

**Univerzita obrany  
Fakulta ekonomiky a managementu  
Katedra ochrany obyvatelstva**

**ALOHA – modelování a simulace  
(Studijní pomůcka pro předmět  
KRIZOVÉ SCÉNAŘE)**

Zpracoval: Ing. Jiří BARTA  
RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK



**esf** evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



evropský  
sociální  
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Studijní pomůcka byla zhotovena na základě specifické studie „Krizové scénáře“, která byla vyvinuta firmou T-SOFT, a.s. na zakázku pro účely projektu „Vzdělávání pro bezpečnostní systém státu CZ.1.07/2.2.00/15.0070.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### OBSAH

|  |    |
|--|----|
| Úvod a cíl dokumentu .....   | 3  |
| 1 Specifikace, moduly a použitelnost nástroje ALOHA.....                         | 4  |
| 1.1 ALOHA .....  | 4  |
| 1.2 CAMEO Chemicals .....  | 4  |
| 1.3 MARPLOT .....  | 6  |
| 2 Scénář události.....   | 7  |
| 2.1 Zadání .....   | 7  |
| 2.2 Scénář řešení .....  | 9  |
| 3 Metodický postup použití nástroje ALOHA.....                                   | 12 |
| 3.1 Společné parametry události .....  | 12 |
| 3.1.1 Specifikace lokality a doby havárie .....                                  | 13 |
| 3.1.2 Atmosférické podmínky .....  | 17 |
| 3.1.3 Uložení společných parametrů .....   | 18 |
| 3.1.4 Specifikace unikajících látek .....  | 18 |
| 3.1.5 Vyhodnocení a určení dalšího postupu .....                                 | 22 |
| 3.2 Modelování úniku Amoniaků.....   | 22 |
| 3.2.1 Výpočet a zobrazení výsledků .....   | 26 |
| 3.2.2 Thread Zone .....  | 27 |
| 3.2.3 Thread at Point .....  | 28 |
| 3.2.4 Source Strength.....   | 29 |
| 3.3 Únik propylenu .....   | 31 |
| 3.3.1 Vstupní údaje.....   | 31 |
| 3.3.2 Zobrazení výsledků.....  | 31 |
| 4 Shrnutí výsledků a návrh postupu eliminace nebezpečí a minimalizace škod ..... | 33 |
| 5 Praktické Procvičení .....   | 35 |
| 6 Literatura .....   | 38 |
| Poznámky.....  | 39 |



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## ÚVOD A CÍL DOKUMENTU

Běžně používané průmyslové zdroje 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 (Heretík, 2008; Gavendová, 2007).

Cílem studijní pomůcky je, aby si studenti osvojili dovednosti v používání softwarového nástroje modelování a odhad následků průmyslových havárií s únikem nebezpečných látek – ALOHA. Tento program je na trhu volně k dispozici pro nekomerční využití.

Nácvik postupů při řešení dopadů i následků mimořádných událostí s únikem nebezpečné látky a získat širší nadhled o možnostech a informacích.

Cílem dokumentu je popsat konkrétní řešení krizové situace v případě úniku nebezpečné látky během přepravy. Vybraný scénář krizové situace odpovídá situacím, popsaným a hodnoceným v dokumentu Krizový scénář, který je výchozím materiálem k této studii.

Na základě charakteru mimořádné události byl pro řešení zvolen programový nástroj ALOHA. Studie podrobně popisuje jeho použití pro simulaci šíření uniklé látky, definování vzniklých rizik a navrhuje optimální postup pro řešení vzniklé situace a eliminování škod.

Z hlediska metodického využití této pomůcky pro výuku na se při řešení mimořádné události nebudeme držet přesně jediných konkrétních parametrů události, ale v některých krocích řešení ukážeme variantní údaje a zhodnotíme jejich vliv na výsledek simulace. Tento přístup umožní vidět i dynamiku události a působení vnějších vlivů (např. hydrometeorologické situace) na výsledky a následný postup řešení události (Beneš, 2011).



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 1 SPECIFIKACE, MODULY A POUŽITELNOST NÁSTROJE ALOHA

V následujících odstavcích jsou stručně shrnuty vlastnosti programových modulů, které jsou použity při řešení vzorového scénáře úniku nebezpečné látky.

### 1.1 ALOHA

Nástroj ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě řady vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu (Threat zone), kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky. Funkce programu je v mnohém totožná s programem TerEx, z čehož vyplývá i jeho nasazení v obdobných situacích. Od aktuální verze TerExu se odlišuje menším počtem látek v základní databázi, naopak z hlediska modelů šíření se jedná o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. Možností zobrazit zákresy pouze v prostředí GIS systémů MAPLOT a ArcView (pomocí transformace nástrojem ALOHA Arc Tools) se mohou zdát omezené, nicméně rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů staví ALOHA na úroveň nástrojů vyšší kvality.

Tato aplikace je na rozdíl od komerčního produktu TerEx šířena zdarma americkou organizací NOAA – National Ocean Service, Office of Response and Restoration a je vyvíjena cca přes 25 let. Z toho vyplývá široká podpora (mapová) oblastí severoamerického kontinentu a také značné ověření nástroje praxí.

Pro rozšíření základních vlastností programu jsou k dispozici zdarma další programy od NOAA. Kromě již zmíněného Arc Tools pro podporu transformace zákresů do vrstev ArcView jsou to databáze látek CAMEO a jednoduchý GIS prohlížeč MAPLOT. Vzhledem k tomu, že tyto aplikace nejsou zatím v rámci výuky používány, uvedeme v této studii alespoň jejich stručnou charakteristiku (Beneš, 2011).

### 1.2 CAMEO Chemicals

Tato interaktivní databáze nebezpečných chemických látek a materiálů sestává ze tří základních modulů (viz obrázek): *Search*, *MyChemicals* a *Reactivity*.



Obrázek 1 Databáze nebezpečných chemických látek a materiálů

Modul **Search** je určen pro vyhledávání v databázi nebezpečných látek. Lze hledat podle názvu látky (fultextové vyhledávání, stačí část názvu) nebo zadáním kódů CAS nebo u nás běžných UN/NA. Na základě dotazu získáme seznam datasheetů látek, odpovídajícího výběru, které můžeme ihned prohlížet.

Modul **MyChemicals** je základním rozhraním k datasheetům látek v databázi. Tyto látky jsou řazeny ve dvou úrovních. Na první úrovni jsou to seskupení látek podle jejich základních chemických reakčních vlastností (*Reactive Groups*). Těchto skupin je v databázi 47, jsou to například skupiny látek jako Alkoholy, Ketony, Etery, Anhydridy apod. K těmto skupinám je přiřazen základní popis chemických vlastností (hořlavost, výbušnost, toxicita apod.) a popis chemické reaktivity. Rozkliknutím vybrané skupiny se pak dostáváme k datasheetům jednotlivých látek, patřících do této skupiny. Do databáze MyChemicals můžeme přidávat jak celé skupiny, tak jednotlivé látky, které nás zajímají v daném okamžiku při řešení aktuální situace. Tím si vlastně připravujeme svůj aktuální výběr látek (odtud angl. MyChemicals).

Databáze je oboustranně propojena s programem ALOHA, takže přímo z CAMEO můžeme nastavit *Chemical Data*. Zde je nutné upozornit, že modelovaná látka musí být primárně i v databázi ALOHA, což v praxi znamená, že k veškerým látkám, které



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

vybereme v ALOHA, získáme detailní datasheet z CAMEO, ale naopak to neplatí (databáze ALOHY je podmnožinou látek v CAMEO).

Modul **Reactivity** umožňuje zkoumat, především z hlediska potenciálních rizik, vlastností látek, které máme ve výběru MyChemicals, pokud dojde k jejich styku. Aplikace vytvoří matici látek, ve které je reaktivita charakterizována verbálním popisem v průsečíku reagujících látek (např. uvolňuje se hořlavý plyn apod.). Dále je ke každé kombinaci samostatný popis a odkaz na případnou dokumentaci reakcí vzniklých látek.

### 1.3 MARPLOT

Aplikace je dodávána spolu s programem ALOHA organizací NOAA a představuje jednoduchý mapový nástroj, umožňující přenést grafické výstupy ALOHY (zákresy vypočítaných oblastí koncentrací uniklých látek) na mapové pozadí (Beneš, 2011).



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2 SCÉNÁŘ UDÁLOSTI

Vytvoření scénáře modelované mimořádné události je základem pro práci s programy pro modelování a simulace úniků nebezpečných látek.

### 2.1 Zadání

Dne 17. srpna v ranních hodinách, mezi 05:30h – 06.00h, došlo na jihlavském vlakovém nádraží ke srážce odstavené automobilové cisterny a projíždějící vlakové nákladní soupravy. Odstavená automobilová cisterna obsahovala 2 tuny kyseliny chlorovodíkové a projíždějící vlaková souprava „Kamzík“ převážela, mimo jiné náklad, i cisterny obsahující 12 tun kyanidu draselného. Příčinou střetu bylo nedodržení bezpečnostních pokynů pro odstavení objektů z prostoru kolejíště. Tento vůz byl nesprávně odstaven, neboť jeho části zasahovaly do průjezdného profilu kolejové trati. Při této nehodě došlo k vykolejení vlakové soupravy a následnému proražení plášťů obou cisteren, tj. automobilové i vlakové. V důsledku vzniklé havárie došlo ke společnému úniku obou látek, které spolu následně reagovaly. Místo havárie se nachází v severovýchodní části města mimo obytnou zástavbu, pouze z části je zde zastoupena průmyslová zóna (Beneš, 2011).

#### Základní meteorologické údaje v okamžiku vzniku havárie:

- rychlost větru:  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- přízemní teplota vzduchu:  $7^\circ\text{C}$ ,
- relativní vlhkost vzduchu: 60 %,
- pokrytí oblohy oblačností: 4/8,
- třída stability atmosféry C.

