

prof. dr hab. inż. JERZY S. MICHALIK

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

dr MIECZYSLAW J. BORYSIEWICZ

Instytut Energii Atomowej
Centrum Doskonałości MANHAZ

Poważne awarie i zagrożenia terrorystyczne instalacji chemicznych (2)

– zintegrowany system zarządzania ryzykiem

Efektywne zarządzanie bezpieczeństwem procesowym oraz ochroną przed zagrożeniami terrorystycznymi zakładów chemicznych wymaga integracji działań w obu tych obszarach, integracji określonych procedur i narzędzi stosowanych w analizie zagrożeń procesowych (PHA) oraz w analizie podatności zabezpieczeń (SVA). Występuje w nich wiele elementów wspólnych lub podobnych. Przedstawione w tym artykule zalecenia dotyczą: zapobiegania procesowym oraz umyślnym przyczynom poważnych awarii; zarządzania integralnością procesu i sprzętu z uwzględnieniem ich podatności na zagrożenia terrorystyczne; opracowania zintegrowanych planów operacyjno-ratowniczych, uwzględniających dodatkowe zagrożenia; zapewnienia bezpieczeństwa kontaktów z osobami spoza zakładu oraz zapewnienia bezpieczeństwa podczas przebywania środków transportu substancji niebezpiecznych w zakładzie.

Major accidents and terrorist hazards in chemical installations (2) – an integrated approach to management of the risks

An effective management of process safety and of prevention against terrorist hazard in chemical establishments requires an integration of activities in both these areas, an integration of specific procedures and tools used in process hazard analysis (PHA) and in security vulnerability analysis (SVA). There are many common or similar elements and items in both cases. Recommendations on the integrated approach concern: preventing process and terrorist causes of major accidents; managing the integrity of processes and devices considering their susceptibility to terrorist threats; developing integrated emergency plans taking into account additional threats; ensuring the security of contacts with people from outside of the establishment and ensuring safety and security when means of transport with dangerous chemicals are present in an establishment.

Fot. Jagalo Mexide



- PHA – analiza zagrożeń procesowych (*process hazard analysis*)
- SVA – analiza podatności zabezpieczeń (*security vulnerability analysis*)
- MAPP – polityka zapobiegania poważnym awariom (*major accident prevention policy*)
- PZA – program zapobiegania awariom
- SZB – system zarządzania bezpieczeństwem
- HSE – program zarządzania dot. zdrowia, bezpieczeństwa i środowiska (*health, safety, environment*)
- MI – integralność mechaniczna (*mechanical integrity*)

Wstęp

W poprzedniej publikacji [1], stanowiącej pierwszą część artykułu poświęconego zagadnieniom zarządzania bezpieczeństwem procesowym oraz ochroną stwarzających zagrożenie poważnymi awariami przemysłowymi instalacji przemysłu chemicznego i rafineryjnego przed działaniami mającymi na celu umyślne spowodowanie takiej awarii, omówiono zasady i metody analizy podatności istotnych dla bezpieczeństwa elementów składowych zakładów chemicznych na ewentualne działania terrorystyczne. Metody te stanowią podstawowe narzędzia przeciwdziałania tego rodzaju zagrożeniom.

Niniejszy artykuł, będący drugą częścią publikowanego opracowania, dotyczy zasad oraz określenia głównych obszarów zarządzania ryzykiem poważnych awarii i zagrożeń terrorystycznych,

które z oczywistych powodów powinny być podane w zakładach procedurom integracji.

W kontekście skutecznego i efektywnego zarządzania bezpieczeństwem procesowym oraz zarządzania ochroną przed zagrożeniami terrorystycznymi istotnego znaczenia nabiera integracja działań w obu tych obszarach, tym bardziej, że w tych systemach zarządzania występuje wiele elementów wspólnych lub podobnych. W szczególności dotyczy to integracji określonych procedur głównych narzędzi stosowanych w metodach PHA (*process hazard analysis* – analiza zagrożeń procesowych) oraz w metodach SVA (*security vulnerability analysis* – analiza podatności zabezpieczeń).

