

Symulacja komputerowa jako narzędzie przewidywania skutków katastrof w przemyśle chemicznym

Ochrona zdrowia ludzkiego, różnego rodzaju dóbr i środowiska naturalnego w coraz bardziej skomplikowanym świecie staje się głównym wyzwaniem dla społeczności globalnej. Ocena oddziaływania na środowisko należy do najważniejszych i najszybciej rozwijających się prewencyjnych instrumentów ochrony środowiska na świecie. Zasady rozwoju zrównoważonego i ochrony środowiska stanowią podstawę do sporządzania i aktualizacji ocen, w których między innymi określa się rozwiązania niezbędne do zapobiegania powstawaniu zanieczyszczeń, zapewnienia ochrony przed powstającymi zanieczyszczeniami oraz przywracania środowiska do właściwego stanu, a także ustala się warunki realizacji przedsięwzięć, umożliwiające uzyskanie optymalnych efektów w zakresie ochrony środowiska. Kluczowym zagadnieniem zdaje się być ocena rozwiązań mających na celu zapobieganie, ograniczenie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań przyszłego użytkownika na środowisko.

Szczególną rolę w opracowywaniu ocen oddziaływania na środowisko może odegrać komputerowe wspomaganie dzięki wykorzystaniu oprogramowania do symulacji negatywnych scenariuszy wydarzeń. Jedną z podstawowych cech symulacji komputerowych, które mogą stanowić integralną składową systemu wspomagającego zarządzanie sytuacjami awaryjnego uwolnienia się substancji niebezpiecznych powinna być możliwość dostarczania odpowiednich informacji w relatywnie krótkim czasie. Niekontrolowane uwolnienie się substancji chemicznej może stanowić bezpośrednio lub pośrednio zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, a także stanu atmosfery, gleby, wód powierzchniowych i podziemnych oraz prowadzić w konsekwencji do strat materialnych i degradacji środowiska. Szczególnie niebezpieczne jest występowanie tego typu zagrożeń na obszarach zurbanizowanych [1]. Typowe zagrożenia związane z funkcjonowaniem istniejących lub planowanych podmiotów gospodarczych charakteryzują się zróżnicowanym zasięgiem oddziaływania. Skala zdarzenia determinuje poziom zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzi oraz stopień naruszenia równowagi ekologicznej środowiska. Czynnikiem podwyższającym zagrożenie może być fakt, że wielokrotnie w trakcie awarii przemysłowych powstają niebezpieczne substancje chemiczne, nie występujące w normalnych warunkach procesu lub magazynowania [2].

Współpraca z komputerem umożliwia wizualizację budowy materii, symulowanie zjawisk i procesów chemicznych, szacowanie zasięgu geograficznego oddziaływania a także

prezentację informacji w sposób zapewniający interakcyjną współpracę z użytkownikiem tego oprogramowania. Jako podstawowy cel niniejszej pracy uznano przedstawienie możliwości zastosowania symulacji komputerowej w zarządzaniu zagrożeniami dla środowiska i zdrowia lub życia organizmów żywych. Poprzez strategię zarządzania rozumie się całokształt procedur postępowania w sytuacji awaryjnej, szkolenie kadr ratowników czy też harmonogram czasowy prowadzenia akcji ratowniczych. Założono, że korzystanie z wydajnych technik symulacji może skutkować zwiększeniem efektywności zrozumienia wzajemnych powiązań pomiędzy wieloma, zależnymi od źródła zagrożenia czynnikami a w efekcie poprawą procesów podejmowania decyzji w celu ochrony człowieka i środowiska naturalnego.

Charakterystyka aplikacji ALOHA[®] ver. 5.3.

We współpracy z EPA (*Environmental Protection Agency*) stworzono system CAMEO [3], który stanowi zestaw dostępnych on-line aplikacji komputerowych do planowania i szacowania zasięgu stanów zagrożenia związanych z przemysłem chemicznym. Do oceny zasięgu oddziaływania wydarzeń katastroficznych (uszkodzenie zbiornika gazu, przerwanie rurociągu, rozszczelnienie rurociągu przesyłowego) można zastosować oprogramowanie ALOHA[®] ver. 5.3. [4]. Aplikację stworzono i udostępniono w sieci Internetu (<http://www.epa.gov/OEM/cameo/aloha.htm>) z myślą o powszechnym użyciu, które nie wymaga nabycia praw licencji (ang.: *freeware*). Program ALOHA[®] stanowi implementację modelu dyspersji atmosferycznej do szacowania zasięgu oddziaływania uwolnionych do atmosfery niebezpiecznych, chemicznych zanieczyszczeń gazowych. ALOHA[®] umożliwia użytkownikowi dokonanie oceny stopnia dyspersji „chemicznej chmury” pod wpływem warunków meteorologicznych na podstawie analizy parametrów fizykochemicznych, reaktywności, danych toksykologicznych oraz charakterystyki urbanizacyjnej miejsca zdarzenia.