#### Další nezbytné údaje:

- nadmořská výška: 525m,
- automobilová cisterna: - tvar: válcovitý, - šířka cisterny: 2 m,  
- výška cisterny: 1,5 m, - velikost otvoru, kterým látka uniká: 75 cm.
- vlaková cisterna: - tvar: válcovitý, - šířka cisterny: 12 m,  
- výška cisterny: 3m, - velikost otvoru, kterým látka uniká: 10 cm.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka 1 Důležité informace o havárii jsou shrnuty v následující tabulce.

| Základní parametry             |                                     | Hodnoty                                 |
|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| Místo havárie                  |                                     | Jihlavské vlakové nádraží               |
| Druh havarovaného zařízení     |                                     | Srážka automobilové a vlakové cisterny  |
| Druh havárie                   |                                     | Únik nebezpečných látek z obou cisteren |
| Přízemní teplota vzduchu       |                                     | 7°C                                     |
| Rychlost větru                 |                                     | 3 m.s <sup>-1</sup>                     |
| Směr větru                     |                                     | 180o                                    |
| Relativní vlhkost vzduchu      |                                     | 60%                                     |
| Oblačnost                      |                                     | 4/8                                     |
| Třída stability atmosféry      |                                     | D                                       |
| Roční období vzniku havárie    |                                     | Srpen                                   |
| Čas vzniku havárie             |                                     | 05:30h – 06:00h                         |
| Charakter zasaženého prostředí |                                     | Částečná průmyslová zóna                |
| Nadmořská výška                |                                     | 525 m                                   |
| Automobilová cisterna          |                                     |   |
| Průměr cisterny                | Nebezpečná látka                    | Propylen                                |
|                                | Množství nebezpečné látky           | 2 tuny                                  |
|                                | Tvar                                | Válcovitý                               |
|                                | Průměr cisterny                     | 1,2 m                                   |
|                                | Délka cisterny                      | 2 m                                     |
|                                | Velikost otvoru, kterým látka uniká | 70 cm                                   |
| Vlaková cisterna               |                                     |   |
|                                | Nebezpečná látka                    | Amoniak                                 |
|                                | Množství nebezpečné látky           | 12 tun                                  |
|                                | Tvar                                | Válcovitý                               |
|                                | Průměr cisterny                     | 2 m                                     |
|                                | Délka cisterny                      | 12 m                                    |
|                                | Velikost otvoru, kterým látka uniká | 10 cm                                   |

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2.2 Scénář řešení

| Pořadí | Název činnosti / opatření    | Charakteristika činnosti / opatření  | Provádí               | Poznámka  |
|--------|------------------------------|--|-----------------------|---|
| 1.     | Přijetí hlášení              | Dne 17. srpna v 05:51h přijato hlášení o vzniku srážky automobilové a vlakové cisterny v prostorách jihlavského vlakového nádraží. Obě havarované cisterny převážely nebezpečné chemické látky. Automobilová cisterna byla převrácena na pravý bok, plášť byl roztržen a unikla nebezpečná látka, která byla v automobilové cisterně. Vlaková souprava v důsledku srážky vykolejila a cisternový vůz obsahující nebezpečnou látku byl porušen. Rovněž i z cisternového vozu vlakové soupravy došlo k úniku nebezpečné látky. | OS HZS Kraje Vysočina |   |
| 2      | Aktivace zasahující jednotky | Aktivace zasahující jednotky v rámci ÚO HZS Jihlava a vyhlášení I. Stupně poplachu.  | OS HZS Kraje Vysočina | Následně:<br>PČR ÚO Jihlava<br>ZZS Kraje Vysočina<br>HZS SŽDC |

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

| Pořadí | Název činnosti / opatření                | Charakteristika činnosti / opatření   | Provádí                            | Poznámka |
|--------|--|---|------------------------------------|----------|
| 3      | Zhodnocení situace v místě havárie       | Došlo ke srážce automobilové a vlakové cisterny. Přízemní teplota vzduchu byla 7°C, rychlost větru 3 m.s <sup>-1</sup> , relativní vlhkost 60%, oblačnost 4/8, stabilita atmosféry C a nadmořská výška 525 m. Zasažené prostředí je částečně průmyslového charakteru. Automobilová cisterna obsahuje kyselinu chlorovodíkovou o množství 2 tuny. Cisterna má válcovitý tvar o těchto rozměrech: šířka cisterny 2m, výška cisterny 1,5m a velikost otvoru, kterým došlo k úniku 75cm. Vlaková cisterna obsahuje kyanid o množství 12 tun. Cisterna má válcovitý tvar o těchto rozměrech: šířka cisterny 12m, výška cisterny 3m a velikost otvoru, kterým došlo k úniku 10cm. | Zasahující jednotka ÚO HZS Jihlava |          |
| 3.2    | Průzkum aktuální situace v místě havárie | Předání zjištěných informací o havárii na OS HZS Kraje Vysočina z důvodu potřeby vyhodnocení možného šíření uniklé nebezpečné látky.  | Zasahující jednotka ÚO HZS Jihlava |          |
| 4      | Předání informace o havárii              | Na základě výsledků průzkumu a následného zhodnocení situace jsou předány informace o havárii ostatním dotčeným subjektům.  | OS HZS Kraje Vysočina              |          |

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

| Pořadí | Název činnosti / opatření  | Charakteristika činnosti / opatření   | Provádí                            | Poznámka |
|--------|--|---|------------------------------------|----------|
| 5      | Varování obyvatelstva v okolí havárie                            | Provedení varování v okolí místa vzniku havárie.  | OS HZS Kraje Vysočina              |          |
| 6      | Řešení vzniklé havárie   | Soubor opatření vedoucích k eliminaci následků a dopadů vzniklé havárie.  | Všichni účastníci řešení havárie   |          |
| 6.9    | Vypočítání / Vyhodnocení dosahu oblaku (šíření) nebezpečné látky | Na základě získaných informací vyhodnocena situace v místě havárie a přijata nezbytná bezpečnostní opatření. Pro vyhodnocení byl použit SW nástroj ALOHA. | OS HZS Kraje Vysočina              |          |
| 7.     | Ukončení řešení havárie  | Ukončení činností přímo souvisejících s řešením havárie.  | Zasahující jednotka ÚO HZS Jihlava |          |
| 8.     | Obnovení postiženého území                                       | Obnovení postiženého (poškozeného) území následky havárie.  | Dotčení subjekty                   |          |

**Použité zkratky:**

- ZZZ Zdravotnická záchranná služba
- ÚO Územní odbor
- HZS Hasičský záchranný sbor
- PČR Policie České republiky
- OS Operační středisko
- SŽDC Správa železničních dopravních cest (Beneš, 2011)



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3 METODICKÝ POSTUP POUŽITÍ NÁSTROJE ALOHA

V této studijní pomůcce byla zvolena poněkud komplikovanější nehoda, kdy unikají dvě různé nebezpečné látky. Vedly k tomu dva základní faktory.

Prvním faktorem byla snaha poněkud odlišit řešení událostí pomocí ALOHY a TerExu. Tyto dva programy jsou svým využitím prakticky totožné, snad s tím rozdílem, že TerEx je poněkud jednodušší ve fázi zadání vstupních parametrů díky průvodci, a tím v operativním nasazení dospějeme k základním výsledkům velice rychle, v řádu jedné, dvou minut.

Druhým faktorem je skutečnost, že nadstavbová databáze látek Cameo Chemicals umožňuje, mj. i vyhodnotit interakci jedné nebo dvou látek z hlediska ohrožení. Tato databáze je zároveň propojena s Alohou, takže z ní můžeme přímo zadávat sledované látky (Beneš, 2011).

Samozřejmě, důsledně vzato nic nebrání využití Cameo Chemicals „offline“ s aplikací TerEx.

#### 3.1 Společné parametry události

Pokud se zamyslíme nad vzniklou situací a práci podřídíme co nejefektivnějšímu získání výsledků výpočtů, je dobré začít zpracovávat vstupní data, která jsou společná pro oba úniky, ty si ve vhodném okamžiku uložit a řešení pak rozdělit na základě částečného vyhodnocení situace. Programy ALOHA ani TerEx totiž neumí modelovat současně více než jednu látku. Je zřejmé, že společnými parametry jsou minimálně:

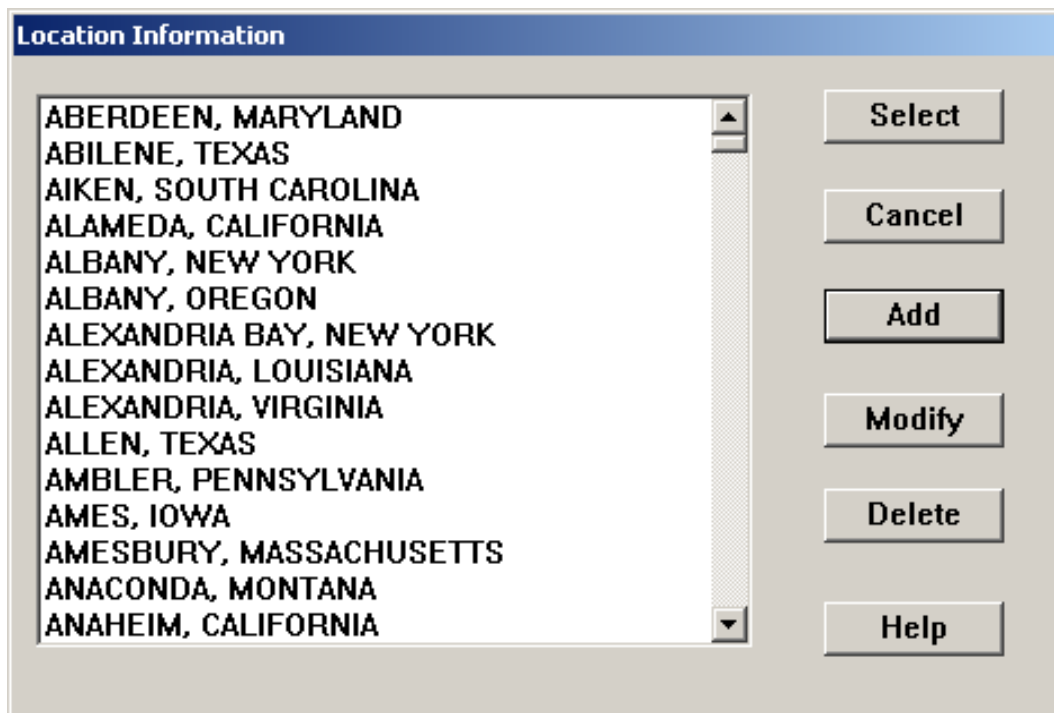
- charakteristika lokality havárie (kde, v jaké zástavbě...),
- časové údaje (kdy, hodina, den, roční doba...),
- atmosférické a meteorologické údaje
- a samozřejmě charakteristiky obou unikajících látek a jejich reakce.

