

Ocena ryzyka środowiskowego dla terenów sąsiadujących z zakładami przemysłowymi

mgr inż. Ewa Kowalik-Pilarska

Wrażliwość środowiska na działanie substancji niebezpiecznych zależy od:

- Ilości, drogi emisji i sposobu rozprzestrzeniania uwolnionych substancji w ekosystemie
- Indywidualnej wrażliwości gatunków obecnych w środowisku na działanie danej/danych substancji
- Oddziaływań zachodzących w obrębie ekosystemu
- Rodzaju awarii w zakładzie przemysłowym

Podstawowe pojęcia

- Ekosystem = biotop + biocenoza
- Ekosystem- siedliska i bytujące w nich gatunki oraz powiązania między nimi
- Przepływ energii i obieg materii
- Biocenoza (fitocenoza i zoocenoza) i biotop
- Biosfera

Skutki awarii przemysłowych

- Skutki bezpośrednie i widoczne po dłuższym czasie od wypadku
- Skutki długotrwałe i krótkotrwałe
- Skutki bezpośrednie- ujawniające się bezpośrednio po wypadku. Na przykład zwiększona śmiertelności zwierząt, zniszczenia roślinności, zagrożenie zdrowia ludzkiego, bezpośrednia depozycja substancji toksycznych, bezpośrednie mierzalne zanieczyszczenie zasobów środowiska ważnych dla człowieka.
- Skutki długotrwałe- postępująca powoli degradacja środowiska, powstała w wyniku długotrwałego działania toksyn lub skutków pośrednich awarii. Skutek pośredni awarii to na przykład zmniejszenie populacji drapieżników w wyniku zwiększonej śmiertelności roślinożerców następującej po gwałtownym zmniejszeniu się arealu traw.
- Skutki długotrwałe- na przykład długotrwała obecność szkodliwych substancji chemicznych w środowisku, w szczególności w glebie lub osadach dennych, zwiększona ilości mutacji genetycznych u grup organizmów żywych, niepłodność osobników danych gatunków, bioakumulacji toksyn (wzrost ich stężenia w łańcuchu pokarmowym)

Czynniki oceny znaczenia lub czasu trwania awarii:

- Rodzaj i charakter awarii, na przykład pożar, eksplozja, rozlanie
- Rodzaj oddziałujących substancji, ich toksyczność i trwałość w środowisku
- Obszar działania awarii
- Rodzaj zasobów- ekosystemy różnią się wrażliwością na poszczególne zanieczyszczenia, część z nich także szybciej odzyskuje równowagę
- Obszary zajmowane przez poszczególne zasoby
- Znaczenie zasobu w skalach: lokalnej, krajowej i międzynarodowej

Ocena zasobów

- Ocena względnej wartości zasobów.
- Ocena ekologicznej wartości ekosystemu niezależna od interesu społecznego
- Ocena ekonomiczna, szacująca wartość środowiska jako zasobu, z punktu widzenia potrzeb człowieka

Zróźnicowanie wpływu awarii w zależności od pory roku

- Na przykład w przypadku ekosystemów podmokłych sezonowe zmiany poziomu wód powodują, że ewentualne zanieczyszczenia awaryjne może wpłynąć na bardzo różną liczbę osobników lub gatunków w zależności od pory roku.
- Różny stopień wykorzystania siedlisk w zależności od pory roku, na przykład sezonowe wykorzystanie terenów podmokłych przez ptactwo wodne
- Awaria będzie miała o wiele poważniejsze skutki w sezonie rozrodczym

Zniszczenia siedlisk, gatunków i populacji

- Trudne do określenia wymagania siedliskowe większości gatunków, dla wielu z nich nieznane
- Organizmy osiadłe (rośliny, mało ruchliwe gatunki zwierząt) wykorzystują konkretną niszę siedliskową
- Przetrwanie populacji danego gatunku zajmującego określoną „wyspę” siedliskową może zależeć od obecności populacji innych gatunków zajmujących inne „wyspy”
- Gatunki mobilne, takie jak ptaki i duże ssaki mogą korzystać z różnych siedlisk, jednak utrata lub zniszczenie części użytkowanego terytorium może poważnie wpłynąć nawet na przetrwanie gatunku

