Systemy ochrony przeciwwybuchowej dla odpylaczy

# Bezpieczeństwo 2022

ludzi • maszyn • procesów • danych

## Wirtualna rzeczywistość zwiększy bezpieczeństwo

- Jak osiągnąć skuteczne bezpieczeństwo procesu
- Trzy sposoby na uniknięcie pułapek bezpieczeństwa związanych z ruchem
- Ocena czujników bezpieczeństwa

Dodatek do:

CONTROL ENGINEERING Polska
www.controlengineering.pl

INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU
www.utrzymanieruchu.pl

Firmy współpracujące:

ALBECO
Rok założenia 1989
www.albeco.com.pl

finder
SWITCH TO THE FUTURE

PROTEKT

Endress+Hauser
People for Process Automation

PS & MS
INDUSTRIAL SERVICES

**Łukasz Fryska,** *Finder Polska Sp. z o.o.*

# Bezpieczeństwo i niezawodność procesów produkcyjnych

Problematyka artykułu dotyczy wybranych profesjonalnych rozwiązań automatyki przekaźnikowej, które znajdują zastosowanie w procesach produkcyjnych i obwodach bezpieczeństwa. Poświęcę uwagę kilku zasadniczym kwestiom zarówno z punktu widzenia zachowania ciągłości i bezpieczeństwa procesu, jak i unikania ewentualnych usterek. Dobór komponentów na etapie projektowania i wdrożenia linii technologicznych to jedno z kluczowych działań w całym procesie. Prawidłowo dobrane komponenty pozwolą zachować wysoką sprawność, bezpieczeństwo i wydajność konstruowanych maszyn czy urządzeń.

## Wprowadzenie

Finder to wiodący europejski producent szerokiej gamy przekaźników elektromagnetycznych i półprzewodnikowych oraz rozwiązań z zakresu termoregulacji przemysłowej i automatyki budynkowej. Nasze doświadczenie w branży i ścisła specjalizacja powoduje, że dostarczamy asortyment unikalny pod wieloma względami technicznymi, dzięki czemu nasi odbiorcy mogą liczyć na wysoką sprawność i bezpieczeństwo instalowanych podzespołów. Procesy produkcyjne to część branży, w której można zauważyć naszą obecność w różnych aplikacjach przemysłowych, spożywczych czy energetyce itp. Rozwój technologii sprawił, że dążymy do zwiększenia wydajności procesów, ich efektywności w czasie oraz bezpieczeństwa. Projektując komponenty od początku zwracamy szczególną uwagę na detale, wprowadzając szereg udogodnień w prefabrykacji rozdzielnic, zwiększając niezawodność i bezpieczeństwo oraz trwałość mechaniczną i elektryczną.

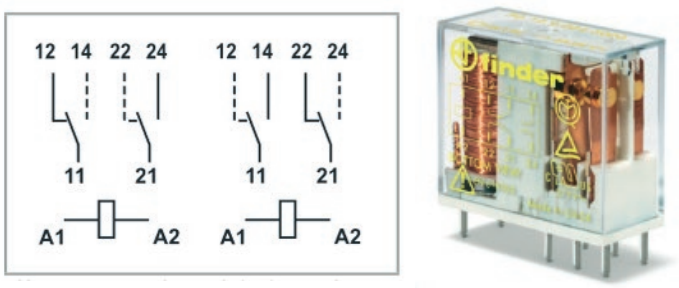
## Przekaźniki z wymuszonym prowadzeniem zestyków (zestyki sprzężone mechanicznie)

Przekaźniki z mechanicznie sprzężonymi zestykami to jedno z pierwszych rozwiązań w dziedzinie bezpiecznego monitorowania czujników i urządzeń wykonawczych procesów produkcyjnych. Ich zastosowanie w obrębie systemów bezpieczeństwa gwarantuje ich funkcjonalne bezpieczeństwo i niezawodność oraz przyczynia się do podniesienia standardów bezpieczeństwa w środowisku pracy. Idea bezpieczeństwa polega na tym, że co najmniej jeden zestyk NO i jeden zestyk NC są sprzężone mechanicznie (z wymuszonym prowadzeniem). Tak więc jeśli jeden z zestyków jest otwarty, to drugi jest zabezpieczony przed otwarciem (i odwrotnie). Ta cecha wykorzystywana jest np. do wykrywania błędów. Szczególnie pozwala to na wykrywanie niebezpiecznych błędów, np. sklejenie zestyku, co gwarantuje wysoki stopień bezpieczeństwa.

Przekaźniki z wymuszonym prowadzeniem zestyku, realizujące zadania bezpiecznego monitorowania funkcji maszyn i instalacji, oparte są na technologii regulowanej w dyrektywie maszynowej EN 61810-3 (wcześniej EN 50205). Dyrektywa opisuje ich dwa typy:

- Typ A: wszystkie zestyki mają wymuszone prowadzeni,
- Typ B: niektóre zestyki mają wymuszone prowadzenie.

Zgodnie z powyższą normą w układach z zestykami przełączanymi tylko NO jednego bieguna i NC drugiego bieguna mogą być realizowane jako zestyki z wymuszonym prowadzeniem. Ponieważ w takim układzie występują również inne zestyki, seria przekaźników 50.12 produkcji Finder jest sklasyfikowana jako typ B. Finder w swojej ofercie posiada wykonania serii 50 i wszystkie wykonania serii 7S, które są skategoryzowane również jako typ A.




**Rys. 1.** Przekaźnik z mechanicznie sprzężonymi zestykami serii 50. Alternatywny wybór położenia zestyków (przy zwieraniu/przy rozwieraniu) z wymuszonym przełączaniem (wymuszonym prowadzeniem) zestyków, zgodnie z normą EN 61810-3 (typ B).

Zagwarantowany poziom bezpieczeństwa obliguje przekaźniki serii 7S również do zastosowań w aplikacjach SIL 2 zgodnie z EN 61508 oraz do zwiększenia bezpieczeństwa w maszynach i zakładach przemysłowych zgodnie z EN 13849-1. Oferta produktów Finder w zakresie przekaźników z mechanicznie sprzężonymi zestykami wzbogaciła się o rozwiązania przystosowane do pracy w aplikacjach SIL 3 zgodnie z normą EN 62061.

**Rys. 2.** Przekaźnik modułowy seria 7S z 2, 3, 4 lub 6 połączonymi mechanicznie zestykami, do aplikacji bezpieczeństwa do poziomu SIL 2 (zależnie od typu).

Kategoria SIL *(Safety Integrity Level)* i PL *(Performance Level)* odnoszą się do „statystycznej niezawodności powiązanych z bezpieczeństwem systemów sterowania elektrycznego" (SRECS – *Safety Related Electrical Control Systems*), które są zdefiniowane w następujących normach:

- PN-EN 62061: Safety Integrity Level (SIL)
- PN-EN ISO 13849-1: Performance Level (PL)

Dla powyższych standardów nie ma wyraźnego rozróżnienia, który należy zastosować do konkretnej realizacji. Oba standardy mogą być używane jako wytyczne zarówno dla sprzętu, jak i oprogramowania aplikacyjnego.

## Niezawodność komponentu

W projektowaniu systemów kontroli bezpieczeństwa procesów produkcyjnych należy uwzględnić niezawodność komponentów. Najbardziej przewidywane uszkodzenie przekaźnika wynika ze zużycia styku podłączonego do obciążenia. W oparciu o normę EN 61810-2 przekaźniki należą do komponentów nienaprawialnych, co należy wziąć pod uwagę przy szacowaniu statystycznego prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznych awarii systemu na godzinę. Jeśli uszkodzony przekaźnik zostaje wymieniony, jego parametr MTTF (średni czas do awarii) można traktować do kalkulacji jako parametr MTBF (średni czas między awariami) dla urządzenia. Mechanizm zużywania i wypalania styków przekaźnika można wyrazić w kategoriach MCTF (średnia liczba cykli do uszkodzenia). Znając częstotliwość pracy f (częstość cykli wyrażoną w cyklach na godzinę) przekaźnika w urządzeniu, liczbę cykli można przekształcić w odpowiedni czas (wyrażony w godzinach), podając efektywną wartość MTTF dla danego przekaźnika w aplikacji:

$$MMTF = \frac{MCTF}{f}$$

gdzie:
MTTF – średni czas do awarii
MCTF – średnia liczba cykli do uszkodzenia
f – częstotliwość cykli wyrażona w cyklach na godzinę

Trwałość elektryczna zestyku przekaźnika Finder może być interpretowana jako wartość liczbowa przekaźnika $B_{10}$, którą należy szacować jako statystyczne 10% fraktalu czasu życia (spodziewany czas, w którym zawiodło 10% populacji). Dla przekaźników produkcji Finder istnieje możliwość oszacowania następującej relacji:

$$MMTF = 1{,}5B_{10}$$

gdzie:
MCTF – średnia liczba cykli do uszkodzenia
$B_{10}$ – spodziewany czas, w którym zawiodło 10% populacji

Wartość $B_{10d}$ odnosi się do niebezpiecznych uszkodzeń i jest pochodną wartości B10 zgodnie z zależnością:

$$B_{10d} = B_{10}\,\frac{10}{N_d}$$

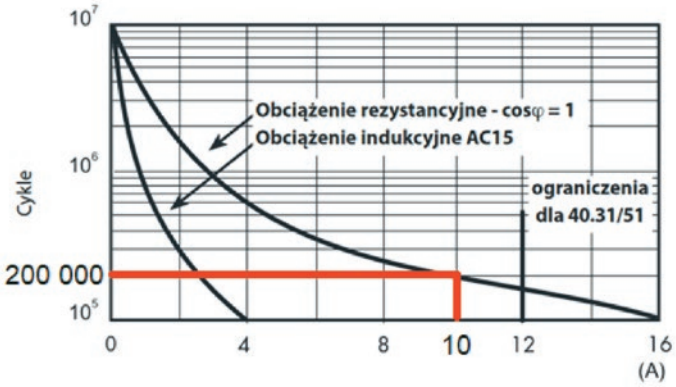
gdzie:
$N_d$ – jest ilością niebezpiecznych uszkodzeń zarejestrowanych na 10 testowanych przekaźników

Precyzyjne wartości uzyskuje się dla przetestowanych min. 10 przekaźników. Dla przekaźników prod. Finder można zastosować przybliżenie:

$$B_{10d} = 2B_{10}$$

Przeanalizujmy następujący przykład:
Przekaźnik serii 40.31, przełączający prąd 10 A obciążenia rezystancyjnego przy 250 V AC, z częstotliwością pracy 10 cykli na godzinę:

- z wykresu F 40.1, przedstawiającego zależność trwałości łączeniowej (dla AC) w funkcji prądu na zestykach, odczytujemy oczekiwaną trwałość elektryczną, która wynosi 200 000 cykli i w dalszych obliczeniach traktujemy ją jako równoważną parametrowi $B_{10}$;




**Rys. 3.** Trwałość łączeniowa (dla AC) w funkcji prądu na zestykach.

- wartość parametru MCTF (średnia liczba cykli do uszkodzenia) wynosi:

$$MCTF = 1{,}5B_{10} = 1{,}5 \times 200\,000 = 300\,000 \text{ [cykli]}$$

- parametr MTTF (średni czas do awarii) obliczamy z następującej zależności:

$$MTTF = \frac{MCTF}{f} = \frac{300\,000}{10} = 30\,000 \text{ [h]}$$

- Dokonujemy estymacji parametru B10d zgodnie z poniższym wzorem:

$$B_{10d} = 2B_{10} = 2 \times 200\,000 = 400\,000 \text{ [cykli]}$$

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono zagadnienia automatyki przekaźnikowej z ukierunkowaniem na przekaźniki z wymuszonym prowadzeniem zestyków produkcji Finder. Zastosowanie opisanych rozwiązań w układach sterowania procesami produkcyjnymi odgrywa znaczącą rolę w zagwarantowaniu ich bezpieczeństwa. Szczególną uwagę poświęcono parametrom i wskaźnikom, które pozwalają na oszacowanie niezawodności komponentów. Na ich podstawie istnieje możliwość odpowiednio wczesnej kontrolowanej ingerencji w układ sterowania w celu zapewnienia wysokiego wskaźnika bezpieczeństwa procesów produkcyjnych.

*Więcej informacji: www.findernet.com/pl/polska/*

ERICSSON

# Wirtualna rzeczywistość wyszkoli pracownika, zwiększy bezpieczeństwo i szybkość transferu wiedzy

Nauka obsługi specjalistycznych maszyn produkcyjnych, ćwiczenia w warunkach pożaru czy nawet montaż pralek – to przykładowe szkolenia w wirtualnej rzeczywistości, które znajdują coraz więcej zastosowań w świecie biznesu. Rozwojowi tego typu projektów sprzyja fakt, że Polska znajduje się u progu wdrożenia technologii 5G. Dostrzega to polski startup Connected Realities, który w ramach S5 – Akceleratora Technologii 5G w Łódzkiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej (ŁSSE) oraz we współpracy ze specjalistami firmy Ericsson rozwija platformę do prowadzenia wirtualnych szkoleń Connected VR.

Wirtualna rzeczywistość (*virtual reality* – VR) pozwala użytkownikom przebywać w cyfrowo odwzorowanej przestrzeni świata rzeczywistego lub doświadczać warunków, które byłyby niemożliwe do osiągnięcia w prawdziwym świecie. Dzięki goglom VR użytkownik może zanurzyć się w przestrzeni cyfrowej, będąc całkowicie oddzielonym od świata rzeczywistego.

– *Wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w naturalny sposób zwiększa efektywność szkoleń pracowników. Dostajemy nieograniczone możliwości cyfrowego odtworzenia praktycznie każdych warunków w zakładzie pracy. Przykładowo, pracownicy mogą się szkolić bezpiecznie z obsługi maszyn i urządzeń z dowolnego miejsca na terenie przedsiębiorstwa dzięki mobilnym goglom VR, bez generowania przestojów linii produkcyjnej. W ramach Akceleratora S5 tworzymy tego typu rozwiązanie w fabryce AGD Miele. Interaktywna forma nauki zwiększa możliwości przyswajania wiedzy, łącząc teorię z możliwością manualnych ćwiczeń tzw. learning by doing* – tłumaczy Andrzej Horoch, jeden ze współzałożycieli Connected Realities.

Według danych producenta okularów VR Oculus1 pamięć mięśniowa i doświadczenia kontekstowe pozwalają uczyć się kilkukrotnie szybciej. Bezpieczeństwo ludzi, maszyn i urządzeń ma również priorytetowe znaczenie. Jak podkreśla Andrzej Horoch, takie korzyści wyraźnie widać na przykładzie projektu w Miele, gdzie konsekwencją jednej źle przykręconej nakrętki mogą być wysokie koszty serwisowe i przestoje. Dzięki szkoleniu VR pracownik może uczyć się dokręcać nakrętkę do woli bez generowania żadnych kosztów.

Cyfrowe szkolenia podnoszące kwalifikacje zawodowe pracowników są możliwe w fabryce Miele m.in. dzięki wdrożeniu wewnętrznej sieci 5G. –*Wirtualna rzeczywistość opiera się na analizie i przetwarzaniu dużych zbiorów danych, związanych z graficzną wizualizacją danej przestrzeni, jak i odwzorowaniem realnych procesów. Technologia 5G, ze względu na wysoką przepustowość transmisji danych, bardzo niskie opóźnienia i możliwość realizacji poleceń w czasie rzeczywistym, jest idealnym rozwiązaniem sprzyjającym tego typu projektom* – tłumaczy Małgorzata Wdówka, Technical Training Center Manager w firmie Ericsson, która pełni funkcję mentora w programie S5 – Akceleratora Technologii 5G w Łódzkiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej.

## Dobre szkolenie VR wymaga wiedzy technologicznej

Teoretycznie każde szkolenie można przenieść do wirtualnej rzeczywistości. Jednak esencją dobrego szkolenia VR jest opracowanie przemyślanego scenariusza szkolenia w wirtualnej rzeczywistości, wykorzystującego w pełni potencjał tej technologii, ale też rozumiejąc jej ograniczenia.

Jest wiele wyzwań, jak szkolić efektywnie w wirtualnej rzeczywistości, podobnie jak wiele jest teorii mówiących o efektywnej nauce. Pomimo że wirtualna rzeczywistość opiera się na nauczaniu w oparciu o bodźce i fizyczne wykonywanie czynności, to w dalszym ciągu pozostaje duże pole do popisu przy konstruowaniu samego szkolenia, tak żeby efektywnie przekazać wiedzę. Poza tym przygotowanie szkolenia VR musi poprzedzić dokładne poznanie potrzeb klienta i jego pracowników.