Pokud máme tyto informace pohromadě v systému, vyhodnotíme, která látka z důvodu množství nebo nebezpečnosti ohrožuje více a jak je to s vzájemnou reaktivitou látek. Také totiž můžeme zjistit, že nejnebezpečnější je jedovatý plyn, vznikající sloučením unikajících látek, a havárie se nám transformuje do úniku tohoto plynu a vůbec už nebudeme (alespoň zatím) řešit původně unikající látky.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3.1.1 Specifikace lokality a doby havárie

Prvním krokem je v menu *SiteData* specifikace lokality. Vzhledem k tomu, že oblasti dodané v datových zdrojích ALOHY pokrývají především oblast USA, tak si lokalitu nadefinujeme sami. Pokud jsme v silném časovém stresu, můžeme tento krok vynechat.



Obrázek 2 Specifikace lokality

Pokud zvolíme nové (*Add*), otevře se dialog se dvěma vstupními obrazovkami, kam zadáme údaje, které známe (obrázek 3). Samozřejmě v praxi využíváme zdroje, které jsou při ruce (GPS, mapa, internetové zdroje, mapové portály apod.). V tomto případě byl využit mapový portál [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), který umožňuje podrobné hledání na mapách České republiky i celé Evropy.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Location Input**

Enter full location name:

Location is

---

Is location in a U.S. state or territory ?

In U.S.     Not in U.S.

---

Enter approximate elevation

Elevation is   ft     m

---

Enter approximate location

|           |                                 |                                 |                                    |                         |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|           | deg.                            | min.                            |                                    |                         |
| Latitude  | <input type="text" value="49"/> | <input type="text" value="24"/> | <input checked="" type="radio"/> N | <input type="radio"/> S |
| Longitude | <input type="text" value="15"/> | <input type="text" value="35"/> | <input checked="" type="radio"/> E | <input type="radio"/> W |

**Foreign Location Input**

Country name:

---

Offset from local STANDARD time to GMT:  hours

---

Is current model time standard or daylight savings time ?

Standard Time     Daylight Savings Time

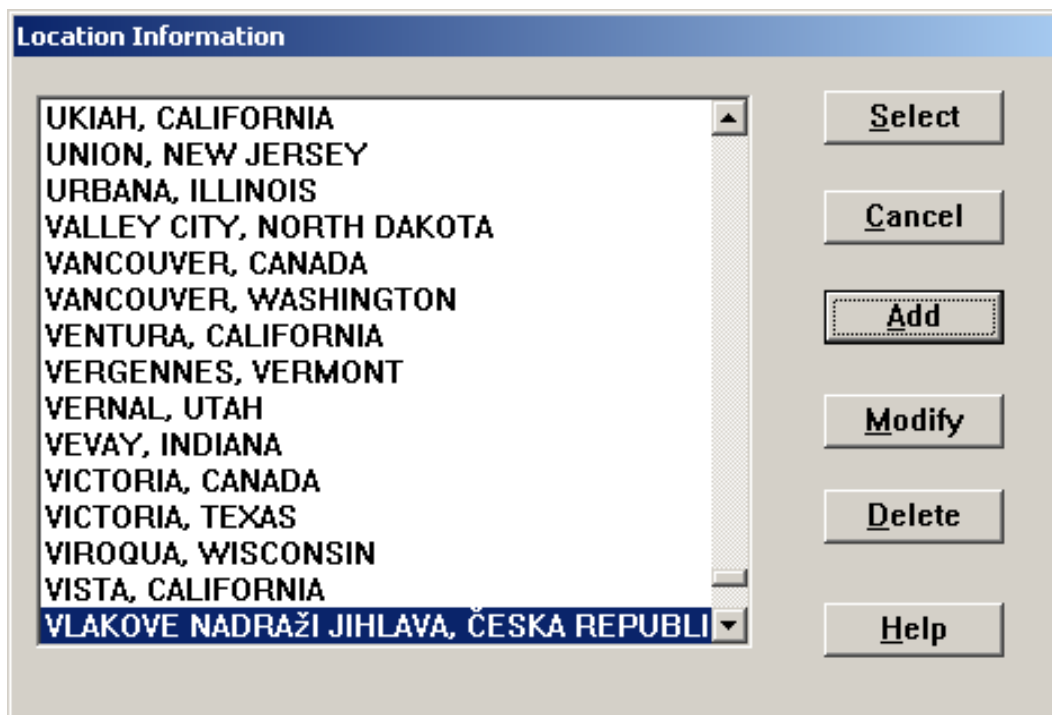
Obrázek 3 Specifikace lokality - zadávání

Při zadávání časového pásma je třeba dbát na zadání správného znaménka. Česká republika je v programu ALOHA posunuta o „-1“ hodinu od standardního světového času. Je to nastavení pro *Standard Time*. V případě zimního času (*Daylight Savings Time*) je časové pásmo posunuto o „-2“ hodiny.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Správnost zadaných údajů je překontrolována programem ALOHA v závislosti na zeměpisné poloze, kterou jste také zadali na obrázku 3. Pokud je hodnota nesprávná a časové pásmo neodpovídá zeměpisné šířce, neprovede program ALOHA uložení zadaných údajů a nepustí vás k dalšímu kroku zadávání parametrů, dokud není hodnota časového pásma zadána správně.

Po následném uložení je nově zadaná lokalita přidána do datových zdrojů programu ALOHA a lze s ní modelovat úniky nebezpečných látek. Tyto lokality jdou kdykoli upravit pro potřeby modelování, např. nadmořská výška, přesnější zeměpisná poloha, apod.

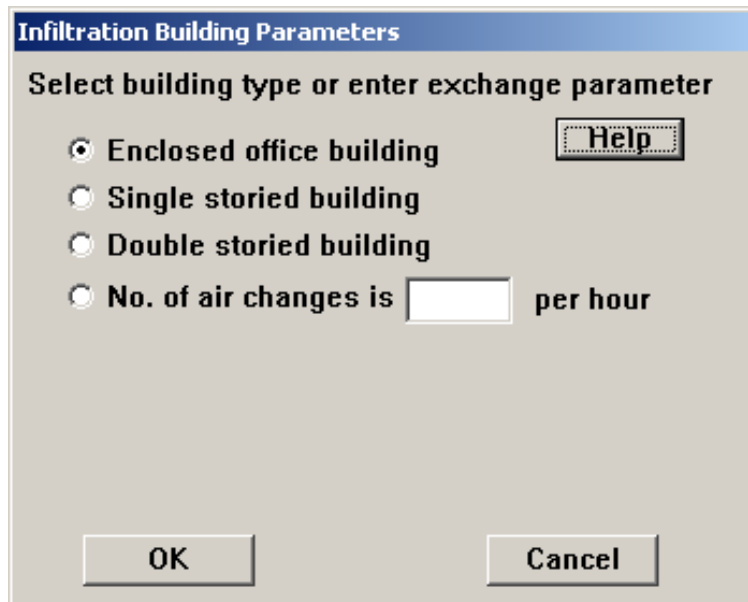


Obrázek 4 Zadaná lokalita



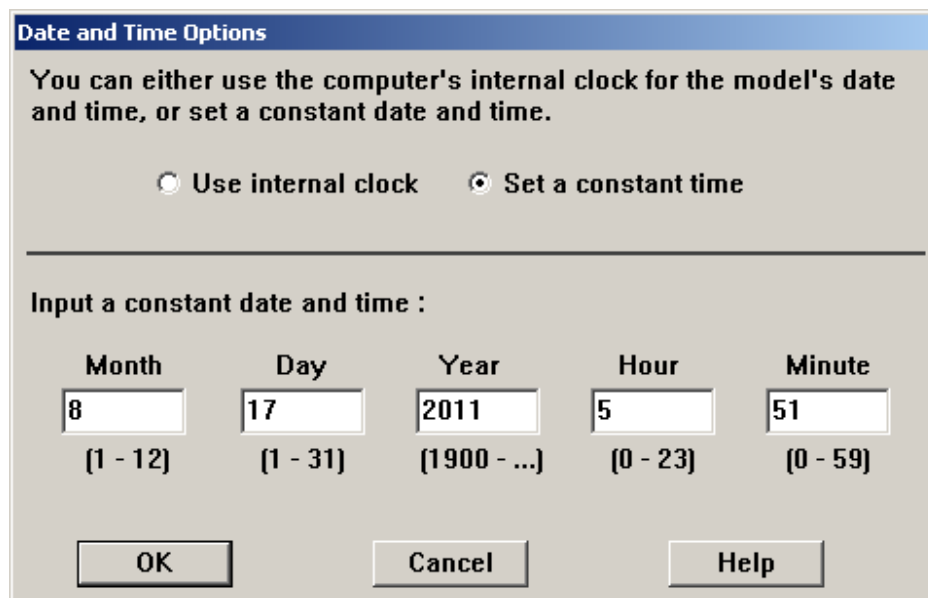
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dále můžeme nastavit typ zástavby, jak je vidět na obrázku 5, ale většinou neřešíme pro úniky vně budov a necháme zatrženou první možnost.



Obrázek 5 Výběr typu budov

Posledním krokem, který je vidět na obrázku 6, je nastavení časové značky vzniku mimořádné události. Pokud pracujeme v reálném čase, využijeme možnost automatického nastavení podle času počítače, jinak můžeme nastavit libovolný čas.