W początkowej fazie wprowadzania danych użytkownik powinien określić podstawowe informacje dotyczące lokalizacji geograficznej obiektu przemysłowego, wybrać rodzaj substancji chemicznej oraz określić założone parametry warunków meteorologicznych, na których podstawie zostanie przeprowadzona symulacja. Baza danych aplikacji pozwala wybrać z listy lokalizację położoną na terenie USA lecz jest także możliwe dodanie do bazy nowych lokalizacji. Wypełniając formularz użytkownik podaje współrzędne geograficzne oraz położenie lokalizacji w odniesieniu do poziomu wody morskiej. Istotne jest także dokonanie charakterystyki urbanizacyjnej terenu

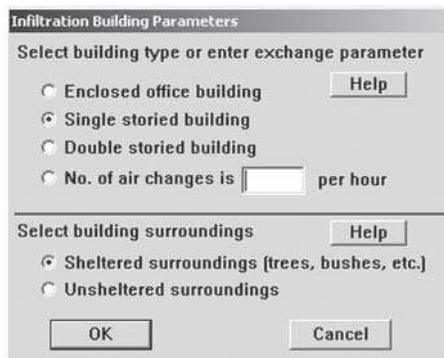
Dr inż. A. Astel – Zakład Chemii Środowiskowej, Instytut Biologii i Ochrony Środowiska, Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku

Zagrożenie	Zasięg oddziaływania		
Smog w okresie lata	[Diagram showing local to regional impact]		
Smog w okresie zimy	[Diagram showing local to regional impact]		
Toksyny w powietrzu	[Diagram showing local to regional impact]		
Jakość powietrza na terenie aglomeracji miejskiej	[Diagram showing local impact]		
Zanieczyszczenia przemysłowe	[Diagram showing local to regional impact]		
Awarie jądrowe	[Diagram showing local to regional impact]		
Awarie chemiczne	[Diagram showing local to regional impact]		
	lokalny	lokalno-regionalny	regionalno-kontynentalny

Rys. 1. Zasięg oddziaływania typowych zagrożeń związanych z funkcjonowaniem podmiotów gospodarczych



Rys. 2. Okno tytułowe programu ALOHA® ver. 5.3. (*Areal Locations of Hazardous Atmospheres*)

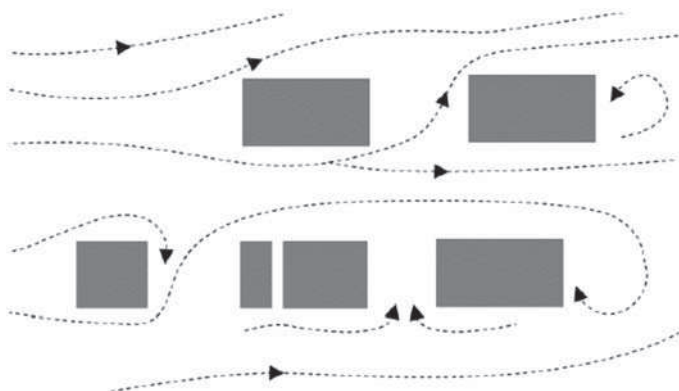


Rys. 4. Okno dialogowe do konfigurowania charakterystyki urbanizacyjnej miejsca symulacji

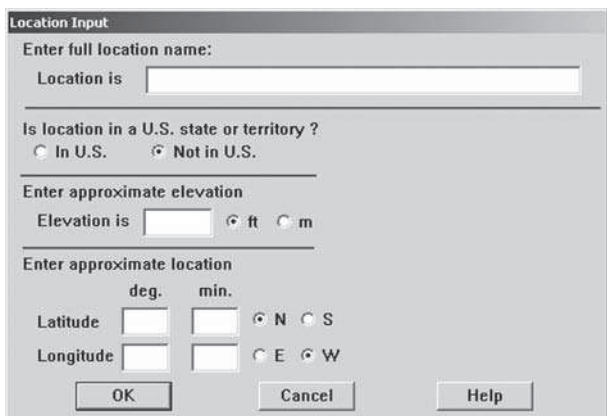
poprzez określenie gęstości zabudowy, która stanowi podstawę do oceny stopnia infiltracji zanieczyszczenia wewnątrz pomieszczeń przy założeniu, że okna i drzwi budynków są zamknięte.

Jako parametr dodatkowy szacuje się ilość drzew lub innych przeszkód terenowych występujących na terenie objętym symulacją. Podczas podmuchów wiatrów w terenie zabudowanym jest możliwe występowanie zjawiska tworzenia wirów oraz nagłej zmiany prędkości i kierunku wiatru co znacząco wpływa na kształt i kierunek poruszania się „chmury chemicznej”. W efekcie oszacowania jest także możliwe określenie zmian stężenia substancji chemicznej wewnątrz budynków w czasie.

Jeżeli przedmiotem symulacji jest uwolnienie do atmosfery czystej substancji użytkownik może wskazać jej rodzaj wybierając



Rys. 5. Zmiany kierunku wiatru występujące na terenie zabudowanym



Rys. 3. Okno dialogowe do konfigurowania lokalizacji geograficznej miejsca symulacji

z listy ponad tysiąca scharakteryzowanych substancji. Jeśli przedmiotem symulacji powinna być substancja, której cechy nie zostały wprowadzone do bazy, użytkownik posiada możliwość modyfikowania jej we własnym zakresie. Parametry substancji chemicznych opisanych w bazie programu ALOHA® ver. 5.3. to:

- masa cząsteczkowa,
- temperatura wrzenia,
- ciśnienie i temperatura krytyczna,
- gęstość,
- temperatura krzepnięcia,

- ciepło spalania,
- prężność par,
- wartości stężenia określające stopień zagrożenia organizmu w kontakcie z substancją chemiczną (*Acute Exposure Guideline Levels (AEGL)*; *Emergency Response Planning Guidelines (ERPG)*; *Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH)* i inne).

