

MOBILNÍ SYSTÉM HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK SMĚSNÝCH CHEMICKÝCH EXPOZIC

¹Zdeněk FIALA, ²Lenka BORSKÁ, ³Otakar MIKA, ²Jan KREMLÁČEK, ⁴Tomáš BORSKÝ, ⁵Vladimír KRAJÁK, ⁶Jan KAVALÍR

¹Univerzita Karlova v Praze, Ústav hygieny a preventivního lékařství Lékařské fakulty v Hradci Králové

²Univerzita Karlova v Praze, Ústav patologické fyziologie Lékařské fakulty v Hradci Králové

³ISATech, s. r. o., Pardubice, regionální pracoviště Brno

⁴Medtec-VOP, s. r. o., Hradec Králové

⁵Zdravotní ústav se sídlem v Pardubicích, pobočka Pardubice

⁶T-SOFT s. r. o., Praha

Souhrn

Navrhovaný systém hodnocení umožňuje rychlý odhad aktuálních úrovní zdravotních rizik v situacích chemického ohrožení. Systém by mohl usnadňovat a urychlovat rozhodování krizových managerů, např. ohledně použití ochranných prostředků, organizace mimořádných opatření nebo úplné evakuace. Systém se skládá z analytického, fyzikálního a toxikologického modulu. Analytický modul shromažďuje informace o druhu chemické havárie, o aktuálních koncentracích vybraných nebezpečných látek v ovzduší v místě havárie a o aktuálních atmosférických podmínkách. Fyzikální model umožňuje výpočet celkových koncentračních zón (zón zdravotního rizika) a jejich zobrazení do mapy. Toxikologický modul umožňuje průběžné hodnocení okamžitého zdravotního rizika v místě pobytu záchranného týmu. Vyvíjený systém obsahuje v současné době informace o více než 80 nebezpečných chemických látkách, cílovým počtem by mělo být asi 100 látek. Po konečné kompletaci by systém mohl být součástí Integrovaného záchranného systému.

Klíčová slova: Chemické látky; Průmyslové havárie; Teroristické útoky; Hodnocení zdravotních rizik; Integrovaný záchranný systém; Krizový management.

Mobile System of Health Risk Assessment of Multiple Chemical Exposures

Summary

The proposed system of assessment enables fast screening of the actual health risk levels in situations of chemical threat. The system could facilitate and accelerate emergency management concerning application of protective devices, implementation of emergency precautions or total evacuation. The system includes analytical, physical and toxicological modules. The analytical module collects information about a form of chemical emergency event, actual air levels of selected dangerous compounds in the site of emergency event and actual atmospheric conditions. The physical module calculates the total concentration zones (the total zones of health risk) and records the zones into the map. The toxicological module enables continual assessment of actual health risk in the emergency team workplace. The system includes more than 80 dangerous chemical compounds and is still under development, with a target number of about 100 substances. After the final completion, the system could be a part of the integrated rescue system.

Key words: Chemical substances; Industrial emergencies; Terrorist attack; Health risk assessment; Integrated rescue system; Emergency management.

Úvod

Za válečného i mírového stavu dochází k situacím, kdy mnoho osob z řad příslušníků Armády České republiky (AČR), složek Integrovaného záchranného systému (IZS) i civilního obyvatelstva může být vystaveno účinkům širokého spektra nebezpečných chemických látek (NCHL). Těmito situacemi mohou být bojové operace armády, akce složek IZS, průmyslové havárie nebo teroristické útoky (9, 10, 17, 18). Základními složkami IZS jsou

Hasičský záchranný sbor (HZS), Policie České republiky a Zdravotní záchranná služba. Do integrovaného systému mohou být zařazeny i další složky zúčastněné na záchranných operacích (22).

Na území vyspělých průmyslových států se v současné době nacházejí značné objemy výroby, skladování, zpracování a transportu NCHL lokalizované většinou do městských průmyslových zón (20). Vysoká koncentrace NCHL v těchto zónách představuje potenciální zdravotní riziko pro osoby nalézající se v jejich blízkosti. Nebezpečné látky mohou organis-

mus poškozovat v důsledku své vznětlivosti, explozivivity nebo toxicity (11, 12).