Bezpieczeństwo procesu musi stanowić integralną część systemów zarządzania. W Unii Europejskiej, w odniesieniu do bezpieczeństwa procesowego elementy systemu zarządzania bezpieczeństwem zostały ustalone w załączniku III

do *Dyrektywy Seveso II* [2-4], jako polityka zapobiegania awariom (*major accident prevention policy* – MAPP). W przepisach polskich – w ustawie – *Prawo ochrony środowiska* [5] zagadnienia te zostały uregulowane w art. 251, dotyczącym programu zapobiegania poważnym awariom przemysłowym oraz w art. 252, określającym wymagania w odniesieniu do systemu bezpieczeństwa, stanowiącego element ogólnego systemu zarządzania i organizacji zakładu.

Bezpieczeństwo procesowe i ochrona przed zagrożeniami terrorystycznymi – elementy systemu zarządzania

System przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym określa dwa główne cele. Są to: zmniejszenie ryzyka poważnej awarii przemysłowej oraz minimalizacja skutków w razie jej

Zaleca się, aby zakłady opracowały ogólną strategię dotyczącą bezpieczeństwa chemicznego, uwzględniającą potrzebę przeprowadzenia analizy podatności zabezpieczeń (SVA), w celu poznania i zrozumienia rodzajów ryzyka, które będą podlegały zarządzaniu, oraz w celu oceny konieczności rozbudowania istniejących środków zapobiegawczych. SVA stanowi tylko jeden z elementów kompletnego systemu zarządzania bezpieczeństwem procesu chemicznego.

Przedstawiając zalecenia i komentarze dotyczące integracji systemów zarządzania ryzykiem poważnych awarii oraz zagrożeń terrorystycznych, autorzy korzystali z opracowań amerykańskich, w szczególności CCPS (Center for Chemical Process Safety) [6-12], które były przedmiotem analiz objętych zadaniem pt. *Metodyka zintegrowanych ocen ryzyka poważnych awarii i za-*

zapewnienia ich aktualności i efektywności. Powinno to stanowić dodatkowy element do polityki i procedur programu zapobiegania awariom w zakładzie.

SVA służy do określenia możliwych szkodliwych działań w podobny sposób jak PHA do określenia potencjalnych awaryjnych uwolnień substancji niebezpiecznych. Istnieje wiele podobieństw między PHA i SVA. Ponadto, proces SVA korzysta z wielu narzędzi, technik, zbiorów wiedzy oraz osób – takich samych, jak program PHA.

- Zarówno SVA, jak i PHA obejmują systematyczne podejście do identyfikacji zagrożeń. Są to jakościowe metody oceny i redukcji ryzyka wynikającego z określonych rodzajów przyczyn, oparte na wiedzy i doświadczeniu osób uczestniczących w tych analizach.

Fot. Adam Jakubiak

Fot. Archiwum CIOP-PIB



zaistnienia. Głównymi instrumentami systemu, które mają zapewnić osiągnięcie tych celów są: program zapobiegania awariom (PZA) oraz system bezpieczeństwa, według *Dyrektywy Seveso II* – system zarządzania bezpieczeństwem (SZB).

Natomiast nadrzędnym celem SVA jest określenie, czy w zakładach chemicznych utrzymywany jest odpowiedni poziom bezpieczeństwa, w celu zmniejszenia ryzyka związanego ze szkodliwymi działaniami, a także zapewnienia odpowiedniego łagodzenia skutków w razie ich wystąpienia. Proces SVA ma wiele wspólnego z istniejącymi programami bezpieczeństwa procesowego (PHA) oraz programami dotyczącymi zdrowia, bezpieczeństwa i środowiska (HSE). Oczywiście programy bezpieczeństwa procesowego nie dotyczą takich szkodliwych działań, jak skażenie produktów powodujące zagrożenia dla społeczeństwa, kradzież i inne.

groźń terrorystycznych zakładów chemicznych, realizowanym w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym w ramach programu wieloletniego (2005-2007) pn. *Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów w Unii Europejskiej*.