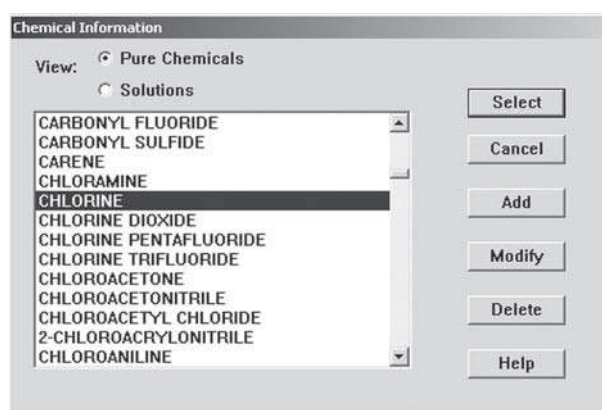
Przykładowe parametry toksykologiczne włączone do symulacji w trybie domyślnym można scharakteryzować następująco:

- *Acute Exposure Guideline Levels (AEGL)* – toksykologiczne wartości progowe stężenia substancji bezpośrednio zagrażającej ludziom (w symulacji założono, że czas potrzebny do wywołania określonych efektów dla danego poziomu stężenia wynosi 10 minut):
 - AEGL-1: określa stężenie substancji, powyżej której przewidywalnie ogół populacji może doświadczyć dyskomfortu, podrażnień lub pewnych bezobjawowych efektów skażenia (wszystkie efekty są nietrwałe i odwracalne),
 - AEGL-2 - określa stężenie substancji, powyżej której przewidywalnie ogół populacji może doświadczyć nieodwracalnych lub poważnych, długotrwałych efektów niekorzystnych dla zdrowia bądź pogorszeniu ulec zdolność do samodzielnej ewakuacji,
 - AEGL-3: określa stężenie substancji, powyżej której przewidywalnie ogół populacji może doświadczyć efektów bezpośrednio zagrażających życiu lub zginąć;
- *Emergency Response Planning Guidelines (ERPG)* – standard zawiera progowe wartości stężeń do przewidywania niekorzystnych efektów dla zdrowia ludzkiego spowodowanych ekspozycją jednostki na działanie toksyn:
 - ERPG-1: określa maksymalne stężenie, poniżej którego przypuszczalnie prawie wszystkie jednostki mogą być ekspozowane na działanie toksyny w czasie 1 h bez doświadczenia innych efektów niż łagodnych, nietrwałych skutków niekorzystnych dla zdrowia ludzkiego lub niepożądanych, wyraźnie dostrzegalnych symptomów,
 - ERPG-2 - określa maksymalne stężenie, poniżej którego przypuszczalnie prawie wszystkie jednostki mogą być ekspozowane na działanie toksyny w czasie 1 h bez doświadczenia lub rozwoju nieodwracalnych albo innych poważnych, niekorzystnych dla zdrowia efektów, bądź symptomów pogarszających zdolności indywidualne do podjęcia samodzielnych akcji ochronnych,

- ERPG-3: określa maksymalne stężenie, poniżej którego przypuszczalnie prawie wszystkie jednostki mogą być ekspozowane na działanie toksyny w czasie 1 h bez doświadczenia lub rozwoju efektów zagrażających życiu ludzkiemu.

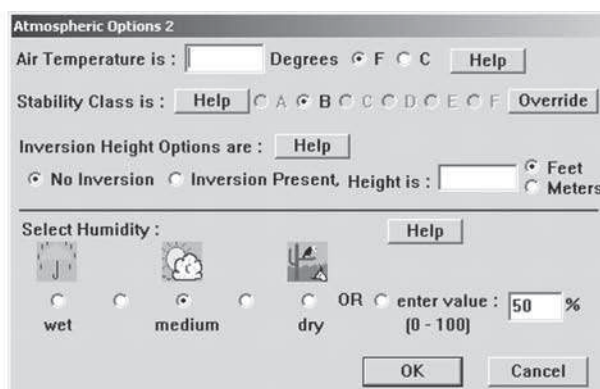
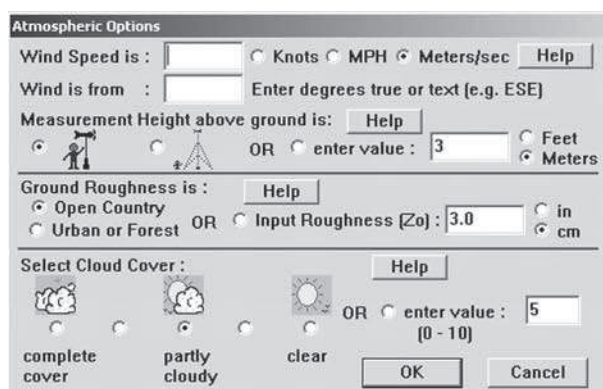
W zależności od charakterystyki geograficznej obiektu symulacji oraz regulacji prawnych obowiązujących na określonym terenie wartości progowe stężeń parametrów toksykologicznych można modyfikować w szerokim zakresie.

Możliwe jest także dokonanie wyboru jednego z pięciu scharakteryzowanych roztworów: wodny roztwór amoniaku, kwas solny, kwas fluorowodorowy_(aq), kwas azotowy, roztwór tlenku siarki (VI) w bezwodnym kwasie siarkowym).