Zagadnienia środowiskowe w Dyrektywie Seveso

- Operatorów zakładów przemysłowych obowiązuje znajomość zapisów całej dyrektywy i świadomość spoczywającej na nich odpowiedzialności. Zapisy dyrektywy Seveso obejmują zagadnienia:
 - Polityka środowiskowa
 - Raport o bezpieczeństwie
 - Plany ratownicze
 - Raportowanie o wypadkach
 - Przedstawianie informacji opinii publicznej

Praktyczne podejście do poważnych zagrożeń i analizy ryzyka

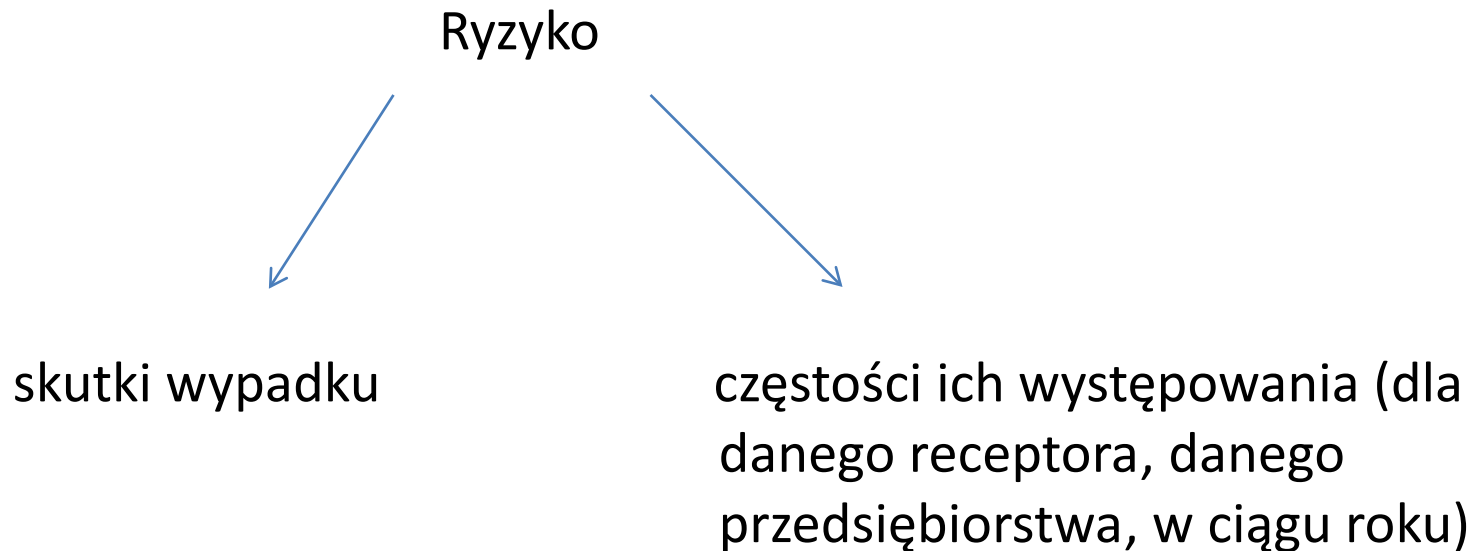
- Indywidualny charakter każdej awarii- brak możliwości wypracowania podejścia pasującego we wszystkich okolicznościach. Pomoc w opracowaniu odpowiedniego podejścia do każdej awarii mogą nieść:
- Całościowa analiza charakterystyki zakładu i znajdujących się w nim chemikaliów oraz analiza cech otaczającego środowiska. Uwzględnienie cech środowiska umożliwia prawdopodobnie wczesne wykrycie ewentualnych interakcji pomiędzy instalacją przemysłową, związkami chemicznymi i środowiskiem
- Dostęp do jak największej ilości informacji o środowisku narażonym na skutki ewentualnych awarii dla zarządu i pracowników zakładu przemysłowego

Praktyczne podejście do poważnych zagrożeń i analizy ryzyka

- Zarządzanie ryzykiem. Operator zakładu musi mieć świadomość dużego poziomu niepewności, obciążającego oszacowania ryzyka potencjalnego oddziaływania awarii na środowisko
- Nie istnieje oficjalna definicja zmian w środowisku w następstwie poważnych awarii.
- Awaria może zostać zakwalifikowana przez odpowiednie władze jako poważna w przypadku dużego obszaru i ilości zasobów naturalnych i pół-naturalnych objętych jej skutkami, długotrwałe poważne skutki lub bardzo intensywne jej oddziaływanie

Ryzyko, zagrożenie dla receptorów

- Czy istnieje potencjał zagrożenia dla każdego z receptorów, związany z daną ilością i rodzajem substancji chemicznej przechowywanej w instalacji?



