ZÚBOZ

# Ponaučení z nehod spojených s úniky chloru do ovzduší

Autor: Jakub Marek a Petr Skřehot

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ ČVUT V PRAZE

# Obsah

- Základní informace o chloru
- Proběhlé události spojené s únikem chloru
- Nehoda v Jordánském přístavu Al Durra (2022)
- Diskuze a závěr

# Chlor

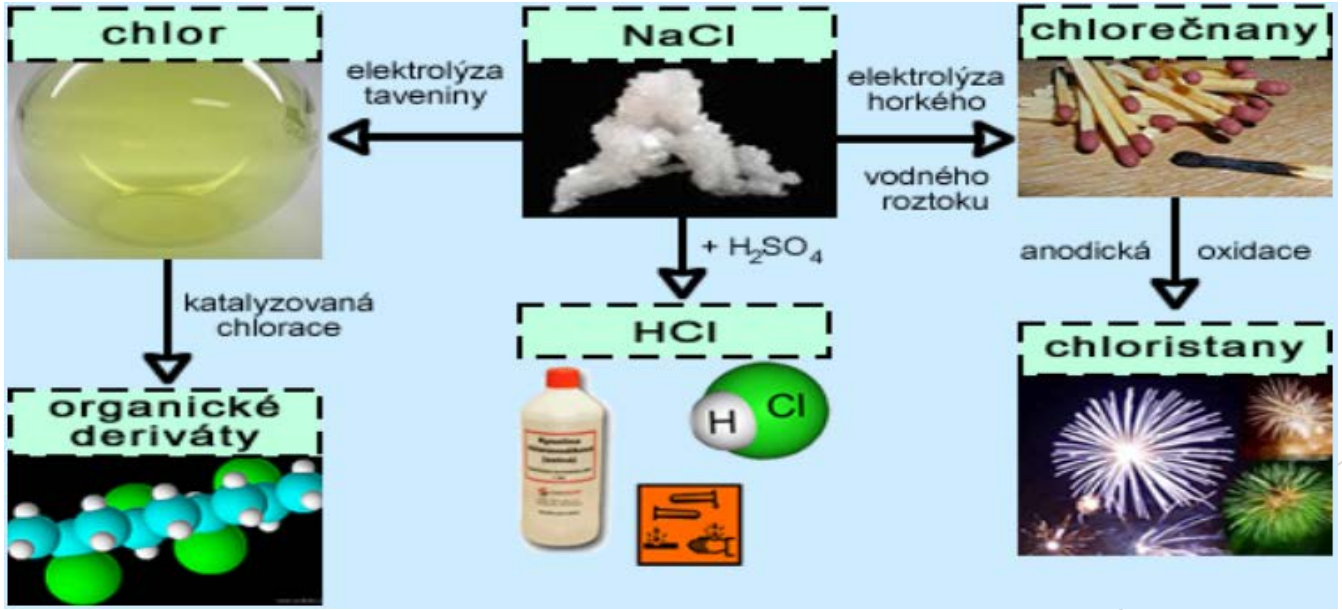
- Nehořlavá, ale velmi reaktivní látka (acetylen, ether, amoniak, vodíkem).
- 2,5 x těžší než vzduch.
- V kapalném stavu se jedná o těžkou olejovitou tekutinu oranžově žluté barvy.
- Na vzduchu se rychle vypařuje a přechází ve žlutozelený plyn.
- Z 1 litru kapalného chloru vzniká až 475 litrů plynu.
- Chlorová voda má silné korozívní účinky (nebezpečí při nehodách).

# Toxické účinky na lidský organismus

- Účinky plynného chloru na člověka:
  - 0,2 ppm – čichový detekční práh u senzitivních jedinců
  - 1 ppm – podráždění očí, nosu, hrdla, kůže
  - 5 ppm – respirační obtíže (dusivý kašel)
  - 15 ppm – silné podráždění sliznic (leptání očí, tvorba puchýřů)
  - 30 ppm – bolest na hrudi (plicní edém)
  - 50 ppm – při expozici 10 min. život ohrožující
  - 1000 ppm – smrt do 1 minuty
- Hygienické limity pro pracovní prostředí:
  - PEL: 0,5 mg.m-3 (0,15 ppm)
  - NPK-P: 1,5 mg.m-3 (0,46 ppm)

# Použití chloru v praxi

- Dezinfekce vody (bazénová chemie, odpadní vody…)
- Výroba pyrotechniky (prudké reakce)
- Stavební průmysl (PVC, plasty…).
- Zdravotnictví (dezinfekční prostředek, výroba léků…).
- Chemický průmysl (výroba plastů, polykarbonátů…).



