



National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"



Community Empowerment:
Crisis-Ready Solutions



POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Modelowanie stref zagrożeń oddziaływania substancji niebezpiecznych

Grzegorz Dahlke



*This activity
is supported by:*

The NATO Science for Peace
and Security Programme



Cel szkolenia

- Skutki oddziaływania substancji niebezpiecznych osiągają bardzo poważne rozmiary, a wiedza o nich nie jest powszechna. Brak świadomości w zakresie sposobów oddziaływania i możliwych rozmiarów zdarzenia może prowadzić do nieprawidłowych reakcji (np. bagatelizowanie symptomów – zagrożenia, nie powiadamianie służb ratunkowych o zagrożeniu, spóźniona ewakuacja) i niskiej motywacji do stosowania się do zaleceń służb reagujących na zagrożenia.



Cel szkolenia

- Zwiększenie gotowości uczestników do reagowania w sytuacjach kryzysowych.
- Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie współpracy z lokalnymi służbami.
- Poznanie metod modelowania rozprzestrzeniania się zagrożeń chemicznych z wykorzystaniem programu ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres).



Sytuacje kryzysowe lub awaryjne

Sytuacje te powodują lub mogą powodować straty, które w literaturze dzielone są na cztery kategorie (PEME (People, Equipment, Materials, Environ-ment)) [Lelo i Purba 2018]:

- ludzie;
- urządzenia;
- materiały;
- środowisko.



*This activity
is supported by:*

The NATO Science for Peace
and Security Programme



Najpoważniejsze zagrożenia przemysłowe

Do najważniejszych zagrożeń w zakładach przemysłowych (zagrożenia wewnętrzne) oraz poza nimi (zagrożenia zewnętrzne) zalicza się [Mannan 2012]:

- pożary,
- wybuchy,
- uwolnienie substancji toksycznych.



Modelowanie symulacyjne zagrożeń

- Systemy modelowania zachowania się ognia i skutków pożarów odgrywają ważną rolę pomocniczą w wielu aspektach zarządzania [Andrews 2013].
- Wśród narzędzi komputerowych do modelowania symulacyjnego pożarów, wybuchów i skażeń można znaleźć przykłady dedykowane różnym odbiorcom.
- Aplikacje takie umożliwiają wspomaganie decyzji w planowaniu przygotowania na sytuacje awaryjne, dostarczając informacji o możliwym rozwoju zdarzeń i ich skutkach.



National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"



Community Empowerment:
Crisis-Ready Solutions



POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład aplikacji komputerowej

ALOHA - Areal Locations of Hazardous Atmospheres umożliwia analizę [Shao i Duan, 2012]:

- pożarów rozlewisk,
- pożarów BLEVE,
- pożarów strumieniowych,
- skażeń chemicznych.



Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

Ocena szkodliwości przebywania w strefach wokół zdarzenia może uwzględniać szereg oddziaływań:

- narażenie toksyczne;
- promieniowanie cieplne [kW/m^2],
- energię fali uderzeniowej [J],
- energia elementów niesionych z falą uderzeniową,
- wzrost ciśnienia [Pa].



Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

W programie ALOHA określono domyślne dopuszczalne wartości narażenia toksycznego w oparciu o następującą hierarchię skal [ALOHA 2016; Jones et al. 2013; <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/levels-concern.html>]:

- AEGL (Acute Exposure Guideline Levels),
- ERPG (Emergency Response Planning Guidelines),
- TEELs (Temporary Emergency Exposure Limits),
- PAC - zbiór danych łączy w sobie wszystkie trzy powszechnie stosowane systemy wytycznych dotyczących narażenia (AEGL, ERPG i TEEL) i wprowadza system oparty na hierarchii. (AEGL są używane preferencyjnie, następnie ERPG, a potem TEEL),
- IDLH są stosowane, gdy dla danej substancji chemicznej nie zdefiniowano żadnych wytycznych dotyczących narażenia.



Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

W skali AEGL, występują trzy poziomy [ALOHA 2016; Jones et al. 2013]:

- AEGL-3 to stężenie w powietrzu, wyrażone w częściach na milion (ppm) lub miligramach na metr sześcienny (mg/m^3), substancji, powyżej którego przewiduje się, że u ogółu populacji, w tym u osób podatnych, mogą wystąpić zagrażające życiu skutki zdrowotne lub śmierć.
- AEGL-2 to stężenie w powietrzu (wyrażone w ppm lub mg/m^3) substancji, powyżej którego przewiduje się, że u ogółu ludności, w tym u osób wrażliwych, mogą wystąpić nieodwracalne lub inne poważne, długotrwałe niekorzystne skutki dla zdrowia lub upośledzenie zdolności ucieczki.
- AEGL-1 to stężenie substancji w powietrzu (wyrażone w ppm lub mg/m^3), powyżej którego przewiduje się, że populacja ogólna, w tym osoby podatne na narażenie, może odczuwać znaczny dyskomfort, podrażnienie lub pewne bezobjawowe, niewrażliwe skutki. Efekty te jednak nie powodują inwalidztwa, są prze-mijające i odwracalne po zaprzestaniu narażenia.



Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

Symulacja zagrożenia zostanie przeprowadzona dla wybranego scenariusza zdarzenia w transporcie materiałów niebezpiecznych (drogowym lub kolejowym).

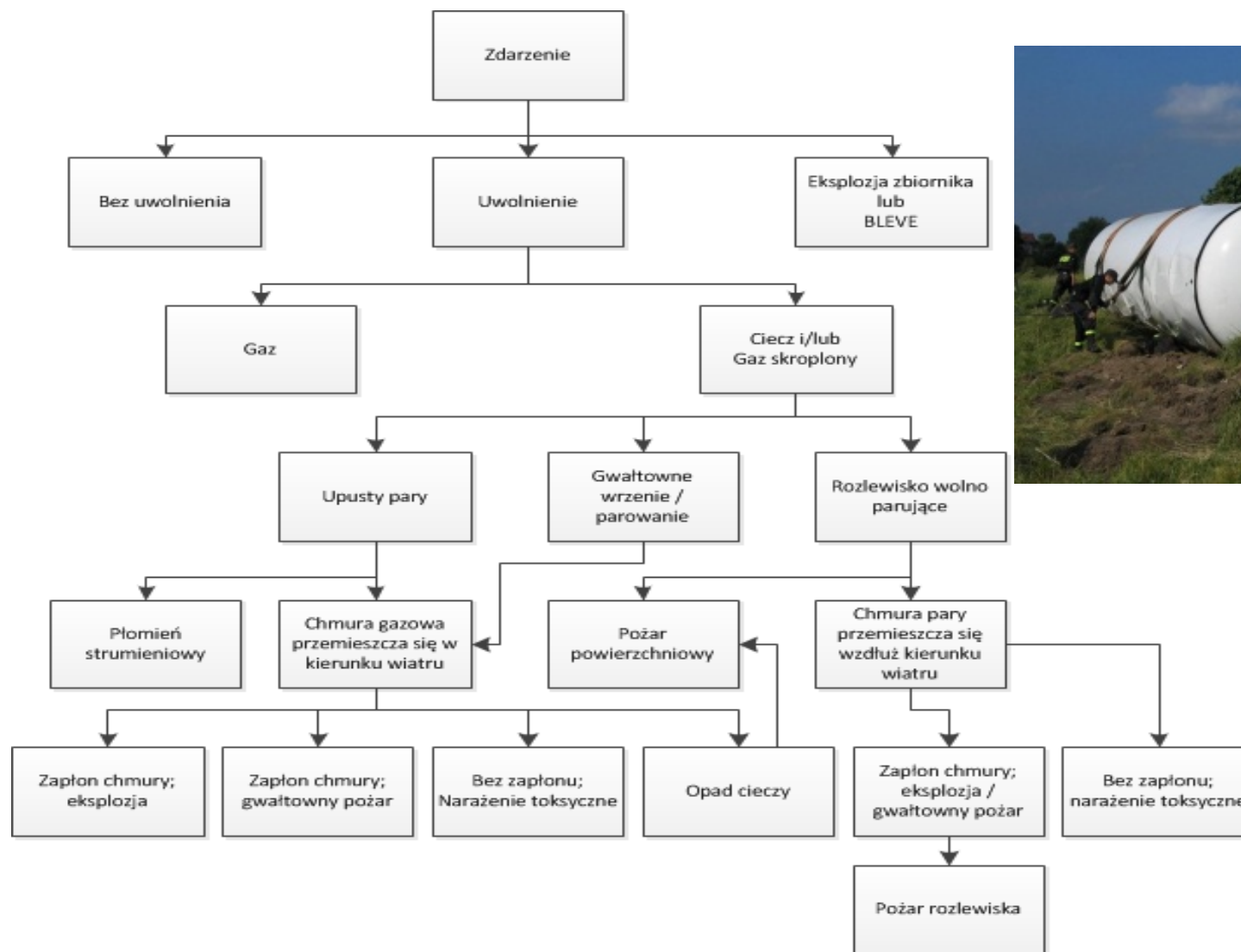
Do najważniejszych parametrów warunkujących liczbę scenariuszy, należą:

