

DYNAMICZNE ZARZĄDZANIE RYZYKIEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH

Optymalizacja procesu zarządzania ryzykiem z wykorzystaniem narzędzi przemysłu 4.0.



TOMASZ KLINKOSZ

Ekspert Urzędzeń Ciśnieniowych
Dział Oceny Zgodności
Urząd Dozoru Technicznego
Oddział w Gdańsku

POZIOM DOJRZAŁOŚCI ZARZĄDZANIA RYZYKIEM RÓŻNI SIĘ W ZALEŻNOŚCI OD BRANŻY I FIRMY. OGÓLNE RZECZ BIORĄC, NAJBARDZIEJ ZAAWANSOWANE PODEJŚCIE MAJĄ BANKI, A NASTĘPNIE FIRMY Z BRANŻY, W KTÓRYCH BEZPIECZEŃSTWO JEST NAJWAŻNIEJSZE, W TYM ROPA I GAZ, ZAAWANSOWANA PRODUKCJA I FARMACEUTYKA. POMIMO TEGO PRAWIE WSZYSTKIE ORGANIZACJE MUSZĄ ODŚWIEŻYĆ I WZMOCNIĆ SWOJE PODEJŚCIE DO ZARZĄDZANIA RYZYKIEM, ABY DOSTOSOWAĆ SIĘ DO ZMIENIAJĄCEGO SIĘ OTOCZENIA [1].

Proces podejmowania decyzji na podstawie wyników analiz ryzyka i zastosowanie podejścia opartego o zarządzanie ryzykiem są pojęciami często używanymi i podkreślanymi w podejściu procesowym. Proces ten, oprócz oczywiście procesów zarządczych stosowany jest powszechnie w podejmowaniu decyzji między innymi w zakresie ochrony zdrowia, środowiska, bezpieczeństwa żywności, bezpieczeństwa produktów, bezpieczeństwie pracy i bezpieczeństwem procesowym oraz cyberbezpieczeństwie. W każdym z tych procesów wykorzystuje się różne dane oraz różne narzędzia do analizy ryzyka, zależnie od korzyści płynących z ich wykorzystania, w odniesieniu do danego zastosowania [2].

DYNAMICZNE ZARZĄDZANIE RYZYKIEM

W ogólnym ujęciu dynamiczne zarządzanie ryzykiem można opisać w trzech zasadniczych obszarach:

identyfikację potencjalnych nowych zagrożeń i słabości w procesach kontrolnych,

określenia skłonności do podejmowania ryzyka (tzw. „apetyt na ryzyko”),

wdrożeniu właściwego podejścia do zarządzania ryzykiem.

Odnosząc powyższe ogólne podejście do dynamicznego zarządzania ryzykiem na pole bezpieczeństwa instalacji przemysłowych nie można pominąć otoczenia geopolitycznego, które w obecnym czasie wydatnie pokazuje, że dynamika w zarządzaniu zarówno w kontekście biznesowym, ale również bezpieczeństwa procesowego staje się kluczowa. Występujące zmiany popytu w niektórych obszarach produkcji petrochemicznej, zaburzenia w łańcuchach dostaw surowców oraz części zamiennych powodują konieczność reakcji i dynamicznego podejmowania decyzji ze strony zakładów produkcyjnych [3].

Zmiany te mogą mieć również wpływ na politykę remontową zakładów produkcyjnych wynikającą z nieterminowych dostaw elementów zamiennych lub konieczność wprowadzenia zmian w harmonogramach remontowych w celu

zapewnienia ciągłości działania. Wpływa to bez wątpienia na bezpieczeństwo eksploatacji infrastruktury produkcyjnej i musi być uwzględnione w prowadzonych analizach ryzyk technicznych i operacyjnych.

W takich warunkach klasyczny model zarządzania ryzykiem oparty o okresowe przeglądy ryzyk i wdrażanie działań korekcyjnych staje się coraz mniej skutecznym narzędziem zarządzającym.

DIGITALIZACJA PROCESÓW DAJE NOWE MOŻLIWOŚCI

Rozwój technologiczny w szczególności w zakresie digitalizacji procesów otwiera nowe możliwości w zakresie zarządzania ryzykiem, w szczególności pozwala na uzyskanie znacznie większej dynamiki procesów przetwarzania danych wykorzystywanych do analizy ryzyka.

Można zatem postawić pytanie: w jakim obszarze zarządzania ryzykiem instalacji przemysłowej znajdują swoje zastosowanie nowe technologie?

Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta i wyczerpująca, ponieważ rozwój tej branży jest na tyle dynamiczny, że wymaga przeglądu niemal w sposób ciągły. Niemniej jednak obszarem, w którym bez wątpienia można wykorzystać nowe technologie jest proces gromadzenia, obróbki i analizy danych wykorzystywanych do oceny ryzyka.

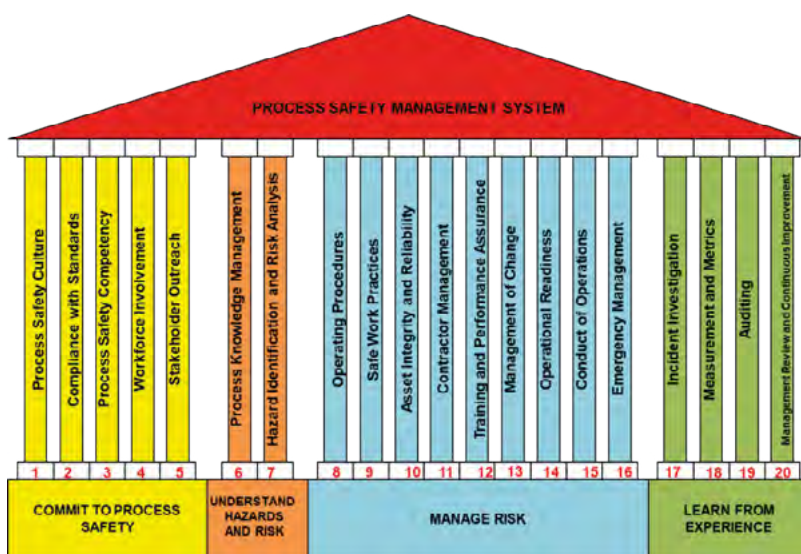
Zanim omówimy powyższe zastosowania należy zdefiniować pojęcie przemysłu 4.0.

Można zdefiniować go, jako unifikację świata rzeczywistego maszyn produkcyjnych ze światem wirtualnym Internetu i technologii informacyjnej [4]. W tym procesie ludzie, maszyny oraz systemy IT automatycznie wymieniają informacje zarówno w toku produkcji ale również w zakresie danych wykorzystywanych do podejmowania decyzji na podstawie ryzyka.

GRANICE I ZASADY

Włączając tego typu technologie w proces decyzyjny należy zadbać o stworzenie odpowiedniej przestrzeni do ich funkcjonowania, tzn. ustanowienia granic i zasad stosowania, w tym odpowiednich procedur i zasad walidacji wyników.

W odniesieniu do relacji człowiek-system adaptacji wzmocnienia wymaga system zarządzania. W aspekcie bezpieczeństwa i ciągłości działania instalacji procesowej będą to procesy opisane systemem zarządzania bezpieczeństwem procesowym. Jednym z powszechniej stosowanych modeli jest model systemu zarządzania bezpieczeństwem procesowym Risk Based Process Safety wg CCPS (Center Of Chemical Process Safety) przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1. Model systemu zarządzania bezpieczeństwem procesowym wg CCPS [7]

W modelu CCPS występują obszary o szczególnym znaczeniu dla dynamiki procesu zarządzania bezpieczeństwem.

- zarządzanie zmianami (**MANAGEMENT OF CHANGE**)
- identyfikacja zagrożeń i analiza ryzyka (**HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ANALYSIS**)
- integralność mechaniczna (**ASSET INTEGRITY AND RELIABILITY**) w odniesieniu do bezpieczeństwa związanego z eksploatacją infrastruktury produkcyjnej

Wymienione obszary wymagają adaptacji w celu zapewnienia odpowiedniej dynamiki procesu zarządzającego. Są one jednym z przykładów procesów, w których następuje interakcja człowieka, maszyn i systemów IT, a zatem obszarów mieszczących się w zakresie tzw. Przemysłu 4.0.

Obszary procesów zarządzania ryzykiem urządzeń w instalacji procesowej, w których poprzez zastosowanie rozwiązań, takich jak automatyzacja zadań, zautomatyzowane przetwarzanie danych, przedstawiono na rysunku 2.

Zastosowanie technologii opartych o sztuczną inteligencję jest kluczowe do dynamicznego zarządzania ryzykiem.