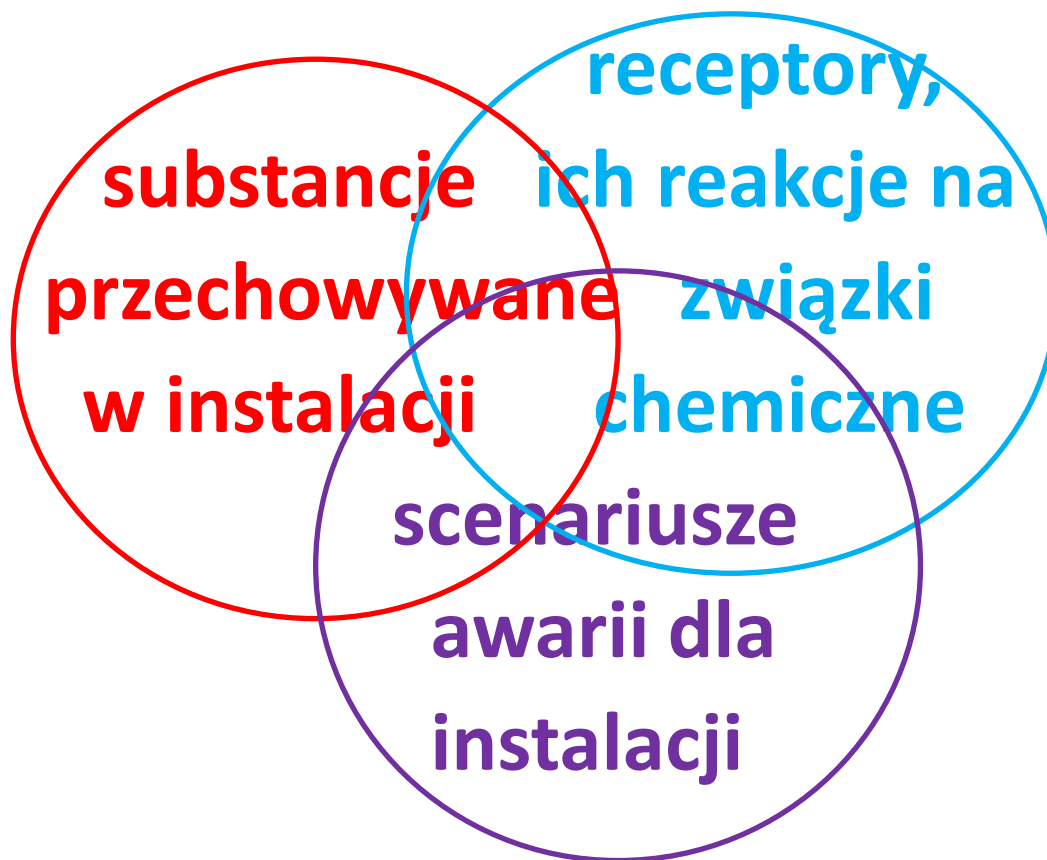
Receptory

- siedliska lądowe
- siedliska słodkowodne
- siedliska morskie
- wody podziemne
- Szczególną uwagę należy zwrócić na mniejsze tereny o dużym znaczeniu, siedliska bytowania gatunków wędrownych oraz na poszczególne gatunki organizmów żywych

Szczególne ekosystemy, siedliska i organizmy wskaźnikowe

- Specjalnie wyznaczone obszary chronione
- Siedliska wspólne wielu licznych gatunków
- Wody powierzchniowe
- Gleby i osady (wodne i lądowe)
- Środowisko stworzone przez człowieka
- Poszczególne wskaźnikowe organizmy wodne
- Ekosystemy morskie
- Siedliska słodkowodne i ujścia rzek

Możliwość wystąpienia i potencjalna wielkość awarii



Scenariusze awarii

- Rozmiary i skale awarii są bardzo zróżnicowane, podobnie ich skutki dla środowiska. Zdarzenia o małej skali- uwolnienia z np. gospodarstw domowych i emisja chemikaliów tylko do środowiska lokalnego. Zdarzenia na dużą skalę, mogą oddziaływać na środowisko w większej skali geograficznej
- Waga skutków uwolnienia chemikaliów zależy w dużym stopniu od charakterystyki środowiska, do którego trafią. Chemikalia mogą powodować wymieranie rzadkich, wrażliwych na zanieczyszczenia organizmów lub wpływać na wartość środowiska z punktu widzenia gospodarki człowieka. Skutki awarii uzależnione są też od pory roku.