# Nehody spojené s únikem chloru

- Dostupnost informací o nehodách:
  - BARPI Chlorine accidentology
  - Informační systém MARS
  - Databáze ARIA

# BARPI Chlorine accidentology

- Informace o nehodách v letech 1917 - 2003
- U 369 nehod je známo uniklé množství

| Celkové uniklé množství chloru | Počet nehod přepravních zařízení | Počet nehod stabilních zařízení | Počet nehod v plaveckých bazénech a v úpravnách vod | Celkem |
|---|---|---|---|---|
| 0 kg | 23 | 2 | 0 | 25 |
| méně jak 100 kg | 16 | 126 | 108 | 250 |
| 100 až 500 kg | 5 | 24 | 5 | 34 |
| 500 až 1 000 kg | 1 | 16 | 1 | 18 |
| 1 000 až 5 000 kg | 1 | 14 | 0 | 15 |
| 5 000 až 10 000 kg | 3 | 3 | 0 | 6 |
| více jak 10 000 kg | 11 | 10 | 0 | 21 |
| Celkem | 60 | 195 | 114 | 369 |

# Informační systém MARS

- Databáze eMARS (Major Accident Reporting System) je informační EK, který soustřeďuje informace o závažných haváriích na území členských států EU.
- Událost:
  - Graniteville, USA, 2005.
  - Únik 90 tun kapalného chloru; 9 úmrtí; 250 zraněných; 5400 evakuovaných; 2,5 km zápach Cl.

# Databáze ARIA

- V současnosti (srpen 2023) je v databázi ARIA uvedeno 60 588 havárií a nehod.
- Každý rok je do databáze přidáno přibližně 1 200 nových událostí.
- Událost:
  - Festus, USA, 2002;
  - Únik 22 tun kapalného chloru; 63 zraněných; 4 hodiny zákaz vycházení.

# Typické událostí vedoucí k únikům chloru

- Úniky v průmyslových podnicích (chemická výroba, metalurgické výroby, plynárny, elektrárny) – cca 72 %.
- Úniky při přepravě chloru železničními nebo automobilovými cisternami – cca 13 %.
- Úniky v úpravnách vod nebo čistírnách odpadních vod – cca 7 %.
- Úniky související s používáním nebo skladováním bazénové chemie – cca 5 %.
- Jiné (veřejná sféra, domácnosti atd.) – cca 3 %

# Zkušenosti z ČR

- Spolana Neratovice, 2002.
- 500-letá voda!
- 1000 evakuovaných.
- 79,8 tuny chloru skončilo ve vodě a 760 kilogramů v ovzduší.

# Zkušenosti z ČR

- Úpravna vod Podhradí u Vítkova, 2009.
- 3 zranění.
- K úniku chloru došlo po reakci síranu železitého a chlornanu sodného.

# Zkušenosti z ČR

- Koupaliště v Nýřanech, 2015.
- 1 usmrcený, 2 zranění.
- K nehodě došlo v technologické místnosti koupaliště při běžném čištění bazénu.

# Zkušenosti z ČR

- Chemická výroba, Plzeň-Koterov, 2022.
- 1 zraněný, 7 evakuovaných.
- K úniku chloru došlo po reakci kyseliny sírové a chlornanu sodného.

# Nikdy nemíchej!!

# Nehoda v přístavu Al Durra

- Jordánský přístav Al Durra, 27. června 2022.
- Pád mobilní cisterny obsahující kapalný chlor během nakládky kontejnerové lodi.
- Okamžitý únik 25 tun kapalného chloru.
- Následky: 12 úmrtí, 260 zraněných.
- Koncentrace plynného Cl v bezprostřední vzdálenosti poškozené cisterny (vzdálenost 50 m) dosahovala 450 000 ppm!!!
- Koncentrace plynného Cl 10 000 ppm (viditelný oblak) dosahovala do vzdálenosti 200 až 300 metrů od místa úniku!