Rys. 6. Okno dialogowe do wprowadzania rodzaju substancji chemicznej objętej modelowaniem

Przy każdym modelowaniu efektywność i jakość wyników zależą od ilości informacji wprowadzonej do modelu. W programie ALOHA[®] ver. 5.3. użytkownik posiada możliwość konfigurowania w dużym zakresie parametrów meteorologicznych takich jak prędkość i kierunek wiatru, stopień nasłonecznienia terenu, oszacowanie stopnia zachmurzenia, temperatura powietrza czy wilgotność. W przypadku wartości prędkości wiatru dodatkowo podaje się wysokość, na której dokonuje się pomiaru prędkości. Przed rozpoczęciem symulacji istnieje konieczność zdefiniowania jednego z dwóch następujących dostępnych algorytmów obliczeniowych.



Rys. 7. Okna dialogowe do konfigurowania parametrów meteorologicznych

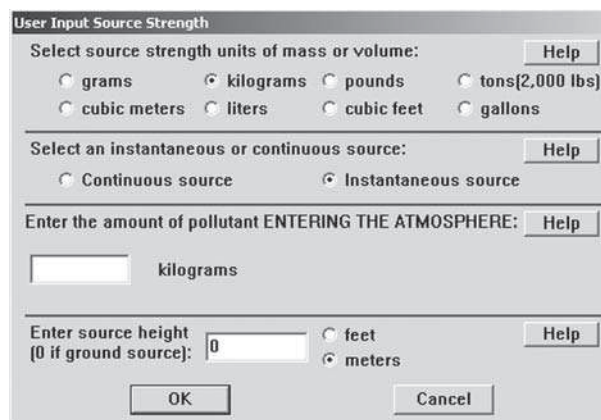
- Algorytm Gausa – stosuje się do gazów, których gęstość jest zbliżona do gęstości powietrza; według założeń modelowych wiatr i turbulencje atmosferyczne są siłami determinującymi proces rozprzestrzeniania się „chmury chemicznej” we wszystkich kierunkach. Graficzna prezentacja stężenia substancji gazowej przypomina dzwonową krzywą rozkładu Gausa. Bezpośrednio po emisji kształt krzywej jest zbliżony do piku ze względu na ograniczoną możliwość dyspersji w atmosferze, lecz wraz z upływającym od zdarzenia czasem maksimum krzywej dzwonowej ulega obniżeniu i rozszerzeniu [5].
- Model „gazu ciężkiego” – stosuje się do gazów, których gęstość jest wyższa od 1,1 kg/dm³. W początkowym okresie zdarzenia uwolniony gaz gwałtownie opada lub wycieka na powierzchnię ze względu na różnicę gęstości w porównaniu z otaczającym powietrzem. Następnie siły grawitacyjne powodują poziome rozprzestrzenianie się gazu na powierzchni, w czego efekcie wzrasta w porównaniu z miejscem wycieku zasięg oddziaływania. Wraz z rozcieńczaniem chmury gazowej powietrzem atmosferycznym jej gęstość maleje i w sytuacji kiedy stężenie „ciężkiego gazu” spadnie poniżej 1% zanieczyszczenie staje się bardzo podatne na fluktuacje związane z wiatrem i turbulencjami atmosferycznymi.

Po wprowadzeniu parametrów początkowych użytkownik powinien określić scenariusz wydarzenia katastroficznego. Rozbudowane opcje programu umożliwiają scharakteryzowanie źródła zagrożenia jako:

- bezpośrednie,
- rozlewisko,
- rozszczelnienie zbiornika,
- rozszczelnienie rurociągu przesyłowego.

Opcja analizowania zagrożenia w formie bezpośredniej pozwala wykonać obliczenia na podstawie całkowitej ilości substancji chemicznej, która trafiła na teren objęty badaniami, określenia charakteru źródła zanieczyszczenia (ciągłe, chwilowe) oraz wysokości w odniesieniu do poziomu gruntu, na którym wystąpiło zagrożenie.

W razie analizowania źródła zagrożenia w formie rozlewiska jest niezbędne podanie średnicy oraz głębokości rozlewiska a także parametrów fizykochemicznych powierzchni takich jak:

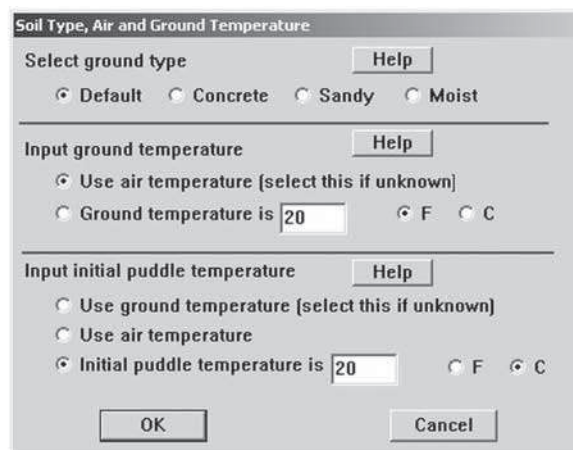
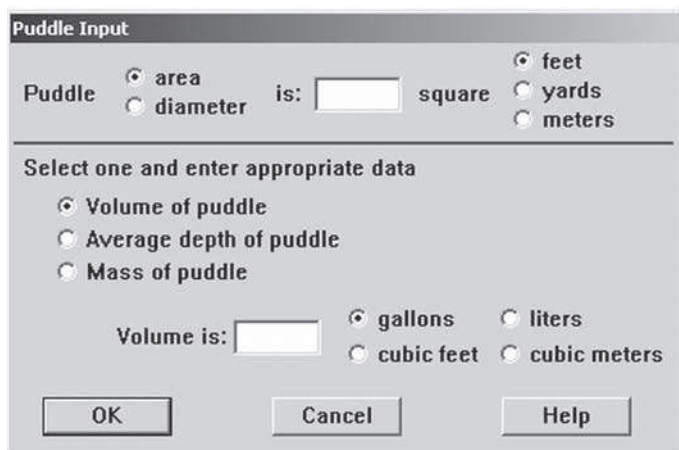