Zapobieganie procesowym oraz umyślnym przyczynom poważnych awarii

Jednym z podstawowych założeń programów bezpieczeństwa procesowego jest zapewnienie, że ludzie, procesy i sprzęt będą działać zgodnie z pisemnymi procedurami operacyjnymi. Odpowiednie pisemne procedury powinny istnieć także w odniesieniu do sprzętu związanego z bezpieczeństwem zidentyfikowanym podczas SVA, i powinny być okresowo oceniane w celu

- Zarówno SVA, jak i PHA służą do identyfikowania przyczyn, czynników mających wpływ na rozwój oraz końcowe skutki danych rodzajów zdarzeń, jak również do określenia środków ochronnych w celu wykrywania, zapobiegania oraz łagodzenia skutków, a także opracowania zaleceń mających na celu zmniejszenie ryzyka przez doskonalenie tych środków ochronnych.

- Zespoły prowadzące PHA i SVA składają się w wielu przypadkach z tych samych grup specjalistów, a przewodzą im osoby wyszkolone w zakresie wykorzystywanej techniki.

- Schematy rankingu ryzyka używane w PHA mogą być wykorzystane w SVA do określenia wagi i znaczenia wyników analiz i zaleceń.

- System śledzenia zaleceń opracowany dla potrzeb zarządzania zaleceniami wynikającymi z PHA może być wykorzystany także do zarządzania zaleceniami sformułowanymi w wyniku SVA.

- Zarówno PHA jak i SVA powinny być okresowo aktualizowane, w celu zapewnienia, że odzwierciedlają one aktualny stan procesu, instalacji oraz sposób działania zakładu, i uwzględniają awaryjne uwolnienia substancji niebezpiecznych, a także szkodliwe działania osób trzecich.

W wielu zakładach posiadających substancje niebezpieczne, oprócz PHA stosuje się bardziej ilościowe metody analizy w celu oszacowania dyspersji odpowiednich substancji i skutków, jakie powodują one poza zakładem oraz w środowisku. Wyniki takich analiz mogą stanowić podstawę do określenia w trakcie SVA rozmiarów skutków także w przypadku szkodliwych działań prowadzących do uwolnień substancji niebezpiecznych.

Zarządzanie integralnością procesu i sprzętu

Z punktu widzenia ograniczania skutków ewentualnych aktów terrorystycznych szczególne znaczenie należy przypisać problematyce zachowania **integralności mechanicznej** ważnych dla bezpieczeństwa elementów instalacji, sprzętu oraz zabezpieczeń. W kontekście programów bezpieczeństwa procesowego, integralność procesu i sprzętu, kompletność projektu oraz standardy, kody i rozporządzenia, nazywane są wspólnie integralnością mechaniczną (*mechanical integrity* – MI). Termin ten określa stan procesu lub sprzętu, w którym jest on zdolny do pracy w pełnym zakresie możliwości, w którym pracuje w granicach określonych przez producenta.

W szczególności, program integralności mechanicznej ma na celu zapewnienie, że sprzęt i składniki o szczególnym znaczeniu dla procesu są projektowane, wytwarzane, instalowane, kontrolowane, sprawdzane, konserwowane, reperowane i usuwane w sposób umożliwiający zachowanie pierwotnie zamierzonej integralności sprzętu, oraz że zadania te wykonuje odpowiednio przeszkolony personel. Działania związane z MI dotyczą całego cyklu życia procesu, a także mogą być wykorzystywane w analizach związanych z problematyką zagrożeń terrorystycznych (takie podejście jest szczególnie zalecane w USA). W tym celu programy te powinny zostać rozszerzone w sposób opisany poniżej:

Zastosowanie

Do listy sprzętu objętego programem MI należy dodać te podatne obszary oraz istniejące środki zapobiegawcze zidentyfikowane podczas SVA, które są istotne dla reagowania na te zagrożenia.

