Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti (JOSRA). JOSRA 3 - 2008, roč. 1.

Ověření modelu šíření projevů a účinků ohrožujících událostí - projekt SPREAD

01.12.2008

Část 2: Realizace terénních testů

verification of the spread model of LIFE-endangering events effects and impacts –SPREAD project

Part 2: Field tests realization

Michaela Havlová[1], Petr Skřehot[2]

[1]*T – SOFT spol. s r.o., havlova@tsoft.cz*

[2]*Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., skrehot@vubp-praha.cz*

atmosféra modelování rozptyl terénní testy

Abstrakt

Při řešení každého výzkumného projektu jsou testy prováděné v terénu, tedy za reálných podmínek, vždy nejnáročnější částí projektu. Jejich úspěšné provedení je totiž ovlivňováno řadou faktorů, které však ne vždy mohou lidé ovlivnit. Zejména pak při provádění testů v atmosféře se můžeme setkávat s velkou variabilitou řady meteorologických prvků, což může výraznou měrou ovlivňovat výsledky prováděného měření. Při každých testech ovšem hraje významnou roli také časové hledisko a požadavky na personální a materiálně technické zajištění. Tento článek, který navazuje na část 1, je proto zaměřen na prezentaci poznatků načerpaných při provádění experimentů prováděných v rámci řešení projektu SPREAD, jehož cílem je ověřit model rozptylu oblaku aerosolu vzniklého výbuchem.

Klíčová slova: modelování, rozptyl, terénní testy, atmosféra

Abstract

Field tests under the real conditions are the most exacting parts of every research project. Their realization is influenced by many factors which could not be always affected by man. Especially the field tests are affected by meteorologic elements with great variability which could influence the results of measurement. Time aspect and personal and technical resources are also of importance. This article which connects part 1 is focused on the presentation of field tests pertaining to the SPREAD project, the aim of which is to verify a dispersion model of aerosol cloud originated by explosion.

Keywords: modelling, dispersion, field tests, atmosphere

Úvod

V prvním díle tohoto článku byl představen výzkumný projekt č. 1H-PK2/35 „Ověření modelu šíření ohrožujících událostí - SPREAD“ a podány informace o přípravě terénních testů, které byly jejich součástí. Jelikož je projekt zaměřen na ověření matematického modelu a vývoj softwarového nástroje určeného k vyhodnocování dosahu nebezpečných koncentrací oblaku aerosolu vzniklého při havárii nebo teroristickém útoku, bylo provedení zkoušek za reálných podmínek nezbytné. Jejich účelem bylo nejen studium chování disperze pevných částic (aerosolu) v ovzduší po jejich emisi, ale také distribuce koncentrací v prostoru a čase, což jsou informace důležité z hlediska možného havarijního zásahu nebo evakuace ohrožených osob.

Z hlediska prováděných výzkumných aktivit byly terénní testy nejnáročnější částí projektu. Jejich úspěšné provedení bylo ovlivněno řadou faktorů, které však ne vždy lze ovlivnit. Mezi ty hlavní patřily zejména sledované meteorologické veličiny, ale významnou roli hrálo také časové hledisko a požadavky na personální a materiálně technické zajištění. Je potřeba připomenout, že testy probíhaly na velké ploše, kde perfektní příprava a sladění práce všech členů pracovního týmu bylo nezbytným předpokladem pro dosažení požadovaných výsledků a jejich kvality.

Návrh a konstrukce systému sběru dat

Pro detekci mikromletého křemene, který byl uváděn do vznosu, byly zvoleny dvě metody. Aktivní metoda, která využívala měření pomocí série šesti laserových fotometrů DustTrak, a pasivní metoda, založená na záchytu částic na plastových destičkách opatřených grafitovými štítky kruhového profilu o ploše 1 cm^2 (viz obrázek 11). Pro měření pomocí grafitových terčíků byla zkonstruována pravoúhlá síť o celkovém počtu 63 detekčních bodů, čímž byla pokryta celá požadovaná plocha o rozloze 150 x 450 metrů. Detekční body byly rozmístěny v řadách ve vzdálenostech 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 a 450 metrů od epicentra a v každé řadě se nacházelo celkem 7 detekčních bodů ve vzájemném rozestupu 25 metrů (viz obrázek 12). Použitý typ sítě umožňoval poměrně velkou flexibilitu k aktuální povětrnostní situaci, kde určujícím faktorem byl směr větru. Síť tedy byla stacionární a podle potřeby se měnilo pouze umístění epicentra. Kontinuální detektory DustTrak byly umístěny uvnitř této sítě v různých konfiguracích (viz obrázek 13). Všechny detektory byly umístěny ve výšce 170 cm nad zemí.

