

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ DEKONTAMINACE CHEMICKÝCH, BIOLOGICKÝCH A RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK V DOPRAVNÍ INFRASTRUKTUŘE

TECHNICAL SOLUTION OF DECONTAMINATION OF CHEMICAL, BIOLOGICAL AND RADIOACTIVE SUBSTANCES IN TRANSPORT INFRASTRUCTURE

Jakub KANTA, Barbora ŠTĚPÁNOVÁ, Michal DYMÁK, Lenka KANTOVÁ
kanta@dekonta.cz, stepanova@dekonta.cz, dymak@sujchbo.cz, kantova@dekonta.cz

Abstract

The paper is focused on applied research of technologies used for decontamination of transport infrastructure, verification of the decontamination effectiveness and creation of the methodology. These technologies are focused on the clean-up of transport infrastructure after contamination by chemical weapon agents, radioactive materials and biological agents which can occur due to various intentional acts, an accident, but also due to the presence of persons infected with highly contagious diseases.

Key words

Terrorism, chemical weapons, CBRN, chemical weapon agents; biological agents; radioactive materials; (de)contamination; transport infrastructure; subway.

Úvod

Článek je zaměřen na aplikovaný výzkum technologií použitelných pro dekontaminaci kritické dopravní infrastruktury, ověření účinnosti dekontaminace a tvorbu metodiky těchto prací. Technické řešení se týká dekontaminací dopravní infrastruktury po zamoření bojovými chemickými látkami, radioaktivními látkami a biologickými agens, ke kterému může dojít buď následkem různých úmyslných činů, v důsledku havárie, či díky přítomnosti osob infikovaných vysoce nakažlivými nemocemi. *Prototypy dekontaminačních zařízení jsou vyvíjeny společností Dekonta, a.s. ve spolupráci s SÚJCHBO v.v.i. za podpory Ministerstva vnitra, v rámci Programu bezpečnostního výzkumu ČR v letech 2015/2020 (VI20162019031).*

Dopravní infrastruktura je jedním z častých cílů teroristických útoků na civilní obyvatelstvo. Tento systém je velmi zranitelný, a to z důvodu snadné predikce jeho chování a obtížné aplikaci preventivních opatření vzhledem k jeho rozsáhlosti a složitosti.

Výsledkem útoku jsou pak většinou ztráty na životech a ochromení činnosti systému. Omezení činnosti zásadních dopravních uzlů má pak značné ekonomické důsledky. Zejména podzemní dráhy jsou potenciálním terčem útoků, protože v tomto uzavřeném systému je efekt působení explozivních, chemických a biologických látek velmi intenzivní a jeho účinek zde nemohou ovlivnit přírodní vlivy. Nejznámější případ útok na Tokijské metro sarinem z roku 1995 ukázal, že i malé množství chemické látky může dosáhnout velkého účinku v důsledku vysoké koncentrace cestujících v uzavřeném systému metra a distribuce látky pohybem vlakových souprav. V tomto případě bylo zasaženo 5 500 osob [1]. Bohužel útoků v metru v posledních letech přibývá a jejich následky bývají vážné od zranění cestujících, ztrát na životech až po ochromení života ve velkých metropolích i na několik dní. Jen v roce 2017 došlo k bombovým útokům, a to v Petrohradském a Londýnském metru.

Podle dostupných informací je v současné době u nás i v zahraničí dekontaminace na místě mimořádné situace s výskytem CBRN látek prováděna jako prvořadá činnost zabraňující ohrožení života nebo zdraví. Pozornost je věnována především provádění dekontaminace osob (zasahujících nebo zasažených osob/obětí CBRN události), případně i použitého vybavení, materiálu a techniky jednotlivých složek Integrovaného záchranného systému. Vlastní prostor – dějiště mimořádné události, v našem případě např. nástupiště metra, a vlastní dopravní prostředky však zůstávají na okraji zájmu – i když představují vysoce rizikový prvek pro možnost sekundárního zdroje kontaminace biologickými, chemickými nebo radioaktivními látkami pro další osoby pohybující se následně v těchto prostorách, nebo i místech vzdálených (např. rozšíření kontaminace větrným proudem i do dalších, původně nezasažených stanic) a znamenají tak možnost sekundárního ohrožení života a zdraví osob.