Pożary

- Dymy uwolnione do atmosfery rozprzestrzeniają się w promieniu wielu kilometrów
- W procesach utleniania lub pirolizy może dochodzić do powstawania nowych, bardziej szkodliwych związków chemicznych
- Materiały uwolnione w trakcie pożaru mogą podlegać intensywnej lokalnej depozycji, na przykład materiały dachowe zawierające azbest. Pożar może spowodować uwalnianie materiałów płynnych, co prowadzi do rozlewów.
- Materiały z pożaru mogą być przenoszone wraz z wodami po gaśniczymi do cieków wodnych i zbiorników wody pitnej oraz przenikać do gleb. Mogą one reagować ze zmagazynowanymi tam związkami chemicznymi, co może prowadzić do wtórnych skażeń. Ponadto niektóre substancje gaśnicze są szkodliwe dla środowiska.

Rozlewy

- Rozlanie może spowodować zmianę fizycznych, chemicznych lub biologicznych warunków glebowych, włącznie z utratą homeostazy i chemostazy ekosystemu gleby.
- Rozlanie może spowodować zanieczyszczenie wód gruntowych, substancjami rozpuszczalnymi lub nierozpuszczalnymi w wodzie.
- Rozlania do cieków wodnych wiążą się z ryzykiem szybkiego transportu zanieczyszczeń na duże odległości wraz z wodami rzeczными.

Identyfikacja scenariuszy poważnych zagrożeń

- Do określania zasięgu i wstępnego szacowania ryzyka dla środowiska- Podejście Źródło - Ścieżka - Receptor (Source-Pathway-Receptor).
- Chemikalia nie mają wpływu na środowisko dopóki nie dostaną się do receptorów w stężeniu wystarczającym, aby spowodować zmianę stanu receptora.

Identyfikacja poważnych zagrożeń awaryjnych- dotychczasowe doświadczenia

W ujęciu ogólnym poważne zagrożenia środowiska występują wtedy, gdy awaria potencjalnie może:

- mieć następstwa niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego z powodu zanieczyszczenia żywności lub wody pitnej lub też wpływu na reżim oczyszczania ścieków
- oddziaływać na duże fragmenty obszarów chronionych
- oddziaływać długotrwale lub trwale na procesy regeneracji środowiska lub też je hamować
- mieć poważne skutki poprzez wywoływanie znaczących, trwałych lub długo utrzymujących się uszkodzeń ekosystemu

Identyfikacja poważnych zagrożeń awaryjnych- dotychczasowe doświadczenia:

- Przykładowe poważne awarie, groźne dla środowiska:
 - Utrata populacji gatunków ginących wpisanych do Czerwonej Księgi lub wyginięcie gatunku na obszarze danego kraju w wyniku utraty jedynej w danym kraju siedliska zajmowanego przez ten gatunek.
 - Uwolnienia do warstwy wodonośnej, które powodują niemożność użytkowania jej jako źródła wody pitnej.
 - Wybuch w instalacji magazynowej prowadzący do uwolnienia szkodliwych gazów rozprzestrzeniających się na obszary chronione wykorzystywane jako tereny noclegowe przez ptactwo wodne i brodzące
 - Pożary prowadzące do zanieczyszczenia wód powierzchniowych i obniżenia ich jakości chemicznej i biologicznej na okres dłuższy niż kilka dni lub też powodujące nagłą wysoką śmiertelność ryb.
 - Utrata kontroli nad procesami przemysłowymi prowadząca do zanieczyszczenia znaczącego obszaru terenów użytkowanych rolniczo, wystarczająco dużego, aby wpłynęło to na rynek sprzedaży produktów z tego obszaru.
 - Zanieczyszczenia zbiornika wodnego wynikające z rozlania przez okres przekraczający czas potrzebny, aby ekosystem wodny powrócił do normalnego funkcjonowania po naturalnych lub niewielkich fluktuacjach.
 - Pożary, wybuchy lub rozlania powodujące wymarcie drzew w obszarach zadrzewionych i/lub zmiany charakterystyki gleby, które mogą powodować wtórnie dalsze wymieranie drzew lub uniemożliwić odbudowę stanu pierwotnego przez wiele lat.
 - Rozlania do zbiorników wodnych prowadzące do wymarcia ptactwa drapieżnego, dużych ssaków lub dużej liczby ptactwa wodnego i brodzącego.

