

Možnosti modelování havarijních dopadů nebezpečných chemických látek

Ing. Otakar J. Mika, CSc.

ISATech, s.r.o. Brno, třída kapitána Jaroše 31, 602 00 Brno, email: otakar_mika@email.cz

Úvod

Průmyslová činnost přináší s pokrokem v uspokojování narůstajících potřeb lidstva i řadu negativních projevů. Jednou z nich je možnost vzniku závažné havárie, která může být spojena s únikem nebezpečných látek toxického, hořlavého nebo výbušného charakteru. Kromě toho mohou mít i jiné významné nebezpečné vlastnosti, jak je to podrobněji uvedeno níže. Jedná se tedy o nebezpečné chemické látky a přípravky. Při poruše technického zařízení a nebo při závažné havárii však mohou uniknout do okolí a tím do životního prostředí také radioaktivní látky a nebo nebezpečné biologické látky. Radioaktivní a biologické látky mohou rovněž velmi negativně působit na osoby a zvířata a ohrožovat jejich životy a nebo zdraví a nebo zasažené složky životního prostředí.

Z historie je známá celá řada závažných průmyslových havárií, které měly nejrůznější negativní dopady na životy a zdraví lidí, na životní prostředí a na majetek. Je nesporné, že závažné průmyslové havárie nastanou i v budoucnosti. Česká legislativa se snaží společně se systémem různých státních a oborových norem a organizačních a technických bezpečnostních opatření jejich vzniku zamezit a v případě probíhající závažné havárie maximálně omezit jejich havarijní dopady.

Kromě závažných průmyslových havárií může být obyvatelstvo ohroženo také terorismem, který zneužije chemické látky, radioaktivní látky a nebo biologické agens. Například v oblasti chemického terorismu to může být celá škála nebezpečných chemických látek a přípravků, které jsou běžně vyráběny, skladovány a manipulovány v mnohatunových množstvích chemickým, petrochemickým a jiným procesním průmyslem. Tyto nebezpečné látky jsou také předmětem časté a velkokapacitní přepravy především silniční a železniční dopravou.

Zcizení a zneužití těchto látek k teroristickému útoku je relativně snadné. Informace o jednotlivých nebezpečných chemických látkách a přípravcích a jejich množství a umístění jsou zpravidla velmi snadno dostupné – jejich snadná dostupnost a podrobná informace je dokonce zakotvena v platné národní legislativě.

Nebezpečné chemické látky a přípravky

Průmyslové zdroje – zvláště pak nebezpečné chemické látky a chemické přípravky – jsou velmi snadno zneužitelné teroristy jako „civilní“ zbraně. Potenciálnímu pachateli stačí pouze vědět, jak způsobit například únik nebezpečné látky do okolí zdroje rizika nebo jak ho poškodit a iniciovat tak mimořádnou událost.

Vzhledem k technické vyspělosti a vynalézavosti člověka se jedná o významnou hrozbu. Zneužitelných zdrojů rizika je v průmyslově vyspělých zemích velké množství a jsou často umístěny v blízkosti lidského osídlení.

Řada průmyslových chemických látek má různé havarijní dopady, mezi ty hlavní patří: hořlavost, výbušnost a jedovatost. Tyto havarijní účinky mohou být zneužity nejen pro působení vůči lidem, ale také proti hospodářským a nebo jiným zvířatům, případně mohou způsobit závažné zničení a nebo poškození majetku či životního prostředí.

Typické možné příklady jsou zneužití chloru a amoniaku. Obě průmyslové toxické látky jsou nejen široce používány ve stacionárních objektech a zařízeních a to nejen chemického průmyslu, ale jsou v poměrně velké míře přepravovány.

Kromě průmyslových chemických látek je možné použít k chemickému terorismu otravné látky, což jsou extrémně jedovaté látky. Jaká je situace v tomto ohledu? Vyhodnocování použití chemických zbraní nebo otravných látek je v České republice řešeno v podmínkách armády, ale nikoliv v podmínkách integrovaného záchranného systému, který je v ČR budován od roku 1993 na základě tezí a od roku 2000 podle zákona, jako skutečná a praktická služba obyvatelstvu v mimořádných událostech a krizových situacích.