Problematika následné dekontaminace prostor dotčených významných prvků dopravní infrastruktury jako nedílné součásti řešení CBRN události není v současné době komplexně a jednotně řešena a prováděna.

Variabilita užití různých typů možných kontaminantů – CBRN látek, spolu se stavební a konstrukční složitostí a rozlehlostí prostorů metra, nutností uvažovat o dekontaminantech specifických pro různé typy látek i fakt navyšujícího se množství jemných elektronických prvků v celém systému představuje nelehký problém. A to zejména při uvážení počtu osob ročně přepravených v pražském metru, který přesahuje 550 milionů osob [2].

Rovněž povede k minimalizaci ekonomických ztrát provozovatele, způsobených nutnou odstávkou zasaženého prvku dopravní infrastruktury a dobou potřebnou k jejímu následnému bezpečnému uvedení do opětovného provozu.

Tento aplikovaný výzkum je právě zaměřen na problematiku důsledné likvidace možných i sekundárních zdrojů kontaminace CBRN látkami rozšířenými zejména ve velkoobjemových uzavřených prostorách, jako jsou např. nástupiště a tunely metra – resp. jeho vozové soupravy s citlivými elektronickými prvky. Výzkum vycházel ze závěrů cvičení IZS (viz Katalog typových činností STČ 13) [3], které prokázalo nutnost přípravy postupů a zařízení použitelných pro likvidaci následků různých útoků či jiných situací vedoucích ke kontaminaci dopravní infrastruktury metra. Dále jsme vycházeli ze zkušeností IZS a orgánů ochrany veřejného zdraví v souvislosti s hrozbou nákazy vysoce nebezpečnými nemocemi.

Hlavním cílem bylo vypracování standardního operačního postupu (SOP) dekontaminačních prací pro pražské metro a certifikované metodiky zobecněné pro kritickou dopravní infrastrukturu. Předmětem SOP je popis dekontaminačních prací navazujících na předchozí zásah IZS. Připravený SOP slouží jako podklad pro přípravu certifikované metodiky zobecněné na jakoukoli kontaminaci BCHL (bojových chemických látek dle vyhlášky 208/2008 Sb.) [4], RL (radioaktivní látky dle zákona č. 263/2016 Sb.) [5] a B-agens (biologických agens a toxinů dle vyhlášky 474/2002 Sb.) [6] pro dopravní infrastrukturu.

Dalším cílem je konstrukce 3 různých prototypů zařízení určených k dekontaminaci dopravní infrastruktury. Tato jsou určena pro dekontaminaci tunelů, nástupišť, podzemních prostor, vozů a prostor obtížně dostupných.

Zkonstruované, testované a pro reálné použití optimalizované dekontaminační systémy, určené k dekontaminaci vybraných velkoobjemových prostor a prvků kritické dopravní infrastruktury, včetně stanovení postupů a způsobů jejich použití, budou zejména usnadňovat samotný proces likvidace následků CBRN události, který představuje významnou a velmi často z různých důvodů dosud opomíjenou část řešení vzniklé mimořádné situace s rozšířením CBRN látek.

Pražské metro

Pražské metro tvoří v současnosti základ sítě pražské městské hromadné dopravy. Jde o tzv. „těžké“ metro sovětského typu. V roce 2013 přepravilo 584 milionů cestujících, v průměru tedy 1,6 milionu denně. Jedná se o jedinou síť podzemní dráhy a zároveň jedinou dráhu, která je podle českého zákona o dráhách kategorizována jako speciální železniční dráha. Provozovatelem dráhy i drážní dopravy na ní je Dopravní podnik hlavního města Prahy a.s.