– *Mimo ogromnego potencjału, szkolenia VR nie są dla wszystkich. Chcemy w tym zakresie również szkolić samych przedsiębiorców. W tym celu przygotowaliśmy otwarty cykl szkoleń, dostępnych na naszym kanale YouTube „Innowatorzy" – kanał o innowacjach technologicznych w biznesie. Opowiadamy w nich realnie o możliwościach, zaletach, ale i zagrożeniach związanych z wdrażaniem różnego rodzaju technologii w firmach. Na tym jeszcze dość nieznanym powszechnie rynku edukacja to podstawa, a transfer wiedzy musi być dwukierunkowy. Dzięki stałym kontaktom z biznesem w ramach Akceleratora na ŁSSE i współpracy z inżynierami firmy Ericsson możemy sukcesywnie rozwijać naszą platformę i czynić ją bardziej przyjazną dla użytkownika i gotową do wykorzystania możliwości sieci 5G* – mówi współzałożyciel startupu Connected Realities.

## Startupy napędzają 5G w Polsce

Akcelerator S5 w Łódzkiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej pełni funkcję realnego ekosystemu przemysłowego, w którym

Andrzej Horoch, współzałożyciel Connected Realities

bierze udział 40 startupów oraz pięciu partnerów przemysłowych – Polkomtel, Miele, PGE, Indigo i Wielton.

– *Fabryki przyszłości stawiają na nowoczesną edukację pracowników. Wirtualna rzeczywistość pozwala na wdrożenie w procesy firmowe kadry rozsianej po całym świecie. Umożliwia symulację wszystkich warunków danego miejsca pracy, w tym tych niebezpiecznych, nie blokując jednocześnie linii produkcyjnej* – podsumowuje Agnieszka Sygitowicz, wiceprezes zarządu ŁSSE S.A. – *Rozwiązania dostarczane przez zespół Connected Realies to precyzyjne instrukcje działania, powtarzalność szkoleń, a także dostęp do wiedzy w dowolnym momencie, dogodnym dla szkolonego. To przyszłość edukacji w fabrykach 4.0* – dodaje Marek Michalik, prezes zarządu Łódzkiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej.

Firma Ericsson zaprojektowała i dostarczyła urządzenia potrzebne do uruchomienia sieci wewnętrznej 5G na terenie kampusu Łódzkiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej. Eksperci firmy zapewniają również indywidualny transfer wiedzy, nie tylko do specjalistów Łódzkiej Strefy, ale także partnerów biznesowych i przede wszystkim startupów współpracujących z ŁSSE. Ericsson w Polsce razem z Łódzką Specjalną Strefą Ekonomiczną i Politechniką Łódzką współpracuje ze środowiskiem akademickim, startupami, przedsiębiorstwami i operatorami telekomunikacyjnymi, aby umożliwić pierwszym branżom w Polsce wdrożenie nowych produktów i usług opartych na technologii 5G.

*ZAPRASZAMY NA:*
*www.youtube.com/ericssonpolska*
*www.facebook.com/ericssonpolska*

ENDRESS + HAUSER

# Bezpieczeństwo chmury a wymagania przemysłu

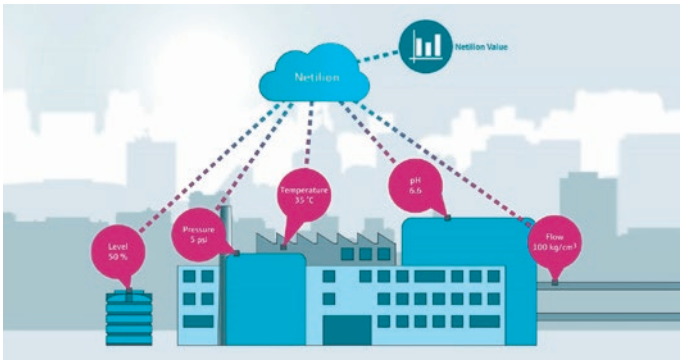
Globalne megatrendy, jak cyfryzacja, urbanizacja, zmiany demograficzne czy klimatyczne wpływają na nasze życie prywatne, nie omijając również rzeczywistości przemysłowej. Tam, gdzie liczą się szybkość reakcji, bezpieczeństwo procesu, a planowanie produkcji odbywa się przy uwzględnieniu dużej ilości danych, do głosu dochodzą rozwiązania chmurowe.

## Nowa rzeczywistość

Umiejętność adaptacji do zmian została poddana nieplanowanym testom w chwili ogłoszenia pandemii. Wiele zakładów produkcyjnych zostało wtedy zmuszonych do oddelegowania pracowników do pracy zdalnej, ograniczenia, a nawet wstrzymania produkcji. Konsekwencją było zachwianie procesu planowania w wielu zakładach, a także zaburzenie globalnego łańcucha dostaw. Do dziś odczuwamy tego skutki. Śmiało można powiedzieć, że firmy i należące do nich zakłady produkcyjne funkcjonują obecnie w odmienionej rzeczywistości. Ich sytuacji nie polepsza fakt, że, stale muszą dostosowywać się do zmienności zapotrzebowań rynkowych, choć to się akurat nie zmieniło. Tym, co buduje aktualnie przewagę konkurencyjną firm, są elastyczność oraz szybkość reagowania na zmiany oraz adaptowania się do nich. Zakłady przemysłowe dysponujące zdalnym dostępem i wykorzystujące możliwości chmury obliczeniowej są zdecydowanie bardziej konkurencyjne. Mając do dyspozycji nowoczesne narzędzie chmurowe organizacja biznesowa staje się dużo elastyczniejsza, procesy mogą być realizowane i nadzorowane nie tylko zdalnie, ale z uwzględnieniem dodatkowych informacji z urządzeń inteligentnych, co zwiększa ich niezawodność oraz stwarza nowe możliwość gruntownej analizy z uwzględnieniem większej liczby zmiennych. Bezpośrednie zaangażowanie ludzi w diagnostykę i nadzór nad pracą maszyn może zostać ograniczone do minimum, przy jednoczesnym wdrożeniu predykcyjnego modelu zarządzania. Kolejnym aspektem jest zwiększenie bezpieczeństwa – zarówno poprzez ograniczenie ryzyka narażenia pracowników na szkodliwe warunki otoczenia przemysłowego jak i bezpieczeństwo procesowe, osiągnięte dzięki mniejszej liczbie awarii oraz możliwości reagowania na wszelkie nieprawidłowości zanim doprowadzą one do odstawienia linii produkcyjnej czy jakiegoś procesu.

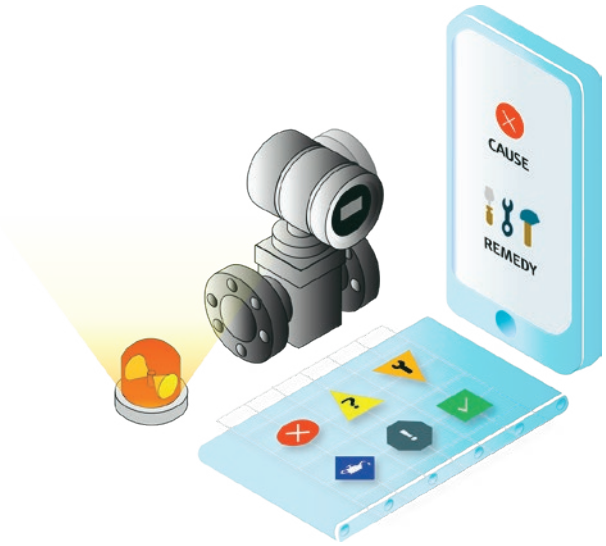
## Łatwiejsze niż się wydaje

Istotną zaletą rozwiązań chmurowych jest brak konieczności przygotowania specjalistycznej infrastruktury IT niezbędnej do przechowywania i przeliczania danych do niej przesyłanych. Nie ma już potrzeby inwestowania w kosztowne serwery i najnowsze oprogramowanie czy utrzymanie serwerowni, ponieważ w ramach usługi użytkownik uzyskuje dostęp do zasobów dostawcy rozwiązania chmurowego. Co więcej, usługa jest skalowalna – w każdym momencie można rozszerzyć ją o kolejne dodane urządzenia nie martwiąc się o potrzebę zakupu kolejnego sprzętu. Daje to także możliwość sprawdzenia rozwiązania na mniejszą skalę przed decyzją o wdrożeniu cyfryzacji całego zakładu czy poszczególnego procesu. Ponad 90% urządzeń kontrolno-pomiarowych posiada komunikację cyfrową, zatem infrastruktura zakładowa najczęściej jest już pod tym względem gotowa do cyfryzacji. Wystarczy zatem niewielki krok, by rozpocząć przygodę z integracją świata maszyn ze światem internetu i powszechnymi technologiami informacyjnymi. W przypadku usługi Netilion od Endress+Hauser obsługa może się odbywać za pomocą przeglądarki internetowej lub z wykorzystaniem uniwersalnego interfejsu API, dzięki któremu dane można przesłać wprost do systemu użytkownika.




## Bezpieczeństwo na najwyższym poziomie

Dla wielu osób wciąż wizja przechowywania danych w chmurze wywołuje pytania czy są one tam bezpieczne i czy nie dostaną się w niepowołane ręce. Obawy te i zagrożenia wynikają najczęściej z wizji przedstawianej w filmach katastroficznych, gdzie hakerzy kilkoma kliknięciami są w stanie uzyskać dostęp do wszelkich zasobów. Na szczęście praktyka pokazuje, że rzeczywistość jest zgoła odmienna. Dostępne na rynku usługi zapewniają najwyższy poziom ochrony. Czołowi dostawcy w Europie opracowywali swoje rozwiązania we współpracy z odpowiednimi organami – tak, aby użytkownicy nie musieli się martwić o kwestie zabezpieczeń. System Netilion, bazujący na rozwiązaniu chmurowym AWS (Amazon Web Services) także spełnia najnowsze normy i standardy cyberbezpieczeństwa jak ISO 27001 w zakresie bezpieczeństwa informacji, ISO 27017 traktujący o zabezpieczeniu usług w chmurze obliczeniowej czy normę PN-EN 62443-4-1, która precyzuje wymagania cyklu rozwoju dotyczące tworzenia bezpiecznych produktów wykorzystywanych w systemach sterowania i automatyki przemysłowej.




## 97% - tyle danych pozostaje nieprzetworzonych

Wiele urządzeń zainstalowanych w różnych zakładach produkcyjnych posiada już własną inteligencję. Oprócz podstawowej funkcji w postaci pomiaru danej wielkości fizycznej przyrządy takie potrafią przeprowadzić autodiagnostykę oraz sprawdzają szereg swoich parametrów wewnętrznych. Parametry te nie są oczywiście istotne z punktu widzenia prowadzenia samego procesu jednak umożliwiają uzyskanie użytecznych informacji diagnostycznych na temat kondycji danego aparatu. Problem w tym, że w większości wypadków taka możliwość nie jest wykorzystywana. Szacuje się, że aż do 97% informacji dostępnych w urządzeniach kontrolno-pomiarowych nie jest w ogóle używanych.

## #empowerthefield - odblokuj potencjał informacji

W większości zakładów z urządzeń pomiarowych wykorzystuje się najczęściej tylko jedną podstawową wartość mierzoną. Tymczasem na przykład przepływomierz masowy Coriolisa jest w stanie nam dostarczyć ponad 400 dodatkowych informacji. Na ich podstawie jesteśmy w stanie dowiedzieć się więcej na temat sprawności samego czujnika, jego wewnętrznych obwodów oraz potencjalnych zagrożeń związanych z jego nieprawidłowym funkcjonowaniem. Innymi słowy wiele sytuacji awaryjnych jest możliwych do wykrycia z wyprzedzeniem – zanim nastąpi całkowite odstawienie czujnika i w konsekwencji zatrzymanie procesu czy pracy całej linii produkcyjnej. Praca służb związanych z utrzymaniem ruchu nie musi zatem oznaczać usuwania na bieżąco awarii, ale może polegać na wdrożeniu działań predykcyjnych i zapobieganiu awariom zanim one się pojawią. To natomiast przekłada się na wymierne korzyści, ponieważ każdy przestój oznacza realnie utracone pieniądze. Ponadto, mając wgląd w kondycję poszczególnych urządzeń, możemy oszczędzić sporo czasu na szukanie przyczyny poprzez fizyczne łączenie się odpowiednim aparatem serwisowym. Dzięki najnowszym rozwiązaniom cyfrowym wszelkie niezbędne informacje procesowe i diagnostyczne mogą być dostępne z dowolnego miejsca na ziemii o dowolnej porze. Jak to możliwe?

## Usługi chmurowe dla przemysłu

Usługa przechowywania danych w chmurze obliczeniowej zdążyła już zdobyć zaufanie użytkowników indywidualnych. Także wiele przedsiębiorstw korzysta już z systemów ERP czy CRM bazujących właśnie na przetwarzaniu informacji w rozwiązaniu chmurowym. Kolejnym obszarem, znajdującym zastosowanie w środowisku przemysłowym jest przechowywanie i analiza danych pochodzących z aparatury kontrolno-pomiarowej.

Dostępne na rynku rozwiązania umożliwiają odblokowanie niewykorzystywanego potencjału inteligentnych urządzeń. Jednym z nich jest system Netilion oferowany przez Endress+Hauser. Narzędzie to posiada szereg funkcjonalności, które mogą ułatwić codzienną pracą służb utrzymania ruchu, a także przyczynić się do optymalizacji danego procesu. W odróżnieniu od klasycznych systemów automatyki podłączone do chmury urządzenia wysyłają nie tylko surowe dane pomiarowe, niezbędne do prawidłowego prowadzenia procesu, ale też wspominane wcześniej dane diagnostyczne. Informacje te wysyłane są niezależnie od przesyłu danych do wewnętrznej sieci zakładowej, a dla każdego urządzenia tworzony jest cyfrowy bliźniak, czyli krótko mówiąc bezpieczna kopia zapasowa składników majątku zakładowego. Podłączenie aparatury do świata wirtualnego wraz z udostępnieniem danych za pomocą technologii informacyjnych dla użytkowników stwarza nieznane do tej pory możliwości.

W dobie szybko zmieniających się realiów rynkowych każde

przedsiębiorstwo, które korzysta już z możliwości przetwarzania danych w chmurze zwiększa swoją konkurencyjność i elastyczność korzystając z jeszcze bardziej wydajnych metod zarządzania procesami przy jednoczesnej redukcji potrzeby bezpośredniej obsługi parku maszyn i urządzeń. Z gotowymi zasobami urządzeń inteligentnych w zakładzie rozpoczęcie cyfryzacji jest zatem na wyciągnięcie ręki – czy też lepiej by było powiedzieć: za jednym kliknięciem. ■

**Endress+Hauser Polska sp. z o.o.**
ul. Wołowska 11, 51-116 Wrocław, tel. +48 71 773 00 00
e-mail: info.pl@endress.com, www.pl.endress.com

Endress+Hauser
People for Process Automation

***Matt Hankinson,*** *MTS Sensors.*

# W strefach zagrożonych wybuchem bardzo ważna jest klasa bezpieczeństwa czujnika

Odpowiedni dobór czujnika ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego działania systemu czujników położenia.

Znaczna część urządzeń przemysłowych jest używana w strefach niebezpiecznych lub w zastosowaniach, które wymagają oceny bezpieczeństwa funkcjonalnego. Strefy niebezpieczne obejmują miejsca, w których istnieje ryzyko narażenia na działanie substancji niebezpiecznych, a nawet wybuchowych. W takich okolicznościach zapewnienie ciągłości działania może się okazać wyzwaniem. Dlatego tak ważne jest, aby części składowe takich urządzeń były odpowiednio skonstruowane i przystosowane do funkcjonowania w tego typu, bezkompromisowych środowiskach.

Aplikacje bezpieczeństwa funkcjonalnego to takie, w których należy zapewnić bezpieczne działanie ze względu na ryzyko uszkodzenia sprzętu lub obrażeń ciała. Czujniki położenia liniowego są szeroko stosowane we wszystkich rodzajach systemów przemysłowych. W wielu przypadkach należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń, gdyż w przeciwnym razie konsekwencje mogą być poważne, jak na przykład uszkodzenie drogiego sprzętu lub nawet zagrożenie zdrowia i życia. W strefach niebezpiecznych obecność łatwopalnego gazu, oparów, cieczy lub pyłu może stanowić poważne zagrożenie w związku z działaniem urządzeń elektrycznych, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo, że urządzenie może zapalić się od łatwopalnej substancji. W przypadku urządzeń wykorzystujących technologię czujników położenia, urządzenie (lub urządzenia) będące ich częścią składową powinny mieć odpowiednie cechy umożliwiające rozwiązanie tych problemów. Przed przeprowadzeniem dogłębnej analizy należy wyjaśnić, czy urządzenia klasy „danger-area" są przeznaczone do pracy w środowisku potencjalnie wybuchowym, natomiast produkty bezpieczeństwa funkcjonalnego są przeznaczone do zastosowań, w których istnieje zagrożenie dla sprzętu lub ludzi. Te dwa parametry nie muszą być ze sobą powiązane. Dana aplikacja może wymagać klasyfikacji w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego lub obszaru niebezpiecznego, ale nie musi wymagać obu z nich.