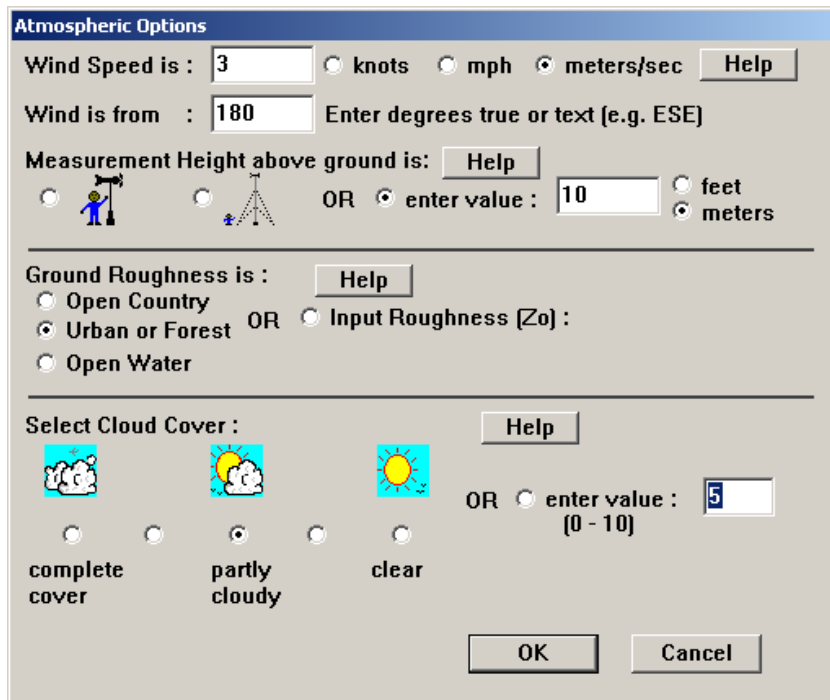


Obrázek 6 Nastavení časové značky mimořádné události

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3.1.2 Atmosférické podmínky

Druhým bodem, který je společným parametrem, jsou atmosférické podmínky v místě mimořádné události. V menu *SetUp* volba *Atmospheric* můžeme zadat potřebné údaje ve dvou krocích. Údaje, které neznáme, budete hledat na internetu, nebo je konzervativně odhadneme (tj. spíše horší než lepší).





**Atmospheric Options**

Wind Speed is :   knots  mph  meters/sec

Wind is from :  Enter degrees true or text (e.g. ESE)

Measurement Height above ground is:

   OR  enter value :   feet  meters

---




Ground Roughness is :

Open Country  Urban or Forest OR  Input Roughness [Z0] :

Open Water

---

Select Cloud Cover :

complete cover partly cloudy clear OR  enter value :  (0 - 10)

Obrázek 7 Nastavení atmosférických podmínek I



**Atmospheric Options 2**

Air Temperature is :  Degrees  F  C


Stability Class is :   A  B  C  D  E  F

Inversion Height Options are :

No Inversion  Inversion Present, Height is :   feet  meters

---

Select Humidity :

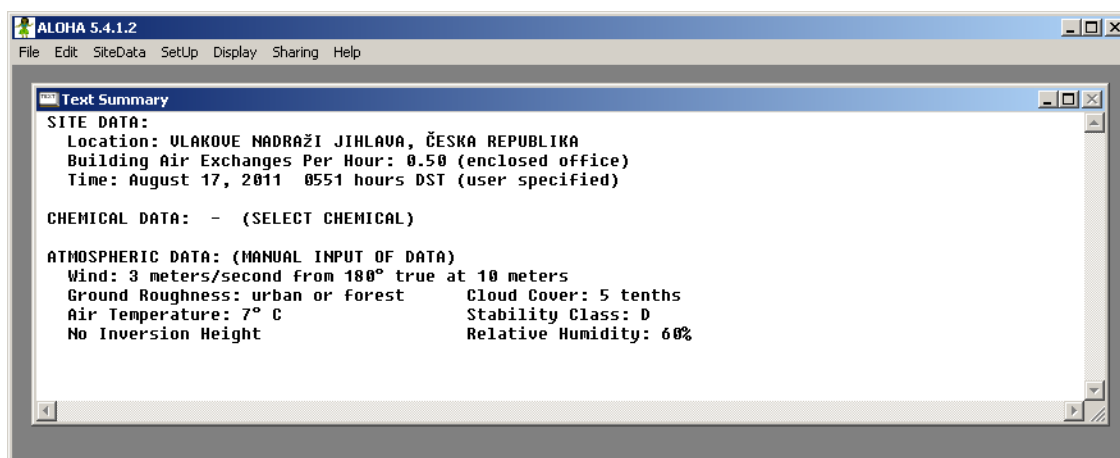
    

wet medium dry OR  enter value :  % (0 - 100)

Obrázek 8 Nastavení atmosférických podmínek II

### 3.1.3 Uložení společných parametrů

V tomto okamžiku jsme v programu ALOHA nastavili společné parametry a uložíme si dosavadní práci do souboru. Souhrnné textové okno s doposud zadanými daty je zobrazeno na obrázku 9. Datový zdroj je umístěn na výukovém CD: `\Aloha\DatoveZdroje\LokalitaMeteo.alo`



Obrázek 9 Textové okno s daty

### 3.1.4 Specifikace unikajících látek

Nyní přesuneme pozornost k unikajícím látkám a zjištění ohrožujících vlastností. V souladu s výše navrženým postupem a vzhledem k faktu, že máme dvě unikající látky, využijeme Cameo Chemicals.

Látky vyhledáme pomocí *New Search*, nejrychlejší to je pomocí UN kódu. Máme k dispozici okamžitě datasheet zkoumané látky a tuto látku přidáme tlačítkem *Add to My Chemicals* do množiny zkoumaných látek pro tuto mimořádnou událost (Beneš, 2011). Operaci provedeme pro UN kódy obou látek a postupně dostaneme následující pracovní okna, jež nám zobrazují jednotlivé kroky postupu a jsou vyobrazena na obrázcích 10 až 13.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

The screenshot shows the CAMEO Chemicals search results page. The search criteria is UN/NA Number 1005, which has matched 1 datasheet. The results list one entry: AMMONIA, ANHYDROUS. The description states it is a clear colorless gas with a strong odor, shipped as a liquid under its own vapor pressure. The DOT Hazard Label is NON-FLAMMABLE GAS, with a Lower Explosive Limit of 16.0% and AEGL-3 (60 min) of 1100.0 ppm. The CAS Number is 7664-41-7 and the UN/NA Number is 1005. There are buttons for 'View Datasheet' and 'Add to MyChemicals'.

Obrázek 10 Výsledek hledání UN 1005 v Cameo Chemicals

The screenshot shows the CAMEO Chemicals datasheet for Ammonia, Anhydrous. The page is titled 'AMMONIA, ANHYDROUS' and includes a 'Chemical Identifiers' section with a link 'What is this information?'. The identifiers table lists the UN/NA Number (1005), CAS Number (7664-41-7), CHRIS Code (AMA), and DOT Hazard Label (NON-FLAMMABLE GAS). The NFPA 704 rating is provided: Red 1 (Flammability: Must be preheated to burn), Blue 3 (Health Hazard: Extremely hazardous - use full protection), and Yellow 0 (Reactivity: Normally stable). The 'General Description' section provides a detailed paragraph about the chemical's properties and uses. Other fields include Rate of onset: Immediate, Persistence: Minutes, and Odor threshold: 17 ppm.

Obrázek 11 Datasheet láky – Amoniak

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

The screenshot shows the CAMEO Chemicals search results page. The search criteria is UN/NA Number 1077, which has matched 1 datasheet. The results list shows 1 - 1 of 1 results on page 1 of 1. The chemical identified is PROPYLENE. The description states: "Propylene is a colorless gas with a faint petroleum like odor. It is shipped as a liquefied gas ... DOT Hazard Label: FLAMMABLE GAS Flash Point: -162.0 ° F Lower Explosive Limit: 2.0 % TEEL-3: 20000.0 ppm CAS Number: 115-07-1 UN/NA Number: 1077". There are buttons for "View Datasheet" and "Add to MyChemicals".

Obrázek 12 Výsledek hledání UN 1077

The screenshot shows the CAMEO Chemicals datasheet for PROPYLENE. It features a hazard diamond with values 4 (top), 1 (left), and 1 (right). The page includes links for "Chemical Identifiers", "Hazards", "Response Recommendations", "Physical Properties", "Regulatory Information", and "Alternate Chemical Names". A section titled "Chemical Identifiers" includes a table with the following data:

| UN/NA Number | CAS Number | CHRIS Code | DOT Hazard Label |
|--------------|------------|------------|------------------|
| 1077         | 115-07-1   | PPL        | FLAMMABLE GAS    |

Below the table, the NFPA 704 hazard information is provided: "NFPA 704: Red 4 -- Flammability: Extremely flammable, Blue 1 -- Health Hazard: Slightly hazardous, Yellow 1 -- Reactivity: Unstable if heated - use normal precautions". A "General Description" section follows, detailing the physical and chemical properties of propylene.