Vyměření sítě v terénu bylo provedeno za pomocí GPS, takže přesnost lokace jednotlivých bodů činila 0,5 metru.

Obrázek 11: Pohled na pasivní detektor (detektor je po sejmutí plastového víčka připraven k expozici); Autor: Tomáš Vítek.

Obrázek 12: Vizualizace tvaru detekční sítě a rozmístění jednotlivých terčíků, meteorologických stanic a epicentra výbuchu; Autor: Slavoj Zemánek.

Obrázek 13: Rozmístění aktivních detektorů DustTrak; Autor: Petr Skřehot.

Operativní analýzy povětrnostní situace

Operativní analýzy aktuální povětrnostní situace byly prováděny každý den před zahájením prací na polygonu. Analýza sestávala z prověření situace na letišti, provedení záznamu základních meteorologických informací, včetně pozorování stavu počasí s následnou diskuzí s profesionálním meteorologem z ČHMÚ. Pro operativní analýzu byly kromě místních dat využívány také aktuální informace z meteorologického serveru německé meteorologické služby Wetterzentralle. Analýza přízemní synoptické mapy a předpovědní mapy pro větrné pole však byla určena pouze pro prognózu vývoje počasí v řádech hodin (např. za účelem úpravy polohy epicentra pro testy v dalších dnech, výskyt nežádoucích povětrnostních jevů – např. bouřky, deště, nárazů větru apod.). Pro lokální předpověď určenou pro charakterizaci místních podmínek a určení optimálního času pro provádění testů v daném dni, však byly podstatné informace z místního pracoviště ČHMÚ.

Při operativních analýzách byl zjištěn také denní chod lokální cirkulace vzduchu, což byla informace důležitá pro správné načasování výbuchů. Dle místních podmínek i charakteru počasí v jednotlivých termínech (duben, červen a září) bylo možné testy provádět v dopoledních hodinách (cca od 8 do 13 hod) nebo v podvečer (cca po 18 hod). Snahou bylo vyhnout se působení výraznější termické konvekce, která je pro měření přízemních koncentrací oblaku aerosolu nežádoucí.

Meteorologická měření

Během testů bylo prováděno měření vybraných meteorologických veličin, které rozptyl oblaku ovlivňují. Pro měření byly použity tři mobilní automatické meteorologické stanice (viz obrázek 14) a jeden měřící vůz chemického vojska značky Rover. Měření pomocí automatických stanic probíhalo ve třísekundových časových intervalech, měření pomocí vozu Rover ve třicetisekundových intervalech. Nejdůležitějšími veličinami byla rychlost větru, směr větru a teplota vzduchu.

Pro určení směru větru na celé ploše polygonu byly používány výstražné fábory, které byly umístěny na všech tyčích hlavní (středové) linie (viz obrázek 15) a na okrajových tyčích v každé řadě. Tyto směrové ukazatele sloužily především pro stanovení okamžiku výbuchu, který bylo nutné stanovit ad hoc podle aktuální povětrnostní situace. Bylo-li větrné pole na celé ploše polygonu ustálené, pak bylo možno vydat pokyn k odpalu.

Obrázek 14: Mobilní automatická meteorologická stanice; Autor: Tomáš Vítek.

Obrázek 15: Pohled na hlavní linii s rozmístěnými tyčemi s fábory a automatickou meteorologickou stanicí; Autor: David Šátek.

Snímání obrazu

Při dubnových i červnových testech byly použity tři videokamery, které byly rozmístěny tak, aby bylo možno snímat postup oblaku z různých směrů. Následným vyhodnocením získaných výstupů lze určit velikost oblaku ve všech třech osách a dále pak půdorys dráhy jeho postupu.

