

Przykład zastosowania metody HAZOP do analizy zagrożeń Example of using HAZOP method for hazard study

Streszczenie. Metodą najbardziej uniwersalną analizy zagrożeń jest metoda HAZOP (Hazard and Operability Study). W artykule omówiono sposób użycia metody HAZOP na przykładzie projektowania nowo powstającego zakładu produkującego farby. Właścicielem zakładu jest koncern ICI, który wniósł duży wkład w rozwój tej metody.

Abstract. HAZOP is the most universal method for hazard study. This article explains ways of using HAZOP method in new factories producing paints. ICI company is the owner of this factory, and it has made a big effort to develop HAZOP method.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo procesowe, analiza zagrożeń, HAZOP, ASKOM

Keywords: safety, hazard study, HAZOP, ASKOM.

Wstęp

Polska norma PN-EN 61508-4 definiuje pojęcie „cykl życia bezpieczeństwa „ jako czynności konieczne do zaimplementowania systemów związanych z bezpieczeństwem, występujące w przedziale czasu jaki rozpoczyna się od fazy koncepcji projektu i kończy się gdy wszystkie systemy E/E/PE związane z bezpieczeństwem, systemy wykonane w innych technikach i zewnętrzne środki zmniejszenia ryzyka nie są już dłużej dostępne do użycia.” Krótko mówiąc są to wszystkie czynności począwszy od koncepcji budowy układów bezpieczeństwa instalacji przemysłowej aż do wycofania z eksploatacji. W uproszczony sposób cykl życia bezpieczeństwa można podzielić na trzy fazy [2]:

Analiza

- 1) Analiza ryzyka
- 2) Wyznaczenie funkcji bezpieczeństwa
- 3) Określenie poziomu SIL , z jakim te funkcje mają być realizowane

Realizacja

- 4) Projektowanie
- 5) Montaż
- 6) Walidacja

Eksplatacja

- 7) Czynności obsługowe
- 8) Serwis, konserwacja
- 9) Zmiany w układach bezpieczeństwa

Faza analizy zagrożeń jest niezwykle ważna. W tej fazie identyfikuje się zagrożenia związane z budową i użytkowaniem instalacji przemysłowej, linii technologicznej lub pojedynczej maszyny oraz proponuje się środki zaradcze.

Efektom końcowym tej fazy są jasno określone wymagania projektowe dla różnych branż uczestniczących w projektowaniu oraz procedury postępowania wykorzystywane w trakcie eksploatacji instalacji.

Dla projektanta układu sterowania procesem i realizującego funkcje bezpieczeństwa kluczowe są odpowiedzi na następujące pytania :

- 1) co system ma robić – jakie zadania powierzone są automatycznemu systemowi bezpieczeństwa ?
- 2) w jaki sposób i w jakich warunkach zadania te mają być wykonywane ?
- 3) z jaką pewnością mają być wykonane ?

Odpowiedź na te pytania często określana jest jako specyfikacja sytemu kontroli i bezpieczeństwa.

Angielska HSE (Health and Safety Executive) zbadała 34 wypadki spowodowane wadliwą pracą sytemu kontroli i bezpieczeństwa procesu [2,3].

Przyczyny wadliwej pracy układów bezpieczeństwa zostały podzielone ze względu na fazę związaną z cyklem życia bezpieczeństwa .

Otrzymano następujące wyniki źródeł błędów:

- | | |
|-------------------------------------|--------|
| 1) Specyfikacje | – 44 % |
| 2) Projektowanie | – 15 % |
| 3) Montaż i walidacja | – 6 % |
| 4) Obsługa , konserwacja | – 15 % |
| 5) Zmiany w układach bezpieczeństwa | – 20 % |

Z zestawienia wynika, że dominują błędy złej lub niepełnej specyfikacji wymagań.

Również sporo błędów popełnionych w fazie projektowania powstało z powodu niezrozumienia idei zawartych w specyfikacji.

