

AUTOMATYKA ZABEZPIECZAJĄCA W INSTALACJACH ENERGETYCZNYCH WYMAGANIA UDT DLA URZĄDZEŃ W ENERGETYCE



DR INŻ. MARCIN WOŁĘJKO

Ekspert ds. Rozwoju Energetyki Jądrowej
Departament Innowacji i Rozwoju
Urząd Dozoru Technicznego



R.PR. MATEUSZ ŁUKASZCZYK

Starszy Specjalista
Urząd Dozoru Technicznego
Oddział w Poznaniu
Doktorant wdrożeniowy
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
w Poznaniu

ENERGETYKA W POLSCE ULEGA ZMIANOM, NA KTÓRE WPŁYW MAJĄ UWARUNKOWANIA I OCZEKIWANIA DOTYCZĄCE M.IN. RYNKU ENERGII, OCHRONY ŚRODOWISKA ORAZ ZMIENIAJĄCY SIĘ STAN TECHNICZNY URZĄDZEŃ O DŁUGIM CZASIE EKSPLOATACJI. POWAŻNYMI WYZWANIAМИ DLA PRACY KOTŁÓW ENERGETYCZNYCH JEST PRACA W TRYBIE REGULACYJNYM PONIEWAŻ BYŁY ONE ZWYKLE PROJEKTOWANE DO WOLNOZMIENNYCH OBCIĄŻEŃ I PRACY W TZW. „PODSTAWIE”.

Często występują modernizacje kotłów polegające na zmianie paliwa czy rodzaju paleniska. Na horyzoncie pojawiają się też zmiany dotyczące paliw. Mogą zostać zastosowane m.in. biopaliwa, paliwa syntetyczne, paliwa gazowe z domieszką wodoru lub współpalanie wodoru. Perspektywą też jest wykorzystanie amoniaku.

Opisywane zmiany są wyzwaniem zarówno dla konstrukcji powłok ciśnieniowych i konstrukcji mechanicznej, jak również dla systemów regulacji i systemów automatyki zabezpieczającej.

Wszystkie takie zmiany, w tym zmiany charakteru pracy urządzeń, mogą powodować zwiększenie częstości występowania zdarzeń inicjujących scenariusze awaryjne.
To z kolei powoduje zmianę częstości przywołania funkcji zabezpieczających, co może powodować konieczność modernizacji automatyki.

Należy też pamiętać, że komponenty automatyki mają zwykle 10-15 letni czas do wymiany. Gdy on upłynie intensywność uszkodzeń tych komponentów staje się nieprzewidywalnie wyższa niż przyjęta na etapie projektowania na podstawie ich dokumentacji co powinno być kolejnym powodem modernizacji systemu automatyki urządzenia.

W energetyce pojawiły się także nowe perspektywy w postaci energetyki jądrowej oraz rozwoju nowych technologii w automatyce, w tym perspektywa pojawienia się oprogramowania o samozmieniającym się zachowaniu. Wszystko to stanowi obszar nowych wyzwań zarówno dla konstrukcji i jakości wykonania urządzeń i instalacji w energetyce, jak i ich wyposażenia, w tym automatyki regulacyjnej i zabezpieczającej.

WYMAGANIA PRAWNE

Bezpieczeństwo eksploatacji każdego z urządzeń technicznych, w tym urządzeń współpracujących ze sobą w ramach instalacji technologicznej oraz samej instalacji, powinno zostać zapewnione w myśl następujących przepisów prawa:

- **Przepisy oceny zgodności** w szczególności określone w rozporządzeniach lub ustawach implementujących poszczególne unijne dyrektywy nowego podejścia.
- **Przepisy prawa pracy**, tj. Kodeks Pracy, w szczególności Dział Dziesiąty Bezpieczeństwo i Higiena Pracy, w tym Rozdział IV Maszyny i inne urządzenia techniczne, oraz rozporządzenia wykonawcze do Kodeksu Pracy dot. bezpieczeństwa i higieny pracy w różnych gałęziach pracy oraz bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy.
- **Przepisy dozoru technicznego** określone w ustawie o dozorcze technicznym oraz rozporządzeniach wykonawczych do ustawy.

Przepisy te mają zastosowanie w całym przemyśle - także w przypadku instalacji w energetyce. Urządzenia techniczne są połączone w instalację technologiczną przeznaczoną do przetwarzania energii paliwa lub innego źródła energii na energię elektryczną oraz energię ciepłą.

