly do nezasažené tunelové trouby a dle pokynů rozhlasu se vydaly k portálům tunelového komplexu. Jelikož se místo simulovaného požáru nacházelo ve 3 km dlouhém Bubenečském tunelu, absolvovaly osoby v tom nejnepríznivějším případě cca 1,5 km dlouhou cestu na portály. Dohledání osob a jejich dopravení zpět k vozidlům zabralo značnou část doby celého cvičení. S ohledem na tuto přímou zkušenost s pochodem vyvstaly opět otázky, zda princip navádění až k portálům tunelu je z pohledu požární bezpečnosti osob nezbytný.

K prvnímu skutečnému požáru vozidla došlo až v říjnu 2019, tzn. více jak 4 roky po zahájení zkušebního provozu, cca týden před jeho ukončením. Poté během 15 měsíců následovalo 5 požárů. Další požár s odstupem téměř 3 let. Už z výčtu datumů vzniku jednotlivých událostí je patrné, že klasický pravděpodobnostní přístup k hodnocení rizik na statistické bázi není pro posouzení úrovně bezpečnosti tunelu zcela účelný. Obecně je vhodnější se zaměřit na analýzy jednotlivých scénářů událostí, protože, jak potvrdila praxe, děbel se skrývá v detailu. Co událost, to nějakým způsobem unikátní podmínky, vývoj a způsob řešení situace jak z pohledu uživatelů tunelu, tak z pohledu obsluh tunelových dispečinků nebo zasahujících jednotek IZS.

4. POZNATKY Z ANALÝZ A IDENTIFIKACE PROBLÉMŮ PŮVODNÍHO SYSTÉMU

Jak ukázal rozbor událostí, sebezáchrana a reakce osob v prvních okamžicích po aktivaci požárního poplachu může mít mnoho podob; od ignorování světelné signalizace přes setrvání ve vozidle na místě nebo přes pěší evakuaci po otáčení vozidel a odjezd z tunelu v protisměru (**Error! Reference source not found.**, Obrázek 4, Obrázek 5, **Error! Reference source not found.**). Roli v mnoha ohledech hraje i poloha zúčastněných vůči požáru, a přímá viditelnost hrozícího nebezpečí. V případě viditelnosti nebezpečí reagují osoby rychleji. Délka evakuační trasy byla již diskutována výše, a při událostech se ukázalo, že evakuace na volné prostranství není nezbytná. Naopak, následné dohledávání evakuovaných osob se ukázalo jako časově a organizačně náročné.

Respektování světelných signálů řidiči je další samostatná oblast k řešení. Obecně i přes signalizaci mají motoristé u místa požáru snahu z tunelu do určité doby odjet bez ohledu na stav světelné signalizace. Tato doba je odvislá od stupně rozvoje požáru, a především produkce kouře; pokud již není na další cestu

skrz kouř vidět, tak řidiči zastavují a dál neprojíždí. Pokud již situaci vyhodnotí tak, že projíždět je nebezpečné, zastavují svá vozidla v dostatečné vzdálenosti od hořícího vozidla, tzn. minimálně 10 m. V některých případech řidiči před požárem couvali zpět, aby se dostali, co nejdále od hořícího vozidla. Byly ale zaznamenány i případy, kdy řidiči, kteří chtěli pomoci posádce hořícího vozidla, zastavili po směru jízdy za hořícím vozidlem. Tento postup je vhodný při poruše nebo nehodě vozidla, kdy je pomáhající před dopravním proudem ochráněn vozidlem s řešeným problémem, ale ne při požáru, kdy se pomáhající vystavuje rozvíjejícímu kouři, který povětšinou vlivem pístového efektu nebo vzduchotechniky postupuje jeho směrem.