Rys. 8. Okno dialogowe do konfigurowania parametrów bezpośredniego źródła zagrożenia

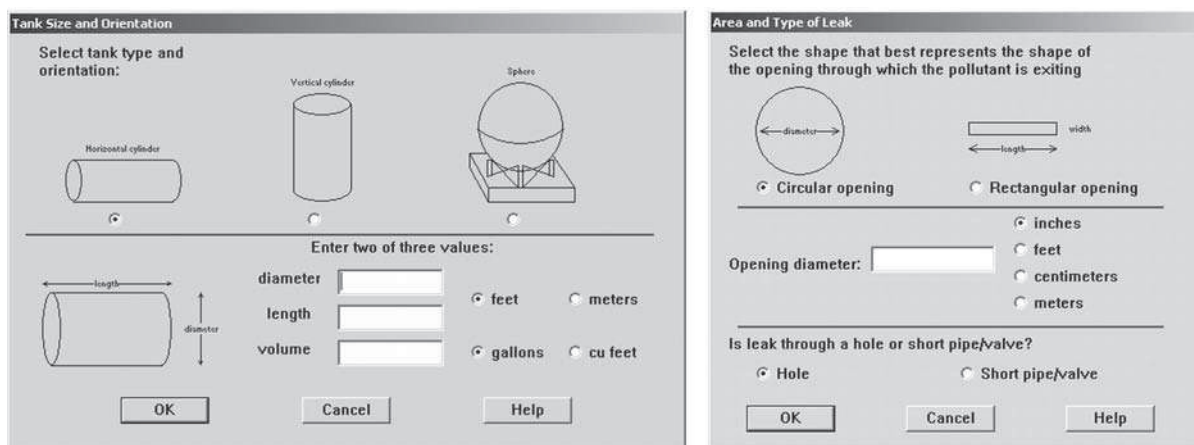
typ (beton, piasek, glina) oraz temperatura powierzchni a także temperatura cieczy tworzącej rozlewisko.

Program ALOHA[®] ver. 5.3. umożliwia wykonanie symulacji rozszczelnienia zbiornika magazynowego lub rurociągu przesyłowego. Najczęściej substancje chemiczne przechowywane są w walcach poziomych, pionowych lub zbiornikach kulistych. Sprecyzowanie gabarytów zbiornika powoduje wykonanie automatycznego wyznaczenia pojemności. Do efektywnej konfiguracji parametrów jest niezbędna wiedza o własnościach substancji magazynowanej. Możliwe okazuje się bowiem to, że w zbiorniku oprócz fazy ciekłej substancja występuje dodatkowo w fazie gazowej. Na podstawie parametrów fizykochemicznych substancji magazynowanej oraz wartości temperatury i ciśnienia panujących w zbiorniku model wyznacza automatycznie stosunek fazy ciekłej do fazy gazowej. W kolejnych etapach użytkownik jest zobowiązany do sprecyzowania warunków teoretycznego rozszczelnienia zbiornika. Zwykle dokonuje tego określając kształt rozszczelnienia (prostokątny, okrągły), wymiar liniowy oraz typ uszkodzenia zbiornika (dziura w poszyciu, zawór spustowy).

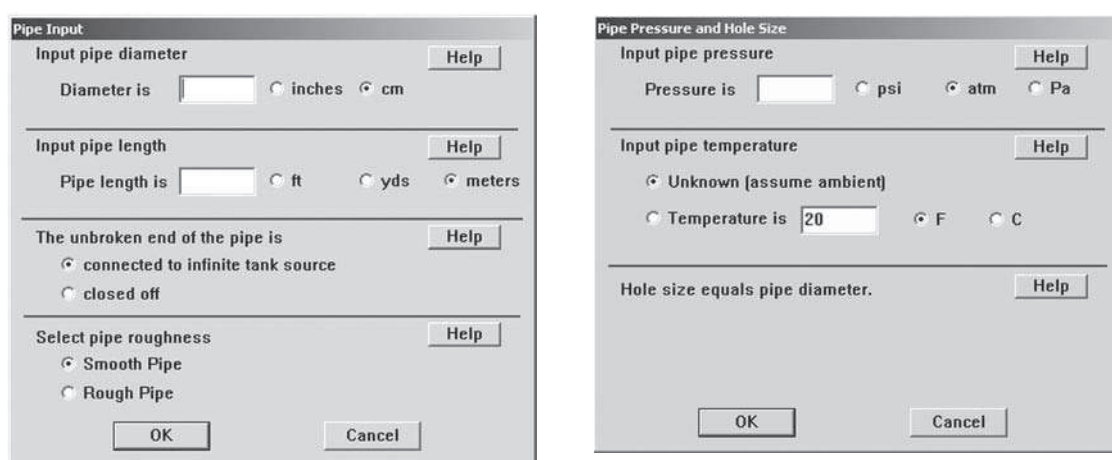
Analogiczny tok konfiguracji należy przeprowadzić w razie zdarzenia polegającego na rozszczelnieniu rurociągu przesyłowego. W tym wypadku jest niezbędne określenie charakterystyki rurociągu przesyłowego poprzez podanie jego średnicy, długości