W przypadku nowych instalacji energetycznych, podobnie jak w innych gałęziach przemysłu, zapewnianie zasadniczych wymagań bezpieczeństwa odbywa się m.in. przez stosowanie przepisów w zakresie oceny zgodności, a instalacja energetyczna podlega m.in. dyrektywom:

- ciśnieniowej (PED) 2014/68/UE,
 - maszynowej (MD) 2006/42/WE,
 - niskonapięciowej (LVD) 2014/35/UE,
 - kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) 2014/30/UE,
- z których wynika, że udział jednostki notyfikowanej jest wymagany w ocenie zgodności z PED od II kategorii włącznie.

Ocena zgodności powinna być podstawową metodą zapewniania bezpieczeństwa dla wszystkich nowych urządzeń i instalacji w przemyśle.

Kontakt z UDT przed rozpoczęciem projektu inwestycji po służy omówieniu wymagań przepisów i zakresu zastosowania norm technicznych.

BEZPIECZNE INSTALACJE PRZEMYSŁOWE - ODPOWIEDZIALNOŚĆ

Każdy inwestor przemysłowy na początku inwestycji podejmuje ważną decyzję.

1. Czy zakupić instalację energetyczną jako gotowy produkt?
2. Czy zlecić wykonanie poszczególnych zadań inwestycyjnych wybranym podwykonawcom ?

Niekiedy uwarunkowania rynkowe czy inwestycyjne powodują, że inwestor podejmuje decyzję o zleceniu wykonania prac cząstkowych. Taka decyzja niesie ze sobą ważne implikacje, na które inwestor musi być przygotowany.

Inwestor może ponosić odpowiedzialność za spełnienie wymagań jednocześnie jako:

- a) **producent** – odpowiedzialny za bezpieczeństwo produktu,
- b) **pracodawca** – odpowiedzialny za bezpieczeństwo stanowiska pracy,
- c) **eksploatujący** – odpowiedzialny za bezpieczeństwo urządzeń technicznych w instalacji.

Z punktu widzenia zagrożeń, jakie stwarza czynnik roboczy znajdujący się pod ciśnieniem w urządzeniach tworzących instalację, bezpieczeństwo eksploatacji instalacji energetycznej powinno być zapewnione na analogicznym poziomie, co najmniej minimalnym. Bezpieczeństwo musi być zapewnione w każdym poniższym przypadku:

- Gdy instalacja zostanie zmontowana na **ODPOWIEDZIALNOŚĆ PRODUCENTA**, tj. poddana kompleksowej ocenie zgodności jako zespół urządzeń ciśnieniowych przez jej producenta – produkt gotowy spełniający wymagania wszystkich mających zastosowanie dyrektyw nowego podejścia.
- Gdy instalacja zostanie scalona na **ODPOWIEDZIALNOŚĆ UŻYTKOWNIKA** w myśl § 2 pkt) 22 Rozporządzenia [5] – instalacja wyłączona z zastosowania wymagań Dyrektywy PED 2014/68/UE odnoszących się do zespołów urządzeń ciśnieniowych.

Obowiązek zapewnienia równoważnego poziomu bezpieczeństwa znajduje swoje odzwierciedlenie w brzmieniu przepisów ustawy [2] oraz rozporządzenia [1], a także w wyjaśnieniu intencji prawodawcy w rządowym uzasadnieniu do projektu Rozporządzenia [1] – jak poniżej.

„ (...) gdy eksploatujący na swoją odpowiedzialność dobrał i wyposażył urządzenie (np. zbiornik ciśnieniowy) w niezbędny osprzęt ciśnieniowy (np. armaturę) oraz osprzęt zabezpieczający (np. zawory bezpieczeństwa), tj. wówczas kiedy nie ma wytworzenia zespołu urządzeń ciśnieniowych, o którym mowa w przepisach o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku. Ocena wyjściowego poziomu bezpieczeństwa w takiej sytuacji, będzie analizą mającą na celu potwierdzenie, czy urządzenie wyposażone przez eksploatującego, bądź na jego odpowiedzialność w niezbędny osprzęt ciśnieniowy (np. armaturę,) i osprzęt zabezpieczający (np. zawór bezpieczeństwa) oraz podłączone do instalacji zapewni równorzędny poziom bezpieczeństwa jak w przypadku, gdyby urządzenie wraz z jego wyposażeniem zostało wytworzone oraz poddane ocenie zgodności jako zespół urządzeń ciśnieniowych (...)” [8].