Obrázek 13 Datasheet látky – Propylen

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Po přidání do výběru MyChemicals v databázi CAMEO Chemicals můžeme okamžitě zkoumat vzájemnou reaktivitu látek pomocí *Predict Reactivity* (viz obrázek 14). Výstup databáze můžeme následně exportovat do csv souboru. Datový zdroj obrázku na CD: \Aloha\DatoveZdroje\Cameo\_reactivity.csv

The screenshot shows the CAMEO Chemicals web application. The main content area is titled 'Chemical Reactivity' and contains a 'Compatibility Chart' table. The table has two rows: 'AMMONIA, ANHYDROUS' and 'PROPYLENE'. Below the table, there are sections for 'Reactivity Alerts' and 'Hazard Predictions'. The 'Reactivity Alerts' section lists 'AMMONIA, ANHYDROUS' with the alert 'Water-Reactive' and 'PROPYLENE' with the alert 'Highly Flammable'. The 'Hazard Predictions' section lists 'PROPYLENE mixed with AMMONIA, ANHYDROUS' with the prediction 'No reaction expected.'.

| Chemical 1         | Chemical 2 |
|--------------------|------------|
| AMMONIA, ANHYDROUS | PROPYLENE  |

Obrázek 14 Zkoumání vzájemné reaktivity látek



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

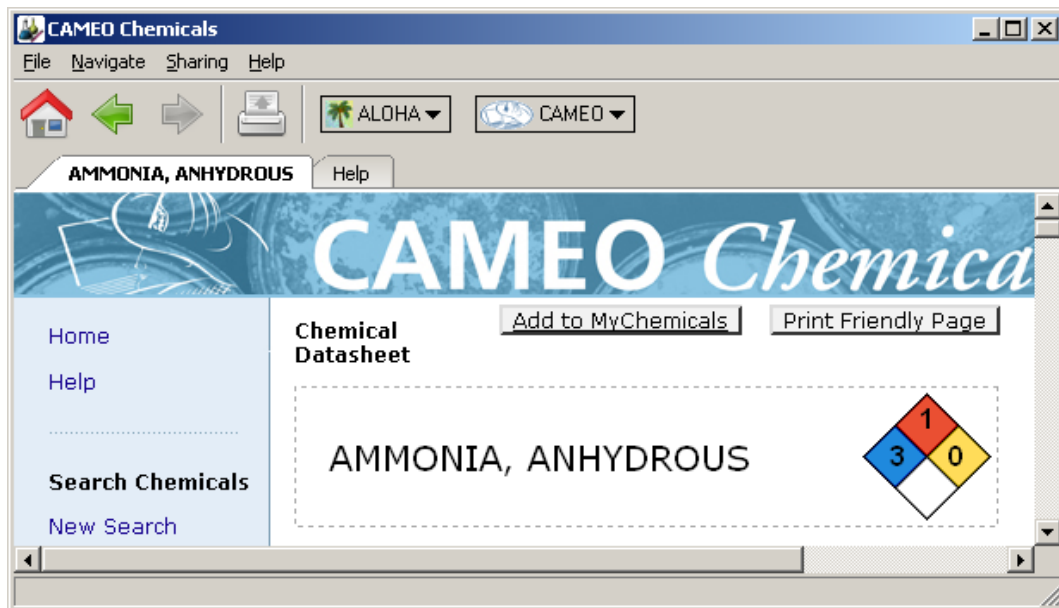
### 3.1.5 Vyhodnocení a určení dalšího postupu

Nyní zhodnotíme dosud zjištěné informace, které jsou patrné z okna chemické reaktivity, dalších odkazů v tomto okně, především vlastností látek v datasheetech a z dalších důležitých údajů, v daném okamžiku např. množství látek v poškozených cisternách. Postup může být následující:

1. **Reaktivita látek.** Nevyskytuje se, látky spolu nereagují.
2. **Zraňující a nebezpečné účinky.** Propylen vysoce hořlavý (4), zdravotní závadnost a reaktivita nízká (1), Amoniak – Málo hořlavý (1), stabilní (0) ale extrémně zdravotně závadný (3). Hodnoty dle NFPA 704, tzv. ochranného kosočtverce, najdeme v datasheetech látek.
3. **Množství potenciálně unikajících látek.** Amoniak 12tun, propylen 2tuny.
4. **Vyhodnocení.** Látky spolu nereagují. Potenciálně nebezpečnější je pro obyvatelstvo Amoniak, navíc je ho výrazně větší množství. Pro propylen zajistíme protipožární opatření v blízkém okolí havárie a věnujeme se prioritně modelování úniku Amoniak, abychom zjistili oblasti nutné evakuace.

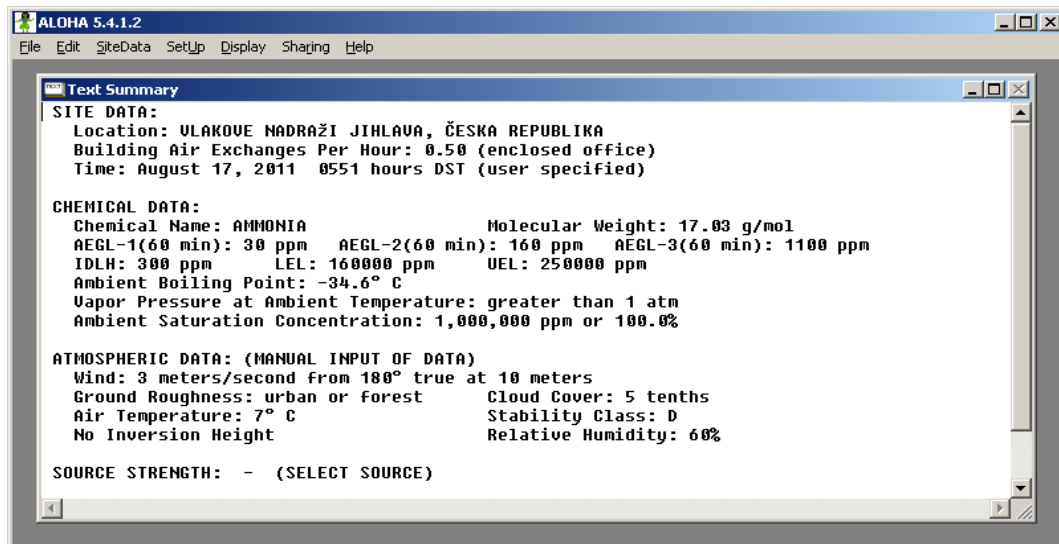
### 3.2 Modelování úniku Amoniak

Nyní se vrátíme k programu ALOHA. Otevřeme projekt s dosud zadanými společnými údaji a budeme se věnovat doplnění chemických dat pro Amoniak. Pokud používáme Cameo, je nejjednodušší možností přidat látku, kterou máme aktuálně vybranou z *MyChemicals*, přímo z databáze Cameo pomocí *Sharing – Select this chemical in Aloha* (Beneš, 2011).



Obrázek 15 Export dat z Cameo

V textovém okně se poté objeví všechna pro modelování podstatná chemická data. Alternativně můžeme použít i vlastní databázi ALOHY.



Obrázek 16 Souhrnná vstupní data I

Zbývá do výpočtu programem ALOHA doplnit další parametry zdroje unikající látky a míru poškození skladovací nádrže. Zadané údaje vkládáme do jednotlivých oken, která jsou vyobrazena na obrázcích 17 až 21.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Tank Size and Orientation**

Select tank type and orientation:

Horizontal cylinder  Vertical cylinder  Sphere

Enter two of three values:

diameter   feet  meters  
length   
volume   liters  cu meters

OK Cancel Help

Obrázek 17 Rozměry zásobního tanku

**Chemical State and Temperature**

Enter state of the chemical: Help

Tank contains liquid  
 Tank contains gas only  
 Unknown

---

Enter the temperature within the tank: Help

Chemical stored at ambient temperature  
 Chemical stored at  degrees  F  C

OK Cancel

Obrázek 18 Chemický stav a teplota látky v zásobním tanku

**Liquid Mass or Volume**

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

The mass in the tank is:   pounds  
 tons[2,000 lbs]  
 kilograms

OR

Enter liquid level OR volume

The liquid volume is:   gallons  
 cubic feet  
 liters  
 cubic meters

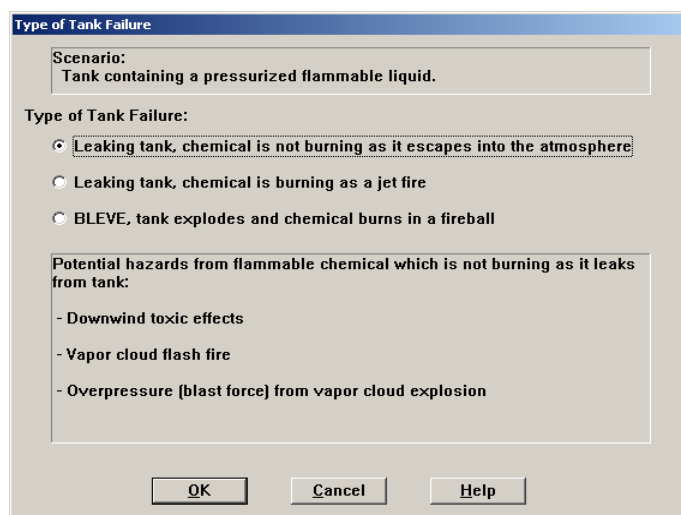
% full by volume

OK Cancel Help

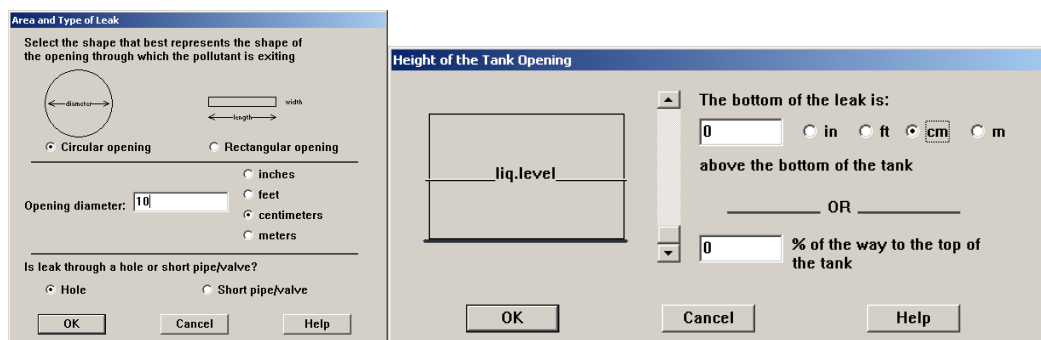
Obrázek 19 Množství látky v zásobním tanku

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Program ALOHA na základě fyzikálně-chemických vlastností nebezpečné látky automaticky spočítá zaplnění zásobního tanku jak je vidět na obrázku 19. Následně se zadá druh poškození zásobního tanku a způsob úniku nebezpečné látky z tanku, jak je zobrazeno na obrázku 20.