Pod centrem města jsou jednosměrné tunely podzemní dráhy většinou ražené a stanice trojloďní, založené hluboko pod zemí (cca 30–40 m), tzv. pražského typu. S povrchem je spojují šikmo vyražené eskalátorové tunely. Naopak v úsecích na sídlištích a na okrajích města jsou tratě metra umístěny mělčeji pod zemí a hloubené; tomu rovněž odpovídá i ráz stanic (založené ve stavební jámě, cca 5–20 m hluboko), které jsou většinou jednolodní. Nová sídliště byla již stavěna s dostatečným prostorem pro případné budování staveb velkých rozměrů. Svou úlohu sehrálo také konstruování metra jako krytu civilního obyvatelstva pro případný vojenský útok na Prahu; tunely i stanice se staly součástí tzv. ochranného systému metra.

Ochranný systém metra

Součástí stanic metra, především těch budovaných za socialismu, jsou i zvláštní prostory, které měly sloužit jako kryt zejména v případě války a ohrožení. Různé slepé štoly a rozsáhlé provozní místnosti, kam je běžným cestujícím vstup zakázán, se měly změnit v zásobovací, bezpečnostní i zdravotnická centra a poskytovat po dobu 72 hodin nezbytné věci evakuovanému obyvatelstvu. K tomuto účelu navíc mohly být upraveny i části stanic a traťových tunelů; okrajovými úseky by se pak zajišťovalo spojení systému s okolním světem. Řídicí stanoviště včetně řídicího počítače je u stanice metra I. P. Pavlova v místech, kde je budova Centrálního dispečinku DPP.

Na začátku 21. století bylo rozhodnuto radou hlavního města Prahy bezpečnost do budoucna dimenzovat spíše pro případy teroristického útoku nebo živelní pohromy, než na nebezpečí války.

Po teroristických útocích na španělské vlaky 11. března 2004 byla v pražském metru z bezpečnostních důvodů odstraněna většina odpadkových košů. Kolem roku 2007 se začaly instalovat nové tzv. „protiteroristické“ koše. Pokud by do některého byla uložena výbušnina a došlo by k výbuchu, konstrukce koše by výbuch udržela uvnitř odpadové nádoby.

Vývoj prototypů zařízení vhodných pro dekontaminace

V případě mimořádné události, v jejímž důsledku dojde k zamoření tak složitého a těžko dostupného systému jako metro, je třeba použít velmi specializovaná zařízení k dekontaminaci dílčích prostor. Tato zařízení pak najdou uplatnění i pro další složky dopravní infrastruktury.

Byly vyvinuty a vyrobeny 3 různé prototypy zařízení pro dekontaminaci různých typů prostor dopravní infrastruktury:

- a) pro dekontaminaci tunelů se jedná o zařízení, které bude instalováno na vhodnou platformu, umožňující jeho pohyb tunely, primárně je určeno pro tunely metra, ovšem s možností úpravy obecně pro tunely železniční;
- b) pro dekontaminaci nástupišť a dalších podzemních prostor – jedná se o zařízení vhodné pro plošnou dekontaminaci rozsáhlých podzemních prostor a vozového parku;

- c) pro dekontaminaci obtížně dostupných prostor – jedná se o jednodušší přenosné zařízení pro dekontaminaci prostor vnitřků dopravních prostředků, prostor za izolacemi, technologických prostor atd.

Dekontaminační zařízení DA1

DA1 je přenosné dekontaminační zařízení, určené pro venkovní a vnitřní prostory, kde je přístup k zasažené oblasti buď omezen (stísněné prostory, schodiště, mechanické překážky), nebo tam, kde je z hlediska následných škod vyloučeno použití razantní techniku oplachu.

DA1 je určeno pro jednomužnou obsluhu. Variabilita zařízení, to je možnost měnit konzistenci dekontaminantu od jemné mlhy, pěny, nebo razantnější oplach, umožní týmovou práci zasahující jednotky a zkrátí dobu likvidace CBRN.