Vyklizování dopravy z tunelových úseků do povrchových křižovatek v denních hodinách, vzhledem k již tak hustému provozu na přilehlých křižovatkách, je značně problematické. Původní nastavení vyklizovacích sekvencí na konstantní rychlost postupu vyklizení se ukázalo jako nevhodné, neboť sekvence „předbíhaly“ vozidla popojíždějící na výjezdových rampách, po doběhu sekvence skončila preference výjezdu a vyklizování se tak ještě více zpomalilo.

Záměr označit nejvhodnější zásahovou propojku pro přijíždějící jednotky HZS se ukázal jako správný. Technické provedení v podobě nasvícení svítidla na stropě nad vstupem do tunelové propojky k tomuto účelu však zcela nepostačovalo. V záplavě všech okolních svítidel aktivovaných v době příjezdu HZS na maximum se tato identifikační svítidla ztrácela. Bylo zřejmé, že pokud má být splněn účel, tak bude potřeba tento systém upravit.



Obrázek 2: Při uzavření návazného úseku řidiči místo vyjetí po rampě čekají na znovuotevření původního směru



Obrázek 3: Reakce uživatelů v oblasti poblíž požáru – ukázka č. 1



Obrázek 4: Reakce uživatelů v oblasti poblíž požáru – ukázka č. 2



Obrázek 5: Reakce uživatelů v oblastech dále od požáru – ukázka č. 1



Obrázek 6: Reakce uživatelů v oblastech dále od požáru – ukázka č. 2

5. PŘEHODNOCENÍ PRINCIPŮ SEBEZÁCHRANY, TVORBA DYNAMICKÝCH EVAKUAČNÍCH SEKVENCÍ

Výše uvedené poznatky prokázaly, že stávající univerzální, staticky nastavené postupy a způsob aktivace požárních sekvencí nepostihují rozmanitost scénářů vývoje dopravní situace a události samotné (místo, intenzita a směr šíření kouře, stav dopravy). Bylo zřejmé, že je potřeba systém (sebe)záchrany udělat robustnější, intuitivní pro uživatele, bez geneze dalších rizikových situací.

Poznatky z dosavadního šetření významných mimořádných událostí byly předvedeny zástupcům obsluh tunelů (operátoři dopravy PČR, dispečeri technologie Technické správy komunikací hl. m. Prahy, a.s.) a HZS hl. m. Prahy na společné schůzce v červnu 2020. Zároveň byl ze strany projektantů předložen návrh opatření pro zlepšení jak podmínek sebezáchrany, tak vedení zásahu HZS. Jako první byl upraven systém identifikace zásahové propojky pro HZS, kdy ke každému vstupu do propojky byl doplněn zábleskový maják. Projektanti dále vypracovali logiku tzv. **dynamických evakuačních sekvencí**, které:

- částečně přizpůsobují reakce tunelových systémů aktuální dopravní situaci v jednotlivých tunelových úsecích a směřují reakce především do míst, kde je jich nejvíc potřeba,
- rozlišují zasaženou a zásahovou tunelovou troubu a upravují režimy požárně bezpečnostních zařízení i dopravy diferencovaně;
- se snaží co nejvíc přizpůsobit intuitivnímu vnímání a srozumitelnosti pro motoristickou veřejnost.

Principy evakuace osob byly upraveny následovně:

- Osoby ze zasaženého tubusu jsou směřovány do zásahového (evakuačního) tubusu, resp. v případě úseků mezi portálem a první/poslední záchranou cestou na volné prostranství před portály.
- Osoby, které se dostanou do zásahového tubusu, jsou vyzývány k setrvání na místě do příjezdu záchranářských složek.