Należy z tego wyciągnąć odpowiedni wniosek - efektywne przeprowadzenie analizy zagrożeń i dobra specyfikacja wymagań stanowi kluczowe zagadnienie w budowaniu systemu kontroli i bezpieczeństwa.

Metoda HAZOP

Istnieje wiele technik, które pomagają w analizie zagrożeń.

Uniwersalną metodą jest HAZOP (Hazard and Operability Study).

Była ona stosowana przez koncern ICI od 1963 roku, ale upubliczniona została przez ICI i Chemical Industries Associations Ltd. w 1977.

Od 2001 dostępna jest norma IEC61882. „Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide”. Metoda HAZOP, pierwotnie przewidziana jako sposób analizy w przemyśle chemicznym, wykorzystywana jest obecnie w innych gałęziach przemysłu.

W zależności od przedmiotu analizy używa się określeń[4] :

- process HAZOP – analiza pracy instalacji przemysłowej – jest to pierwotne zastosowanie metody
- human HAZOP – analiza skutków błędów ludzkich

- procedure HAZOP - przegląd, sprawdzenie procedur
- software HAZOP – identyfikacja możliwych błędów oprogramowania

Jest to metoda zespołowa, którą można stosować praktycznie w każdym etapie życia bezpieczeństwa instalacji.

Opira się na założeniu, że grupa specjalistów z różnych dziedzin, w czasie wspólnych posiedzeń, uzyska lepsze rezultaty analizy problemu niż pojedyncza osoba.

Pracę rozpoczyna się od podziału całej instalacji na elementy węzłowe takie jak: połączenie rurowe, reaktory, wymienniki ciepła, pompy itp.

Dla każdego takiego elementu wyznacza się zbiór charakterystycznych parametrów fizycznych opisujących stan węzła lub właściwości medium np. przepływ, temperatura, ciśnienie, poziom, czas trwania, korozja, zużycie, stężenie, szybkość

Można analizować również niefizyczne parametry procesu np. skład lub parametry receptury dla procesów typu batch.

Następnie używając kombinacji parametrów z odpowiednimi słowami kluczowymi, generuje się hipotetyczną sytuację odchylenia węzła od stanu poprawnego, założonego w projekcie.

Typowy zestaw słów kluczowych to: brak, wzrost, spadek, równe jak, częściowy, odmienny niż, szybciej, wolniej.

Przykładowa kombinacja dla parametru „poziom” to brak poziomu, wysoki poziom, poziom niższy niż oczekiwany.

Dla tak powstałego odchylenia, zespół stara się znaleźć możliwe przyczyny, określić przewidywane skutki dla pracy instalacji oraz podać sposoby rozwiązania problemu.

Po zakończeniu rozważań pierwszego węzła przechodzi się do następnego, aż do przeanalizowania całej instalacji.

Wnioski z dyskusji są dokumentowane w postaci raportu.

Wcześniej wspomnianą cechą charakterystyczną metody HAZOP jest praca grupowa. Na czele grupy stoi **przewodniczący**.

Jest to kluczowa postać dla pracy grupy. Do powinności przewodniczącego należy:

- podział problemu na zagadnienia szczegółowe
- dobór członków zespołu na poszczególne posiedzenia z zależności od omawianego problemu
- kierowanie pracą zespołu w czasie posiedzeń
- kontrolowanie tempa pracy zespołu

Wymaga się aby była to osoba z dużym doświadczeniem w budowie i eksploatacji podobnych obiektów jak analizowany. Nie powinna bezpośrednio odpowiadać za harmonogram i koszty realizacji inwestycji.

Sekretarz grupy to członek zespołu odpowiadający za sporządzenie raportu, który jest wynikiem pracy zespołu.

Członkowie grupy powinni być specjalistami z różnych dziedzin. Muszą być aktywni w czasie posiedzeń i krytycznie (ale konstruktywnie) podchodzić do analizy omawianych zagadnień oraz mieć świadomość odpowiedzialności za efekty pracy zespołu.