Kryteria i progi dla receptorów

- Ocena ryzyka awarii jest przeprowadzana w trakcie przygotowywania raportu o bezpieczeństwie. Przy przekroczeniu wyznaczonych progów przez wskaźniki ryzyka stwierdza się możliwość wystąpienia poważnej awarii. Jeśli więc potencjalna awaria wpłynie na receptory w sposób przekraczający wyznaczone rozmiary lub czas trwania, istnieje możliwość, że będzie to poważna awaria.
- Ocenę awarii przeprowadza się także podczas poawaryjnej oceny zniszczeń. Przekroczenie progów na tym etapie powinno inicjować dalsze badania miejsca awarii i otaczającego środowiska, w celu oceny czy środowisko wymaga podjęcia działań oczyszczających i restauracyjnych.

Szacowanie ryzyka

- Jak duża ilość chemikaliów, o jakim składzie i w jakich stężeniach, może zostać uwolniona w wyniku awarii?
- Czy chemikalia, które mogą powstać w przebiegu awarii, będą obejmować produkty spalania albo utleniania?
- Czy stężenia środowiskowe w wodach, powietrzu lub glebie przekraczają standardy środowiskowe? Jeśli tak, to jak bardzo i przez jak długi czas?
- Czy stężenia zawierają się w zakresie wartości toksycznych (np. przekraczają wartości LD50 lub LC50 dla wielu gatunków)?
- Czy istnieje potencjalna możliwość reakcji dwóch lub więcej substancji, lub też interakcji ich oddziaływań, lub też działania addytywnego?
- Czy chemikalia, uwolnione w wyniku awarii, będą trwałe w środowisku lub będą ulegały bioakumulacji?
- Jakie receptory środowiskowe będą narażone na ekspozycję? Jakie będą drogi ekspozycji i mechanizmy transportu?
- Jak bardzo wrażliwe są receptory na substancje które mogą być uwolnione w wyniku awarii?
- Jakich skutków można się spodziewać:
- czy ewentualne skutki obarczone są dużym poziomem niepewności?
- czy skutki mogą się różnić w zależności od pory roku?
- czy zagrożone będzie zdrowie ludzkie z powodu zanieczyszczenia wody pitnej lub żywności?

**WYMAGANE PRZEZ DYREKTYWĘ
SEVESO ASPEKTY OCENY RYZYKA
ŚRODOWISKOWEGO W RAPORCIE
O BEZPIECZEŃSTWIE**

Celem raportu o bezpieczeństwie jest wykazanie, że:

- Istnieje polityka zapobiegania poważnym awariom oraz system zarządzania w celu jej wdrożenia.
- Zidentyfikowano potencjalne zagrożenia związane z poważną awarią (i wdrożone środki konieczne do zapobiegania im lub do ich ograniczania).
- Włączono w proces projektowania (konstruowania, działania, konserwacji) instalacji stosowne systemy oraz odpowiednie wymagania odnośnie zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa i niezawodności.
- Opracowano wewnętrzne plany ratownicze i dostarczono informacje na potrzeby zewnętrznych planów ratowniczych dotyczące zagrożeń awaryjnych.
- Udostępniono informacje umożliwiające podejmowanie decyzji planistycznych dotyczących lokalizacji inwestycji.

Część raportu o bezpieczeństwie odnosząca się do oceny ryzyka środowiskowego powinna skupiać się na punkcie 2:

- Identyfikacja scenariuszy możliwych awarii, które mogą potencjalnie prowadzić do poważnej awarii niebezpiecznej dla środowiska,
- Zrozumienie natury, przyczyn, przebiegu i skutków tych scenariuszy,
- Oszacowanie ryzyka dla środowiska wynikającego ze scenariuszy,
- Ocena i wybór środków, które są lub mogą być podjęte w celu minimalizacji ryzyka,
- Ustalenie, czy pozostałe ryzyko dla środowiska jest akceptowalne.