*Obr. 1
Testování dekontaminačního zařízení DA1*

Zařízení DA1 je koncipováno jako rozprašovací zařízení schopné rozprašovat dekontaminační prostředky jedno i dvoumédiovými tryskami. Zařízení sestává z nádoby na dekontaminační roztok o objemu 10 l a místa pro umístění kompozitové tlakové láhve (TL) o objemu 6,8 l s bočním vývodem kohoutu. Oba zásobníky jsou upevněny na postroji k nošení na zádech, jehož součástí je kromě upínacích pásů i redukční ventil napevno nastavený na hodnotu 8 bar a manometr ukazující tlak vzduch v TL. TL je zdrojem tlakového vzduchu pro výtlač kapaliny ze zásobníku dekontaminantu a zároveň i jako rozprašovací médium do dvoumédiové trysky. Postroj je vyroben z kompozitové plastické hmoty v kombinaci s neoprenovými doplňky, nosníky a zásobník na kapalinu pak z nerezové oceli. Samotný prázdný postroj s nádrží váží cca 10 kg, plně připravený naplněný přístroj včetně TL pak váží cca 25 kg.

Tlakový zásobník je osazen nezbytnými ventily (pojistné, vypouštěcí, tlakové regulační 300/8 bar, zpětné) a vývody pro připojení aplikačních pistolí (dvou i jednomédiových).

Dekontaminační zařízení DA2

DA2 je pojízdné dekontaminační zařízení určené pro venkovní a vnitřní prostory, kde je přístup k zasažené oblasti buď omezen, nebo tam, kde je z hlediska následných škod vyloučeno použít razantní techniku oplachu. Se čtyřnásobným obsahem dekontaminantu ve vztahu k DA1 umožňuje větší rozsah zásahu při teroristickém útoku, kde bylo použito CBRN.

Dekontaminační zařízení je určeno pro jednomužnou obsluhu. Při přemístění přes překážky stačí dvoumužná obsluha. Vzhledem ke kapacitě je však výkonnější a nezatěžuje svou vahou obsluhu.



Obr. 2
Dekontaminační zařízení DA2

Variabilita tohoto dekontaminačního zařízení, to je možnost měnit konzistenci dekontaminantu od jemné mlhy, pěny, nebo razantnější oplach, umožní týmovou práci zasahující jednotky a zkrátí dobu likvidace CBRN.

DA2 je sestava tří tlakových zásobníků, upevněných na dvoukolovém vozíku typu rudl. Tlakové lahve jsou osazeny pevně nastavenými redukčními ventily (300/6 bar) a vývody pro připojení příslušenství (jedno nebo dvoumédiové pistole a příslušné sady trysek různých parametrů, manometr 0-300 bar). Tlakový zásobník na kapalinu je osazen nezbytnými ventily (pojistné, vypouštěcí, tlakové regulační 300/6 bar, zpětné) a vývody pro připojení aplikačních pistolí (dvou i jednomédiových).

Zařízení DA2 funguje na identickém principu jako zařízení DA1 pouze má větší nádrž na kapalný dekontaminant (30 l oproti 10 l u DA1) a má standardně dvě 9 l TL a disponuje tak téměř trojnásobnou zásobou tlakového vzduchu oproti DA1 (18 l vs. 6,8 l u DA1). Z tohoto důvodu je celé zařízení mnohem rozměrnější a těžší a proto je opatřeno koly a madlem pro bezproblémový pojezd po zpevněných plochách a v případě transportu do jiné výšky lze celý naplněný přístroj ve dvou lidech snadno na krátké vzdálenosti přenést. K zařízení přísluší stejný komplet trysek a prodlužovacích hadicí a lze tak s ním provádět široké spektrum činností navíc podpořené trojnásobnou dobou provozu na jednu náplň oproti menší variantě DA1.

Trysky k zařízením DA1 a DA2

Zařízení DA1 a DA2 využívají k aplikaci kapalného dekontaminačního prostředku dva typy aplikačních pistolí, které se vzájemně liší principem a množstvím a typem přiváděného média. Základní rozdělení dle způsobu propojení k zásobníku kapaliny (dekontaminantu) na:

- pistole jednomédiové,
- dvoumédiové.