BEZPIECZNE SCALANIE URZĄDZEŃ TECHNICZNYCH

Dla instalacji przemysłowych, czyli instalacji usytuowanych na terenie przemysłowym i pracujących dla celów przemysłowych, przepisy [5] przewidziały możliwość „scalania urządzeń ciśnieniowych w zespół na odpowiedzialność użytkownika”.

Możliwość scalania nie może być stosowana w przypadkach, w których obligatoryjnym rozwiązaniem pozostaje kompleksowa ocena zgodności, która stanowi zalecane rozwiązanie również w przypadku instalacji, umożliwiając spełnienie wymagań zgodnie z aktualnym poziomem wiedzy i najlepszą praktyką oraz minimalizując trudności formalno-prawne.

Scalanie urządzeń ciśnieniowych na odpowiedzialność użytkownika wiąże się z ciążącym na użytkowniku (eksploatującym) **obowiązkiem prawnym polegającym na zapewnieniu bezpieczeństwa zmontowanych urządzeń wraz z wyposażeniem**. Jest to analogiczne do sytuacji, gdy mamy do czynienia z zespołem urządzeń ciśnieniowych wytworzonym przez producenta. Zastosowanie znajdują wówczas przepisy krajowe związane z zagrożeniami od ciśnienia, w tym przepisy o dozorcze technicznym.

CO ISTOTNE!

Scalanie na odpowiedzialność użytkownika niebędącego producentem wyłącza zastosowanie wymagań Dyrektywy PED 2014/68/UE do instalacji jedynie w zakresie scalania urządzeń. Nie obejmuje wyłączenia poszczególnych urządzeń ciśnieniowych z wymagań oceny zgodności z PED. Nie wyłącza też zastosowania krajowych aktów prawnych wdrażających inne Dyrektywy, np. MD 2006/42/WE, EMC 2014/30/UE, LVD 2014/35/UE, czy ATEX 2014/34/UE.

CO WIĘCEJ!

Przepisy prawne niektórych dyrektyw nowego podejścia, w szczególności: MD 2006/42/WE oraz ATEX 2014/34/UE stanowią o producencie wytwarzającym urządzenia „do własnego użytku” lub „do własnych celów”, gdzie użytkownik produktu staje się jego producentem, przez co ponosi odpowiedzialność za zgodność produktu z wymaganiami.

Kwestią kluczową dla inwestora jest ustalenie na najwcześniejszym możliwym etapie projektu inwestycji, w szczególności w dokumentacji przetargowej oraz w specyfikacjach:

- czy dokonuje zakupu instalacji jako produkt gotowego,
- czy zleca wykonanie prac składowych wybranym przez siebie wykonawcom.

Od decyzji tej zależeć będzie odpowiedzialność inwestora za spełnienie wymagań oceny zgodności. Decyzja ta będzie również wpływać na stopień odpowiedzialności za zarządzanie przekazywaniem wszelkich niezbędnych informacji i dokumentacji pomiędzy wszystkimi stronami uczestniczącymi w wytworzeniu instalacji.

W przypadku scalenia instalacji na odpowiedzialność eksploatującego, w odniesieniu do urządzeń podlegających dozorowi technicznemu, wymagane jest uprzednie uzgodnienie z organem właściwej jednostki dozoru technicznego. Uzgodnienie dotyczy określenia specyfikacji technicznych oraz dokumentacji w zakresie istotnym dla oceny wyjściowego poziomu bezpieczeństwa urządzeń podlegających dozorowi technicznemu [1]. Ponieważ scalane urządzenia ciśnieniowe będą bez wyjątku objęte oceną zgodności co najmniej w zakresie ich konstrukcji, więc zakres uzgodnienia z UDT będzie dotyczył głównie dokumentacji połączeń urządzeń oraz wyposażenia w osprzęt ciśnieniowy i zabezpieczający, w tym w automatykę zabezpieczającą.

Wskazane wyżej kwestie związane z odpowiedzialnością inwestora wymagają dalszego precyzyjnego wyjaśnienia, co przewidywane jest w ramach odrębnych, szerszych publikacji.