Rys. 9. Okna dialogowe do konfigurowania parametrów rozlewiska niebezpiecznej substancji chemicznej



Rys. 10. Przykładowe okna dialogowe do konfigurowania parametrów rozszczelnienia zbiornika magazynowego



Rys. 11. Przykładowe okna dialogowe do konfigurowania parametrów rozszczelnienia rurociągu przesyłowego

czy też kształtu wewnątrz instalacji. Dodatkowo szacowanie ilości substancji chemicznej, która może opuścić rurociąg przesyłowy musi być poparte informacjami o połączeniu rurociągu. W tym zakresie określa się czy rurociąg jest bezpośrednio połączony ze zbiornikiem magazynowym lub czy zaopatrzone go w zawory odcinające. Analogicznie do przypadków rozlewisk w scenariuszach rozszczelnienia lub uszkodzenia rurociągów przesyłowych ważne jest podanie ciśnienia oraz temperatury medium w rurociągu.

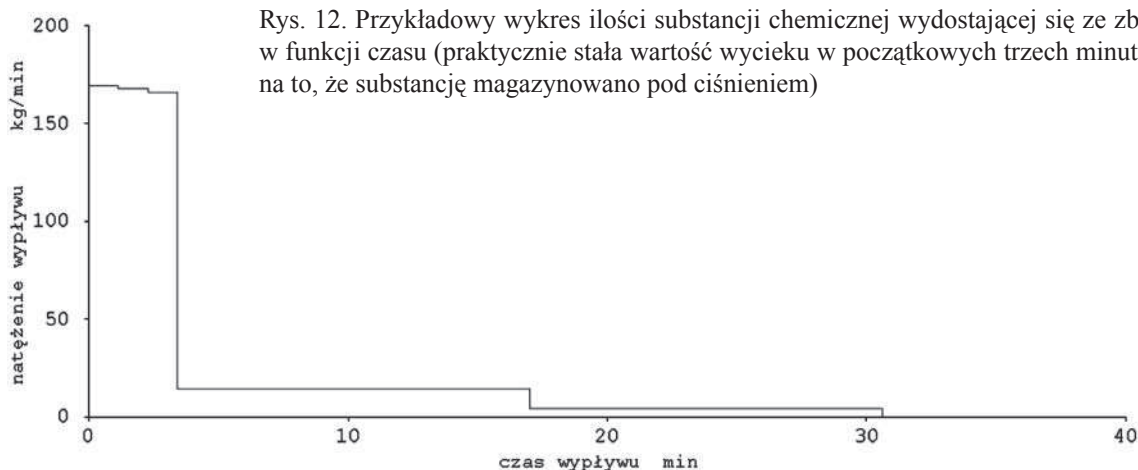
Zastosowanie w praktyce programu do modelowania zdarzeń katastroficznych musi prowadzić w efekcie do uzyskania jakościowej informacji o skali zagrożenia. W razie katastrofalnych wydarzeń najczęściej zmierza się do określenia trzech rodzajów informacji:

- czasu, w którym substancja chemiczna będzie wydostawała się do środowiska;
- zasięgu oddziaływania zdarzenia w wybranym kierunku uwzględniającym przeważające warunki meteorologiczne panujące w obszarze symulacji,
- oszacowania stężenia substancji chemicznej w funkcji odległości i czasu od miejsca wycieku.

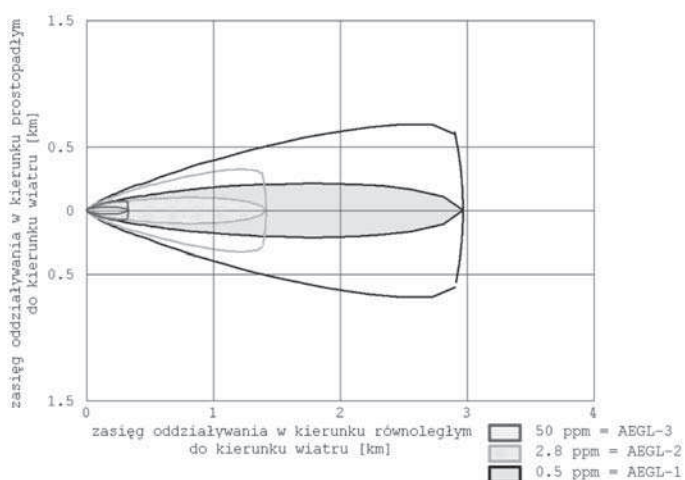
Aplikacja ALOHA[®] ver. 5.3. umożliwia wykonanie oceny czasu i skali zagrożenia a także wykonywanie wizualizacji efektów symulacji w postaci czytelnych prezentacji graficznych. Jedną z możliwości jest prezentowanie ilości substancji chemicznej uwalniającej się z rozlewiska/zbiornika magazynującego/rurociągu przesyłowego w funkcji czasu, czyli określenie „siły rażenia źródła”.

Inną możliwością stanowi tworzenie wykresu ze schematycznie wygenerowanym zasięgiem oddziaływania zdarzenia w wybranym kierunku i naniesionymi wartościami stężenia określającymi stopień zagrożenia organizmu w kontakcie z substancją chemiczną.

