

SPECIFIKA MODELOVÁNÍ ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK A SMĚSÍ

ING. MARTIN STANĚK, PH.D.

DOC. MGR. ZDENĚK HON, PH.D., DR. H. C.



**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ
ČVUT V PRAZE**

ÚVOD

- Riziko chemických havárií je reálné
 - Stacionární X mobilní zdroje ohrožení
- **Modelování** = proces **predikce** šíření NCHL v prostředí a dalších havarijních projevů na základě matematických modelů s širokým využitím.
 - Nejen predikce šíření a rozptylu těžkých plynů v okolí havárie
 - Únik / rozptyl, požár nebo výbuch nebezpečných látek
 - Od analýzy rizik po retrospektivní analýzy
- Při modelování a interpretaci výsledků je nezbytné brát v úvahu řadu specifických omezení a nedostatků, které se ve větší či menší míře prolínají napříč různými matematickými modely a softwarovými nástroji a souhrnně mají zásadní vliv na přesnost a kvalitu výsledků.



TĚŽKÝ PLYN

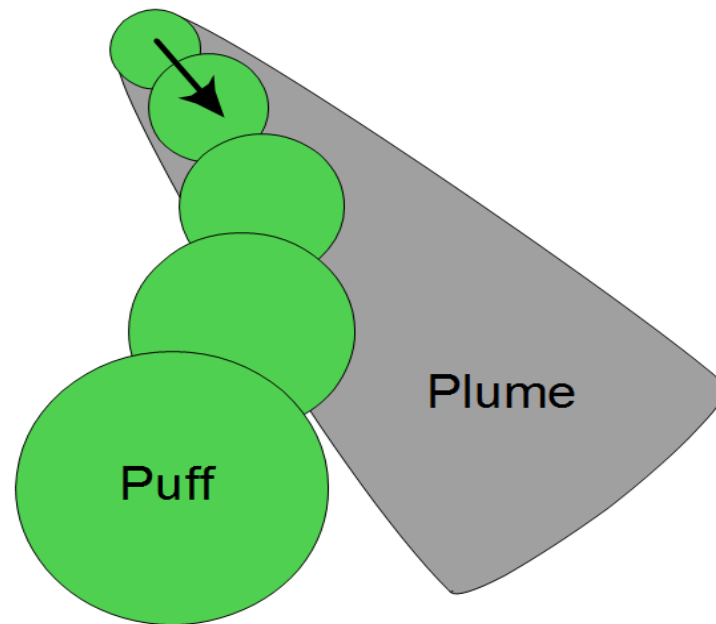
- Vyšší molární hmotnost než vzduch (28,96 g/mol)
- Nachází ve stavu s vyšší hustotou než okolní vzduch (1,29 kg/m³)
- 3 fáze rozptylu:
 - 1. únik a klesání
 - 2. šíření, ohřívání a mísení
 - 3. disperze
- Faktory:
 - Látka samotná, její vlastnosti a množství
 - Skladování / skupenství
 - Gravitace
 - Joule-Thomsonův jev
 - Valivý efekt
 - Meteorologické faktory, teplota, vítr, turbulence
 - Terénní faktory, tření, překážky





HAVARIJNÍ MODELY

- PLUME / PUFF
- FIRE BALL / Vapour Cloud Explosion
- JET / FLASH FIRE
- POOL FIRE
- BLEVE



FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ROZPTYL A ŠÍŘENÍ TĚŽKÝCH PLYNŮ Z POHLEDU MODELOVÁNÍ

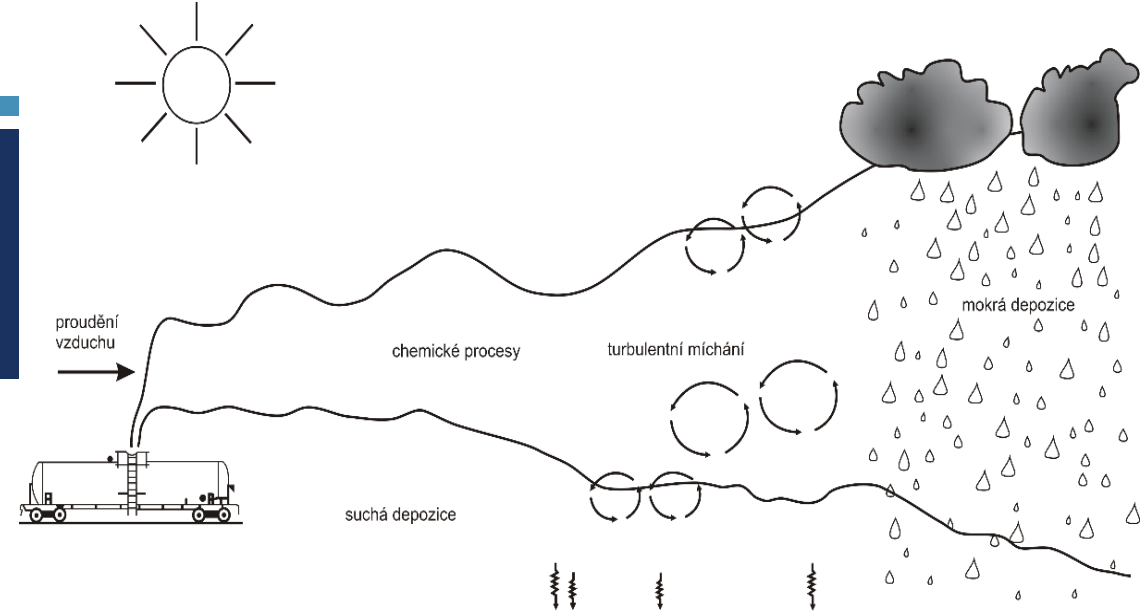
- Konkrétní látka a její vlastnosti
 - Těkavost, reaktivnost
 - Pozitivní / negativní vzlínavost
 - Bod varu
- Způsob skladování
 - Objem / naplněnost
 - Zkapalněný / kryogenní plyn, teplota / tlak
 - Únikový otvor – velikost, lokalizace
 - Doba trvání úniku
- Meteorologické podmínky
 - Teplota vzduchu
 - Pasquillova-Giffordova-Turnerova typizace A → F
 - Směr a rychlost větru
 - Vlhkost vzduchu
- Charakteristika okolní krajiny
 - Členitost, terénní omezení
 - Drsnost zemského povrchu

LIMITY A NEDOSTATKY MODELOVÁNÍ

- Matematické modely
 - Modely blízkého X vzdáleného pole
 - Základem je Gaussovský model a jeho variace (PLUME/PUFF, HEDEGAS, DEGADIS, Heavy Gas a další)
 - Komplexnější modely – SLAB, modely mělkých vrstev, Lagrangeovské modely a další
 - Nejkomplexnější – CFD – RANS modely (zejména pro vnitřní prostředí, extrémní náročnost na vstupní data)
 - Značná omezení z pohledu matematického popisu faktorů úniku látek
- Obecné zjednodušování a řešení řady faktorů specifickými koeficienty a korekčními faktory
 - Zdroj úniku zejména při zemi
 - Přenos kinetické energie
 - Směr úniku pouze po směru větru (někdy i vertikálně)
 - Určeny zejména pro modelování ve vnějším prostředí
- Základní modely jsou vhodné jako screeningová či orientační metoda

LIMITY A NEDOSTATKY MODELOVÁNÍ

- Proměnlivost meteorologických podmínek
 - Turbulentní proudění vzduchu
 - Nestálost prostředí, možné změny v teplotě, rychlosti a směru větru
- Charakteristika okolní krajiny a členitost terénu
- Suchá a mokrá depozice látky, reaktivnost látky
- Déle trvající úniky a úniky s velkým dosahem (např. ALOHA max. 60 min a 10 km)
- Chybovost ve výpočtu rychlosti úniku látky a době trvání úniku
- Auto-Refrigeration Effect a proměnlivá dynamika úniku
- Domino efekt
- Míra nepřesnosti až 25 % (v současném pojetí spíše méně, ale více jak 10 %, rozdíly ve výsledcích jsou zásadní)
- Ideálních podmínek nelze dosáhnout a nelze znát veškeré proměnné faktory ve „fluidních vrstvách“



ZÁVĚR

- **Běžný výsledek:** predikce dosahu plynné látky v prostředí o určité koncentraci, včetně predikce jejího šíření v čase a prostoru (případně jiných havarijních modelů).
 - Vykreslení oblasti, ve které se s určitou pravděpodobností může těžký plyn šířit ve stanovené koncentraci nebo ve které lze předpokládat působení dopadů chemické havárie.
- Využíváno je kompromisní roviny, aby bylo možné modelování provádět v běžných podmínkách = méně přesné výsledky, ale menší nároky na objem a kvalitu vstupních dat.
- Výsledky modelování nelze vnímat jako zcela přesné, ale je nezbytné je brát orientačně jako možnou predikci šíření nebezpečných látek v prostředí.
- Obecné nedostatky a limity modelování nejsou takového rozsahu, který by bránil praktickému využití a modelování má své místo v chemické bezpečnosti.