Także przy zadaniach modernizacyjnych urządzeń podlegających dozorowi technicznemu wbudowanych w instalację energetyczną mogą powstawać zmiany mające istotny wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji całej instalacji oraz urządzeń. Ma to miejsce ze względu na ich połączenie wzajemne oraz z urządzeniami zasilającymi oraz osprzętem zabezpieczającym. Z tego powodu, w odniesieniu do urządzeń podlegających dozorowi technicznemu, modernizacja wymaga uzgodnienia dokumentacji technicznej z organem właściwej jednostki dozoru technicznego [2] przed jej przeprowadzeniem.

Zarówno dla instalacji nowych, jak i modernizowanych projektowanie bezpieczeństwa odbywa się przez spełnianie wymagań przepisów i norm przedmiotowych – prowadząc odpowiednie analizy zagrożeń i ryzyka oraz stosując branżowe know-how.

PROJEKTOWANIE BEZPIECZEŃSTWA URZĄDZEŃ

MYŚL PRZEWODNIA NORM DOTYCZĄCYCH BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO BRZMI:

BEZPIECZEŃSTWO POWINNO ZOSTAĆ ZAPROJEKTOWANE

Oznacza to, że już od etapu projektu koncepcyjnego powinno się prowadzić równoległe projektowanie funkcjonalności, wydajności i innych aspektów użytkowych z projektowaniem konstrukcji, rozwiązań i wyposażenia z punktu widzenia bezpieczeństwa.

Pierwszym warunkiem inherentnego bezpieczeństwa są parametry wytrzymałościowe konstrukcji urządzeń ciśnieniowych, dobór konstrukcji zbiorni-

ków ciśnieniowych, średnic i długości rurociągów, ich usytuowania, połączeń itd. To na konstrukcji skupiona jest główna część uwagi projektanta. Po etapie projektu lub wstępnego projektu konstrukcji zwykle projektuje się urządzenia zabezpieczające, w tym osprzęt zabezpieczający (rys. 1).

NOWE INSTALACJE CZY INSTALACJE JUŻ EKSPLOATOWANE

We wszystkich przypadkach punktem odniesienia dla oceny aktualnego bezpieczeństwa powinna być aktualna praktyka przemysłowa scharakteryzowana w aktualnych normach i przepisach.

Podstawowe, i zawsze dobre, zasady projektowania bezpieczeństwa instalacji są opisane m.in. w rozporządzeniu wdrażającym dyrektywę ciśnieniową (2014/68/UE) polegają na stosowaniu odpowiednich rozwiązań, uwzględniając w następującej kolejności [5]:

- 1) zasadę wyeliminowania lub zminimalizowania zagrożeń, w zakresie, w jakim jest to praktycznie wykonalne,
- 2) zasadę zastosowania odpowiednich środków ochronnych w odniesieniu do zagrożeń, których nie można wyeliminować,
- 3) w stosownych przypadkach, zasadę informowania użytkowników o zagrożeniach, które nie zostały wyeliminowane, i wskazania, czy jest konieczne zastosowanie odpowiednich środków specjalnych w celu zmniejszenia ryzyka podczas instalowania lub użytkowania urządzeń.

Drugą ważną zasadą opisaną w [5] jest reguła (§58) mówiąca, że zespoły, o których mowa w § 9, podlegają procedurze kompleksowej oceny zgodności, obejmującej ocenę:

- 1) każdego urządzenia ciśnieniowego, o którym mowa w §8, wchodzące go w skład zespołu, które wcześniej nie zostało poddane procedurze oceny zgodności i nieoznakowanego odrębnie CE; procedura oceny zgodności określana jest na podstawie kategorii właściwej dla każdego egzemplarza urządzenia ciśnieniowego,
- 2) połączenia poszczególnych elementów składowych zespołu, odpowiednio do wymagań określonych w §25, §30 oraz §31, biorąc pod uwagę najwyższą kategorię mającą zastosowanie do danego urządzenia, z pominięciem kategorii osprzętu zabezpieczającego,
- 3) ochrony zespołu przed przekroczeniem dopuszczalnych parametrów roboczych, zgodnie z wymaganiami, o których mowa w §32, i oceną końcową, o której mowa w §42 ust. 7; ocenę przeprowadza się na podstawie najwyższej kategorii mającej zastosowanie do zabezpieczanych urządzeń.