Automatyzacja zadań

- Automatyzacja transferu danych procesowych do systemów wykorzystywanych do predykcji zużycia (np. RBI, RCM, Digital Twin)
- Automatyzacja badań nieniszczących

Przetwarzanie złożonych lub dużych zbiorów danych

- Dane procesowe
- Wyniki badań nieniszczących i niszczących
- Analiza wyników modeli predykcyjnych

Zgłaszanie anomalii lub interesujących wydarzeń

- Analiza zdarzeń awaryjnych
- Analiza wyników wskaźników uzyskanych w badaniach NDT (np. UT, AE, RT)

Znakowanie danych i korekcja błędów

- Zarządzanie danymi IOW (Integrity Operating Windows)

Funkcje zintegrowane

- Optymalizacja doboru metod badawczych (identyfikacja typów uszkodzeń)
- Identyfikacja obszarów narażonych na degradację (np. SCC)

Rys. 2. Potencjalne obszary wykorzystania technologii przemysłu 4.0 do zarządzania ryzykiem instalacji procesowej

METODYKA RBI

Wpływ wskazanych obszarów można przedstawić na przykładzie procesu zarządzania ryzykiem z wykorzystaniem metodologii Risk-based Inspection, który prowadzony wg standardu API RP 581, pozwala na przeprowadzenie ilościowej analizy ryzyka dla urządzeń ciśnieniowych, szczególnie w przemyśle petrochemicznym.

Risk Based Inspection, w odróżnieniu od powszechnie stosowanych w przemyśle narzędzi do analizowania zagrożeń i ryzyka, takich jak HAZOP (Hazard and Operability Study), LOPA (Layer of Protection Analysis) czy QRA (Quantitative Risk Assessment), jest metodą predykcyjną.

Metodyka RBI, zawierająca model opisujący zmiany ryzyka w funkcji czasu, jest również narzędziem do zarządzania ryzykiem, a zatem jest procesem ciągłym wymagającym stworzenia w organizacji odpowiednich procesów oraz ich implementacji do obowiązującego systemu zarządzania organizacją [5].

W procesie tym dokonywana jest predykcja zmian ryzyka w funkcji czasu, niemniej jednak zmiany ryzyka uzależnione są od wielu czynników, których zmiany mogą być uwzględnione w terminie ponownej oceny (walidacji) RBI.

Predykcyjna metoda Risk Based Inspection (RBI) jest narzędziem do zarządzania ryzykiem.

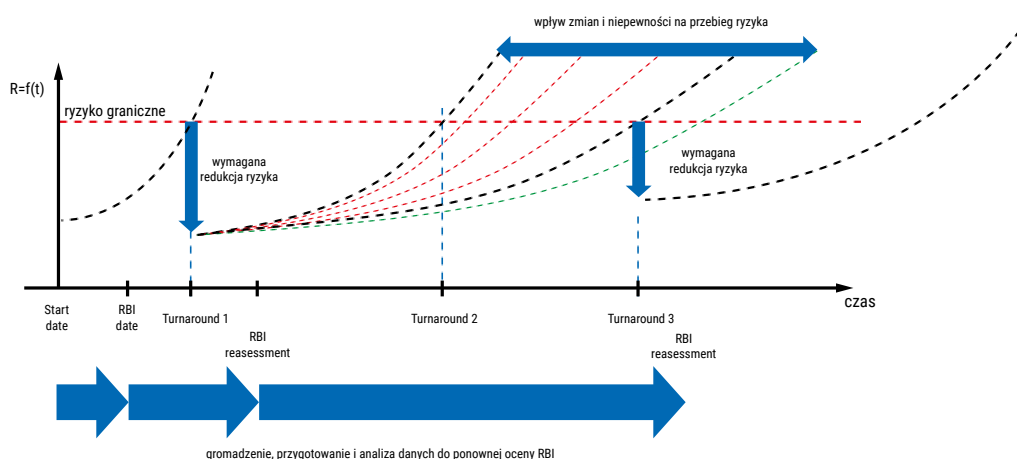
RBI zawiera model opisujący zmiany ryzyka w funkcji czasu.

Proces zarządzania ryzykiem bazuje na cyklicznej walidacji.

Między walidacjami następuje proces gromadzenia i analizy danych.

Proces zarządzania ryzykiem w tej metodologii bazuje na cyklicznej walidacji, podczas której dokonuje się ponownej oceny z uwzględnieniem zebranych danych w minionym okresie od poprzedniej walidacji.

Proces ten w uproszczeniu przedstawiono na rysunku 3. W okresach pomiędzy kolejnymi walidacjami następuje proces gromadzenia, przygotowania i analizy danych niezbędnych do ponownej walidacji.