Jednomédiové pistole (resp. jednomédiové trysky na nich použité) stříkají kapalinu, která je pod tlakem přiváděna ze zásobníku skrze různě veliký kónický otvor v trysce a tvoří relativně úzký paprsek ve tvaru plného kužele. Výhodou je relativně velmi malá spotřeba tlakového vzduchu na jednotku objemu dekontaminantu a na jednu TL je možné aplikovat až několik desítek náplní dekontaminantu.

Dvoumédiová pistole (tryska) také využívá tlakově přiváděného dekontaminantu a ještě k tryskané kapalině přímo v trysce přimíchává tlakový vzduch. Výsledkem je jemná mlha, která ve formě dutého kužele dopadá ve směru aplikace. Výhodou je úspora dekontaminantu, který je rovnoměrněji aplikován na souvislý povrch. Nevýhodou je značná spotřeba vzduchu z TL, kdy bývá kapacita TL limitujícím faktorem provozu kompletu s dvoumédiovou tryskou.

Výše popsané trysky se vyrábějí v širokém rozmezí parametrů podle druhu uvažovaného použití. Z hlediska použití trysek u přístrojů DA 1 a DA2 jsou nejdůležitějšími parametry:

- průtok kapaliny za jednotku času (spotřeba) daný: velikostí, tvarem a počtem otvorů v trysce, tlakem a typem kapaliny, případně tlakového vzduchu,
- charakter proudu aplikované kapaliny (kužel) daný: principem trysky, tvarem a počtem a vzájemným rozmístěním otvorů v trysce, tlakem a typem kapaliny, případně tlakového vzduchu,
- dosah trysky daný: velikostí, tvarem a počtem otvoru v trysce, tlakem a typem kapaliny, případně tlakového vzduchu.

Ze širokého spektra různých trysek byly v rámci vývoje a testování přístrojů DA1 a DA2 vyzkoušeny a vybrány trysky, které vhodně kombinují parametry tak, aby byl co nejvíce využit potenciál zařízení. S vybranými tryskami, které jsou popsány dále, je umožněno kvalifikovaně ovlivňovat užité vlastnosti trysek tak, aby byly nejvhodnější pro konkrétní úkon při aplikaci konkrétní dekontaminační směsi na konkrétní lokalitě.

Doporučené jednomédiové trysky a jejich parametry:

Jednomédiové trysky se liší především velikostí otvoru a tato změna velikosti otvoru určuje především rozdílný průtok a částečně i tvar paprsku. Dostupné jsou trysky s označením TG1 až TG12 – číslo určuje velikost otvoru a tedy i průtok od nejmenší TG1 roste až po největší trysku TG12.

Menší trysky (TG1 až TG3) mají méně razantní proud a aplikace souvislé vrstvy dekontaminantu na povrch je pomalejší. Lépe se ale u této trysky udržuje minimální dostatečné množství aplikované na povrch v dostatečném množství kapaliny coby tenkého filmu. V konečném důsledku lze oproti větší trysce aplikovat stejné množství kapaliny v nádrži na větší plochu. Velká tryska (TG 10 a TG12) umožňuje velký průtok a kapalina dopadá na aplikovanou plochu razantně – v podstatě dochází více k oplachu než nanášení tenké vrstvy kapaliny na povrch. Hůře se tak kontroluje množství aplikované kapaliny na jednotku povrchu, trysky mají tendenci množství aplikované kapaliny přehánět a navíc může dojít k odražení proudu aplikovaného dekontaminantu od povrchu. Navíc zcela jistě dochází k odplavení přebytečné kapaliny gravitačně dolů z nevodorovných povrchů. Tabulka 1 ukazuje parametry pro trysky TG1 a TG12.