Integrovaný záchranný systém zahrnuje všechny hlavní složky – Hasičský záchranný sbor, Policii České republiky a rychlou záchrannou službu (zdravotnickou) a dále pak řadu dalších složek: vybrané jednotky armády, Český červený kříž, Svaz kynologů a další mnohé síly a prostředky, které jsou mobilizovány pro zásah ve druhém sledu.

Otravné látky

Jak tedy řešit vyhodnocení a ochranu po chemickém terorismu s použitím otravných látek? Armáda České republiky používala v 90. letech a stále používá pomůcku Chem-51-8 Vyhodnocování chemické situace (z roku 1993).

Základem současného vyhodnocování je STANAG 2103 a na něj navazuje standard NATO ATP-45B s využitím SW produktů NBC Warning a nověji NBC Analysis.

Základní složky integrovaného záchranného systému a ostatní subjekty nemají k dispozici v současné době žádný vhodný SW produkt na modelování následků otravných látek po jejich teroristickém použití (podle autorových znalostí). Potřeba složek integrovaného záchranného systému je však jiná než potřeba armády. Armádní způsob vyhodnocování chemické situace po použití otravných látek předpokládá masové nasazení chemických zbraní.

Civilní sektor potřebuje SW nástroj pro vyhodnocování teroristického útoku otravnou látkou jako bodového zdroje. Složky integrovaného záchranného systému potřebují SW nástroj pro rychlé a spolehlivé vyhodnocení použité otravné látky, aby mohla být přijata potřebná ochranná a likvidační opatření. Přitom se musí zohlednit "klasická vstupní data" jako jsou druh a množství otravné látky, povětrnostní situace ve městě, zastavěnost a charakter místa útoku a okolí, převýšení terénu apod.

Závažné chemické havárie a jejich dopady

V současné době se vyrábí, zpracovává, dopravuje, skladuje a účelově využívá obrovské množství chemických látek a přípravků. Tyto látky jsou v mnoha případech nebezpečné, protože jsou hořlavé, výbušné a jedovaté. Omezené množství nebezpečných chemických látek má dokonce všechny projevy – hořlavost, výbušnost i toxicitu. Nebezpečné chemické látky a přípravky mohou mít řadu dalších nebezpečných vlastností.

Mohou být výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, výbušné, zdraví škodlivé, žravé, dráždivé, senzibilující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí.

Dále mohou nebezpečné chemické látky a přípravky prudce reagovat s vodou a nebo při styku s vodou uvolňovat toxický plyn.

Hlavní havarijní dopady nehod a závažných havárií s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky mohou být různé, ale zjednodušeně je možné říci, že se jedná o tři základní havarijní události (požár – výbuch – únik jedovaté látky) a čtyři havarijní ničivé dopady

(tepelné záření – tlaková vlna – rozlet fragmentů trosek – jedovatost). Stručně a přehledně je to uvedeno v následující tabulce.

Tabulka: Základní havarijní události a jejich dopady

Havarijní událost	Havarijní dopady	Poznámka
Požár	tepelné záření	zpravidla pouze časově a prostorově omezené působení, omezené zasažení osob, zapálení materiálů a nebo destrukce materiálů, eventuálně konstrukcí, významné poškození složek životního prostředí, zpravidla vznikají značné materiální škody
Výbuch	tlaková vlna rozlet fragmentů trosek	rychlý průběh události, omezené zasažení a/nebo ohrožení osob nebo zvířat (smrt nebo poškození zdraví: dočasné – trvalé), zasažení budov, konstrukcí a technologií (zničení, poškození), synergické a kumulativní účinky na okolní objekty, zařízení a technologie, přitom zpravidla vznikají značné materiální škody
Únik toxické látky	jedovatost	významné zasažení a/nebo ohrožení osob nebo zvířat (smrt nebo poškození zdraví: dočasné – trvalé), významné poškození složek životního prostředí, materiální škody zpravidla nevýznamné

Některé nebezpečné chemické látky a přípravky mají všechny vlastnosti: hořlavost, výbušnost a toxicitu. Příklady jsou všeobecně známy a není třeba je zde uvádět.