Rys. 3. Model zarządzania ryzykiem w procesie RBI

WALIDACJA

Dane do walidacji pochodzą zarówno z różnych systemów rejestracji parametrów procesowych, analiz laboratoryjnych, ale również z wyników badań nieniszczących, inspekcji oraz zapisów sporządzanych w toku eksploatacji instalacji.

Dzięki coraz większej cyfryzacji procesów produkcyjnych dysponujemy ogromnymi zbiorami tych danych, jednakże z uwagi na mnogość systemów archiwizacji danych oraz różną ich formę, zautomatyzowana analiza danych musi być poprzedzona ich przygotowaniem.

Proces ten jest jednym z obszarów zastosowania metod opartych o zalgorytmizowaną obróbkę danych, dzięki którym możliwe jest np. poszukiwanie anomalii, korelacji pomiędzy danymi.

- Tworzone są i testowane rozwiązania oparte np. o technologie sztucznych sieci neuronowych ANN (Artificial Neural Networks) lub rozwiązania hybrydowe wykorzystujące różne technologie do obróbki i analizy danych wykorzystywanych w analizach ryzyka [6].
- Zastosowanie takich technologii w procesie zarządzania ryzykiem może przyczynić się do skrócenia okresów pomiędzy kolejnymi walidacjami.
- Jak w każdym procesie analizy danych należy pamiętać o zasadzie GIGO (garbage in, garbage out). Jest to szczególnie istotne w procesie analizy ryzyka instalacji procesowej, gdzie proces pozyskiwania danych jest bardzo złożony.
- Analiza danych pochodzących np. z zapisów zdarzeń awaryjnych, dokumentacji inspekcyjnych wymaga wiedzy eksperckiej.

ZARZĄDZANIE ZAMIANAMI

Zmiany przebiegu ryzyka w czasie (rysunek 3) mogą skutkować skróceniem okresu do przekroczenia wartości akceptowalnego ryzyka, co może prowadzić do sytuacji niebezpiecznej. Zmiany te mogą wynikać między innymi z błędnych danych wykorzystanych w modelowaniu lub założeń.

W tym zakresie zarządzanie ryzykiem realizowane jest poprzez skuteczny system zarządzania zmianami oraz monitorowaniem czynników ryzyka (tzw. risk drivers), czyli czynników, które wykorzystano do zbudowania modelu predykcyjnego.

Czynnikami tymi mogą być między innymi parametry procesu technologicznego, czy określone podczas analizy graniczne stężenia czynników powodujących degradację ścianki urządzenia.

Należy podkreślić również istotny element, którym są założenia podejmowane w toku obliczeń ryzyka, szczególnie w obliczeniach konsekwencji potencjalnego uszkodzenia, a które mogą wpłynąć na wartość ryzyka. Są to np. liczba osób potencjalnie narażonych na konsekwencje lub rodzaj i sposób działania systemów ograniczających skutki po uwolnieniu.

Jak wspomniano wcześniej skuteczność elementów systemu zarządzania bezpieczeństwem procesowym, takich jak zarządzanie zmianami, integralność mechaniczna oraz analizowanie zagrożeń i ryzyka w znaczący sposób mogą wpłynąć na wyniki ryzyka, dlatego powinny być doskonalone przede wszystkim w zakresie wiarygodności uzyskiwanych wyników oraz określenia wymagań dla wyników tych procesów.

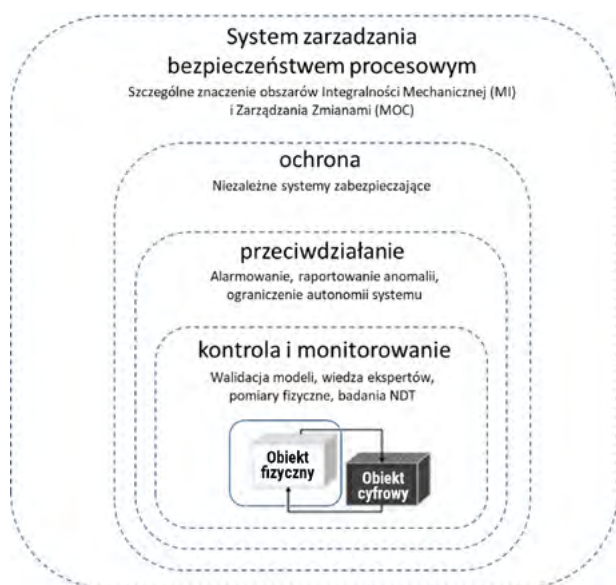
PRZYKŁAD

Jednym z przykładów jest analiza wyników analiz zagrożeń procesowych, pod kątem wpływu odchyłek na przyjęte w analizie RBI wartości prędkości korozji. Podobnie jest w przypadku wprowadzania zmian w instalacji procesowej. Proces nadzoru nad zmianami powinien pozwalać na identyfikację i analizę wszelkich zmian mogących mieć wpływ na dane wykorzystane w modelu predykcyjnym ryzyka.