Tabulka 1
Hlavní parametry vybraných jednomédiových trysek

Testované trysky /tlak 3 bar/	Orientační aplikovaná plocha /m ² /	Orientační doba aplikace /min/	Spotřeba kapaliny /l/	Spotřeba vzduch - nosné médium /bar/	Spotřeba vzduch - pohon náplně /bar/
TG 01	522	41	30	-	15
TG 12	198	6	30	-	20

Z důvodů uvedených výše jsou jako nejvhodnější trysky zvoleny typy TG1, TG2 a TG3. Vzhledem k co nejlepší využitelnosti náplně dekontaminantu na přístrojích DA1 a DA2 jsou tyto tři typy nejvhodnější. Všechny tyto trysky mají optimální tlak přiváděné kapaliny na hodnotě 3 bary. Vyšší hodnota mírně prodlužuje dosah a razanci, ale spíše neúčelně zvyšuje spotřebu tlačného vzduchu.

Doporučené dvoumédiové trysky a jejich parametry:

Dvoumédiové trysky se liší hlavně velikostí otvorů a tedy i průtokem. Různým poměrem velikosti otvorů pro kapalinu a vzduch se dále mění aplikační vlastnosti i u zdánlivě podobných trysek. Dalším parametrem je úhel rozprachu, který je nezávislý na předchozích parametrech a trysky se stejným průtokem takto mohou mít rozdílný úhel aplikace.

Testované trysky pracovaly na totožném principu, ale výrazně se liší v provozních parametrech. Nejmenší tryska SU1 má velmi jemný kužel s minimálním průtokem a naopak největší tryska SU46 má razantní proud a největší dosah i spotřebu. Platí, že vzrůstající číslo za označením SU znamená vyšší průtok a dosah aplikované kapaliny, spotřeba vzduchu ale nemusí být stejně proporcionální.

Z hlediska vhodnosti a hospodárnosti trysek pro využití trysek pro aplikaci dekontaminačních směsí byly vybrány typy SU26 a SU29, případně i typ SU26B, který má nejjemnější a nejméně razantní proud. Všechny vybrané trysky dovolují efektivní aplikaci dekontaminační směsí v minimálním, ale dostatečném množství. Jemný proud mlhy není tolik razantní jako proud kapaliny u jednomédiových trysek, vysoký proud rozprašovacího vzduchu ale vytváří poryvy vzduchu a není vhodné držet trysku blízko povrchu, na nějž je dekontaminant aplikován. Dosah trysek je minimálně 50 cm a při dodržení této aplikační vzdálenosti je aplikace dekontaminantu rovnoměrná a jemná. Tabulka č. 2 ukazuje parametry pro dvojici doporučených trysek.

Tabulka 2
Hlavní parametry vybraných dvoumédiových trysek

Testované trysky /tlak 3 bar/	Aplikovaná plocha /m ² /	Doba aplikace /min/	Spotřeba kapaliny /l/	Spotřeba vzduch - nosné médium /bar/	Spotřeba vzduch - pohon náplně /bar/
SU 29	324	15	15	250	8
SU 26	437	20	12	220	35

Tento typ trysek pracuje v širokém rozmezí tlaků od 0,7 do 4 bar u kapaliny, resp. 0,8 – 6 bar u vzduchu. Pro správnou funkci dokonalého rozprachu kapaliny je potřeba oproti tlaku kapaliny volit mírně vyšší tlak pro rozprašovací tlakový vzduch.

Dekontaminační přístroje DA1 a DA2 ve spojení s vybranou sadou jedno a dvoumédiových aplikačních trysek představují univerzální prostředek pro aplikaci různých dekontaminačních směsí v různém rozsahu dle potřeby a lokality mimořádné události. Pomocí kvalifikovaného výběru funkčních částí na základě informací uvedených v tomto textu je umožněn postup, který je nejvhodnější pro konkrétní situaci co do charakteru a rozsahu kontaminace, přes logistiku přísunu a aplikace dekontaminační směsi až po následné čištění a údržbu použitého vybavení.

Dekontaminační zařízení DA4

DA4 je velkoobjemové dekontaminační zařízení určené k dekontaminaci vnitřních prostor nástupišť a tunelů metra. Jedná se o zařízení disponující dostatečnou zásobou dekontaminantu nebo vody a umožňuje až 30 minut souvislé aplikační doby dekontaminační mlhy nebo razantní oplach po aplikaci dekontaminantu v případě kontaminace prostor metra látkami CBRN.