## Określenie strefy niebezpiecznej

Istnieje wiele rodzajów obszarów niebezpiecznych. Do najczęściej spotykanych należą platformy wiertnicze, zakłady gazownicze, zakłady chemiczne/farmaceutyczne, oczyszczalnie ścieków, pralnie chemiczne, a także miejsca, w których przetwarzane/produkowane są chemikalia przemysłowe, przechowywane są proszki (takie jak magnez i aluminium) lub wytwarzane są produkty aktywne chemicznie (takie jak nawozy). Dla każdego urządzenia elektrycznego, które będzie znajdowało się w otoczeniu potencjalnie niebezpiecznym lub wybuchowym, wymagana jest zgodność z rygorystycznymi normami przemysłowymi. Najbardziej znane z tych norm to IECEx Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej, ATEX Unii Europejskiej (opisany w dyrektywach 99/92/EC i 94/9/EC) oraz NFPA 70: National Electrical Code (NEC) stosowany w Stanach Zjednoczonych. W przypadku urządzeń stosowanych w Ameryce Północnej testy powinny być przeprowadzane przez uznane w kraju laboratorium badawcze i należy przestrzegać warunków etykietowania. Oznaczenia są podzielone na klasy i działy, aby określić rodzaj zagrożenia. Mogą one obejmować zakres od mało prawdopodobnej obecności substancji wybuchowej aż do ciągłej obecności. Aby uzyskać wymagany stopień dopuszczenia, stosuje się różne metody ochrony. Zależą one od rodzaju, stanu i charakteru środowiska, w którym występują.

## IEC 61508 bezpieczeństwo funkcjonalne

Koncepcja bezpieczeństwa funkcjonalnego polega na tym, że po wykryciu potencjalnie niebezpiecznej sytuacji można podjąć środki w celu zapobieżenia wystąpieniu niebezpiecznego zdarzenia lub zapewnienia, że jeśli ono wystąpi, jego skutki zostaną złagodzone do akceptowalnego stopnia, tak aby nie zagrażać dobru pracowników i nie powodować uszkodzeń wartościowych elementów wyposażenia. Norma IEC 61508 to standard służący do oceny tego, czy funkcja bezpieczeństwa działa na wymaganym poziomie, włączając w to tryby awaryjne. Przestrzeganie normy IEC 61508 pozwala na obniżenie ryzyka wystąpienia awarii dla danego zagrożenia poprzez funkcje bezpieczeństwa, które umożliwiają jego wykrycie. Dodatkowo pozwala na ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Urządzenia są kategoryzowane zgodnie z określonym poziomem nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL), który odnosi się do prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Urządzenie o poziomie SIL 1 charakteryzuje się prawdopodobieństwem wystąpienia awarii pomiędzy 0,01 a 0,1 w przypadku pracy przy niskim zapotrzebowaniu na energię, co przekłada się na prawdopodobieństwo awarii niższe niż 0,00001/godzinę w przypadku pracy przy wysokim zapotrzebowaniu. Urządzenie o klasie SIL 2 charakteryzuje się prawdopodobieństwem wystąpienia awarii pomiędzy 0,001 a 0,01 dla pracy przy niskim zapotrzebowaniu, co przekłada się na prawdopodobieństwo wystąpienia awarii w granicach 0,000001/godzinę dla pracy przy wysokim zapotrzebowaniu. Awarie klasyfikuje się jako bezpieczne lub niebezpieczne i mogą być wykryte lub niewykryte. Udział bezpiecznych awarii określa stosunek liczby awarii, które są bezpieczne lub wykrywalne, do całkowitej liczby awarii. Na tej

podstawie można określić prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznych, niewykrywalnych awarii. Nawet w najlepszym przypadku awaria sprzętu i/lub oprzyrządowania prowadzi do przestojów operacyjnych. Spowoduje to obniżenie produktywności i pociągnie za sobą koszty napraw i wymiany części składowych. Dzięki bezpieczeństwu funkcjonalnemu możliwe jest ilościowe określenie prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia oraz jego konsekwencji. Podczas opracowywania systemów przemysłowych, które będą znajdować się w strefach niebezpiecznych, inżynierowie muszą uwzględnić w swoim procesie myślowym aspekty bezpieczeństwa funkcjonalnego. Nie można tego zostawić na ostatnią chwilę; powinno to być kluczowym czynnikiem branym pod uwagę w całym cyklu rozwoju.

## Najważniejsze metody ochrony

Istnieje szeroki wachlarz metod, które można zastosować w celu złagodzenia wpływu niebezpiecznego środowiska na urządzenie. Ekranowanie to jeden z podstawowych środków ochrony urządzeń. Projekt systemu powinien również uwzględniać potrzebę rozmieszczania delikatnych komponentów z dala od miejsc, w których warunki są najbardziej niebezpieczne. Nie bez znaczenia jest również redundancja systemu, tak aby w razie awarii istniała możliwość utrzymania wymaganej funkcji. W przypadku stałego zagrożenia substancjami wybuchowymi konieczne może się okazać umieszczenie urządzeń elektronicznych/elektrycznych w obudowie przeciwwybuchowej. Dzięki temu możliwe jest powstrzymanie wewnętrznego zapłonu i tym samym uniknięcie zagrożenia dla otoczenia.

## Czujniki położenia w strefach zagrożonych wybuchem

Urządzenia pomiarowe są stosowane w wielu aplikacjach w celu dostarczenia informacji zwrotnej o położeniu. Często muszą one działać w niebezpiecznych warunkach. Za przykład mogą posłużyć turbiny gazowe/parowe znajdujące się w elektrowniach, aparatura wiertnicza, prasy do stali/drewna, sprzęt w magazynach paliw oraz platformy wiertnicze, ale lista ta jest znacznie dłuższa. Do pomiaru pozycji w takich warunkach można wykorzystać wiele różnych mechanizmów pomiarowych. Wśród nich są:

**1. Potencjometry:** Działają one jako dzielniki napięcia, a pomiar położenia jest dokonywany za pomocą sygnału napięciowego, który jest proporcjonalny do punktu, w którym znajduje się element przewodzący na liniowym elemencie przetwornika. Metoda ta była bardzo popularna w przeszłości, ale ma braki, które stają się coraz bardziej widoczne w nowoczesnych implementacjach. Najbardziej znaczącym z nich jest to, że potencjometry są podatne na mechaniczne zużycie. Wynika to z fizycznego kontaktu pomiędzy przetwornikiem a przewodnikiem.

**2. Enkodery:** Wykorzystują głowicę czytnika do skanowania oznaczonej skali i tym samym wskazują inkrementalne zmiany położenia. Długotrwała praca tego rodzaju mechanizmu jest narażona na awarie z powodu obecności wibracji i wysokich temperatur. Ponadto olej, smar i inne substancje często występujące w środowisku przemysłu ciężkiego oznaczają, że będą one wymagały regularnego czyszczenia i konserwacji (co zwiększa koszty eksploatacji).

**3. Urządzenia LVDT *(Linear variable differential transformer):*** Opierają się na ruchu rdzenia ferromagnetycznego, który zmienia sprzężenie magnetyczne pomiędzy cewkami pierwotnymi i wtórnymi. Dzięki wysokiej temperaturze znamionowej urządzenia te znalazły dość szerokie zastosowanie w obszarach niebezpiecznych. Jednakże wykazują one wewnętrznie słabą liniowość. Ponadto wymagają okresowej kalibracji.

**4. Magnetostrykcyjne czujniki liniowe:** Wykorzystując zasady magnetostrykcji, gdzie pole magnetyczne może zmienić właściwości fizyczne materiału ferromagnetycznego, czujniki magnetostrykcyjne okazały się bardzo skuteczne w dostarczaniu dokładnego pomiaru położenia w niebezpiecznych aplikacjach. Ponieważ urządzenia te podają bezwzględną, a nie względną wartość położenia, eliminują potrzebę ponownej kalibracji. Ponadto, jako że nie wymagają one głowic czytników, czas i koszty związane z czyszczeniem i konserwacją mogą zostać pominięte. Warto również wspomnieć, że są one znacznie bardziej odporne na wstrząsy i wibracje, a także dużo odporniejsze na zakłócenia elektromagnetyczne niż inne opcje pomiarowe. Wreszcie (i co najważniejsze w tym kontekście) stosunkowo łatwo jest zintegrować z tymi urządzeniami mechanizmy bezpieczeństwa funkcjonalnego.

## Magnetostrykcja i detekcja magnetostrykcyjna

Kiedy materiał ferromagnetyczny jest umieszczony w polu magnetycznym, dochodzi do mikroskopijnych zmian w jego strukturze. W wyniku tego jego wymiary ulegają zmianie – zjawisko znane jest jako magnetostrykcja. Wielkość zmiany wymiarów jest bezpośrednio skorelowana z siłą przyłożonego pola magnetycznego. Zjawisko to zapewnia wysoce efektywną i bezkontaktową metodę wykrywania położenia. Ponieważ w czujnikach magnetostrykcyjnych nie występują części ruchome, oferują one wysoką niezawodność i wydłużony okres eksploatacji. Rosnąca potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonalnego w niebezpiecznych aplikacjach powoduje ciągłą migrację od tradycyjnych czujników położenia LVDT w kierunku bardziej wyrafinowanego podejścia, opartego na magnetostrykcji. Oprócz wad w zakresie wydajności i trwałości eksploatacyjnej, LVDT i inne czujniki położenia wymienione powyżej nie są w stanie zaoferować takiego samego stopnia bezpieczeństwa funkcjonalnego jak urządzenia magnetostrykcyjne. Właściwy wybór czujnika ma kluczowe znaczenie dla wdrożenia systemu pozycjonowania. Istnieje wiele różnych czynników, które należy rozważyć przy doborze urządzenia. Zdecydowanie warto nawiązać współpracę z producentem czujników, który oferuje kompleksowe portfolio czujników i doskonale rozumie kwestie bezpieczeństwa funkcjonalnego.

*Matt Hankinson, mieszkający w Cary, N.C., jest kierownikiem ds. globalnego wywiadu biznesowego w firmie MTS Sensors.*

■

# Często zadawane pytania dotyczące ograniczania zagrożeń związanych z odpylaniem

Wiele zakładów stara się panować nad pyłem i oparami pochodzącymi z procesów technologicznych, stosując system odpylania przemysłowego. Chroni to pracowników i kosztowny sprzęt przed kontaktem z toksycznymi i niebezpiecznymi cząstkami unoszącymi się w powietrzu. Jeśli część lub całość tego pyłu jest łatwopalna, sam odpylacz może stanowić poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa. Wiodący w branży producent systemów odpylania zgodnych z normą NFPA odpowiada na najczęściej zadawane pytania dotyczące zagrożeń związanych z pyłem.

## 1. W jaki sposób pył może zaszkodzić pracownikom zakładu?

Pył to po prostu drobne cząstki materiałów, które unoszą się w powietrzu po procesach produkcyjnych. Choć często są one zbyt małe, aby można je było dostrzec gołym okiem, mogą zaszkodzić pracownikom. Niektóre mogą powodować reakcje alergiczne, ale inne, jak krzemionka i pył metalowy, mogą być wdychane i z czasem gromadzić się w płucach, powodując choroby, a nawet śmierć.

Przepisy OSHA dotyczą pracodawców, których procesy generują pył. Agencja ta nakłada kary finansowe i mandaty za ewentualny brak zgodności z jej przepisami. Pracodawcy są zobowiązani do ochrony pracowników przed narażeniem na działanie materiałów procesowych. Zgodnie z przepisami OSHA, firmy muszą kontrolować emisję pyłu do atmosfery w miejscu pracy, aby przestrzegać limitów prawnych ustalonych dla danego materiału. Te dopuszczalne limity narażenia (PEL) są określane jako maksymalne stężenie w powietrzu, na które pracownik może być bezpiecznie narażony podczas ośmiogodzinnej zmiany, 40-godzinnego tygodnia pracy, bez potencjalnego odczuwania negatywnych skutków zdrowotnych. PEL jest wyrażony jako średnia ważona czasem w mikrogramach na metr sześcienny powietrza (µg/m³). Oto kilka przykładów wartości PEL OSHA:

- kadm: 5 µg/ m³
- tlenek cynku: 15 mg/ m³
- chrom: 5 µg/ m³
- tlenek żelaza: 15 mg/ m³
- kobalt: 0,1 mg/ m³

## 2. Jak można kontrolować narażenie pracowników na pył?

Najlepszym sposobem zmniejszenia narażenia na niebezpieczny pył jest instalacja systemów odpylania z wysokowydajnymi pierwotnymi i wtórnymi filtrami kasetowymi. Nośniki filtra pierwotnego należy dobierać do każdego zastosowania na podstawie wielkości cząstek pyłu, charakterystyki strumienia, ilości i rozkładu. Jeśli w systemie filtracji pierwotnej nie stosuje się filtrów HEPA, zaleca się stosowanie wtórnych filtrów HEPA.

Filtry wtórne zapobiegają uwalnianiu się niebezpiecznych pyłów do atmosfery i mogą być skonfigurowane w taki sposób, aby zapobiec zanieczyszczeniu kanałów powietrza powrotnego i związanym z tym wyciekom niebezpiecznego pyłu.

## 3. Jak dochodzi do wybuchu w odpylaczu?

Odpylacze to zamknięte zbiorniki, a każdy zamknięty zbiornik, który jest pełen suchych cząstek, jest narażony na wybuch.

Wybuch zwykle zaczyna się, gdy wewnątrz odpylacza znajduje się zawieszona chmura łatwopalnego pyłu o wysokim stężeniu. Gdy wentylator zasysa duże ilości powietrza, zewnętrzna iskra lub żar może zostać zassana do kolektora i zderzyć się z chmurą pyłu pod ciśnieniem, wywołując eksplozję. Źródłem iskry może być proces produkcyjny, niedopałek papierosa wrzucony do okapu odpylającego lub wyładowanie elektrostatyczne z niewłaściwie uziemionego pobliskiego sprzętu. Chociaż nie zawsze można zapobiec takim wybuchom, można je ograniczyć i zminimalizować za pomocą urządzeń przeciwwybuchowych. Zostanie to omówione w dalszej części artykułu.

## 4. Skąd wiadomo, że w zakładzie występuje palny pył?

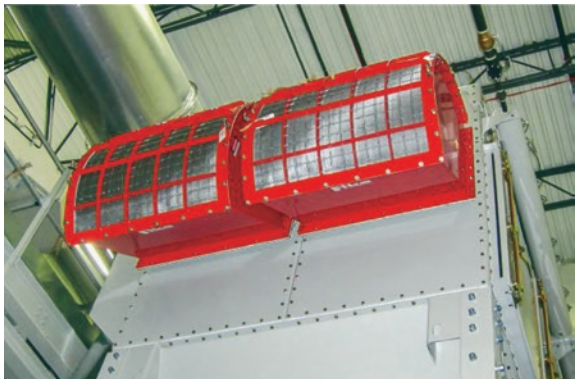
Normy NFPA (*National Fire and Protection Agency*) wymagają, aby wszystkie zakłady, które generują, przenoszą lub przechowują potencjalnie wybuchowy pył, badały go pod kątem palności. Normy te wymagają badania pyłu, nawet jeśli nigdy wcześniej nie doszło do incydentu z łatwopalnym pyłem – chyba że posiadasz dokumentację, która może wykazać, że pył nie jest łatwopalny. Testowanie pyłu pozwoli określić, czy pył ma wartość Kst i Pmax – jak duże ciśnienie wytwarza wybuch i jak szybko będzie się on przemieszczał. Dane te mówią, jak bardzo wybuchowy jest pył, i pomagają określić, jak najlepiej ograniczyć ryzyko ewentualnego zdarzenia. Jeśli OSHA stwierdzi, że w fabryce występuje nawet bardzo niski poziom Kst pyłu, a pracownik nie ma odpylacza z zabezpieczeniem przeciwwybuchowym, wówczas pracodawca prawdopodobnie zostanie ukarany mandatem.

## 5. Czy pył w twoim przedsiębiorstwie jest pyłem metalowym?

Jeśli pył jest uważany za metalowy, twój zakład jest w grupie podwyższonego ryzyka wybuchu łatwopalnego pyłu. Wiele pyłów metalowych jest wysoce łatwopalnych i może zwiększyć szanse wybuchu w odpylaczu. Należy dopilnować, aby system odpylania był prawidłowo zwymiarowany i wyposażony w odpowiednie filtry i urządzenia zabezpieczające, aby zmniejszyć ryzyko wybuchu.

## 6. Czy dany pył jest palny?

Łatwopalny pył stwarza większe ryzyko wybuchu łatwopalnego pyłu w odpylaczu. Nawet niewielka ilość pyłu może mieć poważne konsekwencje. Musisz poznać odpowiedź na powyższe pytanie, aby móc odpowiednio ograniczyć zagrożenia związane z pyłem palnym. Zalecamy wykonanie badania pyłu w renomowanym laboratorium zewnętrznym.