- rodzaj i stan skupienia substancji niebezpiecznej (gaz, ciecz, gaz skroplony);
- ilość substancji niebezpiecznej (masa i objętość substancji; poziom wypełnienia cysterny; ilość substancji tworzącej skutki zdarzenia, itd.);
- warunki uwolnienia substancji (natychmiastowe, powolne; zapłon substancji lub brak zapłonu);
- lokalizacja zdarzenia (ukształtowanie terenu wokół miejsca zdarzenia; osłonięcie miejsca zdarzenia);
- warunki pogodowe (temperatura powietrza, wilgotność powietrza, kierunek wiatru, inwersja).

Wielość kryteriów sprawia, że liczba wariantów jest trudna do oszacowania, nawet przy założeniu wyboru najgorszych przypadków.



Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

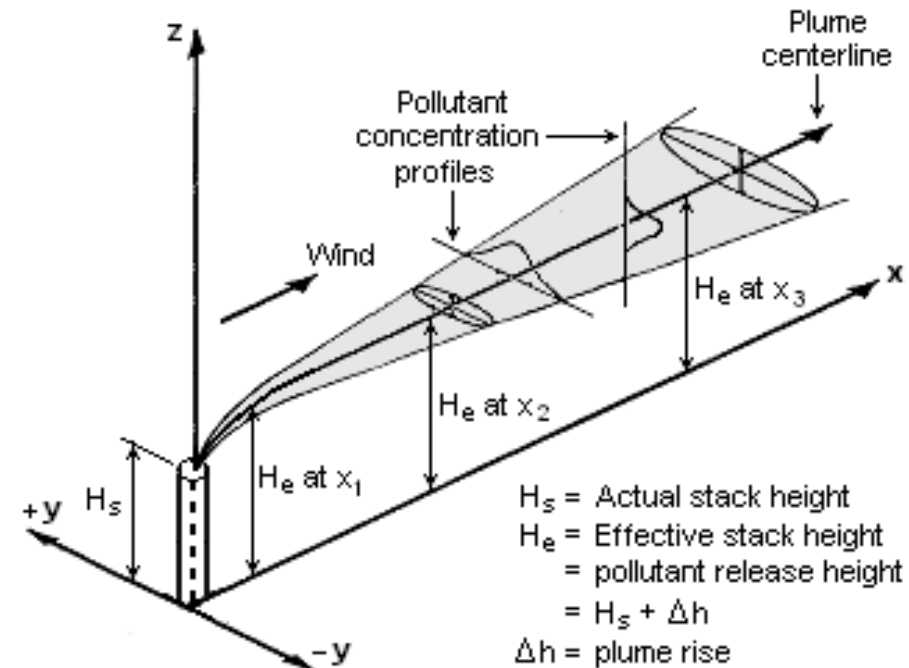
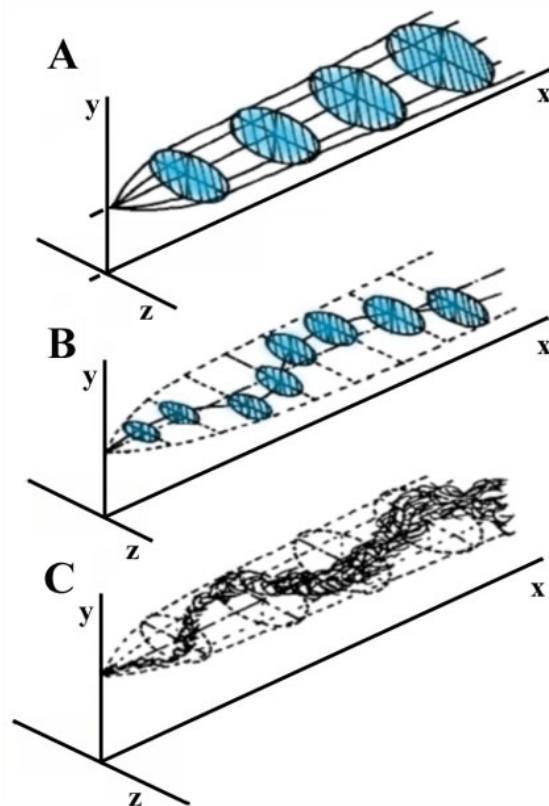