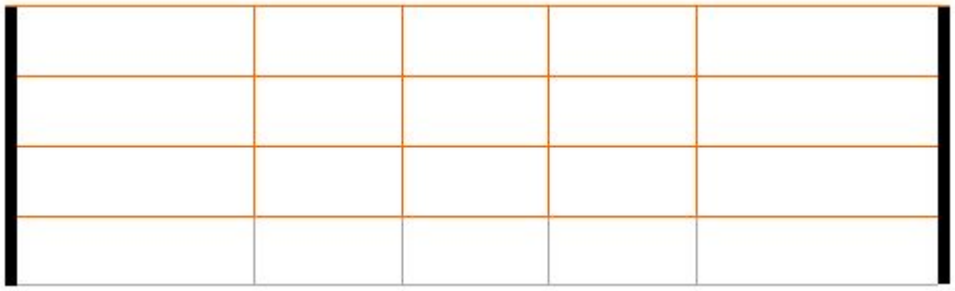
Oproti videozáznamu poskytuje digitální fotografie výraznější detaily, avšak pro stanovení výšky oblaku v čase je využít nelze. V tomto ohledu posloužily především záznamy z kamer. Fotodokumentace byla také využita pro vzájemné srovnání různých tvarů oblaků bezprostředně po výbuchu (cca 1 až 2 sekundy). Jelikož je tvar oblaku závislý na počátečních energetických podmínkách, lze tuto informaci využít pro orientační určení typu použité výbušniny. Například na obrázku 16 jsou znázorněny dva převažující typy oblaků: a) „(polo)kulovitý“ a b) „kónický“. V prvém případě se jedná o oblak vzniklý při použití výbušniny Semtex 30 (2,5 kg) s nižší detonační rychlostí, v druhém případě při použití výbušniny Permon 10 (3 kg) se střední detonační rychlostí.

Obrázek 16a, 16b: Tvary oblaků cca 1 sekundu po výbuchu při použití různých výbušnin; Autor: Petr Skřehot.

Odhad velikosti a tvaru oblaku

Odhad velikosti oblaku lze v praxi provádět rozborem videozáznamu a určením výšky srovnávacím stanovením. Pro tento účel byla využita kamera, před kterou byla umístěna síť z dostatečně tenkého, ale zároveň dostatečně reflexního materiálu. Výška oblaku pak byla určena pomocí jednoduchého trigonometrického výpočtu. Takto lze získat informaci i o šířce oblaku ve směru kolmém na dráhu jeho postupu.

Měřící síť je možno vyrobit z motouzů napnutých mezi dvě zafixované tyče. V našem případě byl použit motouz oranžové barvy, který byl proti zelenému pozadí dostatečně viditelný. Důležité je, aby byla síť zkonstruována tak, aby kamera, snímala celé zorné pole, kde se oblak pohyboval. Podoba zaměřovací sítě je znázorněna na obrázcích 17 a 18.



Obrázek 17: Měřící síť pro určování výšky oblaku.

Obrázek 18: Reálná podoba zaměřovací sítě na výstupu z videozáznamu; Autor: Slavoj Zemánek.

Organizace pracovních aktivit

Jak již bylo uvedeno výše, úspěšné provedení testů záviselo na dokonalé přípravě a organizaci. Nedílnou součástí této fáze proto byla podrobná instruktáž všech účastníků testů, rozdělení funkcí a úkolů, smluvení signálů a způsobu komunikace a v neposlední řadě také proškolení z bezpečnosti práce (viz obrázek 19).

Obrázek 19: Pracovní porada členů týmu před zahájením testů; Autor: Tomáš Vítek.

Obrázek 20: Pohled na řídící stanoviště; Autor: David Šátek.

Každý test byl zakončen uzavřením pasivních detektorů, které muselo proběhnout rychle, aby byla minimalizována kontaminace detektorů pozaďovým prachem. K uzavírání však mohlo být přistoupeno až v okamžiku, kdy oblak aerosolu vzniklý výbuchem přešel přes celý polygon, anebo pokud došlo k jeho výstupu. Tento okamžik bylo nutné

stanovit vizuálním pozorováním z řídící věže (viz obrázek 20) odkud byl postup oblaku monitorován. Pomocí smluveného signálu byl následně vydán pokyn k uzavírání detektorů plastovými víčky (viz obrázek 21). Po vyklizení polygonu byly exponované detektory sejmuty z tyčí, roztříděny a odeslány k vyhodnocení (viz obrázek 22).

Obrázek 21: Plošné uzavírání pasivních detektorů; Autor: David Šátek.

Obrázek 22: Inventarizace a třídění sebraných pasivních detektorů; Autor: Michaela Havlová.

Pokračování v příštím čísle časopisu JOSRA.

Autor článku:
RNDr. et Mgr. Petr Skřehot