Zvláštní pozornost by měla být věnována možnému vzniku, rozletu a působení střepin skla, což může být především v podmínkách městských aglomerací závažný havarijní dopad. Tlaková vlna výbuchu způsobuje rozbití skla (oken, dveří apod.) již od nízké hodnoty přetlaku tlakové vlny. Například padání skleněných střepin z výškových budov může působit doslova jako gilotina ve vztahu k možnému usmrcení či vážnému zranění osob.

Je proto účelné, aby každý člověk znal konkrétní průmyslová rizika a možnosti vzniku a hlavní havarijní dopady ze závažných průmyslových havárií a to v obou místech pobytu (pracoviště – bydliště).

V polovině listopadu 2003 bylo v ČR celkem asi 150 provozovatelů (podle evidence MŽP ČR), kteří mají objekty nebo zařízení spadající pod dikci zákona 353/1999 Sb. (z tohoto počtu je pak asi polovina zařazena v kategorii A – menší provozovatel).

Ale pozor, existují další „nezařazené“ objekty a zařízení s podlimitním množstvím nebezpečných chemických látek, které však v případě havárie mohou ohrozit a zasáhnout obyvatelstvo v okolí. Nejedná se pouze o průmyslové toxické látky (amoniak, chlor, oxid siřičitý), jak by se mohlo zdát, ale jedná se i o látky výbušné jako příkladně propan – butan.

To jsou jen některé nejkřiklavější příklady. Například bezvodý amoniak používá na území ČR 155 zimních stadiónů a asi 500 – 600 velkokapacitních chladících zařízení v potravinářském průmyslu. Konkrétními výpočty a prognostickým modelováním havarijního úniku této toxické látky lze snadno dokázat, že i objekty a zařízení nespádající pod dikci zákona jsou vysoce nebezpečné pro obyvatelstvo v okolí. Tyto případy jsou sice v odborné veřejnosti dostatečně známy, ale obyvatelstvo v okolí takových nebezpečných objektů a zařízení má jen mizivou naději, že by dostalo dostatečnou informaci o tomto zdroji rizika s doporučením jak se zachovat v případě ohrožení a nebo zasažení čpavkem.

Zákon stanovuje pro čpavek hodnotu 50 tun, aby byl objekt nebo zařízení zahrnuto pod jurisdikci zákona, ale to jen do skupiny A. Provozovatel ve skupině A nemá zákonnou povinnost poskytovat podklady pro havarijní plánování správním úřadům.

V České republice existují stovky až tisíce zařízení s nebezpečnými látkami, které nespádají pod přísnější režim, ale přitom mají vyšší úroveň rizika než mnohé velké průmyslové celky.

Tato výzva k důsledné analýze a hodnocení rizika výše uvedených objektů a zařízení patří kompetentním pracovníkům správních úřadů, které musí otázky podlimitních, ale rizikových nebezpečných zařízení důsledně řešit. Musí však také poskytnout obyvatelstvu v okolí takových objektů a zařízení předem dostatečnou informaci o základních zásadách ochrany a způsobem jednání a chování v případě závažné havárie.

Modelování havarijních dopadů nebezpečných chemických látek

Novým moderním a rychlým modelovacím nástrojem pro vyhodnocení havarijních dopadů a projevů nebezpečných chemických látek a chemických přípravků je SW nástroj **TEREX**.

TEREX je nástroj pro rychlou prognózu dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo nástražných výbušných systémů. Často jde o teroristické zneužití nebezpečných látek s cílem poškození integrity společnosti. Model je vytvořen jako počítačový program s návazností na grafický informační systém pro přímé zobrazení výsledků v mapách.

TEREX je určen zejména pro operativní použití jednotkami IZS při zásahu, pro rychlé určení rozsahu ohrožení a realizaci následných opatření pro ochranu obyvatel. **TEREX** je využitelný velitelem zásahu přímo na místě nebo operačním důstojníkem v řídicím středisku. Předpověď havarijních dopadů a následků je založena na konzervativní prognóze. V praxi to znamená, že výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným dopadům a následkům na okolí – tzv. nejhorší varianta.