AUTOMATYKA ZABEZPIEZAJĄCA

Nowe rozporządzenie [1] zawierające warunki techniczne dla eksploatacji urządzeń ciśnieniowych definiuje aspekt osprzętu zabezpieczającego już całkowicie spójnie z rozporządzeniem [6] wdrażającym dyrektywę ciśnieniową (poniższa numeracja jest zgodna z numeracją § 2 rozporządzenia).

1) **AUTOMATYKA ZABEZPIEZAJĄCA** – obwody i systemy elektryczne, elektroniczne, programowalne elektroniczne oraz hydrauliczne i pneumatyczne realizujące funkcje bezpieczeństwa:

- a) o których mowa w pkt 19 lit. a tiret drugie oraz w lit. b i c,
- b) obwody wyłączników awaryjnych oraz łączników bezpieczeństwa,
- c) urządzenia monitorujące realizujące funkcje bezpieczeństwa, o ile mają zastosowanie, takie jak: wskaźniki lub układy alarmowe, które umożliwiają podjęcie odpowiedniego automatycznego lub ręcznego działania, mającego na celu utrzymanie urządzenia ciśnieniowego w granicach parametrów dopuszczalnych;

19) **OSPRZĘT ZABEZPIEZAJĄCY** – urządzenia i obwody realizujące funkcje bezpieczeństwa, przeznaczone do zabezpieczania urządzeń

ciśnieniowych przed przekroczeniem parametrów dopuszczalnych, w szczególności:

- a) urządzenia do bezpośredniego ograniczenia ciśnienia, takie jak:
 - zawory bezpieczeństwa, głowice bezpieczeństwa, pręty wyboczeniowe,
 - sterowane układy zrztu ciśnienia,
- b) ograniczniki, które aktywują środki korekcyjne albo powodują wyłączenie lub wyłączenie i zablokowanie pracy, takie jak: wyłączniki ciśnieniowe lub temperaturowe albo wyłączniki sterowane poziomem płynu,
- c) zabezpieczające pomiarowe urządzenia sterujące i regulujące;

Ponadto w zakresie automatyki zabezpieczającej, oprócz jasno określonych wymagań dokumentacyjnych, w §11 utworzono, postulowane przez przedstawicieli przemysłu, zapisy dotyczące sposobów zdefiniowania komponentów automatyki. Jednoznacznie wskazano, że wymagany w dokumentacji urządzenia wykaz elementów automatyki zabezpieczającej może zawierać:

- a) typy, wytwórców lub zamiennie
- b) charakterystyczne parametry elementów automatyki zabezpieczającej mające znaczenie dla projektowanej niezawodności automatyki i umożliwiające prawidłową ocenę doboru elementów w przypadku konieczności wymiany w toku dalszej eksploatacji.

W projektowaniu osprzętu zabezpieczającego, niezależnie od wybranej technologii czy fazy cyklu życia urządzenia rozsądnym punktem odniesienia mogą być zapisy § 33 [5] mówiące, że osprzęt zabezpieczający musi być:

- 1) tak zaprojektowany i wykonany, aby był on niezawodny i odpowiedni do jego przewidywanych zadań, z uwzględnieniem, jeżeli ma to zastosowanie, wymagań dotyczących konserwacji i badania urządzeń;
- 2) niezależny od innych funkcji, chyba że inne jego funkcje nie mają wpływu na jego funkcję zabezpieczającą;
- 3) zgodny z odpowiednimi zasadami projektowania mającymi na celu uzyskanie odpowiedniej i niezawodnej ochrony, obejmującymi w szczególności: tryb bezpiecznego działania w razie uszkodzenia, redundancję, niejednoczesność działania oraz autodiagnozę.

MODYFIKACJE I ZMIANY

W Art. 4 ustawy [2] zdefiniowano zakres merytoryczny wybranych pojęć. Ilekroć w ustawie jest mowa o: (*)

5) **modernizacji** – należy przez to rozumieć zespół czynności niebędących wytworzeniem nowego urządzenia technicznego, zmieniających cechy urządzenia technicznego, w szczególności jego:

- a) konstrukcję lub zastosowane w nim materiały, lub
- b) parametry techniczne, lub
- c) automatykę zabezpieczającą lub jej podzespoły – bez istotnych zmian jego charakterystyki lub przeznaczenia i niepowodujących wzrostu zagrożenia związanego z jego eksploatacją

6) **naprawie** – należy przez to rozumieć zespół czynności mających na celu przywrócenie stanu zdatności użytkowej urządzenia technicznego, w tym wykonywanych metodami chemicznymi, bez wprowadzania zmian w konstrukcji lub parametrów technicznych

7) **konserwacji** – należy przez to rozumieć zespół czynności wykonywanych w celu utrzymania stanu zdatności użytkowej urządzenia technicznego, prowadzonych zgodnie z instrukcją eksploatacji, niebędących naprawą urządzenia

* Numeracja zgodna jest w zapisami w ustawie.