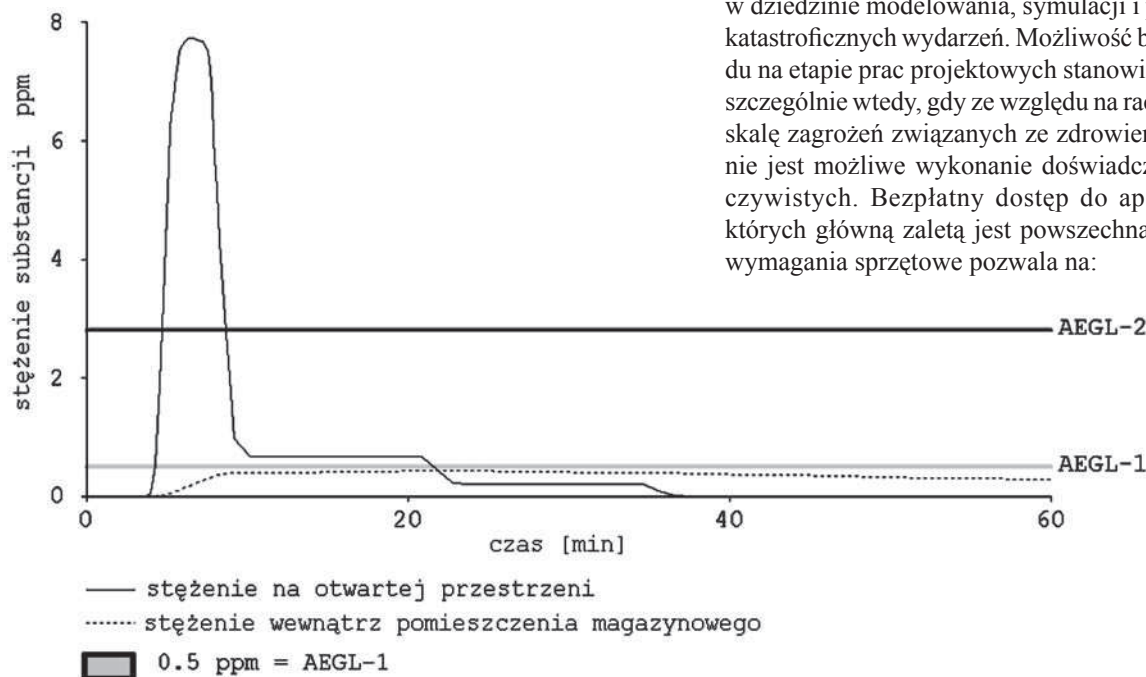
Najważniejsza jednak wydaje się być możliwość szacunkowego wyznaczenia stężenia substancji chemicznej w funkcji odległości i czasu od miejsca wycieku z uwzględnieniem warunków meteorologicznych panujących na obszarze symulacji. Po wprowadzeniu odległości od miejsca zdarzenia oraz kierunku geograficznego, w którym powinna zostać oszacowana wartość stężenia aplikacja symuluje zmiany wartości stężeń substancji chemicznych w danym punkcie z uwzględnieniem podziału na stężenie panujące wewnątrz i na zewnątrz budynków.



Rys. 12. Przykładowy wykres ilości substancji chemicznej wydostającej się ze zbiornika magazynowego w funkcji czasu (praktycznie stała wartość wycieku w początkowych trzech minutach zdarzenia wskazuje na to, że substancję magazynowano pod ciśnieniem)



Rys. 13. Przykładowy wykres oddziaływania wycieku substancji chemicznej z naniesionymi toksykologicznymi wartościami progowymi stężenia substancji niebezpiecznej



Rys. 14. Przykładowy wykres wartości stężenia substancji chemicznej w funkcji czasu w podanej lokalizacji geograficznej z naniesionymi toksykologicznymi wartościami progowymi stężenia substancji niebezpiecznej

Niewątpliwą zaletą aplikacji jest możliwość zmiany parametrów zdarzenia i uzyskanie symulacji nie jednego, lecz wielu możliwych scenariuszy. Mimo wielu pozytywów w niektórych przypadkach interpretację rezultatów symulacji i przewidywań modelu dyspersji w atmosferze należy prowadzić ze szczególną uwagą. Czynniki, które mogą wpłynąć negatywnie na poprawność modelowania to:

- niska prędkość wiatru,
- stabilne warunki atmosferyczne,
- efekt nagłej zmiany kierunku wiatru bądź kierujący wpływ ukształtowania terenu.

Model nie obejmuje ponadto następujących kategorii zdarzeń:

- pożar lub występowanie reakcji chemicznych,
- dyspersja pyłu i mieszanin substancji chemicznych.

Podsumowanie

Zastosowanie technik informatycznych otworzyło nowy etap w dziedzinie modelowania, symulacji i przewidywania skutków katastroficznych wydarzeń. Możliwość badania odpowiedzi układu na etapie prac projektowych stanowi cenne źródło informacji szczególnie wtedy, gdy ze względu na rachunek ekonomiczny lub skalę zagrożeń związanych ze zdrowiem lub życiem człowieka nie jest możliwe wykonanie doświadczenia w warunkach rzeczywistych. Bezpłatny dostęp do aplikacji symulacyjnych, których główną zaletą jest powszechna dostępność oraz niskie wymagania sprzętowe pozwala na:

- wykorzystywanie informacji o lokalizacji geograficznej oraz charakterystyce urbanistycznej obiektu badań,
- prowadzenie dowolnych analiz symulacyjnych i wykonywanie przestrzennej prezentacji wyników w czasie rzeczywistym,
- wykonywanie symulacji stanów zagrożenia praktycznie niemożliwych do przetestowania w warunkach funkcjonowania wybranego zakładu,
- opracowywanie własnych prezentacji monitorujących teoretyczne zdarzenia w czasie rzeczywistym,
- uwzględnianie szerokiego spektrum możliwych zmian parametrów wejściowych,
- prognozowanie skutków zdarzeń i wynikających z nich zagrożeń.