## 7. Jak ograniczyć eksplozje łatwopalnego pyłu?

Wybuchy łatwopalnego pyłu są zagrożeniem w wielu miejscach zakładu, ale jak wspomniano powyżej, jednym z najczęstszych miejsc jest sam system odpylania. Istnieje wiele typów urządzeń i systemów zgodnych ze standardami NFPA dotyczącymi ochrony przeciwwybuchowej systemów odpylania, z których najbardziej powszechne to odpowietrzniki przeciwwybuchowe i urządzenia do izolacji przeciwwybuchowej. Dostawca urządzeń odpylających będzie potrzebował wartości Kst i Pmax pyłu, aby prawidłowo dobrać rozmiar tych systemów zabezpieczających.

## 8. Jak działa odpowietrzanie przeciwwybuchowe?

Dobrze zaprojektowany otwór wentylacyjny wybuchu działa jako słaby element w obwiedni ciśnienia odpylacza. Odciąża on wewnętrzne ciśnienie spalania (ciśnienie wsteczne), zapobiegając rozerwaniu się odpylacza na kawałki. Funkcję odpowietrznika ilustruje poniższa seria zdjęć, przedstawiająca etapową deflagrację w odpylaczu kasetowym wyposażonym w odpowietrznik przeciwwybuchowy. Odpowietrzniki przeciwwybuchowe muszą być zgodne z normą NFPA 68 dotyczącą ochrony przeciwwybuchowej przez odpowietrzanie deflagracyjne. Standard ten zawiera wytyczne dotyczące projektowania, lokalizacji, instalacji i konserwacji tych urządzeń, tak aby gazy i ciśnienie pochodzące z deflagracji powodowały

Dobrze zaprojektowany otwór wentylacyjny wybuchu działa jako słaby element w obwiedni ciśnienia odpylacza. Odciąża on wewnętrzne ciśnienie spalania (ciśnienie wsteczne), zapobiegając rozerwaniu się odpylacza na kawałki.

minimalne szkody dla personelu oraz minimalne uszkodzenia strukturalne i mechaniczne.

### 9. Jakie są inne opcje poza wentylacją przeciwwybuchową?

Urządzenie odpowietrzające, jak pokazano na obrazku, pozwala na bezpieczne odpowietrzenie wybuchu w pomieszczeniach zamkniętych, chroniąc przed wydostaniem się zapłonu z kolektora. Nie jest to jednak zalecane w przypadku zastosowań związanych z toksycznym pyłem ze względu na ryzyko uwolnienia pyłu do pomieszczenia, w którym odbywa się odpowietrzanie. Wybierając taki system odpowietrzania, należy pamiętać o uzyskaniu dokumentacji wyników testów producenta z certyfikatem strony trzeciej i zachować je w dokumentacji. Zawory przeciwwybuchowe zapobiegają rozprzestrzenianiu się wybuchu i ciśnienia przez kanały wlotowe do obszaru procesu. Zintegrowane filtry monitorujące bezpieczeństwo odizolowują urządzenia znajdujące się za nimi od czoła wybuchu.

### 10. Jak zwymiarować odpowietrzniki i przewody odprowadzające, aby upewnić się, że są one odpowiednie dla twojego kolektora?

Rozdziały od 7 do 9 normy NFPA 68 zawierają obliczenia, których należy użyć do prawidłowego zwymiarowania otworów wentylacyjnych, kanałów wylotowych (zwanych również kanałami wentylacyjnymi) i innych elementów. Renomowany dostawca odpylaczy wykona obliczenia dotyczące wielkości otworów wentylacyjnych, opisane w rozdziale 8 (Odpowietrzanie deflagracji pyłów i mieszanin hybrydowych). Dostawca może również dostarczyć arkusz obliczeniowy, który stanie się częścią dokumentacji przechowywanej w placówce, wykazującej zgodność z przepisami.

### 11. Czy odpylacze należy instalować wewnątrz pomieszczeń, czy na zewnątrz?

Oczywiście umieszczanie odpylaczy na zewnątrz jest bezpieczniejszą opcją. Norma NFPA zaleca umieszczenie ich w miejscu, gdzie mogą odprowadzić pył do bezpiecznego obszaru bez dodatkowego zagrożenia dla zakładu lub personelu. Odpylacze umieszczone na zewnątrz muszą być zaprojektowane tak, aby wentylacja przebiegała z dala od budynków i zaludnionych obszarów. Jednak umieszczenie ich na zewnątrz nie zawsze jest wykonalne. Odpylacze zainstalowane w pomieszczeniach muszą być wyposażone w odpowiedni system ochrony przeciwwybuchowej.

”

Norma NFPA zaleca umieszczenie odpylaczy w miejscu, gdzie mogą odprowadzić pył do bezpiecznego obszaru bez dodatkowego zagrożenia dla zakładu lub personelu.

### 12. Czy recyrkulacja powietrza z odpylacza z powrotem do środowiska pracy jest dobrym pomysłem?

Recyrkulacja ogrzanego lub schłodzonego powietrza z powrotem do miejsca pracy może zapewnić znaczne oszczędności energii i wyeliminować koszty wymiany klimatyzowanego powietrza. Utrzymując powietrze w pomieszczeniach, można również uniknąć czasochłonnych procedur związanych z uzyskiwaniem pozwoleń, gdy zanieczyszczone powietrze jest wydalane na zewnątrz. Można bezpiecznie recyrkulować powietrze, nawet w przypadku pracy z pyłem wybuchowym, wyposażając odpylacz w filtr monitorujący bezpieczeństwo. Filtr ten pomaga odizolować dalszy sprzęt od czoła płomienia podczas wybuchu. Należy skonsultować się ze specjalistą w dziedzinie odpylania, aby ustalić, czy w danym zastosowaniu możliwe jest użycie filtrów z układem monitorującym bezpieczeństwo i zapewniającym recyrkulacje powietrza.

”

Recyrkulacja ogrzanego lub schłodzonego powietrza z powrotem do miejsca pracy może zapewnić znaczne oszczędności energii i wyeliminować koszty wymiany klimatyzowanego powietrza.

■

PROTEKT®

www.protekt.pl
+48 42 29 29 500

Mobilne stanowiska pracy zabezpieczające przed upadkiem z wysokości

# RJ500

www.protekt.pl/katalogi

Zobacz film!

**Dr. Rolf Zöllner,** *TÜV SÜD Industrie Service GmbH*

# Aktualizacje oprogramowania sterującego ruchem wind muszą nadal zapewniać bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo produktu oraz bezpieczeństwo operacyjne wind wymagają, aby oprogramowanie sterujące ich ruchem oraz jego aktualizacje znajdowały się pod kontrolą. W artykule podajemy listę standardów pomagających zmniejszyć zagrożenia dla układów sterowania ruchem wind.

Liczba nowoczesnych wind (dźwigów osobowych i towarowych), których praca jest monitorowana i sterowana przez systemy oprogramowania, obecnie rośnie, co czyni konfigurowanie oprogramowania układowego (firmware) i parametrów sprawą zasadniczą dla bezpiecznej pracy wind aż do następnego okresowego przeglądu technicznego. Właściciele budynków z windami oraz operatorzy tych urządzeń muszą sprawdzać, czy zainstalowane aktualizacje oprogramowania sterującego windami nie wpływają niekorzystnie na bezpieczeństwo produktu oraz operacyjne. W artykule podano porady na temat zarządzania oprogramowaniem bezpieczeństwa i sterowania ruchem.

Systemy windowe w Niemczech są klasyfikowane jako instalacje podlegające monitoringowi, zgodnie z Rozporządzeniem o Bezpieczeństwie i Higienie Pracy w Przemyśle (niem. *Betriebssicherheitsverordnung* – BetrSichV), które wdraża Dyrektywę Parlamentu Europejskiego 2009/104/EC dotyczącą bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego. Tak więc systemy windowe jako takie podlegają okresowym przeglądom technicznym (ang. *periodic technical inspections* – PTI).

W przeszłości takie przeglądy okresowe koncentrowały się głównie na komponentach czysto mechanicznych lub mechatronicznych. Weźmy tu na przykład ograniczniki prędkości. Są one wyzwalane mechanicznie, gdy kabina windy przekroczy pewną prędkość i zapewniają kontrolowane hamowanie kabiny za pomocą aparatu chwytnego (chwytacza).

Aby potwierdzić, że komponenty bezpieczeństwa funkcjonują niezawodnie i spełniają wszystkie wymagania, producenci przed wprowadzeniem swoich wyrobów na rynek zlecają jednostkom notyfikowanym weryfikację tych funkcji. Jednostki notyfikowane badają produkty pod względem takich kryteriów, jak materiały, projekt, budowa, produkcja oraz obciążenia graniczne. Części, które przejdą tego typu badania, mogą być wykorzystane przez producentów wind jako komponenty bezpieczeństwa, zgodnie z regułami bezpieczeństwa budowy oraz instalowania dźwigów osobowych i towarowo-osobowych, podanymi w normie EN 81-20.

Transparentność jest ważna, aby zapewnić, że sprzęt i oprogramowanie w kluczowych aplikacjach sterowania ruchem, takich jak wykorzystywane w windach (dźwigach), skutecznie zmniejszają ryzyko dla wszystkich osób podróżujących windami lub wykonujących na nich prace.
*Źródło: TÜV SÜD Industrie Service GmbH*

## Testy bezpieczeństwa sprzętu i oprogramowania

Systemy sprzętowe i programowe są w coraz większym stopniu wykorzystywane do kontrolowania, monitorowania lub

> Aby potwierdzić, że komponenty bezpieczeństwa funkcjonują niezawodnie i spełniają wszystkie wymagania, producenci przed wprowadzeniem swoich wyrobów na rynek zlecają jednostkom notyfikowanym weryfikację tych funkcji.

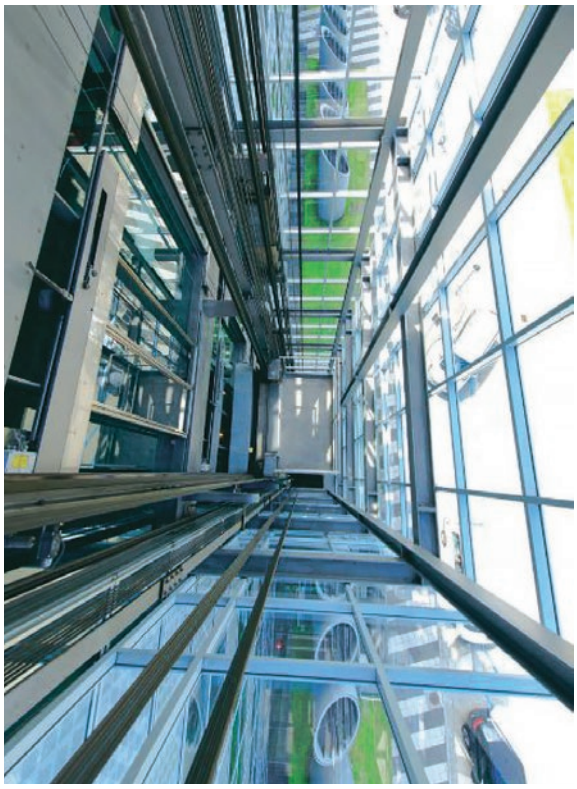
zastępowania czysto mechanicznych funkcji bezpieczeństwa. Aby to zrealizować, do funkcji czysto operacyjnych wprowadzane są niezależne „obwody zabezpieczające", obejmujące taki sprzęt, jak czujniki, systemy sterowania i elementy wykonawcze oraz oprogramowanie do przetwarzania i oceny danych cyfrowych. Jednak fakt, że części wind mają komponenty sprzętowe i programowe, nie zmienia procedur testowania na certyfikaty bezpieczeństwa – sprzęt i oprogramowanie muszą być ocenione w zakresie tego typu badań.

Podczas normalnej pracy windy system zainstalowanych w szybie czujników kontroluje i monitoruje położenie kabiny podczas jazdy w górę i w dół. Oprogramowanie zainstalowane w nowoczesnych systemach odwzorowania położenia kabiny windy potrafi także sterować procesami regulacji przyśpieszania, prędkości i hamowania. Dane mogą być wykorzystane do identyfikowania nieprawidłowego pod względem bezpieczeństwa funkcjonowania, inicjowania odpowiednich działań korygujących oraz sprowadzania windy do stanu bezpiecznego. Wymaga to, aby system sprzętu i oprogramowania identyfikował kluczowe warunki operacyjne oraz wyzwalał odpowiednie funkcje, jednak nie powodując w żaden sposób „przesadnej reakcji". Aparat chwytny nie może zadziałać podczas normalnej pracy windy.

## Norma IEC 61508-3 jako odpowiednia dla oprogramowania

Wymagania techniczne i proceduralne dla związanych z bezpieczeństwem funkcjonalnym systemów elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych (określanych mianem systemów E/E/EP; ang. *electrical, electronic and programmable electronic systems*) są zdefiniowane w serii międzynarodowych standardów IEC 61508, dotyczących systemów związanych z bezpieczeństwem. Część 3. tej serii standardów podaje specyfikację aspektów oprogramowania związanego z bezpieczeństwem, w tym wymagania dla cyklu życia bezpieczeństwa, używanych narzędzi oraz jakości dokumentacji i dotyczy oprogramowania.

Oprogramowanie zainstalowane w sterowniku windy musi być także skonfigurowane dokładnie według specyficznego środowiska pracy tej windy oraz czujników zainstalowanych w szybie. Takie parametry, jak masa windy, wartości



Podczas testowania sprzętu i oprogramowania w krytycznych aplikacjach sterowania ruchem, takich jak wykorzystywane w windach (dźwigach), należy stosować odpowiednie praktyki.
*Źródło: TÜV SÜD Industrie Service GmbH*

prędkości powodujące zadziałanie ogranicznika oraz odwzorowanie położenia kabiny w szybie, muszą być prawidłowo odzwierciedlone i przetworzone przez oprogramowanie. Należy podjąć odpowiednie działania, aby zapewnić, że oprogramowaniem tym nie mogą manipulować niepowołane osoby. Wymaganie to nie jest ograniczone do inteligentnych systemów podłączonych do Internetu czy innych sieci; dotyczy ono wszystkich wind.

## Aktualizacje i zmiany w oprogramowaniu, praca w sieci

Nawet dokonywane przez upoważnione osoby zmiany w oprogramowaniu, takie jak zmiany w konfiguracji parametrów, mogą się okazać wyzwaniami podczas przeglądów technicznych, chyba że są bezpośrednio oraz natychmiastowo identyfikowane na podstawie testów działania lub wyraźnych informacji pochodzących z oprogramowania. Informacje na temat wersji oprogramowania zainstalowanego w systemie są często podane na naklejce.

Jednak weryfikacja tego, czy informacje te są nadal aktualne lub czy oprogramowanie nie zostało zaktualizowane i przez kogo, może nie być łatwa. Osoby dokonujące przeglądu technicznego mogą nie być w stanie określić z całkowitą pewno-

Systemy sprzętowe i programowe są w coraz większym stopniu wykorzystywane do kontrolowania, monitorowania lub zastępowania czysto mechanicznych funkcji bezpieczeństwa. Aby to zrealizować, do funkcji czysto operacyjnych wprowadzane są niezależne „obwody zabezpieczające", obejmujące taki sprzęt, jak czujniki, systemy sterowania i elementy wykonawcze oraz oprogramowanie do przetwarzania i oceny danych cyfrowych.

ścią konsekwencji zmian dla funkcji bezpieczeństwa lub zweryfikować, czy system sterowania windy nadal wykorzystuje to samo oprogramowanie co podczas wykonywania badania typu WE. Jest to dokumentowane w protokole z przeglądu okresowego jako niezgodność.

Dodatkowo sprawy się komplikują ze względu na fakt, że windy w coraz większym stopniu stają się „inteligentne". Digitalizacja, połączenia sieciowe oraz technologie Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT) otwierają obecnie nowe możliwości w serwisowaniu i konserwacji dźwigów. Na przykład scentralizowane sprawdzanie danych windy umożliwia precyzyjne przewidywanie zachowań użytkownika, zużycia lub nieprawidłowego funkcjonowania komponentów wind. Może to pomóc w zwiększeniu dyspozycyjności systemów windowych oraz zoptymalizować praktyki serwisowe dla celów konserwacji prognozowanej.

Z drugiej zaś strony te nowe możliwości generują też nowe problemy w takich obszarach, jak integralność danych i cyberbezpieczeństwo, które nie są objęte normą IEC 61508. Co się stanie, jeśli na przykład pliki aktualizacji oprogramowania zostaną wysłane bezprzewodowo? Czy możemy na pewno wykluczyć uszkodzenia tych plików lub manipulowanie nimi podczas takiego przesyłu? Czy podjęto środki ostrożności, aby zapobiec dokonaniu przypadkowych zmian w oprogramowaniu przez techników serwisu, własnych lub z firmy zewnętrznej, albo na skutek ataków hakerów? Problemami tymi zajmują się inne standardy, takie jak seria IEC 62443, opisująca możliwości zabezpieczeń dla komponentów systemów sterowania, oraz ISO 27001, dotycząca zarządzania bezpieczeństwem informacji.