Jedná se o pojízdné zařízení vybavené velkokapacitní tryskou umožňující dekontaminaci celého profilu tunelu, opět s variabilním využitím (pěna, mlha, oplach). Zařízení vyžaduje obsluhu minimálně dvou pracovníků.



Obr. 3

Dekontaminační zařízení DA4 v režimu rozstříku „kužel“

Technologie je umístěna v atypickém kontejneru, který je možno připevnit na typový podvozek DP. Jedná se o technické zajištění provozu velkokapacitní trysky (kombinace větrné turbíny a jednomédiových trysek), zásobníky dekontaminantu, soustavou čerpadel, kompresorem a mobilním generátorem.

Zásobník s dekontaminačním roztokem je možné též využít pro doplňování DA1 a DA2. Případně je možné připojit pomocí prodlužovacích hadic aplikační pistole zvenku kontejneru a použít je na čištění ohnisek kontaminace až do vzdálenosti 120 m od kontejneru.

Přístroj DA4 je dalším vývojovým stupněm z rodiny zařízení schopných aplikovat různé dekontaminační směsi v rozsáhlých prostorách, jako je například pražské metro. Zařízení DA4 je umístěno do upraveného kontejneru o rozměrech 230x240x400cm (VxHxŠ při pohledu z boku). Všechny součásti jsou během transportu umístěny uvnitř kontejneru a před použitím je potřeba přeskupit součásti do provozního sestavení.

Zkouška DA4

Přístroj DA4 byl do prostor depa Hostivař přivezen na nákladním automobilu (obr. 4) vybaveným mechanismem pro nasunutí Abroll rámu – tedy tak, jak je uvažováno, že bude běžně převáženo. Pokud je rám s kontejnerem DA4 umístěn na voze, je možné po vyklopení plošiny a vysunutí děla používat celý přístroj DA4 podobně jako v tunelu metra avšak spektrum prostor, které mohou být čištěny pomocí DA4, je v podstatě limitován pouze prostupností pro vůz, který DA4 veze.



Obr. 4

Vykládka DA4 v depu pro přesun na plošinu vagonu

Pro přesun DA4 na vagon pomocí portálového jeřábu (obr. 4) bylo poprvé využito úvazků, které jsou dlouhé tak, aby bylo možno celé DA4 dostatečně zvednout nad plošinu vagonu pro jeho přesné umístění a zároveň, aby kladka jeřábu nedosáhla až k navijáku, jelikož standardní úvazky jsou delší a je třeba je před použitím zkrátit. Tento úvazek je součástí příslušenství DA4 a umožňuje bezproblémový přesun DA4 pomocí jakéhokoliv jeřábu v depech DP Praha.

Nejdůležitější zkouškou bylo ověření, že při průjezdu tunelem jsou mlžným dělem ovlhčeny skutečně veškeré povrchy uvnitř tunelu tak, aby bylo dosaženo maximální efektivity očisty všech potenciálně zasažených povrchů. Vzhledem k porozitě většiny stěn tunelu, které jsou z litého betonu, nešlo ovlhčení zkontrolovat pouhým pohledem krátce po projetí soupravy s DA4, jelikož se relativně malé množství kapaliny na plochu stěn rychle vsáklo a bylo třeba zasažení kapalinou vizualizovat jinak. Vizualizace ovlhčení byla provedena pomocí

čtvercových desek, na něž byl připevněn filtrační papír, který byl následně poprášán tartrazinem. Tartrazin je žluté barvivo, které po rozprášení na povrch filtračního papíru vytvoří téměř neviditelnou vrstvu, která ale po ovlhčení vodou vytvoří sytě žlutý povrch a vizuálně tak detekuje kontakt s vodou.