Obrázek 20 Druh poškození zásobního tanku

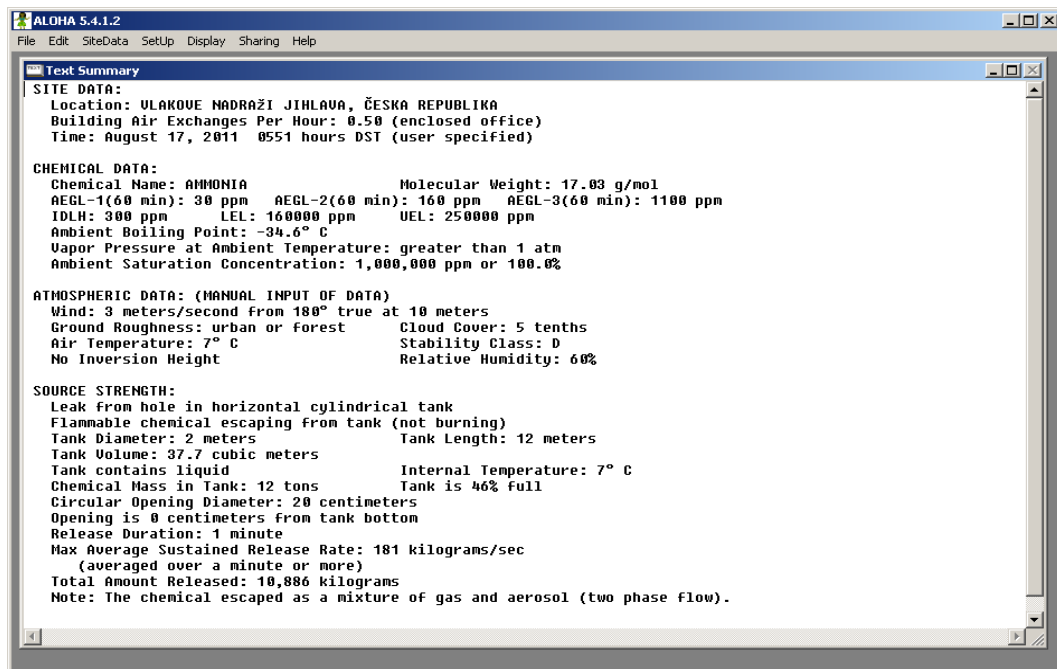


Obrázek 21 Velikost a polohu otvoru úniku nebezpečné látky

Do zadávaných údajů patří i velikost ruptury, kterou nebezpečná látka uniká. Na obrázku 21 je vidět, že můžeme zadat tvar a velikost otvoru a následně i výšku ruptury nade dnem skladovací nádrže.

V tomto okamžiku máme všechny potřebné údaje o velikosti nádrže, velikosti ruptury a množství skladované nebezpečné látky k dispozici a můžeme pokračovat k dalšímu kroku a tyto údaje uložit. Vše se zobrazí v souhrnné tabulce (viz obrázek 22), kde máme zaznamenána všechna doposud zadaná data k modelování dané mimořádné události. Datový zdroj na CD: *\Aloha\DatoveZdroje\Amoniak.alo*.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

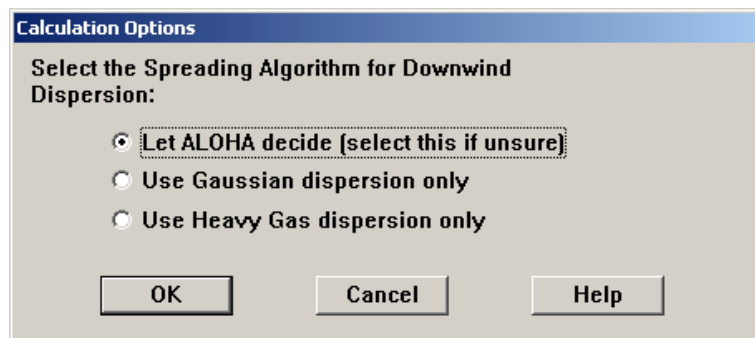


Obrázek 22 Souhrnná vstupní data II

### 3.2.1 Výpočet a zobrazení výsledků

V možnostech výpočtů různých druhů ohrožení nabízí ALOHA podobné možnosti, jako obdobný program TerEx, umí však navíc modelovat koncentraci látek uvnitř budovy v závislosti na jejím typu, resp. rychlosti výměny vzduchu v budově (viz parametr *SITE DATA* v zadání – obrázek 5).

Dále poznamenejme, že uživatel může zvolit typ modelu šíření látky ve volné atmosféře, nicméně pokud ponecháme tuto volbu na aplikaci, podle molekulové hmotnosti látky (těžší nebo lehčí než vzduch) zvolí se vhodný model (Beneš, 2011).



Obrázek 23 Výběr grafického typu výstupu

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ALOHA disponuje třemi základními grafickými typy výstupů:

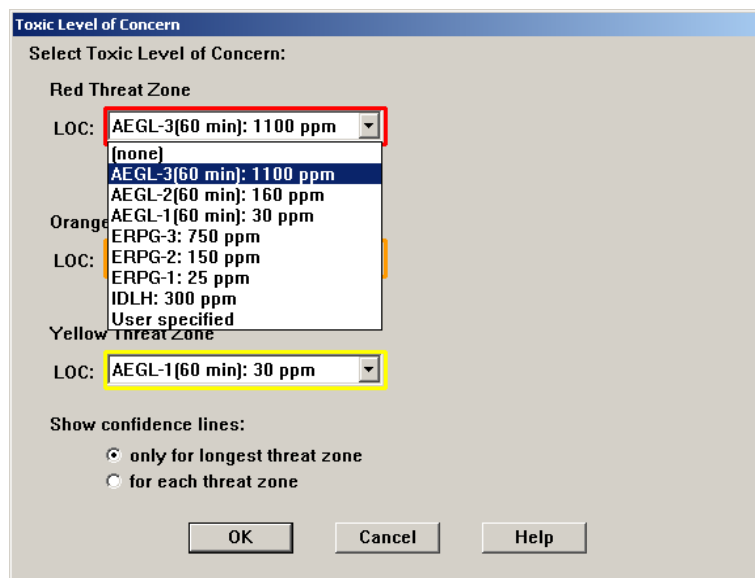
- Model dosahu přízemních koncentrací látek – *Thread Zone*.
- Model změny koncentrace látky v definovaném bodu na čase – *Thread at Point*.
- Rychlostí úniku látky ze zásobníku – *Source Strength –Release Rate*.

### 3.2.2 Thread Zone

Lze zkoumat z pohledu tří možných rizik.

- Toxické ohrožení obyvatelstva.
- Požární ohrožení (hořlavé výpary mraku).
- Ohrožení explozí mraku.

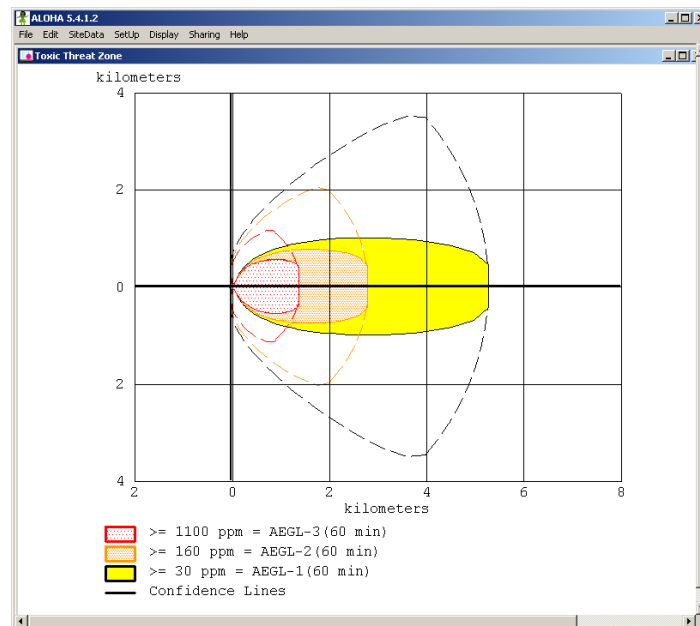
Mezní hodnoty pro jednotlivé zóny rizika jsou nastavitelné a program nabízí předdefinované hodnoty podle různých standardů, v oblasti toxicity látek například AEGL, ERPG nebo IDLH (viz obrázek 24).



Obrázek 24 Mezní hodnoty pro jednotlivé zóny rizika

Jejich použití je na znalostech a praktických zkušenostech obsluhy programu ALOHA. Pokud ponecháme meze zón dle AEGL – základní nastavení, zóny ohrožení vypadají dle obrázku 25.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



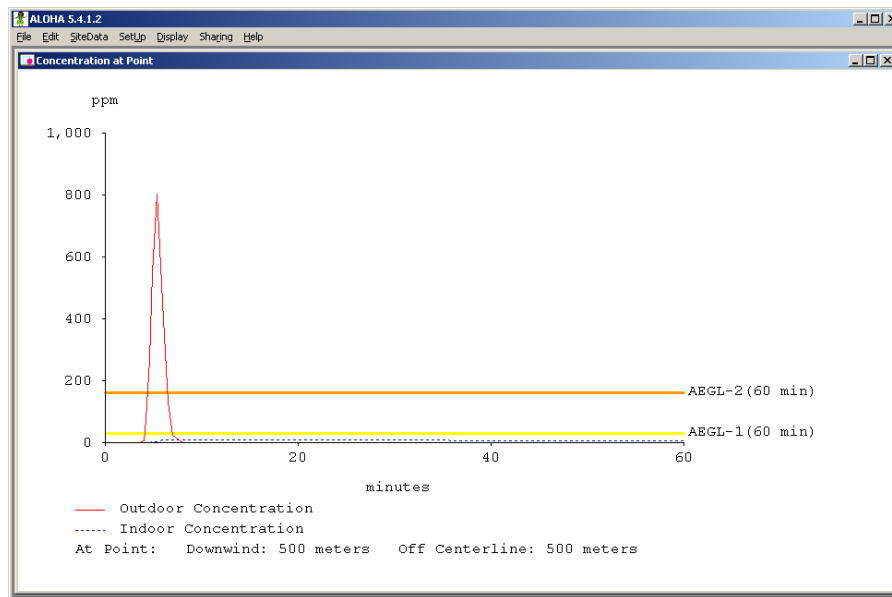
Obrázek 25 Zóny ohrožení

### 3.2.3 Thread at Point

Výstup umožní zkoumat průběh koncentrace škodliviny v definovaném bodě s ohledem na směr větru (vzdálenost na ose „X“) a kolmici ke směru větru (vzdálenost na ose „Y“), názorně je to patrné ze zadávacího okna na obrázku 26. Koncentraci nebezpečné látky je možno modelovat i na základě zeměpisné polohy definovaného bodu. Zde se zadává přesná poloha zájmového bodu a porovnává s místem mimořádné události zadaným v menu *SiteData* specifikace lokality (viz obrázek 3).