Nie powinni być służbowo zależni od przewodniczącego.

Zespół zbiera się na sesje w momencie gdy dokumentacja procesu jest już w fazie zaawansowanej.

W czasie posiedzeń zwykle wykorzystywane są[4]:

- schematy przepływu materiałów
 - schematy P&ID (piping and instrumentation diagrams)
 - charakterystyki materiałów
 - dokumentacje i instrukcje obsługi zastosowanych urządzeń
 - rysunki budowlane
 - rysunki rozmieszczenia urządzeń
 - instrukcje stanowiskowe i procedury postępowania
- Zaletą metody HAZOP jest bardzo duża efektywność.

Bierze się ona z tego, że podczas spotkań grupa dokonuje metodycznego przeglądu całej instalacji. Propozycje rozwiązań problemów są zgłaszane przez specjalistów z różnych dziedzin, którzy wnoszą swoje doświadczenie zawodowe.

W wyniku dyskusji wybierane są najlepsze propozycje.

Wyniki pracy grupy są zapisywane i mogą być opiniowane przez inne osoby spoza grupy.

HAZOP dla ICI

W Pilawie pod Warszawą powstaje bardzo nowoczesna fabryka produkująca różne rodzaje farb.

Firma ASKOM została wybrana jako projektant i dostawca systemu sterowania dla tej inwestycji.

Powierzony nam zakres prac obejmuje projekt i oprogramowanie sterowników oraz projekt części obiektywnej wraz ze stycznikownikami NN i sterowaniem napędami.

Na wstępie procesu projektowego zostaliśmy zapoznani z wytycznymi projektowania obowiązującymi w koncernie ICI, dla tego rodzaju obiektów.

W koncernie obowiązuje zasada że regulacje prawne obowiązujące w Polsce muszą być przestrzegane, natomiast nieujęte normami prawnymi szczegóły rozwiązań musiały być zgodne ze standardami koncernu.

Obejmowały one między innymi sposób zabezpieczenia zbiorników magazynowych przed przelaniem.

Zbiorniki magazynowe zawierają surowce używane do produkcji farb. Są wśród nich łatwopalne rozpuszczalniki i żywyce. Wybuch pożaru w fabryce stały się więc dużym zagrożeniem dla obsługi i środowiska.

Innym zagrożeniem niosącym poważne skutki finansowe dla koncernu są ewentualne błędy w produkcji.

Powstałe półprodukty mogą nie nadawać się do dalszego przetworzenia, musiałyby zostać poddane utylizacji.

Aby sprecyzować wymagania projektowe i zminimalizować prawdopodobieństwo błędów projektowych inwestor powołał zespół do analizy zagrożeń.

Zgodnie z zasadami HAZOP w skład zespołu wchodził:

- specjaliści inwestora, znający technologię produkcji farb
- projektanci wykonujący projekty mechaniczne aparatów i ururowiania (IZOPROJEKT)
- projektanci systemu sterowania (ASKOM).

Grupa ta liczyła od 6 do 8 osób.

Dodatkowo, do współpracy zapraszano ekspertów jeśli omawiane zagadnienia wymagały specjalistycznej wiedzy.

Pierwsze spotkanie zostało zwołane gdy biuro projektów IZOPROJEKT wykonało wstępne wersje schematów P&ID.

Dla przeprowadzenia analizy zagrożeń technologicznych całej fabryki potrzebnych było ok. 10 spotkań odbywających się raz w tygodniu.

W czasie jednego ze spotkań, przedmiotem analizy był punkt rozładunku cystern samochodowych dowożących surowce do produkcji.

Na rysunku 1 pokazany jest fragment schematu PID przedstawiający omawiany węzeł.

Załącznik 1 to fragment raportu z analizy tego węzła.

Raport przedstawiony jest w postaci tabeli.

Nagłówek raportu zawiera podstawowe dane o temacie spotkania oraz nazwiska uczestników.