Dane i informacja na potrzeby oceny ryzyka

- Informacje o substancjach niebezpiecznych
- Dostęp do informacji o substancjach niebezpiecznych dla środowiska. Lista substancji powinna obejmować substancje obecne w warunkach typowych i nietypowych. Wszystkie substancje powinny być ocenione pod kątem potencjalnego ryzyka środowiskowego, nie tylko te, dla których oficjalnie udokumentowano ryzyko.
- Należy przedstawić informację o działaniu substancji w środowisku oraz dane o bezpośrednich i długotrwałych skutkach działania.
- Inne wymagane informacje to: trwałość w środowisku, zdolność potencjalnej bioakumulacji, rozpuszczalność, gęstość itd.

Opis zakładu

- lokalizacja, wykaz i warunki użytkowania/przechowywania substancji niebezpiecznych dla środowiska,
- budowa systemu odwadniającego, barier itd.,
- mapy i plany, przedstawiające te właściwości budowy zakładu, które mogą być istotne w przypadku rozlanych substancji,
- prowadzone działania odnoszące się do ryzyka środowiskowego

Opis środowiska

Należy opisać wszystkie aspekty środowiska odnoszące się do zakresu oceny ryzyka środowiskowego:

- wody powierzchniowe,
- wody podziemne,
- glebę i osady.

Opis środowiska

Należy przedstawić opis receptorów fizycznych, chemicznych i biologicznych we wszystkich powyższych mediach środowiskowych. Powinno to obejmować wszystkie aspekty zagrożonego środowiska i ekosystemu, a w szczególności:

- gatunki z Czerwonej Księgi;
- obszary chronione;
- zasoby wodne;
- ujęcia wód pitnych;
- obszary cenne krajobrazowo;
- miejsca cenne ze względów architektonicznych lub historycznych;
- zasoby rolne;
- populacje ludzkie.

Opis środowiska

- W opisie środowiska należy uwzględnić obszar w skali lokalnej.
- W szczególności należy zidentyfikować szczególnie wrażliwe receptory, takie jak obszary i gatunki specjalnej ochrony.
- Należy też opisać środowiskowe czynniki wpływające na występowanie i przebieg uwolnień awaryjnych, włącznie z czynnikami hydrologicznymi, meteorologicznymi, hydrogeologicznymi, geograficznymi
- Należy też zidentyfikować obiekty poza granicami miejsca potencjalnej awarii, które mogą mieć znaczenie w razie awarii, np. znajdujące się w sąsiedztwie zakłady przemysłowe, oczyszczalnie ścieków itd.

IDENTYFIKACJA ZAGROŻEŃ

Zdarzenie początkujące- analiza przyczyn

- Identyfikacja wszystkich zdarzeń początkujących awaryjne uwolnienia substancji niebezpiecznych do środowiska, przy wykorzystaniu informacji o zdarzeniach historycznych, drzew błędów itd. Jak w analizie bezpieczeństwa.

Należy rozważyć przyczyny wewnętrzne, jak i zewnętrzne awarii. Przykładowe przyczyny mogą być następujące:

- błąd operatora (przypisywanych 80% awarii),
- niewłaściwy załadunek (np. niewłaściwe napełnianie zbiorników),
- ekstremalne warunki środowiskowe (np. powódź),
- utrata obsługi,
- sabotaż.

Awaria jako zjawisko

- Konieczne jest określenie oddziaływań substancji po uwolnieniu, np. ewentualnego reagowania z komponentami powietrza, wody lub innymi substancjami, czy zmieniają fazę, w jaki sposób ulegają rozcieńczeniu itd.
- Dokumentacja oddziaływań substancji w warunkach standardowych oraz przewidywane zachowanie w warunkach nietypowych

Awaria jako zjawisko

Czynniki oceny ryzyka wystąpienia i rozległości skutków awarii:

- wtórne zanieczyszczenie– schemat, warunki, możliwości,
- spływ rozlanych substancji po powierzchniach, do kanałów itd.,
- czynniki związane z zarządzaniem, np. reakcja operatora, procedury kontroli,
- odległość pomiędzy źródłami a ścieżkami,
- plan miejsca awarii, możliwości i warunki drenażu itp.,
- bariery np. kolektory,
- cechy geograficzne/geologiczne/hydrogeologiczne, które mogą utrudniać lub ułatwiać migrację zanieczyszczeń,
- wpływ możliwych warunków pogodowych (np. wód sztormowych),
- urządzenia oczyszczające,
- wykrywanie, zamykanie,
- lokalizacja pomp, rurociągów itd.,
- zdolności przerobowe urządzeń oczyszczających.