Obrázek 26 Definování bodu pro výpočet zamoření

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

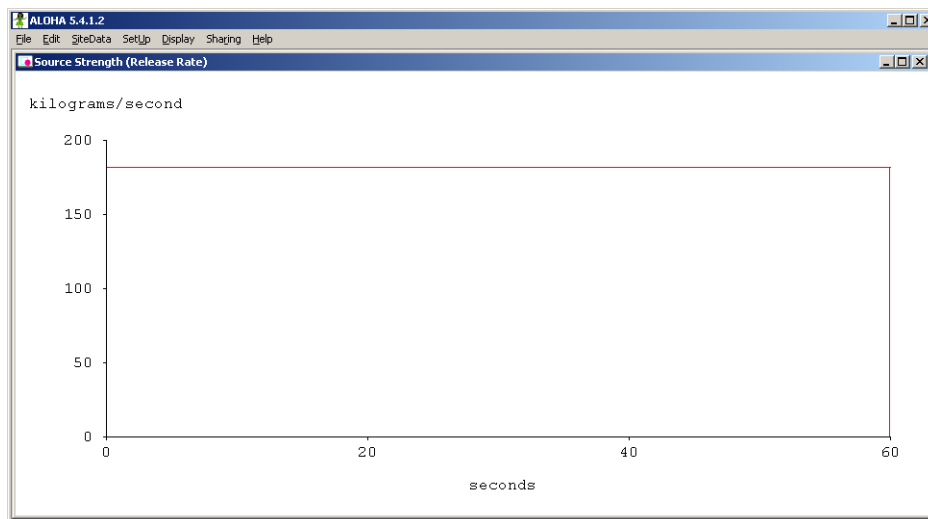


Obrázek 27 Koncentrace uvnitř zástavby

Modelovací program ALOHA zde počítá také koncentraci uvnitř zadané zástavby (obrázek 27), definované v zadávacích parametrech. Výsledek je závislý na typu budovy (viz obrázek 5) a hlavně na rychlosti výměny vzduchu v dané budově.

### 3.2.4 Source Strenght

Výsledek výpočtu rychlosti úniku nebezpečné látky zadaným otvorem (vlivem poškození zásobního tanku).



Obrázek 28 Rychlosti úniku daným otvorem



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Souhrnné výsledky výpočtu modelu jsou uvedeny na obrázku 29. Zobrazuje důležité výstupní údaje a zóny ohrožení. Datový zdroj je uložen na výukovém CD: \\Aloha\DatoveZdroje\Vysledky\_Amoniak.rtf.

### THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red: 1.4 kilometers – (1100 ppm = AEGL-3(60 min))

Orange: 2.8 kilometers – (160 ppm = AEGL-2(60 min))

Yellow: 5.3 kilometers – (30 ppm = AEGL-1(60 min))

### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red: 191 meters – (160000 ppm = LEL)

Orange: 248 meters – (96,000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 521 meters – (16,000 ppm = 10% LEL)

### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion

Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: uncongested

Model Run: Heavy Gas

Red: LOC was never exceeded – (8.0 psi = destruction of buildings)

Orange: LOC was never exceeded – (3.5 psi = serious injury likely)

Yellow: LOC was never exceeded – (1.0 psi = shatters glass)

### THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:

Downwind: 500 meters                      Off Centerline: 500 meters

Max Concentration:

Outdoor: 166 ppm

Indoor: 1.86 ppm

### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 2 meters                      Tank Length: 12 meters

Tank Volume: 37.7 cubic meters

Tank contains liquid    Internal Temperature: 7° C

Chemical Mass in Tank: 12 tons      Tank is 46% full

Circular Opening Diameter: 20 centimeters

Opening is 0 centimeters from tank bottom

Release Duration: 1 minute

Max Average Sustained Release Rate: 181 kilograms/sec  
(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 10,886 kilograms

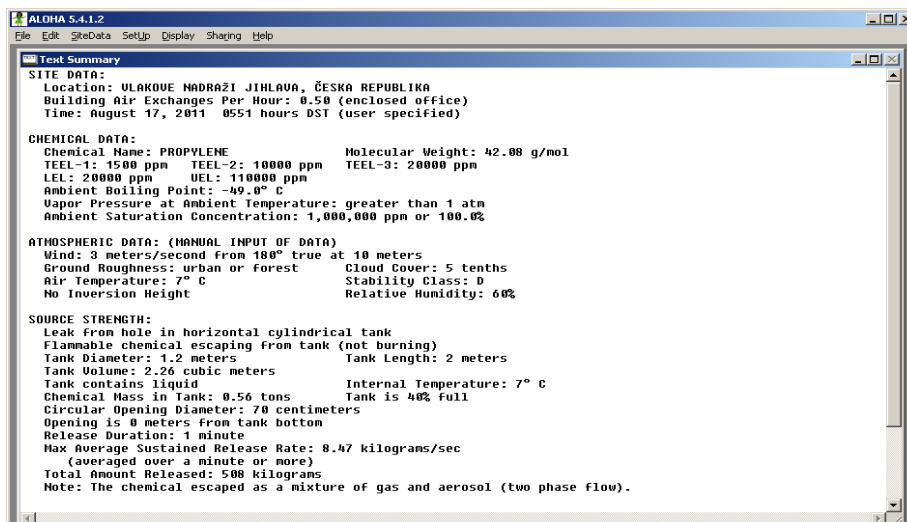
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Obrázek 29 Výsledky výpočtu

### 3.3 Únik propylenu

Ve druhém kroku můžeme modelovat únik propylenu. Vzhledem k tomu, že postup je analogický, je v dokumentu uvedena pouze textovou podobou zadaných vstupních parametrů a výsledky výpočtu (Beneš, 2011). Datový zdroj je uložen na výukovém CD: `\Aloha\DatoveZdroje\Propylen.alo`.

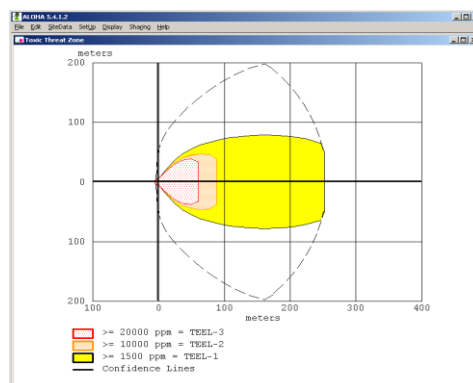
#### 3.3.1 Vstupní údaje



Obrázek 30 Souhrnná vstupní data úniku propylenu

#### 3.3.2 Zobrazení výsledků

Oblast ohrožení toxicitou zobrazíme pro názornost graficky, ostatní výsledky již jen přehledem v tabulce. Studenti mají možnost s využitím datových zdrojů na CD vyzkoušet si prezentaci výsledků samostatně.



Obrázek 31 Oblast ohrožení toxickou látkou





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Souhrnné výsledky jsou uvedeny na obrázku 32 a Datový zdroj na CD:  
\\Aloha\DatoveZdroje\Vysledky\_Propylen.rtf

### THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red: 61 meters – (20000 ppm = TEEL-3)

Orange: 89 meters – (10000 ppm = TEEL-2)

Yellow: 252 meters – (1500 ppm = TEEL-1)

### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red: 80 meters – (12,000 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 215 meters – (2,000 ppm = 10% LEL)

### THREAT ZONE:

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion

Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: uncongested

Model Run: Heavy Gas

Red: LOC was never exceeded – (8.0 psi = destruction of buildings)

Orange: LOC was never exceeded – (3.5 psi = serious injury likely)

Yellow: LOC was never exceeded – (1.0 psi = shatters glass)

### THREAT AT POINT:

Overpressure Estimate at the point:

Downwind: 500 meters

Off Centerline: 500 meters

There is no significant overpressure at the point selected.

### SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 1.2 meters

Tank Length: 2 meters

Tank Volume: 2.26 cubic meters

Tank contains liquid

Internal Temperature: 7° C

Chemical Mass in Tank: 0.56 tons Tank is 40% full

Circular Opening Diameter: 70 centimeters

Opening is 0 meters from tank bottom

Release Duration: 1 minute

Max Average Sustained Release Rate: 8.47 kilograms/sec  
(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 508 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

Obrázek 32 Souhrnné výsledky výpočtu



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 4 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH POSTUPU ELIMINACE NEBEZPEČÍ A MINIMALIZACE ŠKOD

V prostorách jihlavského nádraží došlo ke vzniku havárie s únikem nebezpečných chemických látek. Jednalo se o srážku automobilové cisterny převážející propylen a vlakové soupravy s cisternou obsahující amoniak. Pro vyhodnocení dosahu nebezpečných účinků této havárie za definovaných podmínek bylo využito softwarového nástroje ALOHA.

Na základě získaných výsledků byly přijaty následující bezpečnostní opatření.