Jeśli są prawidłowo stosowane, te standardy bezpieczeństwa zapewniają jednoznaczną weryfikację podczas okresowego przeglądu technicznego. Kluczowymi aspektami w tym kontekście są: przedłożenie odpowiednich informacji, kodów i raportów przez producentów oraz starannej i odtwarzalnej dokumentacji konfiguracji systemu. Metody wymagane przez normę IEC 61508 obejmują odpowiedni cykl życia bezpieczeństwa w tworzeniu oprogramowania, operację konfiguracji, zarządzanie wydawaniem oprogramowania oraz tworzenie podręcznika bezpieczeństwa.

W praktyce identyfikacja bieżącej wersji oprogramowania jest realizowana za pomocą takich metod, jak kod kreskowy QR, podany na etykiecie lub w postaci adnotacji w dokumentacji windy. Osoby przeprowadzające kontrolę techniczną mogą zeskanować te kody za pomocą swojego tabletu czy smartfona i zalogować się do systemu za pomocą swojego, chronionego hasła. Następnie mogą uzyskać dostęp do dokumentacji sprzętu oraz wszystkich informacji związanych z bezpieczeństwem na temat wersji oprogramowania (wartość CRC), wykorzystywanego przez system sterujący windą.

## Bezpieczeństwo funkcjonalne oraz cyberbezpieczeństwo

Norma IEC 61508 wskazuje obecnie sposoby zapobiegania systematycznym błędom oraz błędnym wpisom w oprogramowaniu oraz podczas jego aktualizacji. Systemy zapewnienia jakości oraz systemy zarządzania w dziedzinie bezpieczeństwa funkcjonalnego dokonują tu cennego wkładu. Jednak, ponieważ wzajemne połączenia sieciowe systemów windowych się rozrastają, to tak samo dzieje się z wymaganiami dotyczącymi cyberbezpieczeństwa. Standard IEC 62443 jest tu odpowiednią bazą normatywną.

Podczas sprawdzania funkcji związanych z bezpieczeństwem obydwa standardy muszą być stosowane razem, przy czym bezpieczeństwo funkcjonalne musi być na pierwszym miejscu. To pozwala producentom, operatorom, serwisantom oraz organizacjom wykonującym testy na efektywne udowadnianie, że systemy windowe spełniają wymagania dotyczące bezpieczeństwa.

*Dr. Rolf Zöllner jest kierownikiem ds. rozwoju biznesu w technologii obsługi w firmie TÜV SÜD Industrie Service GmbH.*

■

### Więcej INFORMACJI

**SŁOWA KLUCZOWE: bezpieczeństwo sterowania ruchem, bezpieczeństwo w dźwigach osobowych i towarowych, bezpieczeństwo w windach**

**Systemy sprzętowe i oprogramowania** są w coraz większym stopniu wykorzystywane do kontroli, monitorowania lub zastępowania czysto mechanicznych funkcji bezpieczeństwa w sterowaniu ruchem.

**Kluczowe aplikacje sterowania ruchem** stają się obecnie w coraz większym stopniu „inteligentne", co obejmuje sprzęt, oprogramowanie oraz połączenia z innymi systemami.

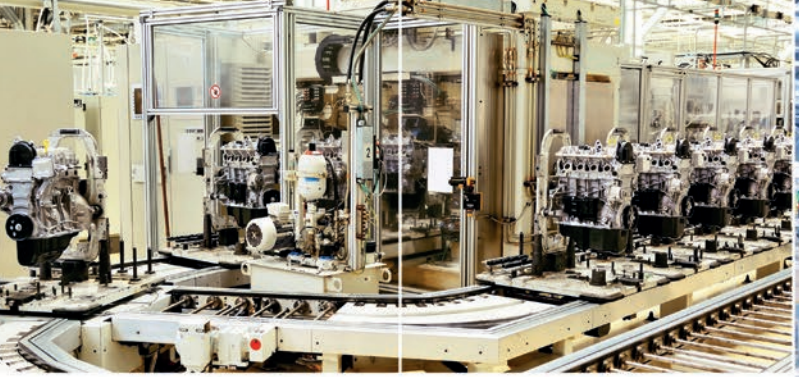
**Różne standardy i normy** pomagają zmniejszyć zagrożenia dla bezpieczeństwa w kluczowych aplikacjach sterowania ruchem, takich jak windy.

**DO ROZWAŻENIA**

Jakie standardy są wykorzystywane w Twojej firmie do pomocy przy projektowaniu, testowaniu oraz przeglądach technicznych sprzętu i oprogramowania do sterowania ruchem?

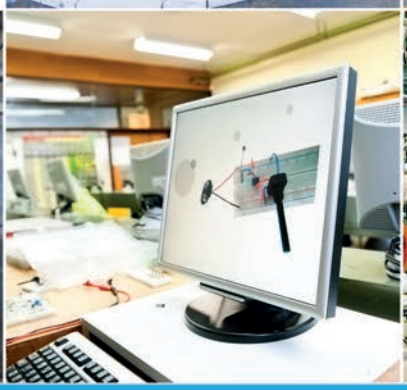
**ONLINE:**

www.controleng.com/magazine
www.controleng.com/international
www.tuvsud.com/en/industries/real-estate/lifts-cranes-and-conveyors
www.tuvsud.com/en/industries/manufacturing/machinery-and-robotics



PS & MS

INDUSTRIAL SERVICES



## OCENA ZGODNOŚCI MASZYN Z WYMAGANIAMI ZASADNICZYMI
## DOSTOSOWANIE MASZYN LINII PRODUKCYJNYCH DO WYMAGAŃ MINIMALNYCH
## AUTOMATYZACJA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH
## ROBOTYKA MODERNIZACJA MASZYN

**13 LAT DOŚWIADCZENIA NA RYNKU • KILKADZIESIĄT ZMODERNIZOWANYCH MASZYN ORAZ LINII PRODUKCYJNYCH**

PS & MS INDUSTRIAL SERVICES

ul. Kopalniana 9
59-100 Polkowice

tel. +48 76 724 09 93
kom. +48 608 390 903

biuro@psams.pl

www.psams.pl

**Klaus Matzker,** *Posital Fraba*

# Enkodery z certyfikatem bezpieczeństwa oraz enkodery redundantne w systemach sterowania ruchem

W systemach sterowania ruchem kluczem do poprawy bezpieczeństwa operacyjnego jest zapewnienie, że czujniki wykorzystywane przez te systemy do utrzymania kontroli nad ruchem są wiarygodne.

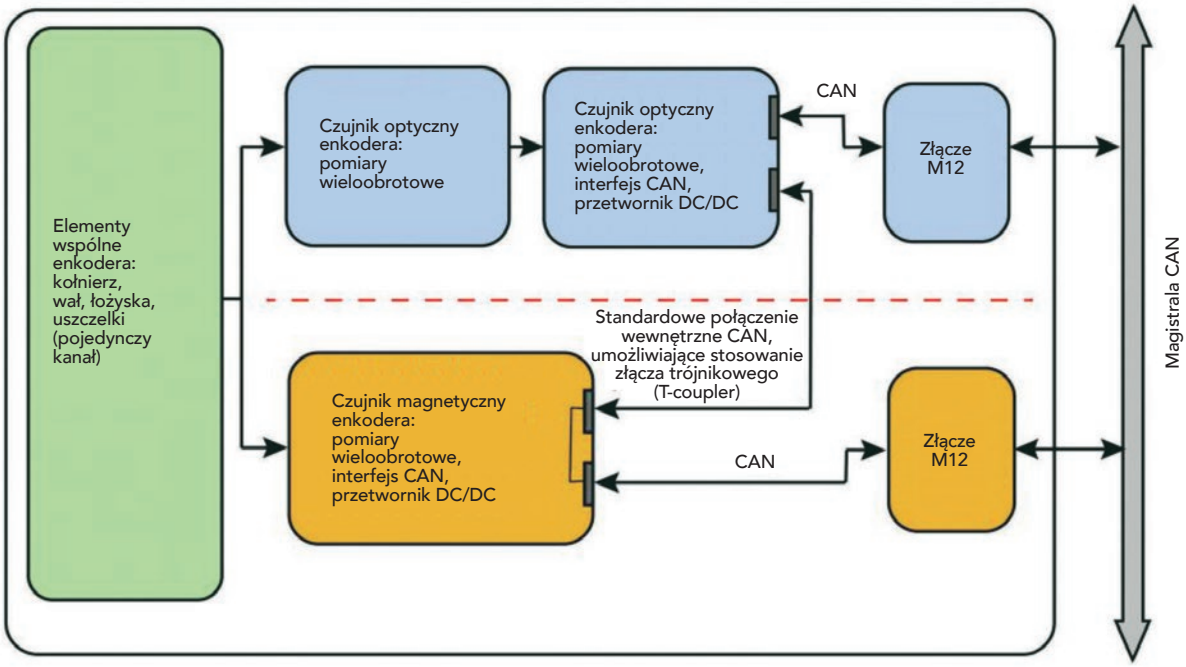
Bezpieczeństwo powinno być zawsze ważnym celem projektowym. Jest to szczególnie ważne w przypadku takich maszyn, jak windy, dźwigi, roboty przemysłowe lub maszyny budowlane, gdzie awaria sprzętu lub utrata kontroli nad nim może spowodować poważne obrażenia u ludzi lub szkody materialne. W niektórych krajach formalne analizy bezpieczeństwa, mające na celu zmniejszenie ryzyka poważnych wypadków, są wymagane przez prawo.

W przypadku systemów sterowania ruchem kluczem do poprawy bezpieczeństwa operacyjnego jest zapewnienie, że czujniki wykorzystywane przez te systemy do utrzymania kontroli nad ruchem są godne zaufania. Czujniki takie jak enkodery, inklinometry oraz inne muszą zapewniać niezawodne dostarczanie informacji zwrotnych o ruchu/położeniu sterowanych elementów mechanicznych. W przypadku awarii czujnika urządzenia te muszą przesłać do systemu sterowania wyraźny komunikat, że pętla sprzężenia zwrotnego została uszkodzona i należy podjąć działania w celu ograniczenia lub wstrzymania pracy sterowanego urządzenia.

Powszechnie stosowaną metodą zapewnienia niezawodności i bezpieczeństwa systemów sterowania ruchem jest włączenie pewnego stopnia redundancji do pętli sprzężenia zwrotnego. Jeżeli system sterowania otrzymuje podobne sygnały z dwóch różnych czujników zainstalowanych do pomiaru tej samej wielkości mechanicznej, to można przyjąć, że obydwa działają prawidłowo. Natomiast rozbieżności pomiędzy sygnałami z obu tych czujników będą wskazywały na błąd.

## Enkodery z certyfikatem bezpieczeństwa

Na rynku dostępne są enkodery pochodzące od kilku producentów czujników. Enkodery te mają wbudowaną redun-




**Rys. 1.** Elementy enkodera absolutnego: czujnik optyczny i czujnik magnetyczny. Mierzą one wartość położenia w trybie jedno- i wieloobrotowym, nie wymagają ani zasilania bateryjnego, ani konserwacji.
*Źródło: Posital Fraba*

**Fot. 2.** Enkodery bezpieczeństwa mogą być wykorzystywane w takich zastosowaniach, jak ciężki sprzęt budowlany i maszyny samojezdne, technika dźwigowa i windowa, aż po skomplikowaną technikę sceniczną dla złożonych produkcji.

*Źródło: Posital Fraba*

dancję w formie dwóch oddzielnych modułów pomiaru obrotów, zainstalowanych w jednej obudowie i współdzielących jeden wał. Specjalny układ weryfikujący monitoruje sygnały wyjściowe z tych dwóch modułów w celu sprawdzenia zgodności wyników pomiarów. W przypadku wykrycia rozbieżności układ ten zablokuje przesyłanie zakwestionowanych danych do sterownika, wskazując na błąd. Dzięki tej funkcjonalności, określanej mianem *fail-safe* (uszkodzenie w kierunku bezpiecznym), enkodery te mogą uzyskać certyfikat na poziom bezpieczeństwa PL d, Kat. 3 (zgodnie z normą bezpieczeństwa ISO 13849) lub SIL 3 (zgodnie z IEC 61508). Certyfikacja jest wykonywana przez specjalne licencjonowane agencje.

Enkodery z certyfikatem bezpieczeństwa mogą być stosowane do usprawnienia opracowywania systemów o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa, ponieważ jest zagwarantowane, że będą one dostarczać do układu sterowania albo zweryfikowane dane o położeniu, albo wyraźne wskazanie, że wystąpił błąd. Mają jednak pewną wadę. Podejście to może


INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU

Niezawodne źródło wiedzy

Inżynieria & Utrzymanie Ruchu prezentuje najwyższej jakości artykuły w zakresie sprawnego funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych.

W naszej ofercie mamy:

Portal Dodatki tematyczne Newslettery Reklama E-wydanie Konferencje Szkolenia

Zamów prenumeratę

www.utrzymanieruchu.pl

być nieelastyczne przy obsłudze sytuacji awaryjnych, ponieważ czujniki te po prostu się wyłączają i nie dostarczają wskazówek, jak sprowadzić maszynę do stanu bezpiecznego.

Certyfikowane urządzenia mogą być również droższe od zwykłych enkoderów ze względu na koszt uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa od niezależnego laboratorium badawczego. Ponadto są one dostępne tylko w ograniczonej liczbie konfiguracji mechanicznych, więc konstruktor maszyny może być zmuszony do zastosowania adapterów, aby dopasować je do projektu.

## Wybór enkoderów redundantnych

Enkodery redundantne (ang. *diverse-redundant*, dosł. „ze zróżnicowaną redundancją") stanowią tańszą i bardziej elastyczną alternatywę dla enkoderów certyfikowanych w systemach sterowania ruchem związanych z bezpieczeństwem. Podobnie jak ich certyfikowane odpowiedniki, urządzenia te mają dwa moduły pomiarowe we wspólnej obudowie (redundancja). Jednak w tym przypadku sygnały z obu systemów pomiarowych są przesyłane do sterownika (takiego jak sterownik programowalny lub komputer przemysłowy) za pośrednictwem sieci CANopen. Kontroler nadzorujący jest odpowiedzialny za porównanie danych wyjściowych z dwóch częściowo niezależnych systemów pomiarowych w celu weryfikowania, czy oba działają prawidłowo.

Aby zredukować niebezpieczeństwo wystąpienia usterek spowodowanych wspólną przyczyną, urządzenia te wykorzystują dwie różne technologie pomiarowe – magnetyczną i optyczną. Oba systemy pomiarowe są zamontowane na wspólnym wale i zainstalowane we wspólnej obudowie. Rozdzielczość takiego enkodera wynosi 16 bitów na obrót.

Lista dostępnych opcji wykonania takich enkoderów obejmuje: wytrzymałe mechanicznie obudowy o stopniu ochrony aż do IP67, różne typy złączy oraz wiele wariantów kołnierzy i wałów (z wałem drążonym lub pełnym). Taki szeroki zakres wyboru umożliwia projektantowi dobranie konfiguracji, która może być zintegrowana z nowymi lub istniejącymi maszynami. Komunikacja jest realizowana za pośrednictwem interfejsu CANopen.

Enkodery typu *safety-ready* (gotowe do zastosowania w systemach związanych z bezpieczeństwem) są przystosowane do pracy w trudnych środowiskach oraz w szerokim zakresie temperatur roboczych. Część magnetyczna enkodera jest wytrzymała mechanicznie, natomiast elementy optyczne zostały specjalnie zabezpieczone przed kondensacją pary wodnej poprzez dodanie dodatkowej membrany. Czujniki z elementami optycznymi i magnetycznymi to enkodery absolutne, które mierzą wartość położenia kątowego w trybie jedno- i wielo-obrotowym. Nie wymagają ani baterii zasilającej, ani konserwacji.

Urządzenia te mogą być przystępniejsze cenowo i bardziej uniwersalne niż specjalistyczne enkodery z certyfikatem bezpieczeństwa, a jednocześnie często są skuteczne w zakresie poprawy bezpieczeństwa funkcjonalnego. Aby pomóc klientowi w uzyskaniu certyfikatu bezpieczeństwa dla systemu sterowania ruchem, producent czujnika dostarcza dane dotyczące średniego czasu do niebezpiecznej awarii/uszkodzenia (ang. *mean time to dangerous failure* – MTTFd).

Szeroki zakres zastosowań enkoderów bezpieczeństwa rozciąga się od ciężkiego sprzętu budowlanego i maszyn mobilnych, poprzez technikę dźwigową i windową, aż po skomplikowaną technikę sceniczną dla złożonych produkcji.

## Wybór typu enkoderów bezpieczeństwa

W przypadku produktów jednorazowych lub niskonakładowych, opracowywanych w ograniczonym czasie, wygoda pracy z enkoderami z certyfikatem SIL lub PL (krótszy czas opracowywania, mniejsza wymagana wiedza z zakresu bezpieczeństwa) może przeważyć nad wyższą ceną i ograniczoną dostępnością tych urządzeń na rynku.