Wyniki analizy każdej odchyłki wraz z omawianą przyczyną są zapisywane w jednym wierszu tabeli.

Wiersze są numerowane, aby można łatwo się do nich odwołać w innych dokumentach.

Nagłówki kolumn zawierają opis zawartości kolumny.

Połączenie od cysterny do zbiornika magazynowego, oznaczone jako SG 100LAB01, stało się elementem węzłowym metody.

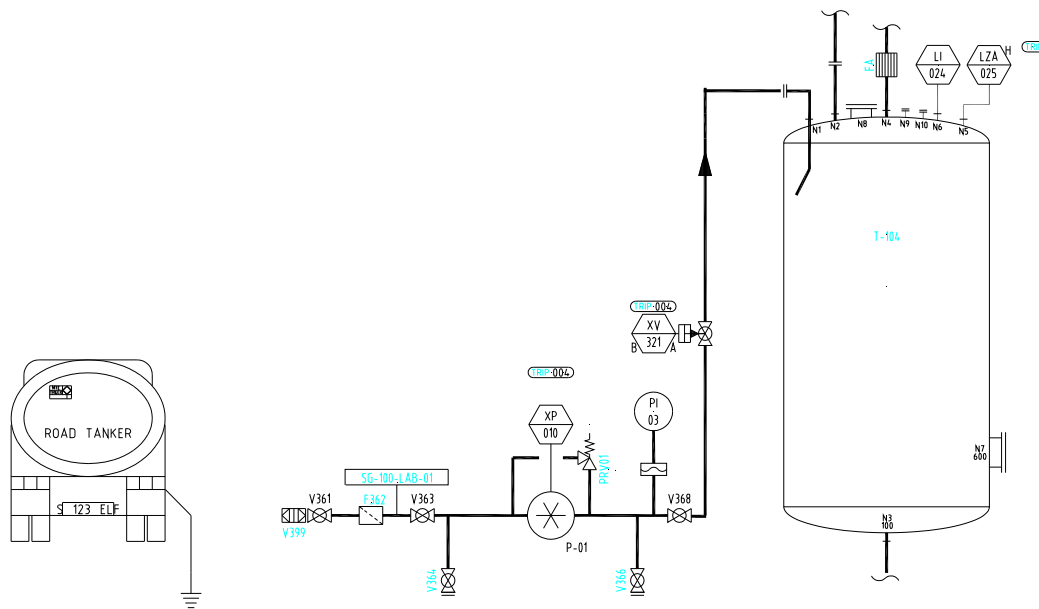
Jak wynika ze schematu składa się ono z zaworów ręcznych V361, V363, V368, zaworu automatycznego XV321, pompy P01 i zbiornika T104.

Pierwszym analizowanym parametrem był przepływ, a słowem kluczowym „brak”.

Wygenerowane zostało w ten sposób zakłócenie to „brak przepływu”.

Zespół znalazł pięć prawdopodobnych przyczyn takiej sytuacji i podał sposoby przeciwdziałania lub reakcji na te zakłócenia.

Sekretarz zespołu wpisał wyniki analizy w pięciu kolejnych wierszach tabeli.



Rys.1. Układ napędzania zbiornika T104 z cysterny

Wnioski

Obserwując „od środka” pracę zespołu oraz jej efekty jesteśmy przekonani że HAZOP jest bardzo skuteczną metodą analizy zagrożeń.

W naszym przypadku poddano analizie kilkadziesiąt węzłów technologicznych.

Przyjmując, że dla każdego węzła było kilka opisujących go parametrów (zwykle od 3 do 5), to w połączeniu z kilkoma słowami kluczowymi tworzy kombinację około tysiąca hipotetycznych sytuacji do analizy.

Ten prosty szacunek pokazuje że HAZOP jest metodą pracochłonną, wymagającą dużego wysiłku i wysokich kwalifikacji zespołu.

Pracochłonność nie jest jednak wnoszona przez samą metodę, ale przez konieczność rozważenia dużej ilości sytuacji.