Wykaz potencjalnych scenariuszy awarii

Podczas tworzenia scenariuszy awaryjnych powinny zostać uwzględnione:

- przebieg i przyczyny awarii,
- poważne i drobne przypadki niesprawności wyposażenia załadunkowego, procesowego, rurociągów itd.,
- mieszaniny substancji, produkty uboczne reakcji chemicznych, nietypowe warunki przechowywania lub stężenia substancji,
- zagrożenie wystąpieniem poważnej awarii wynikające z normalnego działania instalacji i z wystąpienia warunków nietypowych,
- powtarzająca się niesprawność sprzętu,
- scenariusz błędu operatora,
- problemy z przebiegiem procesów– niekontrolowane reakcje chemiczne,
- efekt domina,
- scenariusze dotyczące konserwacji, funkcjonowania, modyfikacji i wyłączenia instalacji z użytku.

Analiza częstości awarii

- Informacje źródłowe- wszystkie dane niezbędne do określenia natury i częstości uwolnień w granicach zakładu. Obejmują one:
- uwalniane substancje, rozmiar/poziom uwolnienia/czas trwania uwalniania,
- warunki uwolnienia (ciśnienie, temperatura, faza),
- lokalizacja, kierunki uwolnienia,
- warunki zewnętrzne,
- częstość lub prawdopodobieństwo uwolnienia.

Analiza częstości awarii- analiza ścieżki na miejscu zdarzenia

- Analiza ścieżki zanieczyszczenia- ocena prawdopodobieństwa przedostania się uwolnionej substancji poza granice zakładu
- W niektórych przypadkach- analiza ścieżki przedostania się substancji poza miejsce awarii, na przykład do zewnętrznej sieci kanalizacyjnej

Skutki awarii- wielkość zagrożenia i inne wyniki analiz

Środowiskowe skutki uwolnienia można scharakteryzować przy użyciu modelowania przemieszczania się i wielkości zanieczyszczenia. Wyniki można przedstawić w następujący sposób:

- dawka uwolnionej substancji docierająca do wrażliwego receptora;
- czas, w jakim zanieczyszczenie dociera do wrażliwego receptora;
- zasięg plamy zanieczyszczenia;
- schemat kwalifikacji jakościowej awarii;
- indeks szkodliwości środowiskowej (Environmental Harm Index, EHI).

Kryteria akceptacji ryzyka

Kryteria akceptacji ryzyka nie są tak dobrze opracowane dla ryzyka środowiskowego, jak dla ryzyka związanego z bezpieczeństwem. Pewne wskazówki są zawarte w:

- “Green Leaves Book” wydanej przez DETR;
- projekcie “zarządzanie szkodami dla środowiska”, opracowanym przez DETR;
- publikacji HSE nt. tolerowalności poważnych awarii;
- specyficznych kryteriach opracowywanych przez przedsiębiorstwa;
- w równoważeniu kosztów, korzyści i ryzyka podczas wyboru opcji.

SUBSTANCJE NIEBEZPIECZNE DLA ŚRODOWISKA

Substancje biorące udział w awariach

W badanych przypadkach awarii występowały następujące kategorie substancji niebezpiecznych:

- Substancje bardzo toksyczne dla organizmów wodnych, trwałe w środowisku wodnym (R50/53), zarówno nieorganiczne (na przykład cyjanki), jak i organiczne (np. pentachlorofenol).
- Substancje bardzo toksyczne dla organizmów wodnych, nietrwałe w środowisku wodnym (R50), na przykład siarczek potasu.
- Substancje toksyczne dla organizmów wodnych, trwałe w środowisku wodnym (R51/53), na przykład kryolit, kumen.
- Pestycydy, herbicydy i insektycydy Klasyfikacja większości z nich ze względu na skutki środowiskowe to R50 i R50/53. Stanowią odrębną kategorię, ponieważ często biorą udział w awariach, a konsekwencje ich oddziaływania są bardzo poważne (włączając w to efekty synergistyczne wynikające z uwolnienia więcej niż jednej substancji).
- Szczególna grupa to substancje ropopochodne (na przykład benzyna, nafta, olej napędowy). Proponowana klasyfikacja większości z nich to R51/53. Stanowią odrębną kategorię ze względu na różne charakterystyki fizykochemiczne oraz zachowanie w środowisku wodnym i "losy" środowiskowe. Piana gaśnicza i produkty rozkładu termicznego (pirolizy).
- Odpady z działalności górniczej i oczyszczalni.