Procedury konserwacji

Pisemne procedury informujące konserwatorów o sposobie przeprowadzania konserwacji muszą być wpisane w program MI. W odniesieniu do większości napraw i w przypadku konserwacji tego sprzętu przez zewnętrznych kontrahentów, osoba przeprowadzająca je powinna przedstawić odpowiednią procedurę do zaakceptowania.

Szkolenie konserwatorów

Konserwatorzy wewnątrz zakładu oraz poza nim, opiekujący się sprzętem związanym z bezpieczeństwem powinni być odpowiednio przeszkoleni i przygotowani do przeprowadzenia tych prac, łącznie z wszelkimi koniecznymi umiejętnościami, jak spawanie, nieniszczące testowanie itd.

Kontrola i testowanie

Jeśli sprzęt objęty programem MI podlega okresowym kontrolom oraz testom, musi istnieć program określający odpowiednie zadania do wykonania wraz z ich częstotliwością oraz system planowania, przeprowadzania oraz dokumentacji działań. Jeśli sprzęt związany z bezpieczeństwem, zidentyfikowany podczas SVA, podlega podobnym wymaganiom, to powinien zostać objęty wspomnianym programem w celu zapewnienia, że po naprawie będzie pracował właściwie.

Braki MI

Braki MI definiuje się jako warunki pracy sprzętu opisanego przez MI, niemieszczące się w dopuszczalnych granicach (np. hydrant niezapewniający odpowiedniego przepływu w danej głowicy, ściana zbiornika o grubości mniejszej, niż minimalna dopuszczalna, ominięte zabezpieczenia). Powinna istnieć procedura zarządzania brakami, która zezwala na natychmiastowe zatrzymanie procesu w celu eliminacji danego braku lub pracę do momentu, w którym możliwe jest zatrzymanie procesu.

W takich przypadkach muszą zostać zastosowane odpowiednie tymczasowe środki bezpieczeństwa. Braki w sprzęcie związanym z bezpieczeństwem, zidentyfikowanym przez SVA powinny być traktowane w ten sam sposób. Na przykład, jeśli oświetlenie terenu nie działa na danym obszarze, można użyć przenośnego oświetlenia do czasu naprawy właściwego; jeśli nie działa system kart identyfikacyjnych, należy zastosować tymczasowy system lub wprowadzić ręczną identyfikację do czasu naprawy czytnika kart. Sprzęt istotny dla bezpieczeństwa nie może pozostawać niesprawny bez zapewnienia odpowiedniego rozwiązania zastępczego.

Zapewnienie jakości

W kontekście MI zapewnienie jakości odnosi się do procesu mającego na celu kontrolę projektu, konstruowania i funkcjonowania instalacji; konserwacji oraz napraw; zarządzania częściami zamiennymi oraz usuwania sprzętu objętego MI. Dotyczy to zakładowych lub firmowych procedur oraz sposobów planowania, wykonywania oraz zarządzania projektami. Te same praktyki kontroli procesu oraz zarządzania częściami zamiennymi powinny być stosowane do każdego nowego, naprawianego lub modyfikowanego sprzętu związanego z bezpieczeństwem, opisanego w SVA.

