

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie matematyczne wybuchowego spalania za pomocą programu ALOHA



Autor: Weronika Berent

Nr albumu: 297977

Promotor: dr hab. inż. Robert Cherbański, prof. uczelni

Rok akademicki: 2021/2022

Wprowadzenie

W niniejszej pracy przedstawiono symulacje spalania wybuchowego przeprowadzone w programie ALOHA (ang. Aerial Locations of Hazardous Atmospheres). Program ten udostępnia bogaty aparat matematyczny do prowadzenia obliczeń różnych scenariuszy awaryjnych, takich jak dyspersja palnych substancji chemicznych, które w mieszaninie z powietrzem tworzą mieszaninę wybuchową i mogą prowadzić do deflagracji. Program pozwala wyznaczać strefy zagrożenia dla analizowanego scenariusza awaryjnego po uprzednim zdefiniowaniu parametrów środowiskowych, takich jak warunki pogodowe oraz zdefiniowaniu źródła powstałego zagrożenia.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest wykonanie symulacji pozwalających na określenie skutków awarii powodującej powstanie deflagracji, czyli spalania wybuchowego. Zakres pracy obejmuje:

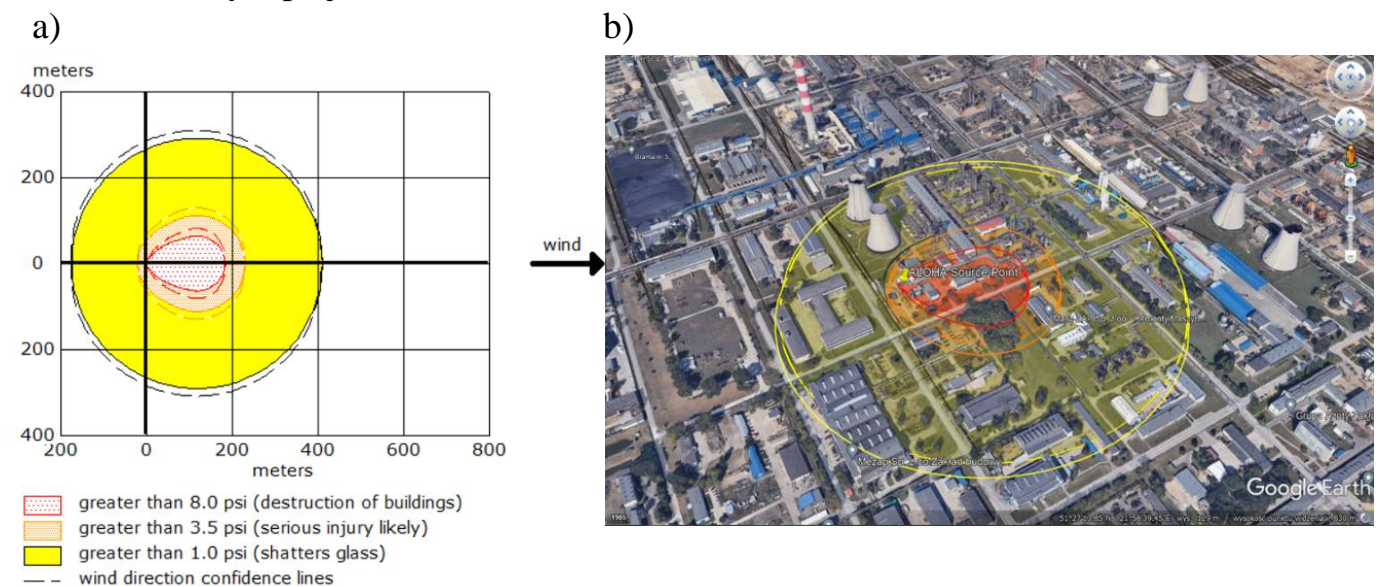
- przegląd istniejących modeli matematycznych służących do obliczania transportu substancji w atmosferze oraz przedstawienie funkcjonalności programu ALOHA;
- niezależne obliczenia i porównanie wyników z dostępnymi źródłami literaturowymi;
- symulacje możliwych awarii na terenie Zakładów Azotowych „Puławy”.

Część teoretyczna

W części teoretycznej przedstawiono modele matematyczne, które służą do symulacji rozprzestrzenienia się zanieczyszczeń w atmosferze, wskazując ich wady i zalety. Przedstawiona została specyfika procesu powstawania deflagracji. Dokładnie opisany został program ALOHA, z uwzględnieniem ograniczeń związanych z funkcjonowaniem programu.

Część obliczeniowa

Za pomocą programu ALOHA przeprowadzono symulację spalania wybuchowego wodoru powstałego w skutek rozszczelnienia zbiornika magazynującego wodór na terenie Zakładów Azotowych „Puławy”. Obliczenia wykonywano dla typowego zbiornika służącego do przechowywania wodoru, w którym panuje ciśnienie 5 MPa. Na podstawie wprowadzonych danych i dodatkowych założeń wyznaczono zasięg stref nadciśnienia wybuchu. Otrzymane wyniki naniesiono na mapę w programie Google Earth Pro, aby lepiej zobrazować skutki awarii.



Rys. 1. a) strefy zagrożenia powstałe w wyniku deflagracji wodoru z podziałem na zakres ciśnień panujących w każdej ze stref, b) strefy zagrożenia umieszczone w rzeczywistej przestrzeni topograficznej

Przeprowadzone symulacje pozwalają przewidzieć obszar, który ulegnie zniszczeniu przez awarię zbiornika. Nadciśnienie związane z wybuchem zmniejsza się wraz ze wzrostem odległości od źródła wybuchu, dlatego obszar ten podzielono na trzy strefy. W każdej z nich skutki awarii będą nieco inne, od całkowitego zniszczenia budynków w najbardziej zagrożonej strefie czerwonej, po pęknięcie okien w najbardziej oddalonej od źródła strefie żółtej.

Wnioski

Program ALOHA dobrze sprawdza się w symulacjach dotyczących deflagracji. Dzięki swojej funkcjonalności może być użytecznym narzędziem przy planowaniu kolejnych inwestycji przemysłowych. Wczesne przewidywanie potencjalnych skutków awarii może zapobiec wielu katastrofom z udziałem ludzi niezwiązanych z istnieniem fabryk.