Typy zakładów

Potencjalne miejsca awarii niebezpiecznych dla środowiska:

- Instalacje stacjonarne;
- Magazyny chemiczne i agrochemiczne;
- Instalacje magazynujące w elektrowniach;
- Oczyszczalnie ścieków;
- Działalność transportowa (drogowa, kolejowa, morska i śródlądowa). Zwłaszcza jeśli chodzi o olej napędowy, transport jest głównym źródłem zanieczyszczeń awaryjnych, ponieważ substancje ropopochodne używane są jako paliwa;
- Obszary portów i lotnisk;
- Rurociągi;
- Zbiorniki odpadów i zbiorniki końcowe w przemyśle wydobywczym.

Drogi zanieczyszczenia

W trakcie analizy awarii historycznych zidentyfikowano wiele dróg zanieczyszczenia, najważniejsze to:

- zrzucenie wód gaśniczych do środowiska wodnego,
- zrzuty poprzez system kanalizacji,
- zrzuty poprzez system kanalizacji deszczowej,
- zrzuty razem z wodami odpadowymi w oczyszczalniach ścieków,
- bezpośrednie uwolnienie (na przykład z pękniętego rurociągu lub uszkodzonego zaworu),
- przelanie z zbiorników magazynowych,
- uwolnienie w trakcie operacji napełniania lub wyładunku (na przykład statków lub barek),
- uwolnienie ze statków/barek,
- zrzuty poprzez system wód chłodniczych,
- uwolnienie do powietrza a następnie zanieczyszczenie środowiska wodnego w wyniku depozycji (cząstek lub deszczu),
- bezpośrednie zrzuty do ziemi (substancja niebezpieczna może przesączyć się do warstwy wodonośnej lub przedostać do środowiska wodnego).

Skutki- uszkodzenia ekosystemów

Jednym z podstawowych parametrów definiujących skutki awarii są uszkodzenia ekosystemu. Skupiono się na ekosystemach wodnych, które obejmują nie tylko siedliska wodne, ale także gatunki ptaków i owadów

Rozpatrywane ekosystemy obejmują:

- Organizmy bentosowe;
- Roślinność wodną;
- Rozwielitki i glony;
- Ryby (na przykład pstrągi, lipienie, węgorze, łososie, ryby morskie);
- Bezkręgowce;
- Owady;
- Ptaki;
- Gatunki brzegowe;
- Gatunki poszukujące pożywienia w siedliskach wodnych;
- Siedliska lądowe nawadniane przez zanieczyszczoną rzekę lub jezioro;
- Populacje zamieszkujące środowisko wodne sezonowo (ptaki migrujące, inne zwierzęta w trakcie migracji);
- Populacje ryb hodowlanych i innych hodowlanych organizmów wodnych.

Zasięg skutków awarii w stosunku do rodzajów i ilości substancji uwolnionych

- Im bardziej substancja jest toksyczna dla środowiska wodnego, tym poważniejsze są skutki jej uwolnienia.
- Bardzo małe ilości substancji mogą spowodować poważne zniszczenia środowiska.
- Ważnym parametrem jest trwałość substancji. Jednak długi okres restauracji może być skutkiem awarii z udziałem substancji R50 (bardzo toksycznej ale nietrwałej).
- Ważny jest także czy substancja wyemitowana była już rozcieńczona, na przykład przez wody po gaśnicze lub odpadowe. Małe uwolnienia nie powodujące dewastujących skutków nie powinny być lekceważone: one także obniżają jakość środowiska wodnego i stan ekosystemów.

WNIOSKI

- Pozornie niewielkie ilości substancji chemicznych—znacznie niższe od ilości początkowo zakładanych—powodowały często poważne zniszczenia środowiska.
- Substancje rozważane w poszczególnych kategoriach, czyli klasyfikowane jako R50, R50/53 i R51/53, brały udział w wielu awariach o poważnych skutkach środowiskowych.
- Składowiska i magazyny chemikaliów rolniczych często uczestniczyły w awariach niebezpiecznych dla środowiska, stanowią duże zagrożenie dla środowiska wodnego.

Dziękuję za uwagę