Za účelem podpory rozhodování evakuovaných osob o správné cestě k evakuaci byla volba správného únikového východu podpořena instalací dynamických pruhových svítidel zelené barvy, umístěných ve výšce cca 0,5 až 2 m na vnější straně svislých okrajů stěn vstupů do záchranných cest v tunelové troubě (Obrázek 7). Tato svítidla se stala součástí systému nouzového únikového osvětlení a byla napojena na řídicí systém tunelu. Ve standardním stavu tak je každý vstup osvětlen kontinuálně svítícími svítidly. Funkčnost osvětlení v okamžiku vyhlášení požárního poplachu v tunelu je následující:

- v zasažené tunelové troubě v úseku s aktivovaným pozastavením provozu (od místa požáru zpět ke vjezdům do úseku) přejdou osvětlení vstupů do svícení střídavého s frekvencí 1 Hz.
- Ve zbytku dopravního úseku s místem vyhlášení požáru přejde osvětlení příslušného vstupu do svícení střídavého s frekvencí 1 Hz až po uplynutí doby odpovídající rychlosti postupu vyklizovací sekvence – pro případ, že by v úseku za požárem byla např. kongesce (vlastní dopravní vyklizovací sekvence ale v tomto úseku aktivována nebude – pro umožnění výjezdu).
- V ostatních dopravních úsecích zasažené tunelové trouby přejde osvětlení příslušného vstupu do svícení střídavého s frekvencí 1 Hz souběžně s postupem dopravní vyklizovací sekvence.
- V zásahovém (evakuačním) tubusu přejde osvětlení vstupu do propojky vyhodnocené řídicím systémem jako zásahové pro HZS do svícení střídavého s frekvencí 2 Hz. Ostatní osvětlení vstupů v zásahovém tubusu zůstanou stabilně svítit stejně jako ve standardním stavu.

Funkce technologické vybavenosti tunelového komplexu se uvedeným principům evakuace přizpůsobila následujícím způsobem:

- Obecně se předpokládá, že po vyhlášení požáru v dopravním prostoru tunelu prostřednictvím řídicího systému TKB (ať už po automatické detekci nebo po aktivaci dispečerem technologie) budou osoby z vozidel v zasažené tunelové troubě zachyceny v úseku s aktivovaným pozastavením provozu (od místa události zpět ke vjezdům do úseku) vyzývány k opuštění vozidel a následně dále směřovány primárně hlášením místního rozhlasu nebo textem na zařízení pro provozní informace, které byly aktivovány v okamžiku vyhlášení požárního poplachu. Hlášení a informace jsou v zasažené troubě okamžitě podávány pouze v uvedeném úseku. V ostatních dopravních úsecích bude hlášení u jednotlivých záchranných cest aktivováno souběžně s postupem dopravní vyklizovací sekvence. Ve zbytku dopravního úseku s požárem (bez pozastavení provozu, za požárem) bude hlášení místního rozhlasu aktivováno rychlostí vyklizovací sekvence – pro případ, že by v úseku za požárem byla např. kongesce (vlastní dopravní vyklizovací sekvence ale v tomto úseku aktivována nebude – pro umožnění výjezdu).
- Hlášení místního rozhlasu v uvedeném úseku směřuje osoby k nejbližší záchranné cestě/propojce, resp. v případě úseků mezi portálem a první/poslední záchrannou cestou na volné prostranství před portály (resp. předpokládá se toto chování vzhledem k intenzitě hlasitosti hlášení).
- Pokud je mezi zasaženým tubusem a zásahovým (evakuačním) tubusem záchranná cesta, směřuje místní rozhlas v záchranné cestě osoby do druhé tunelové trouby. Hlášení v záchranné cestě se zapne až po vstupu osoby ze zasaženého tubusu do záchranné cesty na základě signálu PZTS.
- V zásahovém (evakuačním) tubusu se hlášení u příslušné záchranné cesty zapne s vyklizovací sekvencí; v případě, že dojde ke vstupu osoby ze zasaženého tubusu nebo záchranné cesty dříve než před sepnutím sekvencí, bude hlášení zapnuto na základě signálu PZTS.
- Hlášení místního rozhlasu byla upravena a doplněna o anglickou a německou verzi.