Zintegrowane plany operacyjno-ratownicze

Bardzo ważnym zagadnieniem jest uwzględnienie w planach operacyjno-ratowniczych dodatkowych zagrożeń związanych z umyślnymi działaniami natury terrorystycznej. W kontekście integracji zarządzania oraz działań w zakresie bezpieczeństwa procesowego oraz ochrony przed skutkami ewentualnych działań terrorystycznych, niezwykle istotne jest opracowanie szczególnych rozwiązań, uwzględniających dodatkowe zagrożenia związane z umyślnymi (wskutek aktów terroru) poważnymi awariami, i włączenie ich do planów operacyjno-ratowniczych, zamiast opracowywania odrębnych programów działań na wypadek wystąpienia awaryjnych uwolnień substancji niebezpiecznych w wyniku umyślnych działań.

Zadaniem każdego zakładu jest określenie optymalnej struktury organizacyjnej, która umożliwi efektywne rozpatrzenie tych problemów. Każdy zakład powinien być gotowy na zwalczanie skutków poważnych awarii. Plany dotyczące działań po uwolnieniu awaryjnym substancji niebezpiecznych i po wystąpieniu działań natury terrorystycznej są w wielu kwestiach bardzo podobne. Jednakże wiele umyślnych działań nie jest uwzględnionych w istniejących planach operacyjno-ratowniczych (łącznie z kradzieżą lub zmianą kierunku przesyłu substancji niebezpiecznych, wykorzystaniem substancji niebezpiecznych znajdujących się w zakładzie do wytwarzania broni masowego rażenia lub do skażenia cyklu życia procesu lub skażenia łańcucha pokarmowego ludności).

Ponadto mogą wystąpić specjalne okoliczności związane z atakami o charakterze przestępczym. Intruzi mogą być wyposażeni w broń lub materiały wybuchowe, co może wymagać zmiany istniejących procedur działań w razie awarii. Na przykład, jeśli mała uzbrojona grupa spowoduje uwolnienie niebezpiecznej substancji ze zbiornika, osoby odpowiedzialne za działania zaradcze nie będą w stanie opanować uwolnienia do czasu, gdy intruzi uciekną lub zostaną schwytani i rozbrojeni.

Tego typu zdarzenia oraz sposoby reagowania na nie, a także założenie maksymalnej skali uwolnień, wybuchów oraz pożarów w wyniku aktów terroru oraz konieczność szerokiej koordynacji i współpracy z różnymi służbami publicznymi (a w szczególności ze strażą pożarną i służbami porządkowymi) powinny być uwzględnione w zintegrowanych planach operacyjno-ratowniczych.

Zapewnienie bezpieczeństwa kontaktów z osobami spoza zakładu

Ten element programu bezpieczeństwa procesowego, a także ochrony przed możliwością działań terrorystycznych dotyczy kontroli wstępu, pojawiania się oraz obecności osób niebędących

pracownikami w obszarach procesowych, realizowanej przez kontrolę dostępu. Procedura taka nie zawsze jest w stanie powstrzymać osobę chcącą wyrządzić szkody, posiadającą odpowiednie dokumenty i wiarygodny powód wstępu. Jednakże powinna przewidywać wymagania wylegitymowania się wszystkich osób niebędących pracownikami oraz nakładać na określonego przedstawiciela zakładu obowiązek powitania i odprowadzenia takiej osoby do miejsca związanego z celem jej wizyty.

Programy bezpieczeństwa kontaktów z osobami spoza zakładu powinny zawierać wymóg, aby przed zatrudnieniem ich w zakładzie, sprawdzany był przebieg ich wcześniejszej działalności pod kątem bezpieczeństwa. Może on być spełniony np. przez dokonanie przeglądu procedur bezpieczeństwa potencjalnych kontrahentów.

Zapewnienie bezpieczeństwa podczas przebywania w zakładzie środków transportu substancji niebezpiecznych

Kolejnym ważnym elementem bezpieczeństwa procesowego, a także ochrony przed możliwymi aktami terroru jest bezpieczeństwo podczas kontaktu między systemami transportu substancji niebezpiecznych oraz zakładem. Tutaj kontakt oznacza sytuację, kiedy pojemniki, w których transportowane są substancje niebezpieczne są podłączone do sprzętu zakładowego w celu załadunku, wyładunku lub przechowania.