Narzędzia analiz skumulowanego ryzyka okazują się być pomocne w lepszym zrozumieniu zagrożeń jakie niesie współczesny świat. Kompleksowa informacja o zakresie możliwych skutków skażeń czy innych zagrożeń oraz informacja o możliwych działaniach zaradczych w odpowiedzi na zagrożenie, może prowadzić do bardziej zdecydowanych działań na rzecz

zdrowszego i niezagrażonego środowiska naturalnego. W tym świetle aplikacja ALOHA[®] ver. 5.3. stanowi cenne i przydatne narzędzie do szacowania zasięgu oddziaływania uwolnionych do atmosfery niebezpiecznych, chemicznych zanieczyszczeń gazowych.

LITERATURA

- [1] <http://manhaz.cyf.gov.pl/> - Myrda G.: Wykorzystanie internetowego serwera danych przestrzennych do informatycznego wspomaganie zarządzania sytuacjami kryzysowymi związanymi z transportem substancji niebezpiecznych
- [2] Michalik J.S., Gajek A.: *Bezpieczeństwo pracy*, 10, 14-18, (2002)
- [3] <http://www.epa.gov/ceppo/cameo/what.htm>
- [4] ALOHA[®] - Areal Locations of Hazardous Atmospheres – user's manual, March 2004
- [5] <http://manhaz.cyf.gov.pl/> - Mikkelsen T.: Modele dyspersji i transportu zanieczyszczeń w powietrzu.

Zaprosili nas ...

Wydział Mechaniczny Politechniki Łódzkiej na Forum Dyskusyjne Nauka i Biznes „Transfer nowych technologii” w Łodzi, w dniu 19 lutego 2007r.

* * *

Reprezentacja Komisji Europejskiej w Polsce na spotkanie prasowe na którym zostanie przedstawiona Zielona Księga „W kierunku przyszłej wspólnej polityki morskiej – europejska wizja oceanów i mórz” oraz jej znaczenie dla Polski w Warszawie w dniu 21 lutego 2007 r.

* * *

Polskie Towarzystwo Ekonomiczne i Polskie Stowarzyszenie Etyki Biznesu EBEN na konferencję nt. „Etyka w działalności gospodarczej” w Warszawie, w dniu 22 lutego 2007 r.

* * *

JM Rektor Akademii Ekonomicznej w Krakowie na wykład rektorski Pani Magdaleny Vasaryovej w Krakowie, w dniu 6 marca 2007 r.

* * *

PZiTS Oddział Wielkopolski przy udziale przedstawicieli Ministerstwa Środowiska, WFOŚiGW w Poznaniu, WiOŚ w Poznaniu, Uniwersytetu Łódzkiego i Politechniki Krakowskiej na XII seminarium szkoleniowe z cyklu „Zarządzanie gospodarką odpadami” nt. „Budowa systemu zbiórki i recyklingu zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego” oraz „Gospodarowanie osadami ściekowymi” w Zakopanem w dniach 7-10 marca 2007 r.

* * *

Studenckie Koło Naukowe Zarządzania Jakością Akademii Ekonomicznej w Krakowie na IV ogólnopolską konferencję naukową z cyklu „Wyzwanie zarządzania jakością” w Krakowie, w dniach 14-16 marca 2007 r.

* * *

PZiTS Oddział Wielkopolski w Poznaniu wraz z Katedrą Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów Politechniki

Śląskiej w Gliwicach na IX Konferencję N-T z cyklu „Techniczne unieszkodliwianie odpadów” nt. Restrukturyzacja procesów technicznych” w Zakopanem, w dniach 11-13 marca 2007 r.

* * *

Centrum Targowe CHEMOBUDOWA-Kraków SA na Konferencję „Ekoenergetyka • Dystrybucja gazu ziemnego w świetle dyrektywy Unii Europejskiej” w Krakowie, w dniach od 14 do 16 marca 2007 r.

* * *

Wydział Finansów Akademii Ekonomicznej w Krakowie na Konferencję naukową zorganizowaną V rocznicę powstania Wydziału, nt. „Finanse jako przedmiot badań interdyscyplinarnych” w Krakowie, w dniach 14-16 marca 2007 r.

* * *

Koło Naukowe Studentów Wiedzy o Kulturze Uniwersytetu Jagiellońskiego na Targi Wydawnictw Internetowych i Niszowych w Krakowie, w dniach od 19 do 22 marca 2007 r.

* * *

JM Rektor Akademii Ekonomicznej w Krakowie na wykład rektorski nt. „Debata o przyszłości Europy – 50 lat Wspólnot Europejskich” w Krakowie, w dniu 20 marca 2007 r.

* * *

Naukowe Koło Ekonomistów Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu na otwartą ogólnopolską konferencję „Warto być bizneswoman!” we Wrocławiu, w dniu 22 marca 2007 r.

* * *

Instytut Filozofii i Socjologii Uniwersytetu Gdańskiego na Konferencję nt. „Filozofia a Demokracja” w Gdańsku w dniu 23 marca 2007 r.