K dosud poslední úpravě došlo v systému řízení dopravy – byla změněna logika vyklizovacích sekvencí. V současnosti sekvence již nepostupují konstantní rychlostí, ale postup je odvislý od informací z video-detekce – sekvence postupuje do dalšího kroku jen poté, kdy video-detekce potvrdí, že následující sekce je bez detekované události. Tato úprava poskytuje v povrchové světelně řízené křižovatce, do které se vyklizuje, delší preferenci vozidlům vyjíždějícím z tunelu, takže dojde k rychlejšímu vyklizení tunelu. Na druhou stranu má tato úprava negativní dopad v tom, že klade vyšší nároky na operátory dopravy při sledování celkové situace v komplexu.

Jak je vidět z tohoto výčtu, došlo v technologické vybavenosti a jednotlivých logických návaznostech při řešení mimořádné události s požárem k významným úpravám. Bohužel se zástupce HZS nepodařilo přesvědčit k provedení všech navrhovaných úprav, a u aktivace nouzového únikového osvětlení se zůstává u původního řešení s okamžitou aktivací v celé délce tunelových trub.



Obrázek 7: Ukázka instalace dynamických pruhových svítidel zelené barvy v TKB

6. ZÁVĚR

Doporučená opatření, která vzešla z analýzy mimořádných událostí, byla povětšinou v technologické vybavenosti tunelového komplexu postupně implementována. Nastavení sekvencí a vazeb PBZ se opakovaně nanečisto ověřuje při předepsaných koordinačních funkčních zkouškách požárně bezpečnostních zařízení (Ministerstvo vnitra 2001). Možnosti pro ověření účinnosti sekvencí v praxi se naštěstí vyskytují zřídka (k požáru po provedení části úprav došlo jen v listopadu 2023, z hlediska sledovaných aspektů vše proběhlo bez větších problémů). Optikou předchozích zkušeností lze z pohledu požární bezpečnosti přechod od původního, statického nastavení evakuačních postupů k dynamickým evakuačním sekvencím v TKB považovat za výrazný kvalitativní posun.

Z pohledu silniční bezpečnosti se situace zlepšila pouze částečně, neboť požadavek na okamžitou aktivaci nouzového únikového osvětlení v celé délce v tunelových troubách ze strany HZS přetrvává. Cílem autorů je se do budoucna této problematice dále věnovat a shromáždit dostatek podkladů pro cílenou implementaci dynamiky i u hlavního a nouzového únikového osvětlení.

Použití upravených principů sebezáchrany se předpokládá i při plánované rekonstrukci Strahovského tunelu a při návrhu nových tunelových staveb na Městském okruhu v Praze. Pro naplnění cílů Vize Nula i v tunelech pozemních komunikací však lze jen doufat, že s rozvojem C-ITS v kombinaci s autonomními vozidly postupně potřeba pěší evakuace osob z tunelu zcela zmizí.

LITERATURA

- Česká agentura pro standardizaci (2023). ČSN 73 0802 ed. 2: *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. Praha: ČAS.
- Česká agentura pro standardizaci (2013). ČSN 73 7507: *Projektování tunelů pozemních komunikací*. Praha: ČAS.
- Ministerstvo dopravy ČR (2025). TP 98 *Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací*. Praha: MD ČR.
- Ministerstvo dopravy ČR (2024). TP 154 *Provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací*. Praha: MD ČR.
- MV–GR HZS ČR (2017). *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu*. Metodický list S.08: Zásah v silničním tunelu. Praha: MV–GR HZS ČR.
- Česká republika (2001). *Vyhláška č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, ve znění pozdějších předpisů*.

Česká republika (2000). *Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, ve znění pozdějších předpisů.*
Ministerstvo dopravy ČR (2010). *TP 229 Bezpečnost v tunelech pozemních komunikací.* Praha: MD ČR.

Ing. Lukáš Rákosník
SATRA, spol. s r. o.
lukas.rakosnik@satra.cz

Ing. Ada Votrubová
SATRA, spol. s r. o.
ada.votrubova@satra.cz

Ing. Jan Soural
SATRA, spol. s r. o.
jan.soural@satra.cz

Bc. Veronika Vránová
SATRA, spol. s r. o.
veronika.vranova@satra.cz