W sytuacji, gdy zakłady korzystające z dużych ilości substancji toksycznych przechowują je tymczasowo w wagonach kolejowych lub pojazdach samochodowych, a w szczególności,

gdy następuje podłączenie do procesów i instalacji zakładowych cystern, przyczep z butlami z gazem, wagonów kolejowych oraz innych urządzeń do przewozu substancji niebezpiecznych, odpowiednie rozwiązania powinny być zawarte w zakładowym programie bezpieczeństwa procesowego, łącznie z aspektami ochrony zidentyfikowanymi w ramach SVA (stanowią one atrakcyjne cele z powodu dużej ilości substancji niebezpiecznych).

Należy także uwzględniać prawdopodobieństwo celowego spowodowania kolizji w zakładzie, gdyż energia kinetyczna zderzenia może być użyta do uwolnienia niebezpiecznej zawartości, co powoduje, że wykorzystanie materiałów wybuchowych lub niezgodne z przeznaczeniem użycie sprzętu zakładowego (np. zaworów) przestaje być konieczne. Ponadto, pojazdy z dużymi ilościami substancji łatwopalnych (np. propan, gaz ziemny) mogą zostać wykorzystane jako ruchome urządzenia wybuchowe. Kwestie te, w przypadku częstych dostaw lub załadunków takich pojazdów, powinny zostać przeanalizowane w ramach SVA, a odpowiednie programy zabezpieczeń powinny być włączone do zintegrowanego systemu bezpieczeństwa procesowego i ochrony zakładu.

PIŚMIENNICTWO

[1] J. S. Michalik, M. J. Borysiewicz *Zintegrowane podejście do oceny i ograniczania ryzyka poważnych awarii oraz zagrożeń terrorystycznych instalacji chemicznych. Część 1. Metody oceny zagrożeń terrorystycznych instalacji chemicznych.* „Bezpieczeństwo Pracy” 1(448)2009, s. 2

[2] Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major – accident hazards involving dangerous substances. OJ L 10, 14.01.1997. Dyrektywa Rady 96/82/WE z dnia 9 grudnia 1996 r. dotycząca zarządzania zagrożeniami poważnymi awariami z udziałem substancji niebezpiecznych (tekst polski). Warszawa, CIOP 1998

[3] Directive 2003/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2003 amending Council Directive 96/82/EC on the control of major-accident hazards involving dangerous substances [Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/105/WE z dnia 16 grudnia 2003 r. zmieniająca Dyrektywę Rady 96/82/WE dotyczącą zarządzania zagrożeniami poważnymi awariami z udziałem substancji niebezpiecznych]. OJ L 345, 31. 12. 2003, p. 97

[4] Dyrektywa Seveso II. Stan prawny 2004 r. (tekst jednolity uwzględniający zmiany wprowadzone przez dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2003/105/WE). CIOP-PIB, Warszawa 2004

[5] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. T. Jedn. DzU z 2008 r. nr 25, poz. 150

[6] *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, with Worked Examples*, 2nd Edition. Center for Chemical Process Safety (CCPS) 1992

[7] *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2nd Edition. Center for Chemical Process Safety (CCPS) 1999

[8] *Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases*. Center for Chemical Process Safety (CCPS) 1995

[9] *Plant Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety* (Revised Edition) Center for Chemical Process Safety/AIChE, 1992

[10] Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment by Center for Chemical Process Safety (CCPS). Hardcover, October 2001

[11] *Tools for Making Acute Risk Decisions with Chemical Process Safety*. Applications. Center for Chemical Process Safety (CCPS) 1994

[12] *Guidelines for Writing Effective Operating and Maintenance Procedures*. Center for Chemical Process Safety (CCPS) 1996

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowanego w latach 2005–2007 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.



Fot. Marja Flick-Buijs

Fot. Nino Satria