TEREX nabízí uživateli možnost vyhodnocení čtyř základních situací:

- TOXI – únik toxické nebezpečné látky – vyhodnocuje dosah a tvar oblaku, jehož kontury jsou dány dávkou toxické látky
- VCE, UVCE – únik výbuchu schopné nebezpečné látky – modely vyhodnocují dosah působení vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem
- POOL FIRE, JET FIRE, FLASH FIRE a BLEVE – únik hořlavé nebezpečné látky – modely vyhodnocují dosah působení tepelné radiace požárů
- TEROR – použití výbušiny – vyhodnocuje dosah působení vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací výbušného systému na okolí detonace

TEREX se vyznačuje vysokým komfortem a jednoduchostí ovládání. Parametry je možno volit z nabídek. Model pracuje i při neúplném zadání, což usnadňuje zejména práci ve stresových situacích.

Pomocník **TEREX** umožňuje dosáhnout kvalitní výsledky jak pro odborníka, tak i pro člověka, který není specialistou v oborech chemie či pyrotechniky (např. pracovník krizového řízení). Pomocí jednoduchých dotazů a nabídek je uživatel veden k přesnému a jednoznačnému zadání. Výsledky výpočtu modelu **TEREX** jsou uspořádány velmi jednoduše, srozumitelně a především jednoznačně, takže usnadňují rychlé rozhodování. Toho je docíleno minimalizací výstupních informací na důležité veličiny a informace a promítnutím výsledků do mapy.

TEREX splňuje normy NATO pro systém předávání zpráv ve formátu ADatP-3. Poskytuje také výstup v textovém formátu či v XML. Modelovací systém je rovněž vybaven možností synchronního krokování např. pro potřeby vizuální animace či pro propojení na simulační systém ESIM 2000.

TEREX nemá žádné zvláštní nároky na HW a SW, k jeho provozu stačí běžný notebook. Pro vykreslování výsledků do mapy je možno užít lokální mapové systémy, případně se připojit na služby Státního mapového centra.

V současné době je k dispozici v SW **TEREX** celkem 75 nebezpečných chemických látek, které je možné okamžitě vyhodnocovat. Celková databáze nebezpečných chemických látek bude postupně rozšířena na hodnotu do 100 nebezpečných chemických látek. Další rozšiřování této databáze bude jen účelové na objednávku zákazníka budou doplněné další požadované nebezpečné chemické látky.

Značnou výhodou je také to, že zájemce si objedná jen konkrétní soubor nebezpečných chemických látek a přípravků, které skutečně potřebuje vyhodnocovat a modelovat jejich havarijní dopady.

Závěr

Modelování havarijních dopadů závažných havárií nebo chemického terorismu je důležité pro včasnou a správnou ochranu ohrožených a nebo již zasažených osob.

Problematika modelování havarijních následků nebezpečných chemických látek je již dostatečně zvládnuta, ale je nutno připravit nové vyhodnocovací moduly pro modelování následků po použití otravných látek, které mohou využívat základní složky integrovaného záchranného systému.

Na tomto úkolu v současné době pracujeme.

Literatura:

- Zákon č. 353/1999 Sb., zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (zákon o prevenci závažných havárií).
- Zákon č. 82/2004 Sb., zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (zákon o prevenci závažných havárií – novelizace).
- Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.
- MARTÍNEK, B. – LINHART, P. aj.: Ochrana člověka za mimořádných událostí, Příručka pro učitele základních a středních škol, Ministerstvo vnitra – GŘ HZS ČR, Praha 2003.
- Autor neuveden: Pro případ ohrožení, příručka pro obyvatele, Ministerstvo vnitra – GŘ HZS ČR, Praha 2001.
- Autor neuveden: Slovník základních pojmů a činností při zvládnání katastrof, Hlavní úřad Civilní ochrany, Praha 1997.
- DITTRICH, F. – VANĚČEK, M.: Praktické prognózy dopadů průmyslových havárií na obyvatelstvo, Sborník IV. mezinárodní konference Medicíny katastrof 2000.
- MIKA, O.: Současná prevence závažných havárií a její perspektivy v České republice, Sborník IV. mezinárodní konference Medicíny katastrof 2000.
- MIKA, O.: Prevence závažných havárií, Rescue Report, 2000, číslo 2, str. 20 – 21.
- MIKA, O.: Chemické havárie, Zpravodaj Civilní ochrany, 1998, číslo 1, str. 20 – 21.

Brno, 25. 5. 2004