Natomiast w przypadku wielu projektów efektywnym i ekonomicznym rozwiązaniem mogą być enkodery redundantne. Dwa niezależne kanały pomiarowe stanowią solidną podstawę do budowy maszyn, które mogą uzyskać certyfikat na poziom bezpieczeństwa PL d, Kat. 3, zgodnie z normą ISO 13849. Ponadto enkodery redundantne zapewniają również elastyczność w przypadku nieprawidłowego funkcjonowania. W niektórych przypadkach, system sterowania może być w stanie wykorzystać informacje z innego systemu, aby dokonać uzasadnionej oceny, który z redundantnych modułów pomiarowych działa nieprawidłowo i czy moduł, który nadal działa poprawnie, może dostarczyć użytecznych danych o położeniu.

W takim przypadku projektant może wdrożyć ograniczony tryb pracy, aby przedłużyć dyspozycyjność maszyny do czasu, gdy będzie można wymienić uszkodzony element na nowy.

*Klaus Matzker, menedżer produktu w firmie Posital Fraba.*

■

*Więcej* INFORMACJI

**SŁOWA KLUCZOWE:**
**bezpieczeństwo maszyn, enkodery do maszyn, sterowanie ruchem**

**Bezpieczeństwo** powinno być jednym z głównych aspektów projektowania każdej ciężkiej maszyny.

**Enkodery z certyfikatem bezpieczeństwa** mogą pomóc usprawnić opracowywanie systemów o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa.

**Enkodery magnetyczne i optyczne** również mogą przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa.

**DO ROZWAŻENIA**
W jaki sposób czujniki ruchu mogą pomóc w rozwiązywaniu problemów związanych z bezpieczeństwem maszyn i sterowaniem ruchem?

**MATERIAŁY ONLINE**
Dodatkowe informacje na temat sterowania ruchem i bezpieczeństwa maszyn są podane na stronie www.controlengineering.pl.

**Dr Todd Mason-Darnell,** *FS Engineering,* **Pamela Horbacovsky**, *Omron Automation Americas*

# Trzy sposoby na uniknięcie pułapek w projektowaniu systemów bezpieczeństwa dla maszyn i urządzeń wykonujących ruch

Konstruktorzy maszyn, poprzez wykonanie oceny ryzyka i zapewnienie zainstalowania właściwego sprzętu, mogą pomóc użytkownikom końcowym uniknąć zdarzeń związanych z zagrożeniem dla bezpieczeństwa w urządzeniach i systemach związanych z ruchem.

NX-SL5 firmy Omron, jako jedyny sterownik obsługujący jednocześnie dwie sieci bezpieczeństwa, ułatwia podłączanie serwonapędów za pośrednictwem sieci FSoE (*FailSafe over Ethernet*, wspierające funkcjonalność bezpieczeństwa w Ethernecie poprzez protokół EtherCAT) i umożliwia kontrolę nad bezpieczeństwem z krótkim czasem cyklu w zastosowaniach związanych z ruchem.
*Źródło: Omron Automation Americas*

Poprzez proaktywne projektowanie systemów bezpieczeństwa w produktach związanych z ruchem, konstruktorzy maszyn oraz inżynierowie mogą zapewnić zgodność tych produktów z przepisami. Co ważniejsze, mogą oni chronić przyszłych operatorów tych maszyn i urządzeń oraz wzmocnić relacje z użytkownikami końcowymi.

Każdy zautomatyzowany ruch wewnątrz maszyny, taki jak wykonywany przez silnik lub serwomechanizm, może potencjalnie spowodować poważny wypadek. Postępowanie według opisanych niżej trzech strategii może pomóc konstruktorom maszyn oraz inżynierom zmniejszyć ryzyko powstania poważnych obrażeń użytkowników tych urządzeń.

## 1. Przeprowadzenie oceny ryzyka na wszystkich etapach opracowywania maszyny

Oceny ryzyka są niezbędne do zrozumienia potrzeb w zakresie bezpieczeństwa maszyn. Ocenę ryzyka należy przeprowadzać w miarę potrzeb, przy czym co najmniej jedną na każdym z następujących etapów konstruowania maszyny: koncepcyjnego, projektowania oraz po zakończeniu projektowania maszyny. Zaprojektowanie zabezpieczeń w maszynie jest znacznie łatwiejsze i tańsze niż ich późniejsze doposażenie. Użytkownicy końcowi na pewno zwrócą na to uwagę.

Najlepszą praktyką jest zlecenie oceny ryzyka niezależnemu ekspertowi. Zmniejsza to prawdopodobieństwo, że cokolwiek może być pozostawione do uznania lub interpretacji użytkownika. Wykonanie oceny ryzyka przez niezależną wyspecjalizowaną firmę może zmniejszyć pokusę pójścia na skróty lub dokonania oceny ryzyka jako mniej poważnego niż istniejące w rzeczywistości.

## 2. Zlecenie wykonania pomiaru lub obliczenia czasu zatrzymania maszyny

Niektóre urządzenia bezpieczeństwa, takie jak kurtyny świetlne, są przeznaczone do zatrzymania niebezpiecznego ruchu maszyny, jeżeli jakaś osoba przekroczy granice określonej strefy (niebezpiecznej). Jednak zatrzymanie ruchu maszyny zawsze wymaga pewnego czasu. Aby zapobiec zranieniu, urządzenie zabezpieczające musi być umieszczone na tyle daleko, aby osoba wchodząca do strefy chronionej nie mogła dotrzeć do źródła zagrożenia tak długo, dopóki maszyna nie przestanie wykonywać niebezpiecznego ruchu.

Pomiary czasu zatrzymania maszyn i urządzeń, których wyniki zapewniają zainstalowanie urządzeń bezpieczeństwa w minimalnej dopuszczalnej odległości chroniącej operatorów, powinny być wykonywane co roku. Jeżeli ograniczenia sprzętowe lub złożoność aplikacji utrudniają ten pomiar, czas zatrzymania należy obliczyć, sumując dane dostarczone przez producentów oryginalnego wyposażenia (OEM) dla każdego elementu wyposażenia oraz dodatkowo zwiększyć wynik o 10–15%, aby uwzględnić różnice w wyposażeniu i pogorszenie wydajności.

## 3. Zainstalowanie zabezpieczeń w linii zasilającej, a nie w układzie sterowania maszyny

Często pojawia się pokusa, aby zainstalować zabezpieczenia silnika lub serwonapędu w jego obwodzie sterowania, a nie w linii zasilającej. Niestety jednak, jeżeli zabezpieczenie zostanie aktywowane, to odetnie tylko zasilanie układu logicznego urządzenia wykonującego niebezpieczny ruch, a nie obwodów prądowych tego urządzenia. Jeśli obwód sterujący ulegnie awarii, silnik lub serwomechanizm może nadal pracować i stanowić zagrożenie dla osób znajdujących się w pobliżu.

Powodem, dla którego ludzie czasami wykorzystują układ sterowania maszyny do instalowania zabezpieczeń, jest to, że jest to tańsze i łatwiejsze do wykonania. Urządzenia zabezpieczające są często oceniane na podstawie wielkości przenoszonej mocy. Urządzenia zabezpieczające przeznaczone do zainstalowania w linii zasilającej są zbudowane na większe wartości mocy, w przeciwieństwie do zabezpieczeń układów sterowania. Niemniej jednak oszczędzanie pieniędzy kosztem zmniejszenia bezpieczeństwa nigdy nie jest dobrym pomysłem.

Konstruktorzy maszyn, stosując się do tych trzech zaleceń, mogą pomóc użytkownikom końcowym zarówno uniknąć kar ze strony organów państwowych, jak również poważnych wypadków spowodowanych przez ich maszyny. To z kolei poprawi reputację producentów maszyn i ugruntuje zaufane relacje z klientami.

*Dr Todd Mason-Darnell, menedżer ds. marketingu usług i bezpieczeństwa, firma FS Engineering (TÜV Rheinland); Pamela Horbacovsky, menedżer produktu – produkty bezpieczeństwa, firma Omron Automation Americas.*

■

Albeco

# SIT – niezawodne produkty do przeniesienia napędu

Marka SIT S.p.A od ponad 50 lat zajmuje się opracowywaniem i wytwarzaniem nowoczesnych i niezawodnych produktów do przeniesienia napędu.

Doświadczenie firmy SIT opiera się na innowacyjnych projektach oraz wysokiej jakości i niezawodności produktach posiadających certyfikaty ISO 9001, ATEX i ROHS. Dzięki umiejętności połączenia ludzkiej kreatywności i nowoczesnych technologii, SIT to niekwestionowany lider w branży.

## Sprzęgła SIT: szeroki asortyment rozwiązań skrojonych na miarę.

Przykładając bardzo dużą uwagę do rosnących potrzeb klientów, SIT, marka z długoletnimi doświadczeniem w rozwiązaniach przeniesienia napędu, oferuje bogaty asortyment sprzęgieł i tulei zaciskowych. Dzięki nieprzerwanej współpracy z biurami technicznymi klientów, SIT opracował szerokie portfolio sprzęgieł i elementów zaciskowych. Ich nieustanny rozwój umożliwia zachowanie elastyczności przy doborze rozwiązań dla konkretnych zastosowań.

**ZDJĘCIE 1:** Sprzęgła i tuleje mocujące SIT

SIT szczyci się bogatą historią w produkcji układów przeniesienia napędu i oferuje obecnie wszystkie komponenty takich zespołów: sprzęgła, napędy pasowe, systemy mocujące, wsporniki i łączniki, serwo reduktory, pasy modułowe i instrumenty kontrolujące pracę przekładni. W szczególności SIT poświęca dużo uwagi produktom do przenoszenia napędu w sposób bezluzowy, takim jak modele TRASCO ES i SERVOPLUS. Są to najbardziej innowacyjne produkty stworzone specjalnie dla branż, w których obecność SIT jest wyraźnie zaznaczona: zautomatyzowanych maszynach pakujących, siłownikach elektrycznych i suwnicach. Wszystkie podzespoły są produkowane w zakładach SIT.

## Szeroki asortyment sprzęgieł wytwarzanych przez SIT obejmuje:

- Sprzęgła ogólnego przeznaczenia:
  - Z łącznikiem z poliuretanu lub gumy
  - Sztywne, z zębami
  - Sztywne, z płytkami
- Sprzęgła do serwonapędów lub sprzęgła bezluzowe:
  - Z łącznikiem z poliuretanu
  - Mieszkowe
  - Sztywne, z płytkami

Mówiąc bliżej o sprzęgłach elastycznych, są one zasadniczo wykonane z dwóch podzespołów: piasty i elastycznego łącznika.

Piasty są wykonane z najwyższej jakości materiałów i zapewniają doskonałą wydajność w optymalnej cenie. Są dostępne w wielu wersjach, co pozwala na dobranie ich pod określone zastosowania.

Sercem sprzęgła jest elastyczny łącznik, który jednocześnie determinuje termomechaniczne parametry działania takiego elementu. SIT to jedno z niewielu włoskich przedsiębiorstw tej branży, wytwarzające elementy elastyczne we własnym zakładzie produk-

cyjnym, a nie pozyskujące je od firm zewnętrznych. Dzięki znajomości konstrukcji i pochodzącej z pierwszej ręki wiedzy na temat łącznika sprzęgła, SIT dokładnie wie jakie będą parametry działania konkretnego sprzęgła.

## Sprzęgło z wałem pośrednim opracowane na zamówienie.

W ramach obecnej już od dawna na rynku rodziny TRASCO ES, SIT nieprzerwanie opracowuje produkty spełniające nowe oczekiwania klientów. GES LR3, sprzęgło z wałem pośrednim, to mocna strona oferty SIT, powszechnie stosowany w suwnicach do łączenia siłowników liniowych z pasami z poliuretanu. To optymalny sposób na wykonanie połączenia dwóch oddalonych od siebie wałów, umożliwiający ponadto bezluzowe przeniesienie napędu.

SIT z powodzeniem oferuje ten produkt do zastosowań w zautomatyzowanych systemach paletyzujących i przeładunkowych. Wykonany całkowicie z aluminium produkt ma niską bezwładność. Wsparcie ze strony biura technicznego SIT pozwala na projektowanie niestandardowych rozwiązań, nawet z użyciem wałów z włókna węglowego, które pozwalają na uzyskanie bardzo dużych prędkości obrotowych.

**ZDJĘCIE 2:** Sprzęgło Trasco ES z wałem pośrednim GE LR3 - wersja z wałem pośrednim o zwiększonej sztywności.

Sprzęgła SIT można stosować zamiennie. Przykładowo, trzech różnych klientów może stosować trzy różne rodzaje sprzęgieł dla takiego samego zastosowania. Ponieważ nie regulują tego żadne konkretne przepisy, dobór optymalnego przegubu jest zadaniem projektanta. Dlatego właśnie SIT oferuje produkt uzupełniający – sprzęgło: złącze mieszkowe SERVOPLUS, które charakteryzuje się wysoką sztywnością skrętną, brakiem luzów i niską bezwładnością, a więc cechami eliminującymi wady złącz elastycznych w zastosowaniach, w których wymagana jest zwiększona sztywność.

## Nowy zakład produkcyjny tulei zaciskowych.

Nieustanny rozwój firmy SIT S.p.A przyczynił się między innymi do powołania do życia nowego zakładu produkcyjnego w miejscowości Zogno (BG), we Włoszech. Będzie on wytwarzać w szczególności elementy zaciskowe dla połączeń piasty z wałem serii

**ZDJĘCIE 3:** Sprzęgło mieszkowe SERVOPLUS

SIT-LOCK® zaprojektowane i wytwarzane z myślą o zaspokojeniu potrzeb płynących z różnych obszarów rynku. Bogate doświadczenia w produkcji tulei zaciskowych było doskonałym bodźcem do zainwestowania w zaawansowane technologie, które w przyszłości staną się wyznacznikiem standardów.

**ZDJĘCIE 4:** Tuleje zaciskowe SIT-LOCK

**Powierz przeniesienie napędu w swoim przedsiębiorstwie silnej i pewnej marce z 50 letnim doświadczeniem.**

sit DRIVE SOLUTIONS
ALBECO
www.albeco.com.pl
Autoryzowany Dystrybutor

Kupuj w e-sklepie

Zapewniamy profesjonalne i fachowe doradztwo Specjalistów Albeco przy zakupie produktów SIT:
**Albeco**, ul. Południowa 71, 62-064 Plewiska
e-mail: sprzegla@albeco.com.pl, tel. 61 60 00 193

**Mark Dziedzic,** *SolaHD*

# Prawidłowy dobór ochronników przepięciowych

Aby prawidłowo dobrać ochronnik przepięciowy, należy znać wartości znamionowe prądów i napięć związane z danym zastosowaniem.

Gdy w sieci energetycznej występuje przepięcie (udar napięciowy), to napięcie o wartości znacznie przekraczającej dopuszczalne poziomy wartości szczytowej może przedostać się przez obwody instalacji elektrycznej budynku do podłączonego sprzętu elektrycznego. Bez odpowiedniej ochrony przed przepięciami sprzęt ten jest podatny na uszkodzenia lub awarie. Ochronnik przepięciowy (ogranicznik przepięć, ang. *surge protective device* – SPD) może stłumić te piki napięcia.

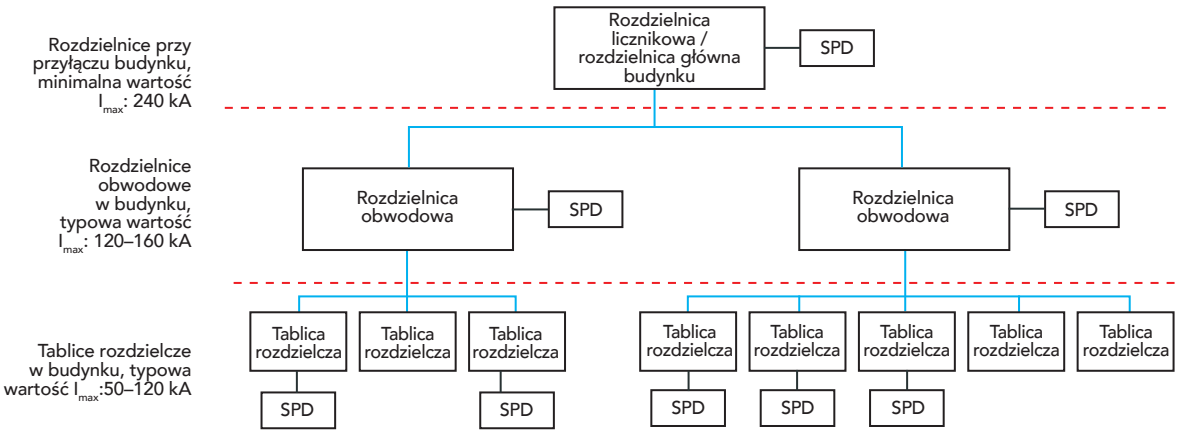
Dobranie ochronnika wymaga zidentyfikowania i zrozumienia wartości znamionowych związanych z jego zastosowaniem. Parametry i wartości znamionowe ochronników to: maksymalne napięcie trwałej (ciągłej) pracy Uc (ang. *maximum continuous operating voltage* – MCOV), napięciowy poziom ochrony Up (ang. v*oltage protection rating* – VPR), znamionowy prąd wyładowczy In (ang. *nominal discharge current*, 8/20 µs – przyp. tłum.) oraz wytrzymałość zwarciowa ISCCR (ang. *short circuit current rating* – SCCR). Najbardziej niezrozumiałą przez użytkowników wartością znamionową jest wartość znamionowa prądu udarowego, zwykle podawana w kiloamperach (kA).