Z tymi problemami i tak trzeba się zmierzyć w trakcie budowy i eksploatacji instalacji

Zaletą metody jest również to że w czasie wspólnych prac buduje się zespół współpracujących ze sobą osób.

Członkowie grupy uczą się od innych i zdobyte wiadomości wykorzystują w dalszej pracy.

W czasie prac projektowych uwzględnia się nie tylko literalne zapisy z raportu ale również projektanci są świadomi idei z nimi związanej tzn. wiedzą nie tylko co należy zrobić ale również dlaczego.

Załącznik 1 – Raport

	Hazard Study Worksheet 'n'		Hazard Study 3				
	Project No.: 2007	Project Title: Delta				Sheet : 1	
Study team members: Paul B., Ian D., Marcin L., Marek B., Zbyszek T.						Issue No.:	
						Date:	
Site: Poland		Plant: Pilawa		Unit: Universal Unit		Completed by:	
Drawing No. xxx		Drawing Title:xxx				Grzegorz D.	
Use this worksheet to record the output from the study. .							
Item / Line / Stage	Deviation	Causes	Effect or Hazard	Preventive or corrective measures (safeguards)	Action required	Action by	Action No.
X101-561– tanker offload. Connection supervised by ICI Operator							
Line ref LAH 0100 /01line from road tanker to storage tank	No flow	Hose joint not made	spill	Attended operation and provision of spillage collection bund	Accept		
	No flow	Valve 361/363 closed or tanker valve closed, strainer blockage, road tanker empty	Pump overheat, potential damage, and eventually fire	Operator responsibility to positively establish flow. Several tools available – pressure gauge P0120, Level gauge on panel, hose behaviour	Operating Instructions	Pilawa	3.88
	No flow	Auto valve Xv321 failed		Software to check valve open before starting pump, and operator responsibility as above (but note PI may not give definitive indication)	Software programming – route establish	Askom	3.89
	No flow	Pump not start	No immediate hazard				
	No flow	Road tanker	Pump overheat,	Operator responsibility,	Operating instructions –	Pilawa	3.90

		empty, and no action taken by operator	potential damage, and eventually fire	with back-up auto time-out from control system (but note level change minimal if dispensing – up to 15 mins)	need to clear that 100% operator attendance is mandatory		
	No flow	Frozen material in stub of offloading pipework outside building	Material cannot be offloaded		Either move offloading stub location inside building where warm (with sealable, insulated door) or trace heat and lag pipe stub outside building	izoprojekt	3.91

LITERATURA

- [1] PN-EN 61508-4, Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych /elektronicznych/programowanych elektrycznych systemów związanych z bezpieczeństwem Część 4: Definicje i skróty
- [2] Gruhn P., Cheddie H.L., Safety Instrument Systems: Design, Analysis and Justification 2nd Edition, ISA 2006
- [3] Marszal E, Scharpf E, Safety Integrity Level Selection. Systematic Methods Including Layer of Protection Analysis ISA 2002
- [4] Rausand M. HAZOP – Hazard and Operability Study Department of Production and Quality Engineering Norwegian University of Science and Technology <http://www.ntnu.no/ross/srt/slides/hazop.pdf>
- [5] Borysiewicz M, Furtek A, Potemski S, Poradnik metod ocen ryzyka związanego z niebezpiecznymi instalacjami procesowymi, 2000
"MANHAZ" MANAGEMENT OF HEALTH AND ENVIRONMENTAL HAZARDS
FP5 Contract: EVG1-CT-2002-8001 MANHAZ
Institute of Atomic Energy, 05-400 Otwock-Swierk
<http://manhaz.cyf.gov.pl/manhaz/przewodnik/default.htm>

Autorzy: mgr inż. Aleksander Rybarek,
mgr inż. Zbigniew Topolnicki
ASKOM sp. z o.o. 44-100 Gliwice ul. J. Sowińskiego 13