Souhrn výsledků:

- Únik amoniaku vyhodnocen jako potenciální prioritní hrozba z hlediska ohrožení osob ve volné atmosféře.
- Stanovena a následně zřetelně označena nebezpečná toxická zóna včetně doporučené vzdálenosti 5000 m pro evakuaci osob ve volném prostoru od místa havárie.
- Únik propylenu vyhodnocen jako potenciálně nebezpečný z hlediska vzniku požáru nebo výbuchu oblaku v bezprostřední blízkosti (okruh 300 m) havárie.
- Vzájemná reaktivita látek nenastane.
- Ve zkoumaném uzavřeném objektu cca 700 m od centra havárie nedojde k ohrožení (koncentrace bude 9 ppm AEGL v uzavřeném objektu).

Na základě těchto výsledků byla dále provedena tato opatření:

- Záchrana a evakuace osob nacházejících se v nebezpečné zóně mimořádné události.
- Dekontaminace zachráněných osob (v prostoru již mimo zasaženou oblast).
- Upřesněn rozsah uzavření prostoru ohroženého vzniklou havárií včetně zajištění objízdných tras.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Upřesněno varování obyvatelstva nacházející se v nebezpečné zóně nebo v potenciálně ohrožených oblastech v důsledku šíření uniklé nebezpečné látky.
- Organizace ukrytí osob nacházejících se na volném prostranství v nebezpečné zóně.
- Předání výsledku vyhodnocení nadřízeným orgánům a subjektům dotčených vzniklou havárií.
- Zamezení dalšímu uniku nebezpečné látky.
- Zabránění další kontaminaci okolního prostředí (např. vodního zdroje, kanalizace apod.).
- Odvětrávání již kontaminovaných prostor.
- Monitoring vývoje situace resp. šíření nebezpečné látky.
- Likvidace nebezpečné látky: Pokrytí místa úniku nebo louže kapalné látky sorbentem včetně zákazu zkrápění louže kapalné fáze a současně zabránění dalšímu ohřívání zasaženého prostoru (Beneš, 2011).



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 5 PRAKTICKÉ PROCVIČENÍ

Provedte tvorbu a řešení scénáře mimořádné události na základě modelování předchozí mimořádné události a jejího řešení a modelů, jež byly vytvořeny, na následující zadání:

- a) Provedte modelování jednorázového úniku kapalného amoniaku v celkovém množství 2 tuny z chladicího zařízení pivovaru Starobrnno, který se nachází v blízkosti Mendlova náměstí.

Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

Tabulka 2 Parametry úniku nebezpečné látky - amoniak

| Základní parametry             | Hodnoty                                      |
|--------------------------------|--|
| Místo havárie                  | Brno   |
| Druh havarovaného zařízení     | Skladovací zařízení                          |
| Druh havárie                   | Jednorázový úniku kapaliny s rychlým odparem |
| Nebezpečná látka               | Kapalný amoniak                              |
| Teplota kapaliny v zařízení    | 15°C   |
| Uniklé množství kapaliny       | 2 tuny                                       |
| Rychlost větru                 | 3 m.s <sup>-1</sup>                          |
| Směr větru                     | 180°   |
| Oblačnost                      | Mírná  |
| Roční období vzniku havárie    | Březen                                       |
| Čas vzniku havárie             | 13:42h                                       |
| Charakter zasaženého prostředí | Obytná krajina                               |

- b) Provedte modelování jednorázového úniku kapalného amoniaku v celkovém množství 2 tuny z chladicího zařízení pivovaru Starobrnno, který se nachází v blízkosti Mendlova náměstí.

Havárie se stala v tomto okamžiku. Hydrometeorologickou situaci zjistěte dle aktuálních podmínek. Ostatní údaje převezměte z předchozí tabulky.

Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

Porovnejte rozsah zadané mimořádné události s předchozím modelem se zdůrazněním následků a velikosti zásahu jednotek IZS.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- c) Provedte modelování jednorázového úniku kapalného chloru v celkovém množství 2 t z havarované automobilní cisterny. Místo dopravní nehody je D1 směrem od Prahy na sjezdu na D2.

Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

Tabulka 3 Parametry úniku nebezpečné látky - chlór

| Základní parametry             | Hodnoty                                      |
|--------------------------------|--|
| Místo havárie                  | Obec Zásmuky                                 |
| Druh havarovaného zařízení     | Automobilová cisterna                        |
| Druh havárie                   | Jednorázový úniku kapaliny s rychlým odparem |
| Nebezpečná látka               | Kapalný chlór                                |
| Teplota kapaliny v zařízení    | 21°C   |
| Uniklé množství kapaliny       | 2 tuny                                       |
| Rychlost větru                 | 2 m.s <sup>-1</sup>                          |
| Směr větru                     | 180°   |
| Oblačnost                      | Mírná  |
| Roční období vzniku havárie    | Květen                                       |
| Čas vzniku havárie             | 16:49h                                       |
| Charakter zasaženého prostředí | Průmyslová krajina                           |

- d) Provedte modelování jednorázového úniku kapalného chloru v celkovém množství 2 t z havarované automobilní cisterny. Místo dopravní nehody je D1 směrem od Prahy na sjezdu na D2. Havárie se stala v tomto okamžiku. Hydrometeorologickou situaci zjistěte dle aktuálních podmínek. Ostatní údaje převezměte z předchozí tabulky.

Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

Porovnejte rozsah zadané mimořádné události s předchozím modelem se zdůrazněním následků a velikosti zásahu jednotek IZS.

- e) Provedte modelování jednorázového úniku kapalného amoniaku v celkovém množství 2 t z chladicího zařízení zimního stadionu ve Vyškově (souřadnice skladovací nádrže: 49°17'2.383"N, 16°59'32.541"E). Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tabulka 4 Parametry úniku nebezpečné látky u zimního stadionu - amoniak

| Základní parametry             | Hodnoty                                      |
|--------------------------------|--|
| Místo havárie                  | Obec Zásmuky                                 |
| Druh havarovaného zařízení     | Automobilová cisterna                        |
| Druh havárie                   | Jednorázový úniku kapaliny s rychlým odparem |
| Nebezpečná látka               | Kapalný amoniak                              |
| Teplota kapaliny v zařízení    | 5°C  |
| Uniklé množství kapaliny       | 2 tuny                                       |
| Rychlost větru                 | 2 m.s <sup>-1</sup>                          |
| Směr větru                     | 270°   |
| Oblačnost                      | Mírná  |
| Roční období vzniku havárie    | leden  |
| Čas vzniku havárie             | 11:32h                                       |
| Charakter zasaženého prostředí | Průmyslová krajina                           |

- f) Proveďte modelování jednorázového úniku kapalného amoniaku v celkovém množství 2 t z chladícího zařízení zimního stadionu ve Vyškově (souřadnice skladovací nádrže: 49°17'2.383"N, 16°59'32.541"E).

Hydrometeorologickou situaci zjistěte dle aktuálních podmínek. Ostatní údaje převezměte z předchozí tabulky.

Do mapy umístěte model vzniklé situace a navrhnete scénář řešení mimořádné události a opatření v případě dané havárie.

Porovnejte rozsah této zadané mimořádné události s předchozím modelem se zdůrazněním následků a velikosti zásahu jednotek IZS.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 6 LITERATURA

- BRATKOVÁ, Eva. (zprac.). *Metody citování literatury a strukturování bibliografických záznamů podle mezinárodních norem ISO 690 a ISO 690-2: metodický materiál pro autory vysokoškolských kvalifikačních prací* [online]. Verze 2.0, aktualiz. a rozšíř. Praha: Odborná komise pro otázky elektronického zpřístupňování vysokoškolských kvalifikačních prací, Asociace knihoven vysokých škol ČR, 2008-12-22 [2011-12-30]. 60 s. (PDF). Dostupný z WWW: <<http://www.evskp.cz/SD/4c.pdf>>.
- BENEŠ, R., FRÖHLICH, T. T-SOFT A.S. 2011. *Řešení MU – ALOHA: Studie použití nástroje pro simulaci šíření nebezpečné látky, uniklé při přepravě*. Praha, 2011, 21 s.
- GAVENDOVÁ, H., BARTA, J. 2007. Modelling Programme for Education at University of Defence. In *NEV HORIZONS IN EDUCATION and EDUCATIONAL TECHNOLOGY.: PROCEEDINGS OF 6th WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCE on EDUCATION and EDUCATIONAL TECHNOLOGY (EDU'07)*. 1st edition. Venice (Italy): WSEAS Press, 2007. s. 218-222. ISBN 9789606766169. ISSN 17905117.
- HERETÍK, J., BARTA, J., BUMBOVÁ, K. 2008. Simulátor pro výcvik a přípravu krizového/nouzového managementu. In *5. mezinárodní konference "Crisis Management": sborník abstraktů a elektronické verze příspěvků na CD-ROMu* [CD-ROM]. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-510-9.
- National Institute for Occupational Safety and Health. 2011. *Safety & Health Policy*. (cit. 15. 11. 2011) Dostupné na web: <<http://www.niosh.com.my/en/>>
- URBÁNEK, J., F., BARTA, J., PEŠKOVÁ, K., HERETÍK, J. 2005. New Information Systems & Technologies for Risk/Crisis/Emergency Management. In *Major Risk Challenging Publics, Scientists and Government, "14<sup>th</sup> SRA EUROPE ANNUAL MEETING 2005"*. Como, 2005. Italy. 7 s.
- Uživatelská příručka ALOHA ver. 5.4.1.2
- Uživatelská příručka CAMEO Chemicals 2.0.1
- WIEDERLECHNER, J. *Šíření nebezpečných látek v atmosféře při haváriích*. Brno, 2008. Disertační práce. Univerzita obrany. Vedoucí práce Josef Kellner.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## POZNÁMKY





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA  
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název: ALOHA – modelování a simulace  
(Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNAŘE)  
Zpracoval: Ing. Jiří BARTA, RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK  
Počet stran: 39  
Vydavatel: Univerzita obrany  
Vydáno: 2012  
Počet výtisků: 30  
Tiskem: Univerzita obrany

Studijní pomůcka byla zhotovena na základě specifické studie „Krizové scénáře“, která byla vyvinuta firmou T-SOFT, a.s. na zakázku pro účely projektu „Vzdělávání pro bezpečnostní systém státu CZ.1.07/2.2.00/15.0070.

Neprošlo jazykovou úpravou.