Norma UL1449 została opracowana w celu wyeliminowania niejednoznaczności z rynku i zapewnienia właściwej ochrony przepięciowej przy zachowaniu równych szans. Jednak na przestrzeni lat uległa ona wielu zmianom i wszelkie ochronniki (lub filtry) przepięciowe, zainstalowane w obiekcie lub urządzeniach przed rokiem 2009, powinny zostać sprawdzone pod kątem zgodności z aktualną wersją.

## Wytyczne dotyczące ochronników przepięciowych

Istnieje niewiele opublikowanych danych lub nawet zaleceń, dotyczących właściwego poziomu znamionowego prądu wyładowczego Imax (podanego w kA) dla różnych lokalizacji ochronników przepięciowych. Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE) podaje informacje na temat wartości znamionowych udarów napięciowych i prądowych, ale nie publikuje zaleceń odnośnie stosowania ochronników przepięciowych. Niestety, nie jest także dostępne żadne sprawdzone równanie lub kalkulator, który umożliwiłby wprowadzenie wymagań instalacji elektrycznej obiektu i otrzymanie rozwiązania. Wszelkie informacje podawane przez producenta ochronnika, uzyskane za pomocą obliczeń lub innych środków, są jedynie zaleceniami.

Istnieje tendencja do zakładania, że im większa rozdzielnica, tym większa wartość znamionowa prądu wyładowczego (w kA) urządzenia, potrzebnego do zainstalowania w niej w celu ochrony przed przepięciami. Innym błędnym założeniem jest to, że jeśli np. 200 kA jest dobrą wartością, to 400 kA musi być dwa razy lepszą. Jednak nie zawsze jest to prawdą. Na podstawie doświadczeń w branży elektrycznej




**Rys. 1.** Koordynacja ograniczników przepięć (SPD) zgodnie z normą IEEE 1100. Imax – prąd udarowy wyładowczy ogranicznika.
*Źródło grafiki w artykule: SolaHD*

firma Emerson opracowała pewne wskazówki dotyczące stosowania wartości znamionowych prądu wyładowczego przy doborze ochronników.

## Koordynacja ochrony przed przepięciami

Aby zoptymalizować tłumienie przepięć w całym systemie, ochronniki przepięciowe powinny być instalowane na wszystkich poziomach systemu dystrybucji energii elektrycznej. Jest to określane w elektrotechnice jako stopniowanie lub koordynacja ochronników (ang. *cascading,* „kaskadowanie" lub *layering*, „warstwowanie"). IEEE określa to mianem „ochrony w głąb" (ang. *protection in depth*).

Skoordynowany układ ochronników przepięciowych zapewnia dodatkowe tłumienie dużych napięć przejściowych, które przedostają się z sieci energetycznej i rozdzielnicy licznikowej do instalacji obiektu, poprzez dalsze obniżenie wartości przepięcia. Tłumione są również częściej generowane wewnętrzne przebiegi przejściowe.

Poziom ochrony ogranicznika Up (ang. *let-through voltage*) to wartość napięcia pojawiającego się na ochronniku po stronie odbiornika (stronie obciążenia), gdy napięcie/prąd impulsowy o określonym kształcie fali i amplitudzie pojawia się w linii zasilającej na wejściu ochronnika (czyli jest to napięcie, do którego ochronnik ogranicza przepięcie). Parametr ten można wykorzystać do porównania zdolności różnych ochronników do obniżania wartości przepięć przy doborze urządzeń SPD dla sprzętu wymagającego ochrony przed przepięciami.

Norma IEEE 1100 zaleca stopniowanie ochronników przepięciowych – od rozdzielnicy licznikowej/głównej do rozdzielnic obwodowych i tablic rozdzielczych w instalacji obiektu, a nawet ochronę poszczególnych odbiorników o kluczowym znaczeniu. Im bliżej miejsca wprowadzenia zasilania do budynku, tym wyższe powinny być parametry ochronnika (prąd wyładowczy). Taka strategia ochrony przed przepięciami zapewnia ochronę obiektu oraz kluczowych odbiorników energii elektrycznej. Przy zalecaniu wartości znamionowej prądu In w kA na fazę stosuje się ogólną zasadę „3-2-1": Rozdzielnica licznikowa/główna powinna posiadać ochronniki o prądzie In = 300 kA, rozdzielnice obwodowe 200 kA, natomiast końcowe tablice rozdzielcze 100 kA na fazę.

## Rodzaje lokalizacji SPD

Wielkość rozdzielnicy (prąd znamionowy) nie odgrywa głównej roli przy wyborze wartości znamionowej prądu wyładowczego w kA. Znacznie ważniejsza jest tu lokalizacja rozdzielnicy w obiekcie. Norma UL1449 definiuje następujące typy ochronników przepięciowych ze względu na ich lokalizację w obiekcie:

- **Typ 1.** Przeznaczone do stałego zainstalowania w rozdzielnicy licznikowej (skrzynce bezpiecznikowej, złączu kablowym, ang. *service entrance*). Mogą być podłączone nawet przed głównym odłącznikiem zasilania obiektu. Ochronniki typu 1 wg UL1449 mogą być zainstalowane w rozdzielnicy głównej budynku lub przy pierwszym odłączniku (w Polsce jest to typ 1 – 1. stopień ochrony – lub klasa B; przyp. tłum).
- **Typ 2.** Przeznaczony do zainstalowania po stronie obciążenia w rozdzielnicach obwodowych instalacji obiektu (typ 2 – 2. stopień ochrony – lub klasa C).
- **Typ 3.** Przeznaczony do zabezpieczania urządzeń określanych w normie jako „punkty wykorzystania" (ang. *point of utilization*; typ 3 – 3. stopień ochrony lub klasa D, montowany w gniazdkach lub puszkach instalacyjnych).
- **Typ 4.** Przeznaczony do zainstalowania jako element większego zespołu. Nie jest zatwierdzony do wykorzystania jako samodzielne urządzenie bez wykonania dodatkowej oceny bezpieczeństwa. Należy zachować ostrożność w przypadku otrzymania oferty na ochronnik typu 4, który ma być zainstalowany w szafie/skrzynce sterowniczej. Projektant takiej szafy/skrzynki będzie odpowiedzialny za uzyskanie certyfikatu bezpieczeństwa od strony trzeciej, w przeciwnym razie nie będzie ona objęta ochroną w przypadku katastrofalnej awarii.
- **Typ 5.** Ochronnik, którego podstawowym elementem jest warystor z tlenku metalu (ang. *metal oxide waristor* – MOV), krzemowa dioda lawinowa lub lampa wyładowcza (neonówka). Te elementy na pewno nie mogą być bezpośrednio instalowane w obiekcie.

| Prąd znamionowy rozdzielnicy [A] | Znamionowy prąd wyładowczy ochronnika In „na fazę" (L-N + L-PE) [kA] | |
|---|---|---|
| | (lepiej) | (najlepiej) |
| 0 – 225 | 50 | 100 |
| 400 – 600 | 100 | 200 |
| 80 – 1200 | 100 | 200 |
| 1600 – 2500 | 200 | 300 |
| >=3000 | 300 | 300 |

**Rys. 2.** Po ustaleniu, gdzie mają być zainstalowane ochronniki przepięciowe, pomoc w określeniu wartości znamionowej przepięcia (poziomu ochrony) można znaleźć w tabeli zawierającej prądy znamionowe rozdzielnic i tablic rozdzielczych w obiekcie. *Źródło: SolaHD*

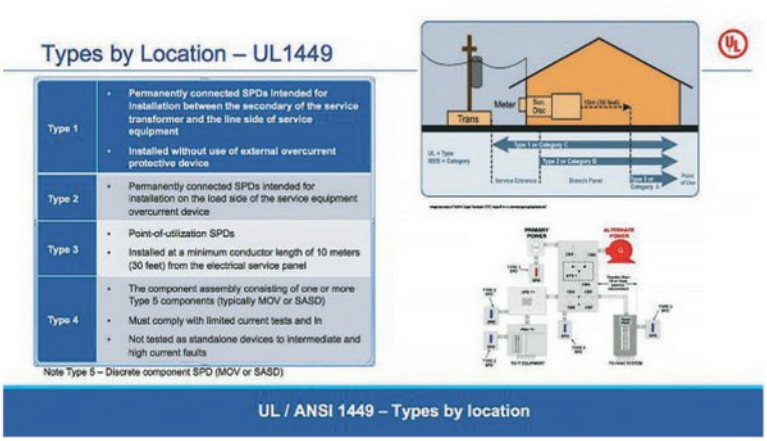
### Więcej INFORMACJI

**SŁOWA KLUCZOWE:**
zabezpieczenia elektryczne, ochronniki przepięciowe (SPD), parametry zwarciowe (SCCR)

Porady na temat doboru ochronników przepięciowych (SPD) znajduje się w normie IEEE 1100 „Koordynacja ochroników przepięciowych" (ang. *Cascading Surge Suppression*).

**ONLINE**
Dostępne są na stronie: www.controlengineering.pl.

**DO ROZWAŻENIA**
Umiejętności projektowania instalacji elektrycznych: czy jesteś na bieżąco z nowościami w branży?




## Zalecane wartości znamionowe ochronników przepięciowych

Wybór odpowiedniej wartości znamionowej przepięć dla ochronnika sprowadza się do dwóch kwestii:

1. Lokalizacji ochronnika w instalacji elektrycznej obiektu.
2. Położenia geograficznego obiektu.

Prąd wyładowczy In ochronnika według lokalizacji:

- Rozdzielnica licznikowa/główna: 300 kA/fazę
- Rozdzielnice pozostałe 200 kA/fazę
- Tablice rozdzielcze: 100 kA/fazę

Firma Emerson zaleca stosowanie powyższych wartości znamionowych prądu wyładowczego w zależności od umiejscowienia urządzeń SPD w instalacji elektrycznej obiektu, przy wykorzystaniu wspomnianej wcześniej praktycznej reguły „3, 2, 1".

Większe, wywołujące poważniejsze uszkodzenia, udary prądowe występują głównie na przyłączu zasilania obiektu. W rzadkich przypadkach, gdy np. poziom narażenia na przepięcia jest „ekstremalny", jak np. w stanie Floryda, rozsądne może być zwiększenie wartości znamionowych prądu udarowego. W takich przypadkach urządzenie SPD będzie częściej narażone na większe przepięcia. Przy prawidłowej wartości znamionowej prądu udarowego dla danego zastosowania ochronnik może być narażony na większą liczbę przepięć, zanim będzie wymagał wymiany na nowy.

Doświadczenie z produktami SPD pokazuje, że urządzenie o wartości znamionowej prądu udarowego pomiędzy 240 a 250 kA dla rozdzielnicy licznikowej/głównej lub kluczowego obciążenia zapewnia wiele lat pracy w miejscach o „wysokim i średnim" narażeniu na przepięcia.

Zadaniem urządzenia przeznaczonego do ochrony przed przepięciami jest odprowadzanie do ziemi i tłumienie napięć przejściowych, wprowadzanych do systemu dystrybucji energii elektrycznej ze źródła zewnętrznego lub wewnętrznego. Dobór właściwego urządzenia SPD o odpowiedniej wartości prądu udarowego w całym systemie dystrybucji energii elektrycznej zapewnia najdłuższą żywotność urządzeń elektrycznych podłączonych do tego systemu. Przy wyborze ochronnika przepięciowego należy pamiętać o następujących kluczowych kwestiach:

- Zapewnienie właściwej ochrony przepięciowej obiektu i jego wyposażenia wymaga więcej niż tylko jednego ochronnika, zainstalowanego w punkcie przyłączenia do sieci dostawcy energii. Zalecana jest koordynacja ochronników przepięciowych w postaci zainstalowania ochronników o odpowiedniej wartości znamionowej prądu udarowego dla każdej lokalizacji. Zapewnia to lepsze tłumienie przepięć dla rozdzielnic lub kluczowych odbiorników energii. Pojedynczy ochronnik przepięciowy, niezależnie od swoich parametrów i ceny, nie zapewni takiego samego poziomu ochrony instalacji.
- Przewymiarowanie ochronnika przepięciowego dla danego zastosowania nie może zaszkodzić systemowi, jednak niedowymiarowanie może spowodować jego przedwczesną awarię.
- W przypadku bezpośrednich uderzeń pioruna same ochronniki przepięciowe nie zastępują kompleksowej ochrony odgromowej (patrz certyfikaty specjalistów od ochrony odgromowej UL96A, Master Lightning Certification).

Przestrzeganie wytycznych dotyczących doboru parametrów i rozmieszczenia ochronników przepięciowych w całym systemie dystrybucji energii elektrycznej eliminuje konieczność zgadywania oraz maksymalizuje tłumienie przepięć w każdym punkcie systemu. Należy pamiętać, że większe nie zawsze znaczy lepsze. Należy dobrać odpowiednie parametry ochronników do obciążenia i chronić kluczowe rozdzielnice i tablice rozdzielcze oraz podłączone odbiorniki energii, aby zapewnić maksymalny zwrot z inwestycji w ochronniki.

| Typy (klasy) ochronników przepięciowych według ich lokalizacji w obiekcie, UL/ANSI 1449. | |
|---|---|
| Typ 1 | Ochronniki podłączone trwale, przeznaczone do zainstalowania pomiędzy uzwojeniem wtórnym transformatora stacji transformatorowej (zakład energetyczny) a wyjściem głównego zabezpieczenia nadprądowego w rozdzielnicy licznikowej/głównej obiektu<br>Ochronniki zainstalowane bez użycia zewnętrznego zabezpieczenia nadprądowego |
| Typ 2 | Ochronniki podłączone trwale, przeznaczone do zainstalowania po stronie wyjściowej zabezpieczenia nadprądowego w rozdzielnicach obwodowych i tablicach rozdzielczych |
| Typ 3 | Ochronniki zainstalowane w punktach przyłączania odbiorników energii<br>Instalowane w punktach podłączonych do rozdzielnicy/tablicy rozdzielczej przewodami o minimalnej długości 10 m (30 stóp) |
| Typ 4 | Zespół komponentów składający się z jednego lub więcej komponentów typu 5 (zwykle MOV, warystor z tlenku metalu lub SAD, krzemowa dioda lawinowa)<br>Muszą być dobrane według testów ograniczeń prądowych oraz wartości prądu In<br>Nieprzetestowane jako samodzielne urządzenia, zabezpieczające przed przejściowymi i dużymi udarami prądowymi |
| Uwaga: ochronniki typu 5 to elementy dyskretne (MOV lub SAD) | |

**Rys. 3.** Norma UL/ANSI 1449 – typy ochronników przepięciowych według ich lokalizacji. *Źródło: SolaHD*

*Mark Dziedzic jest starszym menedżerem ds. marketingu produktu w firmie SolaHD. Zajmuje się produktami związanymi z jakością energii elektrycznej. SolaHD jest częścią grupy Appleton firmy Emerson, zajmującej się automatyką i sterowaniem. Produkty elektrotechniczne marki Appleton można znaleźć w zakładach przemysłowych na całym świecie.*

■

CONTROL ENGINEERING Polska

# Magazyn, w którym wiedza spotyka użyteczność

Najwyższej jakości artykuły dla inżynierów i automatyków – rozwiązania i innowacje z całego świata

Magazyn Portal Dodatki tematyczne Newslettery @ E-wydanie

Zamów prenumeratę

**www.controlengineering.pl**

designed by Freepik

**Scott Hayes,** *MAVERICK Technologies*

# Skuteczna realizacja bezpieczeństwa procesu

Systemy automatyki i ludzie mogą współpracować dzięki kulturze bezpieczeństwa przemysłowego, która kładzie nacisk na brak tolerancji wobec ryzyka i właściwe zrozumienie zasad inżynierii, takich jak stosowanie odpowiednich strategii i systemów zarządzania alarmami, procedur regulacyjnych i najlepszych praktyk branżowych.

W środowiskach przemysłowych zagrożenie bezpieczeństwa może wystąpić w każdej chwili i w każdym miejscu z powodu kombinacji wielu czynników. Awarie procesów mogą być wywołane niespodziewanie przez awarie sprzętu lub inne problemy. Jeśli sprzęt ulegnie awarii, a alarmy i znaki ostrzegawcze pozostaną niezauważone, potencjalne ryzyko może być ogromne. Zakład niezdolny do automatycznego utrzymania kontroli stanu ustalonego podczas normalnej pracy to wysokie prawdopodobieństwo wypadku. Zapobieganie zagrożeniom bezpieczeństwa zależy od skutecznej kontroli procesu i ludzi zarządzających operacjami. Oba te elementy muszą ze sobą płynnie współpracować, aby zakłady mogły bezpiecznie funkcjonować. W przypadku personelu przemysłowego zaczyna się to od zakorzenionego w kulturze korporacyjnej sposobu myślenia o bezpieczeństwie.