Modelowanie symulacyjne zagrożeń – przykład praktyczny

Modele zachowania się gazu w atmosferze:

- klasyczny model Gaussowski (rys. 1),
- model gazu ciężkiego



Rysunek 1. Modelowanie rozpraszania substancji w atmosferze (<http://sites.sinauer.com/> oraz www.air-dispersion.com)



Scenariusz 1

- Cysterna przewożąca hydrazynę zderzyła się z innym pojazdem. W wyniku zdarzenia w boku cysterny powstała szczelina o rozmiarach 15 x 55 cm. Otwór ten znalazł się w dolnej części przewróconego zbiornika.
- Zbiornik o długości 7 m i średnicy 2 m, był wypełniony w 60%.
- Do wypadku doszło przy ul. Jana Pawła II w Poznaniu, obok przystanku tramwajowego przy sklepie ZNAK. Pojazd jechał w kierunku Ronda Śródka. Było to w dniu r. około godziny 13:00.
- Substancja wyciekała na powierzchnię jezdni (asfalt), tworząc rozlewisko.
- Scharakteryzuj obszar w miejscu wypadku na podstawie programu Google Earth.
- W dniu zdarzenia, określono następujące warunki meteorologiczne:
 - Temperatura powietrza: 24 °C,
 - Wilgotność bezwzględna 79%,
 - Wiatr wschodni, prędkość 4 m/s na wysokości 3m,
 - Zachmurzenie: brak,
 - Nie ma inwersji temperatury.
 - Wyznacz zasięg skażenia toksycznego. Porównaj wyniki dla modelu gaussowskiego i modelu gazu ciężkiego.



Literatura

- Dahlke G., 2010, Modelowanie zagrożeń – materiały do ćwiczeń laboratoryjnych, Politechnika Poznańska, Poznań
- Dahlke G., 2022, Modele formalne pożarów i wybuchów w przygotowaniu infrastruktury krytycznej na sytuacje awaryjne, w: Nauka dla obronności. Bezpieczeństwo infrastruktury krytycznej. Tom 1; red. Michał Ciałkowski, Tomasz Łodygowski, Andrzej Żyluk, Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa, 2022, s. 133-151
- Muller A., Demouge F., Brilhac J.F., Fromy P., 2008, Sécurité Incendie: développement d'une approche de modélisation stochastique hybride, Proceedings du congrès Maîtrise des Risques Et Sureté ´ de Fonctionnement, dit Lambda-Mu. Avignon.
- Muller A., 2010, Développement d'une méthode de modélisation pour l'évaluation de la performance de stratégies de sécurité incendie, Doctoral dissertation, Université ´ de Haute-Alsace, Mulhouse.
- Muller A., Demouge F., Fromy P., Jeguirim M., Brilhac J.F., Vantelon J.P., 2010, The use of a stochastic fire safety engineering tool for fire scene reconstruction. Proceedings of the 2010 Interflam Congress, Nottingham.