Při současném stavu instrumentální techniky nebývá většinou problémem stanovení kvalitativních či kvantitativních charakteristik nebezpečných látek (15). Nezbytné multifunkční analytické přístroje ale bývají u složek IZS používány téměř výhradně ve stacionárních zařízeních (laboratořích) nebo v zařízeních s limitovanou mobilitou (polní laboratoře). V případě havarijních situací může proto nabývat na významu časová prodleva vznikající mezi dobou odběru vzorků, interpretací výsledků analýz a následnými rozhodnutími. Jak AČR tak i HZS mají sice k dispozici mobilní analyzátory, ale tato zařízení jsou orientována především na bojové chemické látky (BCHL), zatímco možnosti sledování NCHL jsou omezené (16). Bezpečnostní koncentrační zóny NCHL (pro použití ochranných prostředků, zavedení mimořádných opatření nebo pro úplnou evakuaci osob) jsou příslušníky AČR a HZS stanovovány většinou manuálně, pomocí tabulek.

Složky IZS zatím nedisponují mobilním systémem umožňujícím rychlé toxikologicko-zdravotnické vyhodnocení výsledků analýz ovzduší v místě havárie. Rovněž tak nedisponují zdrojem informací, který by umožnil odhad aditivních biologických interakcí přítomných látek (21).

Z výše uvedeného krátkého přehledu vyplývá, že průmyslové technologie představují permanentní zdroj chemického nebezpečí. Dále z něho vyplývá, že i přes dobrou úroveň technického zabezpečení ochrany obyvatelstva složkami IZS, existuje řada možností, jak stávající stav ochrany před účinky NCHL zlepšit. V současné době roste význam rychlosti zhodnocení zdravotního rizika jako jednoho z determinujících faktorů krizového řízení průmyslových havarijních situací. Prezentovaný projekt navazuje na výše uvedená fakta a klade si za cíl návrh mobilního systému, který by měl zlepšit, usnadnit a urychlit krizový management v situacích ohrožení NCHL. Systém by mohl usnadňovat a urychlovat rozhodování krizových manažerů, týkající se např. použití ochranných prostředků, organizace mimořádných opatření nebo úplné evakuace osob.

Metoda

Struktura systému

Systém je založen na kombinaci analytického, fyzikálního a toxikologického modulu, které jsou

uloženy v terénním vozidle (prozatím navržen Land Rover Defender 130 TD 5V ve standardním provedení, včetně spojovacího vybavení). **Analytický modul** systému je tvořen osobním odběrovým čerpadlem APEX (firma Casella Measurement), pumpou pro detekční stanovení Gastec GV-100S (firma Gastec), fotoionizačním detektorem Multi PID 2 (firma Dräger), analyzátozem PAC III E (firma Dräger), analyzátozem RAID-1 (firma Bruker-Saxonia Analytik) a zařízením pro sledování atmosférických podmínek Wind-Sonic (firma Gill Instruments). Pro následné ověřovací analýzy ve stacionárních laboratořích je modul vybaven prostředkem pro odběr plyných, kapalných a pevných matric POV-2000.

Fyzikální modul systému je tvořen modifikovanou verzí programového produktu TerEx, verze 2.5.5.-Medtec (firma T-Soft Praha a firma ISATech, Pardubice). **Toxikologický modul** systému je tvořen programovým produktem RIZIKA (firma Medtec-VOP). Posádka vozidla je vybavena protichemickými ochrannými oděvy OPCH-90 PO, dýchacími přístroji PSS-500 a maskami OM-90.

Funkce složek systému (modulů)

Analytický modul je zdrojem kvalitativních a kvantitativních informací o druhu chemické havárie, o aktuální kontaminaci ovzduší vybranými nebezpečnými látkami (tab. 1) a o aktuálních atmosférických podmínkách v dané lokalitě. Kritérii výběru detekovaných škodlivých látek byla frekvence jejich přítomnosti v ovzduší při havarijních událostech v minulých letech a jejich zdravotní závažnost (konzultováno s odborníky HZS Královéhradeckého kraje – únor 2004). Kritérii pro výběr analyzátorů byly mobilita, vysoká rychlost analýzy, univerzálnost, finanční nenáročnost a jednoduchá obsluha. Modul kontinuálně analyzuje hladiny vybraných škodlivých látek v **akutní zóně havárie**, tj. v oblasti pohybu záchranného týmu. Parametry přístrojů splňují požadavky mezinárodních norem.

Osobní bateriové čerpadlo APEX zajišťuje odběry ovzduší kontaminovaného škodlivými látkami v podobě plynů či aerosolů. Kapacita vestavěných nabíjecích akumulátorů umožňuje asi 10hodinový provoz bez potřeby externího zdroje elektrické energie. Čerpadlo je (v kombinaci s POV-2000) plánováno pro odběr vzorků organických látek (trubičky s adsorpčním materiálem Merck) a prachů pro účely pozdější (kontrolní) analýzy laboratorní instrumentální technikou.

Tabulka 1

Vybrané nebezpečné látky

Amoniak	Ethylénoxid	Furan	1,3-Dichlórpropen
LPG	Propylén	Chlórbenzen	Allylchlorid
Propan-butan	Bróm	n-Butylalkohol	Butylacetát
Benzin automobilový	Acetylén	Methylmetakrylát	Ethylakrylát
Chlór	Aceton	Fosfin	Ethylénimin
Ethylén	Benzen	Chlorid fosforitý	Isopropylalkohol
Vodík	Diethyléter	Chlorid uhličitý	Kyselina akrylová
Nafta	Ethanol	Arsin	n-Pentan
Ethanolamin	Toluén	Methylisokyanát	Sarin
Sirovodík	Cyklohexanol	1,1-Dichlóroethan	Soman
Oxid uhelnatý	Chloroform	n-Heptan	Vx
Kyanovodík	Fenol	Nitrobenzen	Yperit
Oxid siřičitý	Oxid uhličitý	Cyclohexan	Lewisit
Toluendiisokyanát	Rtuť	m-Xylen	N-yperit
1,4-Dioxan	Dimethylamin	1,2-Dichlórpropan	Chlórkyan
Epichlorhydrin	Methanol	Isobutan	Chlóracetofenon
Fluorovodík	Ethylacetát	Petroléter	Fosgen
Formaldehyd	n-Hexan	Benzin technický	Akrolein
Chlorovodík	Pyridin	Petrolej	N-Oktan
Sirouhlík	Ethan	Ethylbenzén	Chlorpikrin
Styrén	Difosgen	Cyclohexanon	Dioxin
Methan	Oxid dusičitý	Propan	

Gastec GV-100S je čerpadlo, které ve spojení s vhodnou detekční trubičkou umožňuje během několika desítek vteřin semikvantitativní stanovení koncentrace zvolené plynné látky v ovzduší. K dispozici jsou detekční trubičky pro více než 100 látek.

Multi PID 2 je analyzátor schopný okamžitě neselektivně monitorovat obsah organických látek v ovzduší. Je vybaven nabíjecím akumulátorem umožňujícím několikahodinový provoz bez potřeby externího zdroje elektrické energie. Vedle zobrazování okamžitých hodnot koncentrací pracuje také jako sběrač dat k pozdějšímu počítačovému zpracování.

PAC III E je analyzátor schopný okamžitě selektivně monitorovat obsah plyných látek v ovzduší podle typu vloženého elektrochemického senzoru.

Z řady dodávaných senzorů byly zvoleny amoniak a chlór, tj. látky, které nejčastěji přicházejí do úvahy při haváriích průmyslových zařízení. Přístroj je vybaven nabíjecím akumulátorem umožňujícím několikahodinový provoz bez potřeby externího zdroje elektrické energie.

RAID-1 je analyzátor pracující na principu IMS (spektrometrie pohyblivosti iontů). Umožňuje rychlou detekci a identifikaci vojensky významných látek sarinu, somanu, VX, yperitu, fosgenu, difosgenu, kyanovodíku a lewisitu. Přístroj je vybaven nabíjecím akumulátorem umožňujícím několikahodinový provoz bez potřeby externího zdroje elektrické energie.

TerEx - Vlastnosti látky

Látka: **Akrolein** C₃H₄O
 Skupenství: **Kapalina** UN kód: 1092

Parametry látky

Základní parametry Havarijní a toxické vlastnosti Havarijní modely **Fyzikální vlastnosti**

Teplota [°C]
 Sublimace: [] Tání: -87,7 varu: 52,5

Hustota [kg/m³]
 [841] Poměr hust. par ke vzduchu: 1,93 **Relativní mol. hmotnost**: 56,1

Teplota [K]
 výparné: 549 spalně: 29097 **Výhřevnost [kJ/kg]**: 27646

Specifické teplo pro [kJ/kg/K]
 plyn: 1,29 kapalinu: 2,14 **Poměr Cp/Cv pro** plyn: 1,13 kapalinu: []

Ostatní
 Difúzní koef. [] Dolní mez výbuš. [] Parciální tlak 2 []
 Emit. rad. podíl [0,15] Horní mez výbuš. [31,8] Parciální tlak 1 [0,0556]
 Rychlost odhořívání [0,048] Kritický tlak [MPa] [5] Kritická teplota [K] [506]
 tlak nas. par [] výparnost [mg/l] [] teplota vzplanutí [°C] []

Vlastnosti látky

Obr. 1: Základní informace pro výpočty fyzikálního modulu

TerEx - Vlastnosti látky

Látka: **Epichlorhydrin** C₃H₅ClO
 Skupenství: **Kapalina** UN kód: 2023

První pomoc

Postiženého přenést na čerstvý vzduch, uložit do klidné polohy a uvolnit oděv. Při zástavě dechu umělé dýchání, případně podávat kyslík. Potřísněné části oděvu svléknout a odstranit. Zasažené místa pokožky důkladně oplachovat vodou a pokrýt sterilním obvazem (ne obvaz proti spáleninám). Zasažené oči promývat 10-15 minut. Nenechat prochládnout. Zajistit lékařskou pomoc. Transportovat jen vleže. Při zvracení otočit hlavu na stranu. Při nebezpečí ztráty vědomí uložit a transportovat ve stabilizované poloze na boku.

Parametry látky

CANUTEC **Další vlastnosti:**

Charakteristika

První pomoc
 Požární projevy
 Hasební prostředky
 Zraňující projevy
 Ochrana
 Typy filtrů
 Stálost
 Další toxické vlastnosti

Obr. 2: Toxikologicko-medicínské informace fyzikálního modulu

Fyzikální modul umožňuje výpočet **celkových koncentračních zón** (zón zdravotního rizika) šíření nebezpečných látek s vyznačením oblastí, kde lze očekávat zvýšené zdravotní riziko. Celková zóna s vyznačením hlavního směru šíření je zobrazena na mapě. Fyzikálně-chemické výpočty jsou prováděny podle konzervativního scénáře, na základě fyzikálně-chemických údajů o sledovaných látkách, jejich aktuálních koncentracích a na základě aktuálních at-

mosférických podmínek. Konzervativní scénář vyjadřuje nejhorší variantu rizika, která může za daných okolností (ještě reálně) nastat. Program obsahuje rovněž data o možném zdravotním poškození exponovaných osob a o možnostech ochrany (viz obr. 1 a obr. 2).

Program obsahuje modely korespondující s hlavními formami havarijních situací:

- modely vyhodnocující rozsah a tvar oblaku průmyslové toxické látky po jejím úniku do ovzduší – tvar oblaku je determinován fyzikálními vlastnostmi, množstvím a koncentrací uniklé toxické látky;
- modely vyhodnocující dosah působení vzdušné rázové vlny vyvolané detonací směsi látek se vzduchem;
- modely vyhodnocující dosah tepelné radiace vyvolané hořením látky;
- modely vyhodnocující dosah rázové vlny vyvolané detonací výbušných systémů;
- modely vyhodnocující rozsah a tvar oblaku BCHL po jejím náhodném úniku nebo po bojovém (teroristickém) útoku – tvar oblaku je determinován především fyzikálními vlastnostmi použité BCHL (viz obr. 3).

TerEx - Havarijní modely

Havarijní modely

Model

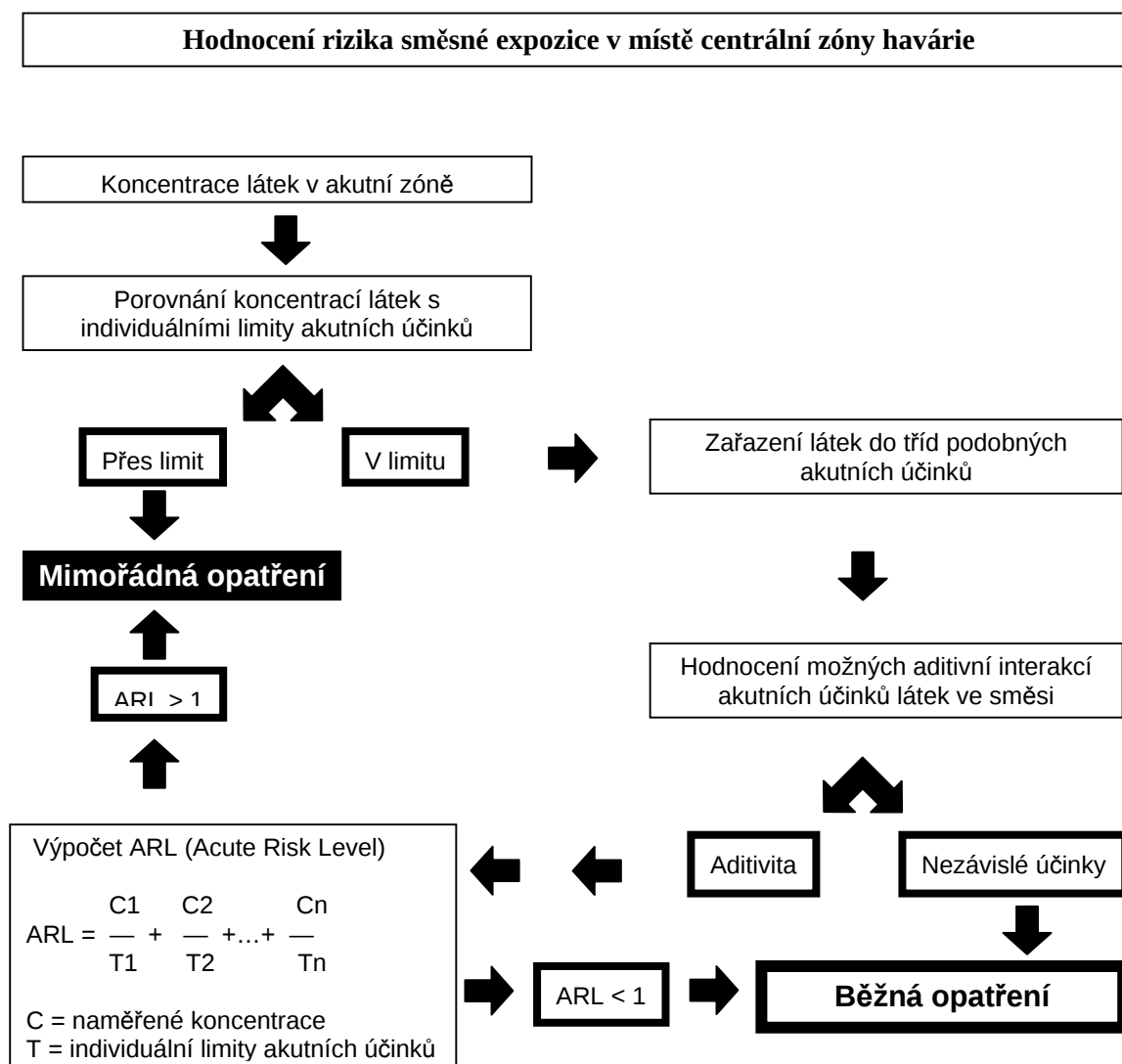
BLEVE - Ohrožení nádrže plošným požárem
 EXPLOSIVE - Nástražný výbušný systém
 JET FIRE - Děletrvajcí masivní unik plynu se zahojením
 MODEL - Dosud neimplementovaný model
 PLUME - Děletrvajcí unik plynu do oblaku
 PLUME - Děletrvajcí unik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
 PLUME - Pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku
 POISON - Otravná látka - tabulární model
 POOL FIRE - Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny
 PUFF - Jednorázový unik plynu do oblaku
 PUFF - Jednorázový unik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
 PUFF ANAL - Jednorázový unik - analytický model
 PUFF TAB - Jednorázový unik - tabulární model

POZOR:
 První volba modelu je pro uživatele náročná na jeho schopnost správně volby modelu pro vyhodnocení havarijní události.
 Při vzniku pochybností o správné volbě modelu použijte modul PRŮVODCE a základní nabídku programu TerEx.
 Modul PRŮVODCE návodným způsobem

Pokračovat

Obr. 3: Modely havarijních situací

Toxikologický modul (obr. 4) porovnává koncentrace škodlivých látek (naměřené v oblasti pohybu záchranného týmu) s individuálními limity a hodnotí průběžně zdravotní riziko v centrální zóně havárie. Modul pracuje s datovými výstupy analytického a fyzikálního modulu. Disponuje databází akutních účinků, cílových orgánů a limitů vybraných škodlivých látek a na základě stanovení tříd podobných účinků umožňuje zhodnocení možných



Obr. 4: Toxikologický modul

aditivních interakcí. Metoda tříd podobných účinků předpokládá, že všechny účinky na daný orgán či systém jsou považovány za podobné, bez ohledu na stupeň specifity těchto účinků (3, 6, 19).

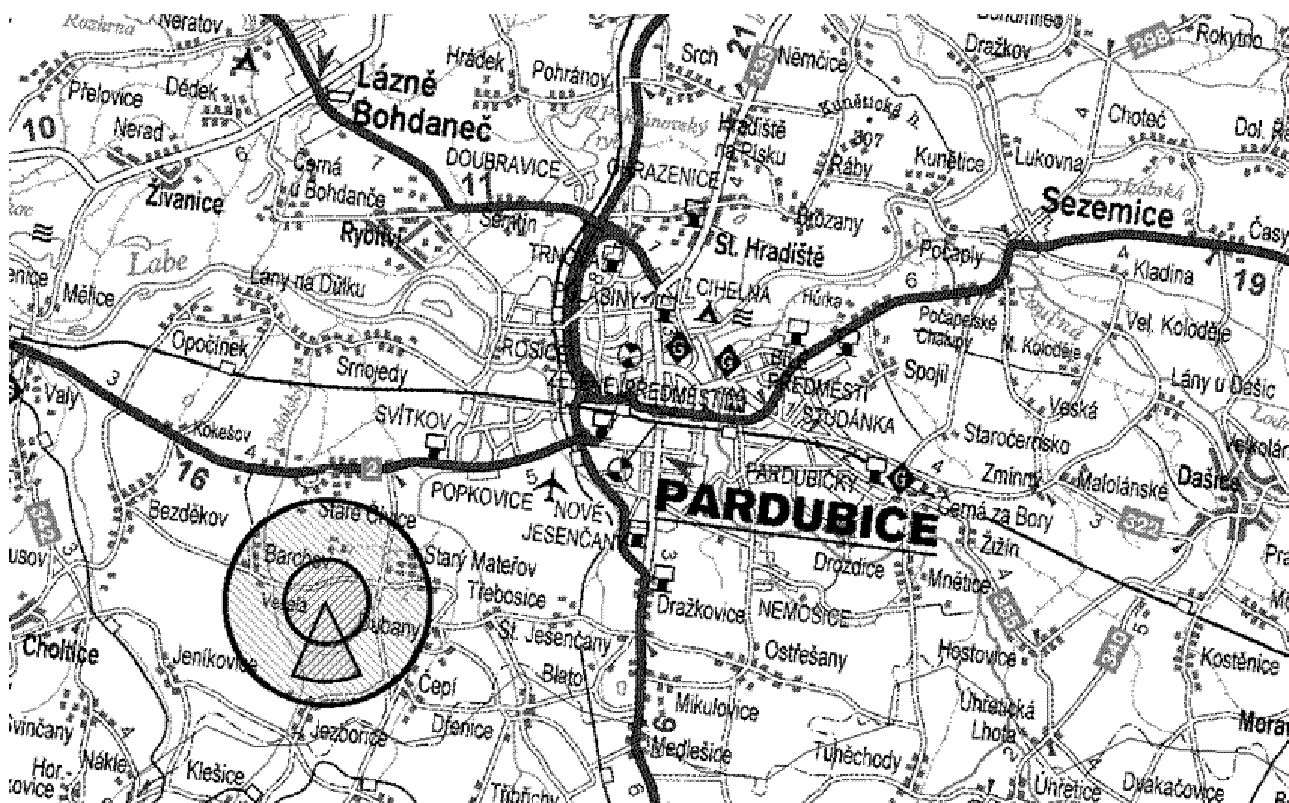
Jako toxikologické limity byly vybrány hodnoty IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health Concentrations; US National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH) (13). V několika případech, kde nebyl stanoven IDLH, byly použity hodnoty TLV-STEL, TLV-C a TLV-EXC (Threshold Limit Values-Short Term Exposure Limits, Threshold Limit Values-Ceiling, Threshold Limit Values-Excursion Limits; American Conference of Governmental and Industrial Hygienists – ACGIH) (1).

Při výběru vhodných limitů byly zvažovány také limity ERPG (Emergency Response Planning Guidelines; American Industrial Hygiene Associa-

tion – AIHA) (2) a limity REL (Reference Exposure Level; Office of Environmental Health Hazard Assessment – OEHA) (14). Kritérii pro výběr typu limitů bylo co nejširší „pokrytí“ souboru vybraných látek a maximálně možné přiblížení definice limitu k reálné situaci při havárii.

IDLH představuje koncentraci látky (v ovzduší), které může být člověk vystaven po dobu 30 minut, aniž by mu hrozilo vážné nebo nevratné poškození zdraví nebo byla ovlivněna jeho schopnost uniknout z kontaminovaného prostředí. TLV-STEL je definován jako 15 min časově vážený průměr koncentrací látky v ovzduší, kterými mohou být osoby exponovány po krátkou dobu, aniž by byly vystaveny:

- dráždivým účinkům;
- chronickému či nevratnému poškození tkání;



Obr. 5: Ukázka zobrazení celkových koncentračních zón (zón zdravotního rizika)

- c) narkóze takového stupně, který zvyšuje pravděpodobnost úrazu a snižuje schopnost vlastní ochrany.

TLV-C představuje koncentraci, která nesmí být překročena v žádné době pracovní expozice. TLV-EXC je definován jako pětinasobek TLV-TWA (časově vážený průměr koncentrací za osmihodinovou pracovní dobu).

Výsledky – využití systému

Systém umožňuje průběžné **hodnocení okamžitého rizika chemické expozice v místě pohybu záchranného týmu (centrální zóně)**. Zajišťuje základní informace o havarijní události (viz obr. 4) a základní kvalitativní a semikvalitativní informace o chemické expozici a o atmosférických podmínkách. Koncentrace vybraných NCHL a BCHL monitoruje periodicky, s prodlevami přibližně 15 min (tab. 1). Koncentrace vybraných NCHL v centrální zóně porovnává s odpovídajícími individuálními limity (IDLH, TLV-STEL/CV/EXC) a hodnotí možnost projevu aditivních toxických účinků (7, 8). Následně doporučuje opatření pro osoby záchranného týmu

(obr. 2 a 4). Poskytuje informace o riziku zdravotního poškození exponovaných osob, o první pomoci při zasažení, o použití vhodných hasebních a ochranných prostředků a o typech filtrů v ochranných maskách (obr. 2) (4).

Systém umožňuje určení **celkových koncentračních zón** (zón zdravotního rizika) šíření nebezpečných látek v okolí havárie, s vyznačením oblastí, kde lze očekávat zvýšené zdravotní riziko a kde je nutno provést odpovídající ochranná opatření. Maximální rozsah exponované oblasti (stanovena podle konzervativního scénáře) a hlavní koncentrační proud jsou zobrazeny na mapě (obr. 5). Systém poskytuje rovněž informace o stabilitě sledovaných látek v prostředí a o možnostech následné dekontaminace (5).

Závěr

Navrhovaný systém je koncipován jako otevřený a dosud se nachází ve fázi dokončování. Domníváme se, že po konečné kompletaci a validaci v reálných podmínkách chemického ohrožení by mohl být užitečným nástrojem složek IZS. Předkládané výsledky by mohly přispět ke zlepšení, usnadnění a

urychlení krizového managementu v situacích ohrožení NCHL a BCHL. Důraz je kladen na rozhodnutí týkající se použití osobních ochranných prostředků, zavedení mimořádných organizačních opatření nebo provedení úplné evakuace osob.

Literatura

1. ACGIH. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs[®] and BEIs[®]. ACGIH, Cincinnati, 2003.
2. AIHA. American Industrial Hygiene Association. Emergency Response Planning Guidelines. AIHA, Fairfax, Virginia, 2004.
3. ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Guidance Manual for the Assessment of Joint Toxic Action of Chemical Mixtures. Division of Toxicology, ATSDR, Atlanta, 2001.
4. BORSKÁ, L. – FIALA, Z. – BORSKÝ, T. – VYSKOCIL, A. – KREMLÁČEK, J. Dangerous chemical compounds – integrated system of health risk assessment (abstract). *Toxicol. Appl. Pharm.*, 2004, vol. 197, no. 3, p. 355.
5. BORSKÁ, L. – FIALA, Z. – BORSKÝ, T. – VYSKOCIL, A. – KREMLÁČEK, J. Risk evaluation of multi-chemical exposures at industrial emergencies. 12th International Symposium on Toxicity Assessment, GRAFIMA, Thessaloniki, Greece, 2005.
6. EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Supplementary Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures. Risk Assessment Forum. EPA/630/R-00/002, EPA, Washington, 2000.
7. FIALA, Z. – VYSKOCIL, A. – BORSKÁ, L. K hodnocení úrovně zdravotního rizika směsí chemických látek. *Voj. zdrav. Listy*, 2003, roč. 72, č. 4, s. 185–187.
8. FIALA, Z. – VYSKOCIL, A. – BORSKÁ, L. Program hodnocení toxického rizika směsí chemických látek. *Lék. Zprávy LF UK Hradec Králové*, 2003, roč. 48, č. 5/6, s. 207–209.
9. HAUSCHILD, VD. – LEE, AP. Assessing chemical exposures during military deployments. *Mil. Med.*, 2004, vol. 169, p. 142–146.
10. MAY, LM. – WEESE, C. – ASHLEY, DL., et al. The recommended role of exposure biomarkers for the surveillance of environmental and occupational chemical exposures in military deployments: policy considerations. *Mil. Med.*, 2004, vol. 169, p. 761–767.
11. MIKA, O. *Současný terorismus*. Praha, Triton, 2003. 92 s.
12. MIKA, O. *Průmyslové havárie*. Praha, Triton, 2003. 126 s.
13. NIOSH. National Institute of Occupational Safety and Health. National Occupational Research Agenda, Mixed Exposures. NIOSH, Ohio, Cincinnati, 1996 (update 2005). (<http://www.cdc.gov/niosh/worken.html#mixed>)
14. OEHHA. Office of Environmental Health Hazard Assessment. Air – Hot Spots – Acute RELs. OEHHA, California Environmental Protection Agency, California, 2005. (http://www.oehha.ca.gov/air/acute_rels/index.html)
15. PATOČKA, J. – BAJGAR, J. – CABAL, J., et al. *Vojenská toxikologie*. Praha, Grada Publishing, 2004.
16. PRYMULA, R. – BAJGAR, J. – BERAN, J., et al. *Biologický a chemický terorismus*. Praha, Grada Publishing, 2002.
17. STILL, KR. – JEDERBERG, WW. – RITCHIE, GD. Exposure assessment and the health of deployed forces. *Drug. Chem. Toxicol.*, 2002, vol. 25, p. 383–401.
18. ŠTĚTINA, J. – BÝMA, S. – CABAL, J., et al. *Medicína katastrof a hromadných neštěstí*. Praha, Grada Publishing, 2000.
19. VYSKOCIL, A. – DROLET, D. – VIAU, C., et al. Database for the occupational evaluation of mixtures in occupational atmospheres. *Environ. Toxicol.*, 2004, vol. 18, p. 235–242.
20. WHO/IPCS/ILO. World Health Organization/International Programme on Chemical Safety. International Chemistry Safety Cards Database System. v 1.13. PrettyBit Software Ltd., Tampere, 1999.
21. YANG, RSH. *Toxicology of Chemical Mixtures. Case studies, mechanisms, and novel approaches*. San Diego, Academic Press, 1994.
22. Zákon č. 349/2004 Sb., úplné znění zákona č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky a o změně zákona č. 425/1990 Sb. (zákon o prevenci závažných havárií) jak vyplývá z pozdějších změn. Sbírka zákonů ČR, částka 113 ze dne 7. 6. 2004.

Poděkování

Podporováno grantem Ministerstva obrany České republiky č. 907 910 6479.

Korespondence: Doc. Ing. Zdeněk Fiala, CSc.

Ústav hygieny a preventivního lékařství
Lékařská fakulta UK v Hradci Králové
Šimkova 870
500 01 Hradec Králové
e-mail: fiala@lfhk.cuni.cz

Do redakce došlo 15. 9. 2005