## Budowanie kultury bezpieczeństwa

Kultura bezpieczeństwa wymaga wykorzystywania każdej okazji do podkreślania i wzmacniania postawy bezpieczeństwa – postawy cechującej się brakiem tolerancji wobec ryzyka, w której samozadowolenie nie jest naszym przyjacielem.

Kultura świadomego bezpieczeństwa wymaga wykorzystania każdej okazji do podkreślenia i wzmocnienia postawy bezpieczeństwa – postawy cechującej się brakiem tolerancji dla ryzyka, w której samozadowolenie nie jest naszym przyjacielem.

Nikt nie chce być świadkiem tego, jak ktoś zostaje ranny, nikt nie chce doświadczyć negatywnego wpływu tego zdarzenia na produkcję, środowisko pracowników, stan zasobów i reputację zakładu. Najwyższym priorytetem jest zapewnienie bezpieczeństwa ludziom i otaczającym ich społecznościom. Bezpieczeństwo przemysłowe zaczyna się na poziomie korporacyjnym i obejmuje wszystkich pracowników. Oto elementy, które powinny być częścią polityki bezpieczeństwa w każdej firmie:

- Przekazywanie sobie wewnętrznych polityk i wdrażanie zabezpieczeń kontroli procesów oraz planów działania.
- Inwestowanie w szkolenia, naprawy i wymianę sprzętu.
- Postępowanie zgodnie z obowiązującym prawem i przepisami.
- Wykorzystanie standardów i wytycznych branżowych (np. IEC 61508 i IEC/ISA 61511).

Sięgając dalej w głąb kultury bezpieczeństwa, firmy powinny uwzględniać wstępną ocenę bezpieczeństwa i analizę ryzyka istniejących systemów automatyki i procesów w celu określenia tolerowanego i nietolerowanego ryzyka. „Tolerowane ryzyko" jest punktem odniesienia, który zakłady wykorzystują do określenia swojej względnej strategii bezpieczeństwa. Jest to ważne pojęcie, pozwalające zmniejszyć ryzyko odpowiedzialności. Jest to również doskonała okazja do przeglądu kluczowych obszarów w celu sprawdzenia, czy automatyka obiektu, systemy bezpieczeństwa i personel współpracują ze sobą w celu zapewnienia bezpiecznych i pewnych operacji.

## Zautomatyzowane warstwy bezpieczeństwa

Efektywny, podstawowy system kontroli procesu (BPCS) jest najważniejszą z warstw ochrony (rys. 1). Posiada on zautomatyzowane warstwy bezpieczeństwa zaprojektowane w celu zapobiegania wypadkom. System BPCS prowadzi proces, identyfikuje sytuacje nietypowe i uruchamia alarm lub podejmuje inne działania. Powinien on być w stanie skompensować większość sytuacji nietypowych. Innym powszechnie stosowanym zabezpieczeniem jest przyrządowy system bezpieczeństwa (SIS), który musi interweniować, jeżeli proces wykracza poza bezpieczne granice kontrolne. Jeżeli BPCS starzeje się lub nie jest regularnie serwisowany, incydenty zaczynają się często nasilać, a znaczenie SIS staje się jeszcze większe. Gdy personel często polega na SIS w przypadku rutynowych zdarzeń i częste akcje systemu SIS stają się coraz bardziej zauważalne, nadszedł czas, aby przyjrzeć się dokładnie systemowi BPCS. W przypadku przeglądu systemu bezpieczeństwa przeprowadza się analizę zagrożeń procesowych (PHA)/badanie zagrożeń i operacyjności (HAZOP) lub inny audyt w celu określenia wszelkich pozostałych elementów bezpieczeństwa.

W tym celu należy zidentyfikować sytuacje lub inne potencjalne awarie systemu, które mogą spowodować wypadek lub problem. Warstwa SIS ma za zadanie zminimalizować ryzyko zidentyfikowane jako nieakceptowalne w ramach analizy HAZOP. Składa się ona z niezależnie działających przyrządowych funkcji bezpieczeństwa (SIF). Ponieważ BPCS jest

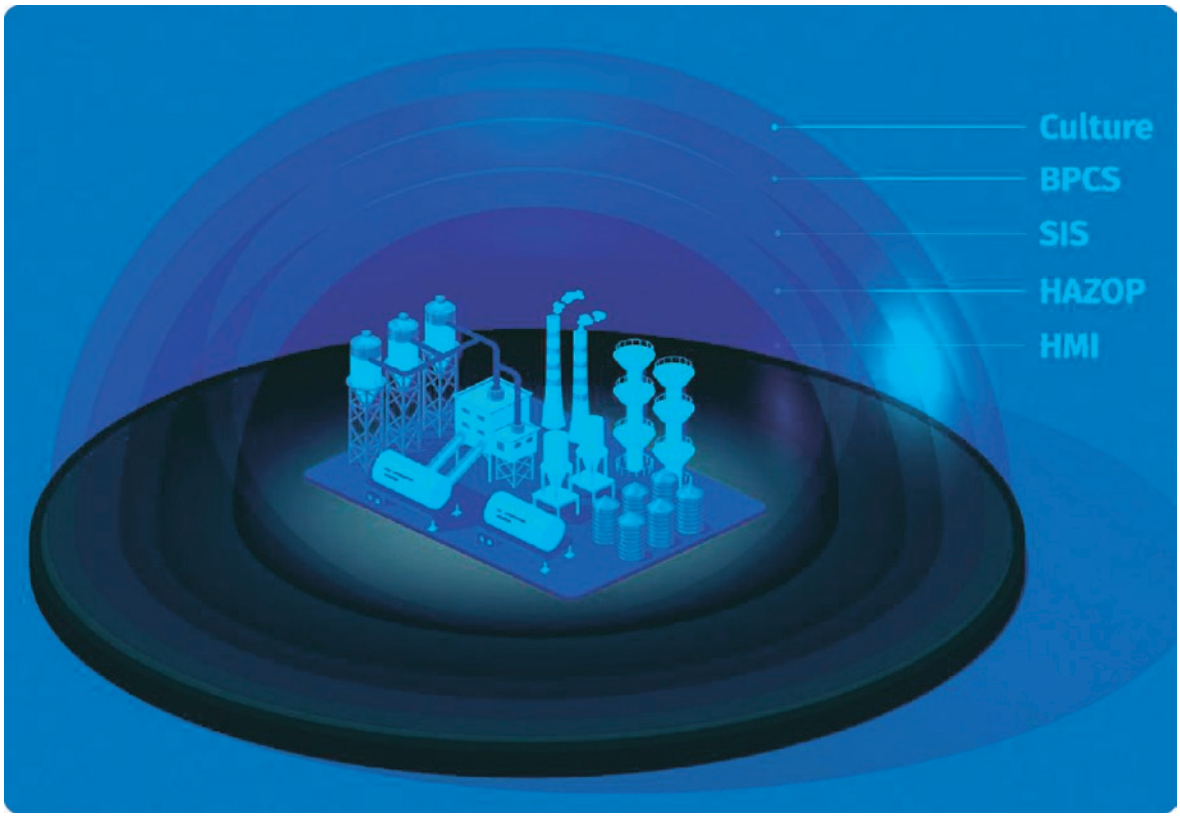
uważany za pierwszą warstwę ochrony w dobrze zaprojektowanym i utrzymywanym obiekcie, większość SIF jest specjalnie zaprojektowana tak, aby nie wymagała dużego nakładu pracy (tzn. była uruchamiana nie częściej niż raz w roku), a częstego korzystania z niej należy unikać. Na przykład jeżeli SIF obsługuje sytuacje codziennie, a nie zdarzające się raz w roku, jak było pierwotnie zaprojektowane, należy zwrócić uwagę na system BPCS. Poleganie na SIS jako ostatniej linii obrony nie jest rozsądną strategią, ponieważ maszyny i alarmy mogą przejąć jedynie określoną ilość ryzyka. W pewnym momencie operator może być zmuszony do przejęcia kontroli i powinno być jasne, co i kiedy powinien zrobić. Oprócz systemu BPCS i SIS istnieje dodatkowa linia obrony: operator. Jeżeli operator jest powiadomiony przez alarm, posiada spójne instrukcje, co ma robić, i wystarczająco dużo czasu na wykonanie tej czynności, reakcja operatora na alarm (OPR) może być uznana jako ochrona. Aby zminimalizować ryzyko w takich przypadkach, operatorzy muszą w pełni rozumieć ogólnofirmowe polityki, strategie i inicjatywy w zakresie bezpieczeństwa, a także przejść odpowiednie szkolenie w zakresie alarmów i systemów. Przeszkoleni operatorzy są kluczem do utrzymania integralności zautomatyzowanych funkcji bezpieczeństwa systemów BPCS i SIS. Jeżeli system BPCS lub SIS wysyła sygnał ostrzegawczy, a jest on ignorowany lub operator nie jest odpowiednio przeszkolony w zakresie rozpoznawania sygnałów ostrzegawczych, to cel posiadania zabezpieczeń systemowych zostaje zniweczony.

Poleganie na SIS jako ostatniej linii obrony nie jest rozsądną strategią, ponieważ maszyny i alarmy mogą przejąć jedynie określoną ilość ryzyka.

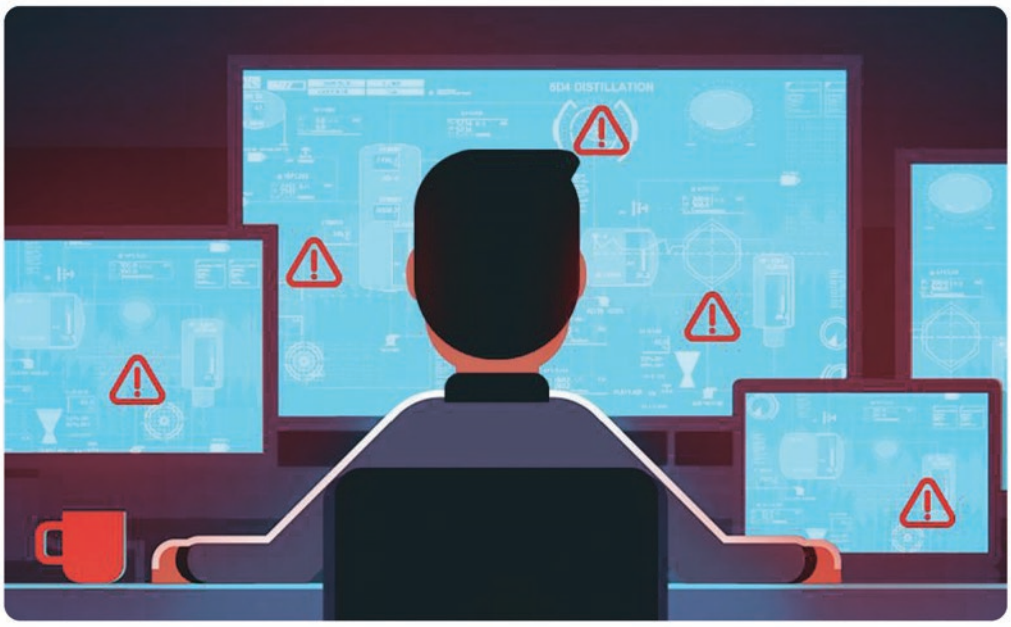
## Operatorzy, alarmy i panele operatorów

Właściwy system zarządzania alarmami i szkolenia mają kluczowe znaczenie dla zapewnienia prawidłowej reakcji operatorów na zdarzenia. Niewłaściwe zarządzanie alarmami prowadzi do nieplanowanych przestojów, przyczyniając się do utraty miliardów dolarów produkcji każdego roku oraz możliwości wystąpienia poważnego incydentu przemysłowego.

System alarmowy informuje operatorów o zakłóceniach, z którymi system BPCS nie może sobie poradzić w sposób automatyczny (rysunek 2). Wymagana jest wtedy reakcja operatora, aby naprawić lub złagodzić problem. Każdy alarm jest z góry zdefiniowany i ma przypisaną reakcję operatora, a operator musi znać odpowiednie działanie. Częstym problemem dla operatorów jest zbyt duża liczba alarmów sygnalizowanych podczas awarii obiektu, co określa się mianem „powodzi alarmów". Takie przypadki zmniejszają szansę, że alarm OPR zostanie potraktowany z należytą uwagą. Procedury reagowania na alarmy powinny być jasne i łatwo dostępne – najlepiej w interfejsie człowiek-maszyna (HMI) – aby operatorzy mogli reagować szyb-




**Rysunek 1.** Efektywny, podstawowy system sterowania procesem (BPCS) jest najważniejszą warstwą ochrony. Posiada on zautomatyzowane warstwy bezpieczeństwa zaprojektowane w celu zapobiegania wypadkom. *Grafika: MAVERICK Technologies*



**Rysunek 2.** System alarmowy informuje operatorów o zakłóceniach, z którymi BPCS nie może sobie poradzić automatycznie.
*Grafika: MAVERICK Technologies*

ko i skutecznie. Dzisiejsze wysokowydajne interfejsy HMI (HP-HMI) ułatwiają operatorom identyfikację alarmów dzięki grafikom w skali szarości o spójnych kolorach lub kształtach. Operatorzy powinni jednak nadal być szkoleni w zakresie krytycznych elementów alarmowych i symboli P&ID oraz być w stanie rozpoznawać i reagować na sytuacje nietypowe. Powinni oni również mieć jasną wiedzę na temat tego, co dzieje się z systemami i procesami w zakładzie. Dla celów zgodności z przepisami norma ISA-18.2 wymaga, aby obiekty przeprowadziły audyt i stworzyły kompleksową ocenę, która definiuje kryteria oceny powagi i pilności alarmu. W ramach oceny sprawdza się działanie systemu alarmowego oraz praktyki robocze wykorzystywane do administrowania systemem alarmowym. Okresowe przeglądy częstotliwości wywoływania alarmów OPR oraz czasu i dokładności reakcji operatora ujawniają luki, które nie są widoczne w rutynowym monitoringu i pozwalają personelowi zidentyfikować niezbędne usprawnienia. Mając opracowaną filozofię alarmową (czyli w zasadzie zestaw wytycznych), obiekty mogą stosować się do zestawu kryteriów przy projektowaniu, opracowywaniu, wdrażaniu, modyfikowaniu, zarządzaniu oraz ciągłym doskonaleniu i konserwacji alarmów. Można również opracować procedury reagowania na alarmy, a konkretne informacje o każdym alarmie mogą być osadzone w panelu HMI, aby pomóc operatorom szybko reagować i bezpiecznie łagodzić nietypowe sytuacje.

Wykorzystanie alarmów jako zabezpieczeń przed zagrożeniami bezpieczeństwa sterowania procesem zwiększa ich znaczenie i dodaje kolejny wymiar do prawidłowego zarządzania alarmami. Zarządzanie alarmami powinno stanowić część programu ciągłego doskonalenia zakładu i być włączone do wszelkich aktualizacji sprzętu lub projektów migracji starszych systemów. Właściwe zarządzanie alarmami staje się dzisiaj koniecznością bardziej niż kiedykolwiek.

## Bezproblemowa automatyzacja

Aby zapewnić bezpieczeństwo wszystkim osobom przebywającym w obiekcie i jego otoczeniu, najlepiej spojrzeć na automatykę holistycznie i przeprowadzić analizę istniejących systemów i procesów. Proces ten jest ogromnym przedsięwzięciem i może wymagać pomocy zewnętrznego dostawcy rozwiązań automatyki, który może połączyć wiedzę o procesach i automatyce z wstępną analizą i udoskonaleniami SIS oraz wiedzą na temat zarządzania alarmami. Pomoc z zewnątrz jest przydatna również wtedy, gdy operatorzy muszą zostać przeszkoleni w zakresie szerszego postrzegania tematu bezpieczeństwa i tolerowanych poziomów ryzyka. Systemy automatyki i ludzie mogą współpracować z korporacyjną kulturą bezpieczeństwa, która kładzie nacisk na brak tolerancji wobec ryzyka i właściwe zrozumienie zasad inżynierii, takich jak stosowanie odpowiednich strategii i systemów zarządzania alarmami, procedur regulacyjnych i najlepszych praktyk branżowych. Gdy wszystkie te elementy są stosowane jednocześnie, firmy mogą kontrolować zagrożenia i ryzyko oraz osiągać skuteczną kontrolę procesu.

*Scott Hayes (scott.hayes@mavtechglobal.com) jest kierownikiem programu w MAVERICK Technologies. Ma ponad 20 lat doświadczenia w sterowaniu procesami. Jest licencjonowanym inżynierem systemów sterowania i certyfikowanym przez TÜV inżynierem bezpieczeństwa funkcyjnego.*

■

# Konferencja poświęcona bezpieczeństwu i higienie pracy w zakładach przemysłowych

# SAFETY

Bezpieczna produkcja
to skuteczna produkcja

## Zapraszamy
## 22 września 2022, Warszawa

Organizatorzy:

CONTROL ENGINEERING Polska

INŻYNIERIA & UTRZYMANIE RUCHU

www.safety.trademedia.pl