# Únik chloru v přístavu Al Durra

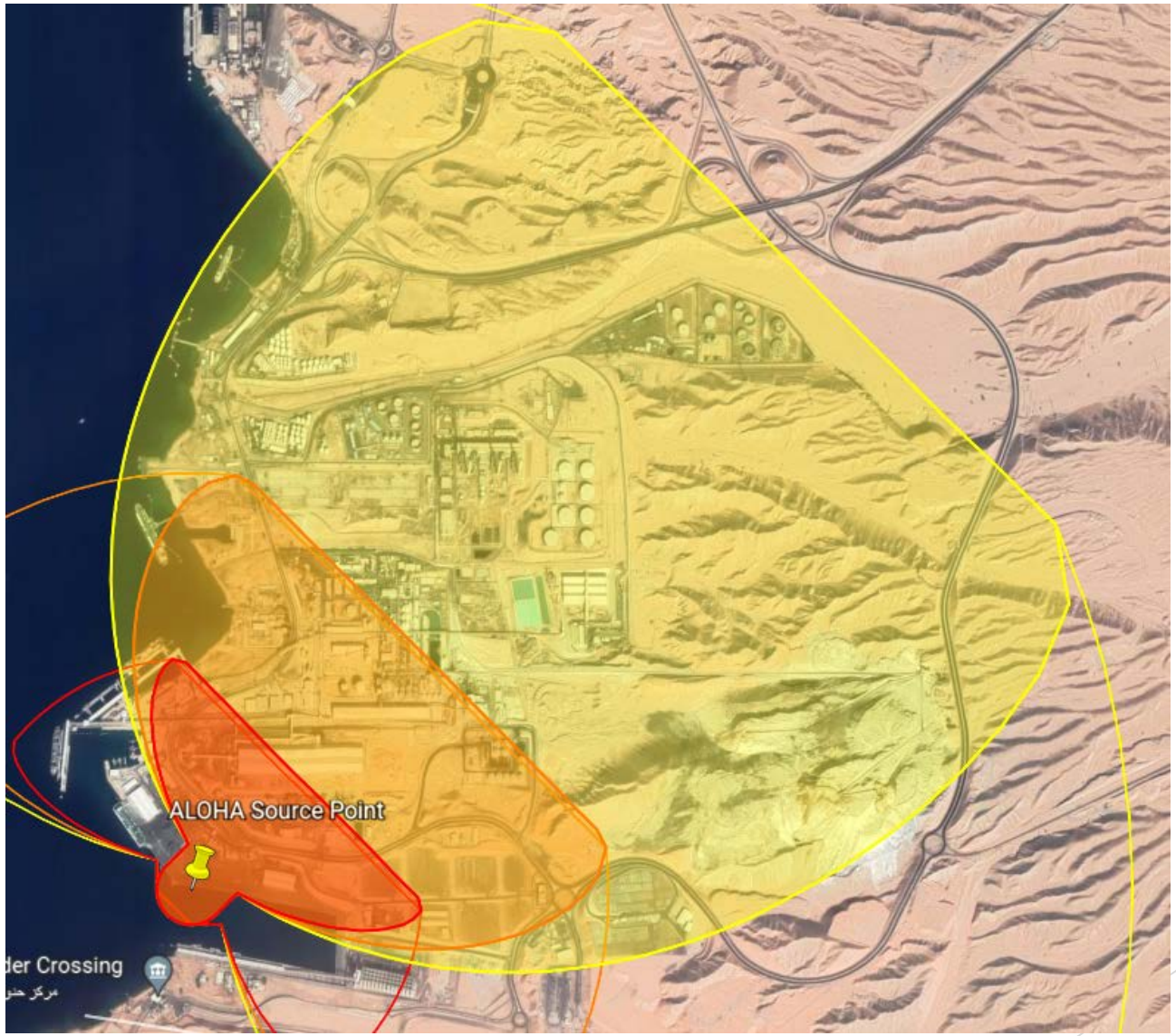
Zdroj: Mapy.cz

# Únik chloru v přístavu Al Durra

**VIDEO 1**

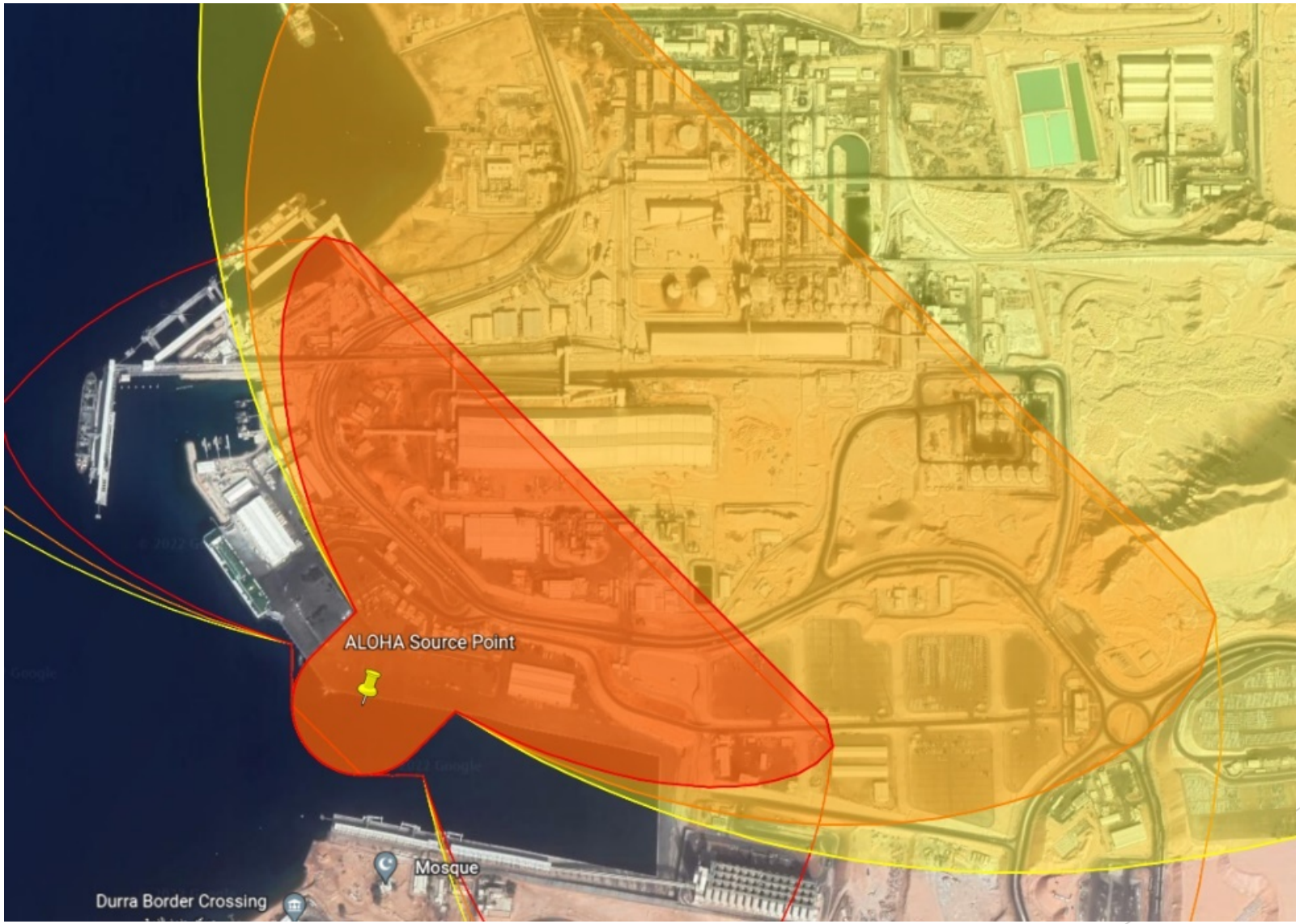
**VIDEO 2**

# Nehoda v přístavu Al Durra




Zdroj: Program ALOHA a Google Earth

# Únik chloru v přístavu Al Durra



# Diskuse a závěr

- Pohyb osob v oblaku chloru u zdroje úniku?!
- Možnosti využití retrospektivní analýzy.
- Důvěryhodnost výstupů z modelovacích software.
- Připravenost průmyslových podniků – lessons learned.
- Cíle disertační práce.

# Děkuji za pozornost.

Ing. Jakub Marek, MSc.

Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú.

E: marek@zuboz.cz ‖ T: +420 733 576 994

Tento příspěvek byl podpořen grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS22/205/OHK5/3T/17 s názvem "Simulace vlivu místních externalit na dosah zraňujících koncentrací těžkého plynu při chemických haváriích".