NOWE TECHNOLOGIE I RYZYKA

Wdrażając nowe technologie w obszarze zarządzania bezpieczeństwem instalacji przemysłowych oparte np. na sieciach neuronowych, czy sztucznej inteligencji nie można zapomnieć o zaprojektowaniu ustanowieniu zasad bezpiecznego ich stosowania.

Wydaje się celowe, aby do zarządzania bezpieczeństwem tych technologii wykorzystać sprawdzone w praktyce rozwiązania, np. wielowarstwowy model bezpieczeństwa, który opisano między innymi w normie PN-EN 61511. Na rysunku 4 przedstawiono przykładowy model warstw zabezpieczeń dla rozwiązań autonomicznych wykorzystywanych w procesie zarządzania ryzykiem, np. Digital Twin.



Rys. 4 Przykład wielowarstwowego systemu bezpieczeństwa

Każde zastosowanie technologii opartych o algorytmy, których funkcjonowanie nie jest w pełni audytowalne w obszarze związanym z zapewnieniem bezpieczeństwa, powinno być poprzedzone wnikliwą analizą ryzyka oraz ustaleniem granic i zasad ich stosowania. Dostrzega się szereg zagrożeń wynikających z ich zastosowania, z których niektóre to: nieprzewidywalność i stroniczość, zagrożenia cybernetyczne oraz manipulacje, czy też zagrożenia wynikające z autonomii tych systemów [8].

Wdrażając nowe technologie w obszarze zarządzania bezpieczeństwem instalacji przemysłowych oparte np. na sieciach neuronowych, czy sztucznej inteligencji nie można zapomnieć o zaprojektowaniu ustanowieniu zasad bezpiecznego ich stosowania.

Revolucja cyfrowa zwiększyła dostępność danych, stopień łączności i szybkość podejmowania decyzji. Zmiany te stanowią obietnicę transformacji, ale także niosą ze sobą potencjał awarii na dużą skalę i naruszeń bezpieczeństwa wraz z szybką eskalacją potencjalnych konsekwencji [1].

NORMY I PRZEPISY

Ustanowienie zasad i granic stosowania technologii opartych o sztuczną inteligencję w aspekcie zapewnienia i zarządzania bezpieczeństwem stało się również przedmiotem prac normalizacyjnych i ustawodawczych. W opublikowanym w kwietniu 2021 roku projekcie rozporządzenia komisji Europejskiej AIA (The Artificial Intelligence Act) [9] zaproponowano podejście oparte na ryzyku w celu zapewnienia bezpieczeństwa stosowania tych technologii. Ryzyka związane ze stosowaniem np. technologii opartych o sztuczną inteligencję do zarządzania instalacjami przemysłowymi powinny być z pewnością uwzględnione jako dodatkowe ryzyka i podlegać ocenie w odniesieniu do bezpieczeństwa instalacji przemysłowych.

Literatura:

1. By Ritesh Jain, Fritz Nauck, Thomas Poppensieker, and Olivia White, November 17, 2020 | Article McKinsey&Company, Meeting the future: Dynamic risk management for uncertain Times
2. Yacov Y. Haimes Risk modeling assessment, and management, 4th edition
3. John Richardson, Europe petrochemicals demand weakness may have bigger impact than any production cuts.
4. <https://przemysl-40.pl/index.php/2017/03/22/czym-jest-przemysl-4-0/>
5. T. Klinkosz Biuletyn UDT „Inspektor” 1/2021 PREDYKCJA ZUŻYCIA URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH I PLANOWANIE INSPEKCJI URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH Z WYKORZYSTANIEM METODOLOGII RBI RISK BASED INSPECTION
6. A. Guzman, S. Ishida, E. Choi, A. Aoyama Artificial Intelligence Improving Safety and Risk Analysis: A Comparative Analysis for Critical Infrastructure 2016; IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) Conference Paper December 2016
7. Guidelines for Risk Based Process Safety, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers
8. Larry Lewis „AI Safety: An Action Plan for the Navy” October 2019
9. European Commission, Joint Research Centre, Nativi, S., De Nigris, S., AI Watch, AI standardisation landscape state of play and link to the EC proposal for an AI regulatory framework, Publications Office, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/376602>