Experimentální ověření rozptylu dekontaminační mlhy bylo realizováno třiceti rovnoměrně rozmístěnými deskami na stěnách, stropě i podlaze zkušebního tunelu. Tunel je přibližně čtvercového průřezu o straně 4 m a od ústí je po 40 m zaslepen zdí. V zadní polovině je podél levé strany pochůzná plošina ve výšce nástupiště, která stojí na sloupech – jsou tedy pod ní hůře přístupné dutiny – i do těchto dutin byly umístěny detekční čtverce s tartrazinem. Rozmístění čtverců bylo následující:

- na každé straně celkem 10 čtverců ve výškách 1, 2 a 3 m nad podlahou,
- 6 čtverců na stropě, střídavě u levé a pravé strany,
- 4 čtverce v kolejišti.

Rozmístění bylo voleno tak, aby podchytilo různou dynamiku proudu mlhy při pohybu v tunelu a tedy i různou schopnost ovlhčit nejbližší povrch – vybrané lokace zahrnovaly volnou rovnou plochu u stěn, na zemi i u stropu ale i pozice blízko rohu a dále i pod nástupiště – pro tato místa byla přidána pod plošinu s dělem lišta s tryskami (obr. 5), jelikož proud mlhy přímo z děla byl vodorovnou částí nástupiště/plošiny částečně odstíněn.



Obr. 5
Lišta s tryskami na DA4

Po nainstalování všech 30 čtverců bylo vše připraveno k průjezdu soupravy s mlžným dělem. Vysoká vlhkost v tunelu způsobila lehké ztmavnutí čtverců před samotnou expozicí vodní mlže, avšak přímé ovlhčení mlhou způsobilo výraznou změnu barvy, a tak tento fakt nezpůsobil falešně pozitivní efekt, kdy by došlo k barevné změně bez skutečného ovlhčení mlhou z děla.

Průjezd probíhal tak, že vagon s dělem vepředu byl drezínou dotlačen na konec tunelu, v jehož poslední pětině nebyly čtverce, a dělo bylo uvedeno v chod. Následně drezína rychlostí cca 5–7 km/h vycouvala z tunelu, přičemž za sebou táhla vagon, na jehož konci (otočený dozadu proti pohybu soupravy) bylo umístěno dělo rozprašující vodní mlhu. Po vyjetí z tunelu byly vizuálně zkontrolovány všechny čtverce s výsledkem, že za těchto podmínek byly veškeré prostory tunelu dostatečně ovlhčeny a lze komplet v tomto sestavení a za dané rychlosti soupravy dále zkoušet.

Závěr

Dopravní infrastruktura je velmi zranitelná z pohledu zneužití CBRN látek. Vyvinutá dekontaminační zařízení spolu s vhodnou metodikou použití splňují požadavky na včasnou a efektivní dekontaminaci zasažených prostor a vhodně doplňují již dobře zvládnutou dekontaminaci osob. Testy všech zařízení při použití různých trysek prokázaly účinné pokrytí kontaminovaných povrchů dekontaminačním činidlem. Vzájemnou kombinací vyvinutých zařízení lze urychlit uvedení zasažené infrastruktury do opětovného provozu.

Résumé

The transport infrastructure is very vulnerable to CBRN substance abuse. The developed decontamination equipment, together with a suitable method of use, meet the requirements for timely and effective decontamination of affected areas and suitably complement well-managed personal decontamination. Tests of all devices using different nozzles have shown effective coverage of contaminated surfaces with a decontamination agent. Combining the developed equipment can speed up the commissioning of the affected infrastructure.

Literatura

- [1] ANTHONY J., P. SUSANNA. The Use Of Technology In Preparing Subway Systems For Chemical/Biological Terrorism. In: *Conference proceedings*, 1999.
- [2] *Ročenka dopravy Praha*. Praha: Technická správa komunikací hlavního města Prahy, 2013.
- [3] *Katalog typových činností STČ 13/IZS – Reakce na chemický útok v metru*. Praha: MV – GR HZS ČR, 2013.
- [4] Vyhláška č. 208/2008 Sb., kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní.
- [5] Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon.
- [6] Vyhláška č. 474/2002 Sb., kterou se provádí zákon č. 281/2002 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní.