



VYHODNOTENIE ÚNIKU VYBRATEJ NEBEZPEČNEJ LÁTKY V PRIESTORE PRÁVNICKEJ OSOBY

Michal Orinčák¹, Jaroslav Bartoš²

ABSTRAKT

Príspevok rieši problematiku úniku vybratej nebezpečnej látky v priestore právnickej osoby a jej vyhodnotenie v praxi. V prvej kapitole je uvedený základný popis vybratej nebezpečnej látky. V druhej kapitole je uvedená charakteristika vzniknutej situácie pri úniku nebezpečnej látky v priestore právnickej osoby. Tretia kapitola obsahuje vyhodnotenie jednotlivých scenárov úniku nebezpečnej látky v priestore právnickej osoby.

Kľúčové slová: nebezpečná látka, ALOHA, vyhodnotenie, únik chemickej látky

ABSTRACT

This article solves the problem of leak of hazardous substance in the selected area of a legal person and its evaluation in practice. The first chapter provides a basic description of the selected hazardous substance. The second chapter is characteristic of the situation referred to in the release of hazardous substance in the space of a legal person. The third chapter contains an evaluation of each scenario leak of hazardous substance in the space of a legal person.

Key words: hazardous substance, ALOHA, evaluation, chemical leak

ÚVOD

Pod pojmom nebezpečné látky (ďalej len NL) podľa vyhlášky MV SR č. 533/2006 Z. z. o podrobnostiach o ochrane obyvateľstva pred účinkami nebezpečných látok v znení neskorších predpisov rozumieme chemické nebezpečné látky, rádioaktívne nebezpečné látky a biologické nebezpečné látky. Zároveň podľa zákona

¹ Michal Orinčák, Ing., PhD., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: michal.orincak@fsi.uniza.sk, tel.: 00421 - 41 - 513 6796, Fax: 00421 - 41 - 513 6620

² Jaroslav Bartoš, Ing.

č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov je nebezpečná látka definovaná ako prírodná alebo syntetická látka, ktorá svojimi chemickými, fyzikálnymi, toxikologickými alebo biologickými vlastnosťami samostatne alebo v kombinácii môže spôsobiť ohrozenie života, zdravia alebo majetku.

Ohrozenie je obdobie, počas ktorého sa predpokladá nebezpečenstvo vzniku alebo rozšírenia následkov mimoriadnej udalosti a nastáva okrem iného aj počas úniku nebezpečnej látky do okolitého prostredia [1]. Pod pojmom rozsah ohrozenia rozumieme informácie a údaje o druhu ohrozujúcej mimoriadnej udalosti spojenjej s únikom nebezpečnej látky, oblasti ohrozenia, charakteristikách nebezpečných látok, ich nepriaznivých účinkoch na život a zdravie, časových faktoroch ohrozenia a následkoch mimoriadnej udalosti spojenjej s únikom nebezpečnej látky na životnom prostredí. Oblasťou ohrozenia rozumieme ohrozené územie, v ktorom pri mimoriadnej udalosti spojenjej s únikom nebezpečnej látky môže byť ohrozený život, zdravie alebo majetok [2].

Samotný únik nebezpečnej látky môžeme definovať ako nekontrolovateľné šírenie nebezpečnej látky do okolia, ktoré vzniklo uvoľnením sa takejto látky haváriou, poruchou alebo narušením technológie, poškodením skladovacieho, prepravného alebo iného obalu, teroristickým útokom alebo iným zámerným alebo náhodným použitím, resp. rozšírením prenosného ochorenia [2].

Pre potreby vyhodnotenia tohto ohrozenia a určenia oblasti ohrozenia po vzniku mimoriadnej udalosti spojenjej s únikom chemickej nebezpečnej látky sa akceptuje použitie hodnotiaceho programu. Túto dôležitú skutočnosť potvrdzuje aj vyhláška MV SR č. 533/2006 Z. z., pričom v jej prílohe sú uvedené aj konkrétne parametre, ktoré daný hodnotiaci program musí spĺňať.

1 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA VYHODNOCOVANEJ NEBEZPEČNEJ LÁTKY

V priestoroch právnickej osoby sa skladujú vo väčšom množstve tieto nebezpečné látky a to etylacetát, etanol, motorová nafta, kyslík. Z hľadiska negatívnych dopadov na okolie priemyselného podniku a tiež možnosti úniku pri prečerpávaní a skladovaní bola vybratá chemická látka - **Etylacetát (UN KOD – 1173)**. Táto chemická látka je podľa zákona NR SR č. 67/2010 Z. z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh (chemický zákon) klasifikovaná ako mimoriadne horľavá a dráždivá číra bezfarebná kvapalina s ovocnou vôňou. Bod vzplanutia má -4,4 °C. Má menšiu hustotu ako voda. Výpary sú ťažšie ako vzduch. [8]



Obrázok 1: Požiarny diamant - Etylacetát [8]

- 1** - Málo nebezpečné! Otrava ľahkého stupňa bez trvalých následkov.
- 3** - Tekuté a tuhé látky, ktoré sú schopné vznietiť sa pri všetkých podmienkach okolitého prostredia. Teplota vznietenia je pod 38°C °C.
- 0** - Stabilná látka, dokonca aj za podmienok vystavenia ohňu, s vodou nereaguje. [8]

Reakcie so vzduchom a vodou [8]:

- slabo rozpustný vo vode,
- hydrolyzuje vlhkosť.

Ohrozenie požiarom: **veľmi horľavé** [8]:

- ľahko zápalná pôsobením tepla, iskier a plameňa,
- výpary zo vzduchom môžu tvoriť výbušnú zmes,
- väčšina pár je ťažšia ako vzduch,
- výpary sa šíria pri zemi a zhromažďujú sa v nízko položených priestoroch,
- nádrž môže explodovať pri zahriatí.

Ohrozenie zdravia:

- bolesti hlavy, podráždenie dýchacích ciest a očí,
- závrat a nevoľnosť, slabosť, strata vedomia. [8]

Izolácia a evakuácia:

- pri požiare vlakovej cisterny min. izolácia 800 m vo všetkých smeroch,
- je potrebné zvážiť evakuáciu v 800 m vo všetkých smeroch. [8]

Nezlučiteľné materiály:

- narušuje plasty, gumené nátery.

Nasledujúce tabuľky 1 a 2 uvádzajú podrobnejší prehľad identifikácie nebezpečnosti etylacetátu a tiež jeho základné fyzikálne vlastnosti.

Tabuľka 1: Identifikácia nebezpečnosti [9]

Piktogramy upozorňujúce na nebezpečenstvo:	  GHS02 GHS07
Výstražné slovo podľa CLP:	Nebezpečenstvo
Výstražné upozornenia:	H225 Veľmi horľavá kvapalina a pary. H319 Spôsobuje vážne podráždenie očí. H336 Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.
Bezpečnostné upozornenia:	P210 Uchovávať mimo dosahu tepla, iskier, otvoreného ohňa, horúcich povrchov. Nefajčite. P240 Uzemnite, upevnite nádobu a plniace zariadenie. P305+P351+P338 PO ZASIAHNUTÍ OČÍ: Niekoľko minút ich opatrne vyplachujte vodou. Ak používate kontaktné šošovky a ak je to možné, odstráňte ich. Pokračujte vo vyplachovaní.
Vhodný hasiaci prostriedok:	CO ₂ , hasiaci prášok alebo vodná clona.
Nevhodný hasiaci prostriedok:	Priamy prúd vody

Tabuľka 2: Fyzikálne vlastnosti etylacetátu[8]

Látka	etylacetát
Chemický vzorec	C ₄ H ₈ O ₂
Vzhľad	Kvapalina
Skupenstvo	Kvapalina
Farba	Bezfarebná
Zápach	Ovocný
Bod tavenia / oblasť topenia	-83,61 °C
Bod varu	77,2 °C
Bod vzplanutia	-4,4 °C
Výbušné medze LEL-UEL	2,1 – 11,5 vol %
Tlak pary pri 20°C	97 hPa
Hustota	0,9 g/cm ³
Teplota zapálenia	426,6 °C
Molekulová hmotnosť	88,11

Toxikologické informácie [8]:

- akútna orálna toxicita $LD_{50} > 2000 \text{ mg/kg}$,
- akútna dermálna toxicita $LD_{50} > 2000 \text{ mg/kg}$,
- PAC -1 = 400 ppm, PAC -2= 400 ppm, PAC -3= 10 000 ppm *,
- LEL = 20 000 ppm, IDLH 2000 ppm.

*(uvedená hodnota je v rozmedzí 50 až 99% v medziach výbušnosti, PAC - Protective Action Criteria) [8]

2 CHARAKTERISTIKA ÚNIKU NEBEZPEČNEJ LÁTKY V PRIESTORE PRÁVNICKEJ OSOBY

Z hľadiska možnosti vzniku úniku a rozsahu zasiahnutého priestoru nebezpečnou látkou boli určené tieto chemické látky: etylacetát, motorová nafta a etanol. Najväčšie nebezpečenstvo pre podnik a jeho okolie predstavuje najmä etylacetát, Týka sa to hlavne jeho prepravy a stáčania, kde dochádza k manipulácii s veľkým množstvom tejto látky, ktorá je vysoko horľavá.

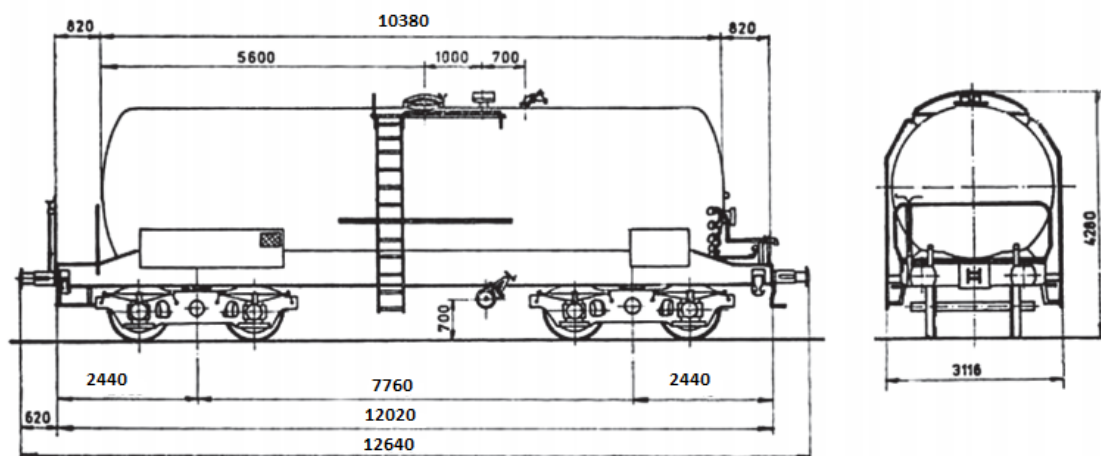
Pri vzniku požiaru alebo výbuchu vzniká nebezpečenstvo šírenia požiaru na okolité budov. Silné zadymenie priestoru môže zapríčiniť zníženie viditeľnosti na ceste I/18 a tým výrazne obmedziť plynulosť cestnej premávky. V blízkosti stáčacej stanice, približne 50 m vzdušnou čiarou, sa nachádza čerpacia stanica Slovnaft. Medzi čerpacou stanicou a stáčacou stanicou je plechové oplotenie a cesta I/18, čo vytvára určitú bariéru pred priamym pôsobením požiaru na čerpaciu stanicu.

Etylacetát sa prepravuje prostredníctvom cisternového vozňa s oceľovou nádržou a je vybavený parným vykurovacím zariadením s vykurovacími hadmi na ohrev prepravovaných kvapalín pri vypúšťaní. Na jednom konci vozňa je umiestnená plošina, na ktorej sa nachádza vretenová ručná brzda. Pri plniacom otvore, po oboch jeho stranách, sa nachádzajú pozdĺžne lávky so zábradlím a rebríkmi. [10]



Obrázok 2: Cisternový vozeň - Zaas 7874 [18]

Cisternový vozeň - Zaas 7874 je určený na prepravu minerálnych olejov a ropných derivátov, ale aj na prepravu tovaru uvedených komodít, ktoré si vyžadujú splnenie podmienok na prepravu nebezpečných tovarov podľa RID (napr.: benzín, nafta, metylalkohol, etanol, etylacetát a pod.) [10]



Obrázok 3: Schéma cisternového vozňa - Zaas 7882 – 7884 [10]

Parametre cisterny, ktorá sa používa na prepravu etylacetátu medzi podnikom a dodávateľom sú popísané v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Technické parametre vozňa a údaje o etylacetáte [10]

Vozeň		Zaes 7882 - 7884
Konštrukčná skupina		51
Počet náprav		4 ks
Interoperabilita		31, 82
Typ podvozku		Y 25
Dĺžka cisterny		10,38 m
Dĺžka vozňa cez nárazníky		12,64 m
Ložná hmotnosť	A	37,00 t
	B	46,00 t
	C	54,00 t
Rázvor / vzdialenosť otočných čapov		7,60 m
Ložný objem		61,30 m ³
Objem etylacetátu v cisterne		50 m ³ t.j 81,56% z celkového objemu nádrže
Hmotnosť etylacetátu v cisterne		46 000 kg
Časový interval stáčania		Približne každé dva týždne
Umiestenie cisterny na podvozku		0,60 m nad povrchom
Priemer vypúšťacieho otvoru		76 mm

Na základe konzultácií a obhliadke priamo na mieste bol určený ako najviac pravdepodobný únik nebezpečnej látky (etylacetátu) cez vypúšťací ventil s priemerom 76 mm zobrazení na obrázku 4.



Obrázok 4: Vypúšťací ventil 76mm (Autor: Bartoš, 2015)

Okrem uvedených technických parametrov cisternového vozňa a fyzikálnych vlastností vyhodnocovanej látky bolo potrebné zadefinovať parametre miesta vzniku mimoriadnej udalosti, meteorologické podmienky v mieste úniku a zdroj úniku nebezpečnej látky. Taktiež bolo potrebné určiť algoritmus výpočtu šírenia chemickej látky. V tomto prípade bola vybratá možnosť "ťažší ako vzduchu (Use Heavy Gas dispersion only)" v programe ALOHA 5.4.5.

3 VYHODNOTENIE SCENÁROV ÚNIKU NEBEZPEČNEJ LÁTKY V PRIESTORE PRÁVNICKEJ OSOBY

Na vyhodnotenie jednotlivých scenárov úniku nebezpečnej látky bol použitý program Aloha 5.4.5. (Areal locations of hazardous Atmospheres). Je to počítačový program určený na vyhodnotenie mimoriadnych udalostí spojených s únikom chemických látok. Je súčasťou balíka Cameo Software Suite a bol vyvinutý spoločnosťou Nation Oceanic and Atmospheric Administration a Enviromental (NOAA) Protection Agency (EPA).

Zjednodušene môžeme proces vyhodnotenia mimoriadnych udalostí spojených s únikom chemických látok rozdeliť do niekoľkých krokov a to:

- definovanie miesta vzniku mimoriadnej udalosti,
- definovanie typu nebezpečnej látky,
- definovanie meteorologických podmienok,
- definovanie zdroja úniku nebezpečnej látky,
- vyhodnotenie a grafické vyobrazenie mimoriadnej udalosti.

Z toxikologického hľadiska etylacetát nepredstavuje nebezpečenstvo pre okolie. V malých koncentráciách má iba dráždivé účinky. Výpary nespôsobujú osobám vážne zdravotné ťažkosti, iba v prípade veľmi vysokej koncentrácie, ktorú je vo vonkajšom prostredí ťažko dosiahnuteľná. Na druhej strane je veľmi ľahko zápalná a v kombinácii so vzduchom vytvára výbušné zmesi.

Na základe dostupných poznatkov boli určené dva možné scenáre úniku tejto látky:

- a) únik látky do prostredia a jej šírenie, kvapalina nehorí a tvorí kaluž (Leaking tank, chemical is not burning an evaporating puddle) - možné varianty:
 - *toxická oblasť tvoriaca oblak pár (Toxic area of Vapor Cloud),*
 - *horľavá oblasť tvoriaca oblak pár (Flammable Area of Vapor Cloud),*
 - *oblasť výbuchu (Blast Area of Vapor Cloud Explosion)*,*
- b) únik látky do prostredia a jej horenie (Leaking tank, chemical is burning and forms a pool fire).

**Pri scenároch (Blast Area of Vapor Cloud Explosion) nedošlo k iniciácii výbuchu.*

3.1 TOXICKÁ OBLASŤ TVORIACA OBLAK PÁR

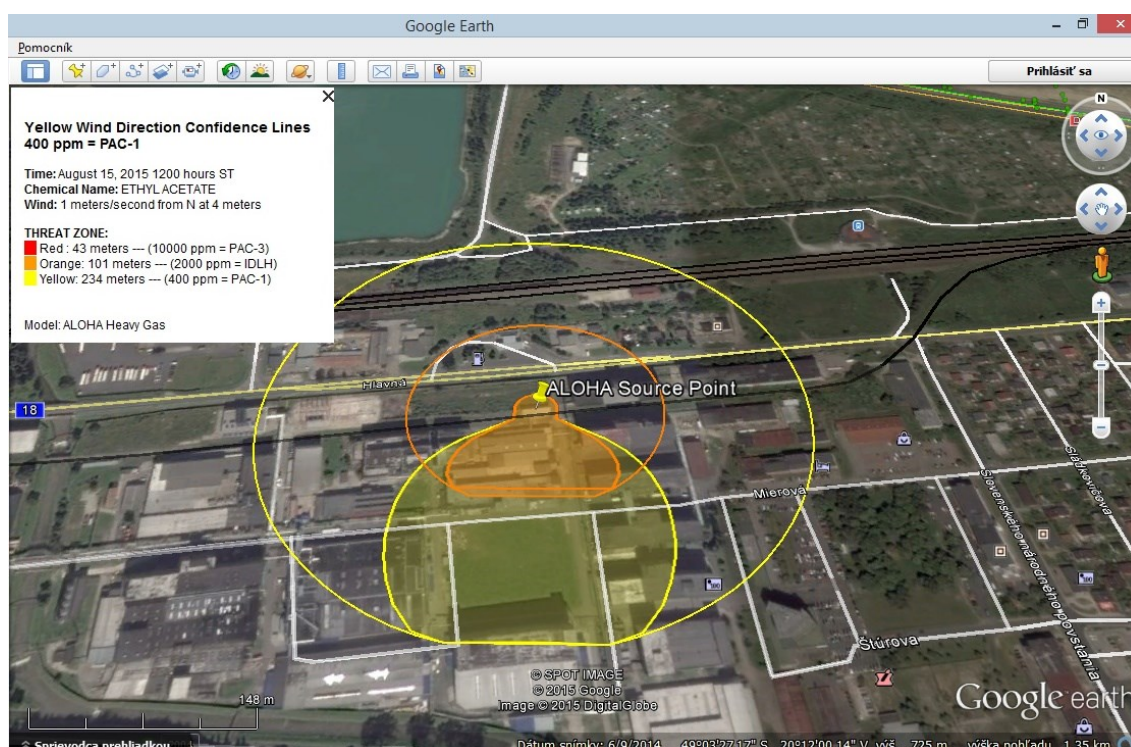
Na šírenie chemikálie do prostredia má vplyv aj teplota vzduchu resp. teplota okolia v blízkosti vlakovkej cisterny a rýchlosť vetra. Na základe 21 simulácií ktoré boli vykonané môžeme prijať záver, že oblasť účinku látky je v rozmedzí 47 až 165 metrov pri koncentrácii 400 ppm, ktorá nie je pre človeka toxická a zvlášť nebezpečná.

V prípade extrému predpokladáme, že najväčšia oblasť zamorenia vznikne v letných mesiacoch, kedy dosahuje teplota vzduchu a povrchu zeme svojho maxima. V tomto prípade tzv. "extrémne podmienky" sú:

- maximálna nameraná teplota v okrese Poprad bola 31,5°C v roku 2013,
- bezvetrie, 1 m.s⁻¹ rýchlosť vetra, južný smer vetra,
- oblačnosť jasno (0), vlhkosť 20%,.

Tabuľka 4: Únik látky v extrémnom počasi (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Obdobie	Tenzia pár [atm]	Koncentrácia nasýtenosť %	Max. priemerná rýchlosť úniku kvapaliny [kg/min]	Únik látky za [hod/kg]	Max priemer kaluže [m]	Koncentrácie 10000ppm/ 2000ppm/ 400ppm [m]
Leto 2013	0,17	18,2	128	4,820	50	43/101/234



Obrázok 5: Únik látky v extrémnom počasi (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Pri extrémnych teplotách už dochádza k vývinu nebezpečných koncentrácií (10 000 ppm) pre ľudský organizmus a to konkrétne v oblasti o veľkosti priemeru 43 metrov. Program Aloha nevyrisťuje oblasti pod 50 m. Preto na obrázku 5 nie je červená oblasť vykreslená.

3.2 ÚNIK LÁTKY BEZ POŽIARU S VÝBUŠNOU KONCENTRÁCIOU

Pri tomto scenári vychádzame z predpokladu, že unikajúca látka sa hromadí a vytvára medze výbušnosti. Dolná medza výbušnosti etylacetátu je 10% LEL = 2000 ppm. Po vykonaní 21 simulácií sme dospeli k záveru, že dolná medza výbušnosti bola dosiahnutá pri každej jednej simulácii. To v praxi znamená, že pri akejkoľvek iniciácii zdrojom zapálenia by došlo k vznieteniu pár a k vzniku požiaru. Oblasť (zóna) s dolnou medzou výbušnosti sa pohybovala v rozmedzí 14 až 57 metrov.

Zistené hodnoty potvrdili predpoklad, že na vznik dolnej medze výbušnosti vplýva teplota vzduchu a rýchlosť šírenia vetra. Následne boli vybraté tri simulácie, kde bola upravená hodnota pre rýchlosť vetra a to na hodnotu 1 m.s^{-1} . Ostatné hodnoty zostali nezmenené. Výsledkom bol nárast dĺžky zón pre výbušné koncentrácie - LEL, ktoré sú uvedené v tabuľke 5.

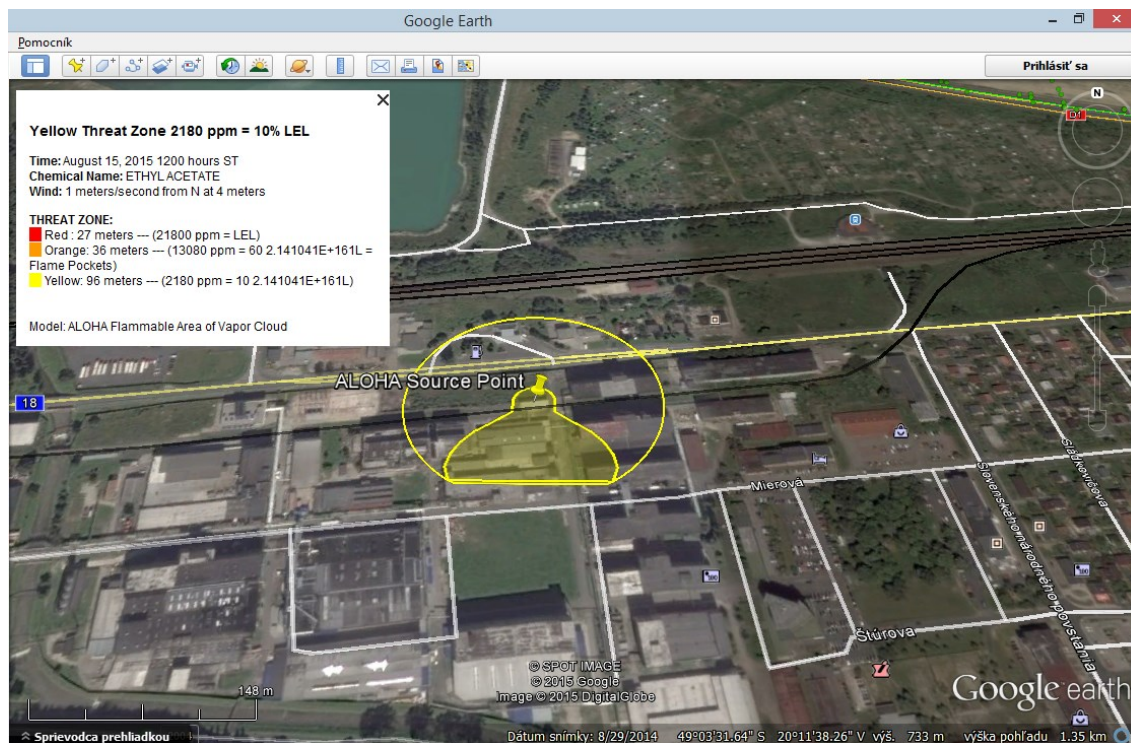
Tabuľka 5: Únik látky pri výbušnej koncentrácii pred a po korekcií (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Simulácia	Tenzia pár [atm]	Koncentrácia nasýtenosť %	Pred úpravou	Po úprave
			Zóny LEL/60%LEL/10%LEL	Zóny LEL/60%LEL/10%LEL
č. 1	0.077	8.40	-/-/57	-/12/66
č. 2	0.079	8.57	-/-/20	-/18/68
č. 3	0.10	11.1	-/-/22	-/25/77

Tieto simulácie nám taktiež potvrdili predpoklad, že oblačnosť a vlhkosť vplývajú na veľkosť zón LEL len minimálne. Rozmery zón LEL pre výbušné koncentrácie v prípade tzv. extrémnych podmienok (pozri podkapitola 3.1) sú uvedené v nasledujúcej tabuľke 6. Mapový zákres je zobrazený na obrázku 6.

Tabuľka 6: Únik látky pri výbušnej koncentrácii - extrémne počasie (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Obdobie	Tenzia pár [atm]	Koncentrácia nasýtenosť %	Max. priemerná rýchlosť úniku kvapaliny [kg/min]	Únik látky za [hod/kg]	Max priemer kaluže [m]	Zóny LEL/ 60%LEL/ 10%LEL
Leto 2013	0,17	18,2	128	4,820	50	27/36/96



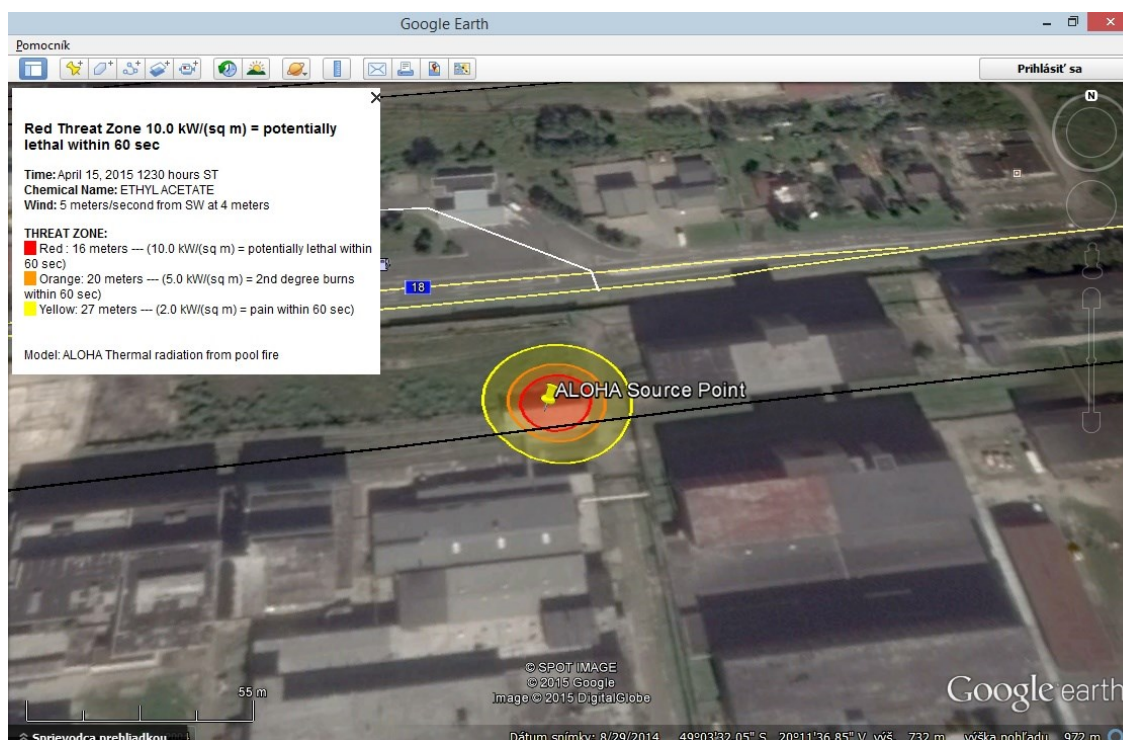
Obrázok 6: Únik látky pri výbušnej koncentrácii - extrémne počasie (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Pri extrémnych podmienkach dochádza k nárastu koncentrácií medzi výbušnosti a to konkrétne pre hodnoty 10% LEL = 96 m, 60% LEL = 36 m a LEL = 27 m, čo v praxi znamená, že pri iniciácii by mohlo dôjsť k vznieteniu a následnému výbuchu týchto pár.

3.3 ÚNIK LÁTKY DO PROSTREDIA SPOJENÝ S HORENÍM

Pri tomto type scenára sme vychádzali z predpokladu, že unikajúca látka horí a tvorí horiacu kaluž. Na základe 21 simulácií ktoré boli vykonané sme dospeli k záveru, že zóny účinku sálavého tepla sa pohybujú v rozmedzí niekoľko desiatok metrov, čo je v praxi zanedbateľné. Namerané maximálne hodnoty boli:

- 10 kW/ (sq m) potenciálne smrteľná pri expozícii 60 sekúnd - 16 metrov,
- 5 kW/ (sq m) 2. stupeň popálenia pri expozícii 60 sekúnd - 20 metrov,
- 2 kW/ (sq m) bolestivé účinky tepla pri expozícii 60 sekúnd - 27 metrov.



Obrázok 7: Únik látky spojený s horením (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Zistené hodnoty pre únik horiacej látky v prípade tzv. extrémnych podmienok (pozri podkapitola 3.1) sú uvedené v nasledujúcej tabuľke 7.

Tabuľka 7: Únik horiacej látky podľa extrémneho počasia (Autor: Bartoš, Orinčák, 2015)

Obdobie	Tenzia pár [atm]	Koncentrácia nasýtenosť %	Max. priemerná rýchlosť úniku kvapaliny [kg/min]	Zhorené množstvo látky [hod/kg]	Max plocha kaluže [m ²]	10/5/2 kW/(sq m) [m]
Leto 2013	0,17	18,2	155	9241	50	10/15/25

Vplyvom zvýšenej teploty narástlo množstvo zhorenej látky, ale nezvýšili sa zóny účinku sálavého tepla. Na zväčšenie zón ohrozenia účinkom sálavého tepla má vplyv rýchlosť vetra, ktorá výrazne podporuje horenie.

ZÁVER

V rámci vyhodnotenia úniku nebezpečnej látky v priestore právnickej osoby bolo vykonaných viac ako 100 simulácií v hodnotiacom programe Aloha 5.4.5. Ako nebezpečné látky boli v priestore podniku určené tieto chemikálie: etanol, motorová nafta, kyslík. Z hľadiska nebezpečných vlastností a prepravovaného objemu bola na vytvorenie reálneho tzv. "havarijného scenára" úniku nebezpečnej látky vybratá chemikália etylacetát.

Za miesto a spôsob úniku tejto chemikálie bol zvolený vypúšťací ventil na cisternovom vozni - Zaces 7874 (prípadne model 7882 – 7884), ktorý sa používa na prepravu etylacetátu. Výsledky vykonaných simulácií, preukázali, že vyhodnocovaná chemikália sa nijako výrazne nešíri do okolia a jej nebezpečné účinky sú v prevažnej miere v bezprostrednej blízkosti miesta úniku. Samotný únik látky je limitovaný hlavne priemerom vypúšťacieho ventilu na použitom cisternovom vozni. Ako možná ďalšia komplikácia sa javí únik tejto látky z viacerých miest na cisternovom vozni, kde by bol problém s rýchlim prečerpaním tejto látky do vhodnej zbernej nádoby (cisterny). Taktiež by bolo vhodné overiť vzájomnú reaktivitu etylacetátu s pohonnými hmotami (benzín, nafta) a prevádzkovými kvapalinami (motorový olej, hydraulický olej).

Pri vyhodnocovaní prvých dvoch scenárov úniku nebezpečnej látky (toxická oblasť tvoriaca oblak pár, únik látky bez požiaru s výbušnou koncentráciou) sa potvrdil fakt, že šírenie chemikálie v prostredí ovplyvňujú výrazne meteorologické podmienky a chemikália reaguje na zmeny počasia. Týka sa to hlavne vysokých teplôt vzduchu, bezvetria a nízkej oblačnosti. Počas reálnych meteorologických podmienok oblak pár nevykazoval vysoké koncentrácie. Avšak pri extrémnych horúčavách aké boli v roku 2013 už dochádza k vzniku nebezpečných koncentrácií (10 000 ppm PAC-3) pre ľudský organizmus a to konkrétne v oblasti o priemere 43 metrov. Taktiež dochádza k zväčšeniu zóny s výbušnou koncentráciou (napr. pre hodnotu 10% LEL = 96 m). Pri treťom scenári (únik látky do prostredia spojený s horením) látka vykazovala nízke hodnoty rozmerov zón v intervale od 10 do 25 m.

Na základe týchto zistení môžeme konštatovať, že navrhnuté scenáre úniku nebezpečnej látky pri bežných tzv. reálnych podmienkach nepredstavujú pre priľahlé okolie podniku významné nebezpečenstvo a zóny ohrozenia sú sústredené v blízkosti miesta úniku v priemyselnom areáli.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-0727-12.

LITERATÚRA

- [1] Zákon NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov (úplné znenie - zákon č. 47/2012 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva).
- [2] Vyhláška MV SR č. 533/2006 Z. z. o podrobnostiach o ochrane obyvateľstva pred účinkami nebezpečných látok v znení vyhlášky MV SR č. 445/2007 Z. z. a vyhlášky MV SR č. 160/2012 Z. z.
- [3] EPA. 2013. EPA United States Enviromental Protection Agency. 2013. [cit. 2014-01-16]. Dostupné na: <http://www2.epa.gov/cameo/what-cameo-software-suite>.
- [4] <http://www2.epa.gov/cameo/cameo-software>. (27.8.2015).
- [5] ŠOVČÍKOVÁ, Ľ., ORINČÁK, M.: *Ako pracovať s programom ALOHA 5.4.1 - učebná pomôcka*. Inštitucionálny projekt, FŠI - KPI, Žilina, 2008.
- [6] <http://www2.epa.gov/cameo/aloha-software>. (27.8.2015).
- [7] <http://www2.epa.gov/cameo/what-cameo-software-suite#chem> (27.8.2015).
- [8] Databáza CAMEO Chemicals version 2.4.1, 2015.
- [9] PANREAC APPLICHEM: Karta bezpečnostných údajov, Etylacetát, Dátum vydania: 07.12 2014.
- [10] ZSSK CARGO, Katalóg nákladných vozňov – Z. [On line] [cit. 1-04-2015] Dostupné na: http://www.zscargo.sk/files/katalog/2014/zaes-zaces_sk.pdf.
- [11] MARCINEK, M.: *Štatistika zásahov jednotiek HaZZ za obdobie 2004-2013 so zameraním na nebezpečné látky*, In: SPEKTRUM, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství a Fakulty bezpečnostního inženýrství, Roč. 15, č. 1, 2015, s. 13-17, ISSN 1804-1639.
- [12] Európska dohoda o cestnej preprave nebezpečných vecí, ADR, <http://www.adr.sk/dohoda-adr/>, 5.11.2015.
- [13] Poriadok pre medzinárodnú železničnú prepravu nebezpečného tovaru, RID, <http://www.ekoadr.sk/preprava-nebezpecnych-veci/rid-zeleznica>, 5.11.2015.

Pôvodné diplomové práce:

- [14] HUDAČIN, P.: *Toxické vlastnosti NL a ich zneužitie v chemickom terorizme*, 2013, Diplomová práca. Školiteľ: Ing. Michal Orinčák, PhD., FŠI ŽU v Žiline.
- [15] FRANER, J.: *Aplikácia simulačných programov na vybrané nebezpečné látky pre konkrétne územie ČR*, 2014, Diplomová práca. Školiteľ: Ing. Michal Orinčák, PhD., FŠI ŽU v Žiline.
- [16] BARTOŠ, J.: *Preprava nebezpečných látok a likvidácia mimoriadnej udalosti v podmienkach právnickej osoby*, 2015, Diplomová práca. Školiteľ: Ing. Michal Orinčák, PhD., FBI ŽU v Žiline.