Na podstawie powyższych zapisów:

- Tylko czynności określone w instrukcji eksploatacji urządzenia mogą być traktowane jako **KONSERWACJA** i nie wymagać udziału UDT.
- **NAPRAWA I MODERNIZACJA** wymagają **uprzedniego uzgodnienia z UDT**. Wymiana elementów nastawialnych może wymagać badania do-
rażnego eksploatacyjnego, co regulują §17 i §27 rozporządzenia [1].

Naprawa oznacza odtworzenie stanu technicznego, w którym dokumentacja urządzenia jest punktem odniesienia. Zmiany w automatyce zwykle sięgają dalej niż odtworzenie stanu technicznego i muszą być traktowane jako modernizacje. Możliwość rozszerzania zakresu zmian mogących być traktowane jako naprawa lub konserwacja stwarza ww. §11 rozporządzenia [1], jeśli komponenty automatyki zostaną odpowiednio zdefiniowane w dokumentacji.

Poza oczywistymi przypadkami wymiany komponentów systemu automatyki, która może mieścić się w definicji naprawy lub konserwacji, w każdym innym przypadku potrzebny jest opis zakresu wprowadzanych zmian (modernizacji). Opis ten musi zawierać analizę wpływu modernizacji na bezpieczeństwo eksploatacji urządzenia oraz urządzeń współpracujących (§ 80. 1. Rozporządzenia [1]).

BEZPIECZEŃSTWO PRACY W ENERGETYCE

Przepisy prawa pracy nakładają najszerszą odpowiedzialność za bezpieczeństwo maszyn, urządzeń i instalacji. Jest to odpowiedzialność pracodawcy za stan bezpieczeństwa w zakładzie pracy i na stanowisku pracy, którym może być cała instalacja energetyczna.

Według tych przepisów niedopuszczalne jest wyposażanie stanowisk pracy w maszyny, urządzenia techniczne oraz instalacje, które nie spełniają wymagań dotyczących oceny zgodności. Nakładają też na pracodawcę obowiązek kontroli bezpieczeństwa wszelkich maszyn, urządzeń oraz instalacji użytkowanych podczas pracy.

Implementowana do polskiego porządku prawnego Dyrektywa 2009/104/WE dot. minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego [6], stanowi, że przez „sprzęt

roboczy” należy rozumieć: „**wszelkie maszyny, urządzenia, narzędzia lub instalacje użytkowane podczas pracy**”.

Zgodnie z art. 4 Dyrektywy [6] Pracodawca ma obowiązek nie tylko posiadania lub używania sprzętu roboczego spełniającego wymagania przepisów wszelkich mających zastosowanie odpowiednich dyrektyw Wspólnoty. Jest również obowiązany w ciągu całego czasu pracy do odpowiedniej konserwacji oraz utrzymania sprzętu roboczego (czyt. wszelkich maszyn, urządzeń, instalacji użytkowanych podczas pracy).

Podobne wymagania związane z okresowymi lub specjalnymi kontrolami maszyn* określone są w Rozporządzeniu w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn [7].

* *maszyny rozumiane jako wszelkie maszyny i inne urządzenia techniczne, narzędzia oraz instalacje użytkowane podczas pracy*

Obowiązek prawny pracodawcy związany z zapewnieniem ciągłości bezpieczeństwa maszyn, urządzeń oraz instalacji stanowiących przestrzeń pracy zostanie wyjaśniony w osobnym artykule.

CZYM JEST BEZPIECZEŃSTWO ORAZ ANALIZY RYZYKA

Racjonalne i przemysłane podejście do projektowania bezpieczeństwa i niezawodności (dostępności) obiektu przemysłowego pozwala zarówno na optymalizację kosztów projektu jak i kosztów eksploatacji urządzeń technicznych czy instalacji. Wyzwaniem jest zaprojektowanie instalacji inherentnie bezpieczniejszej, z minimalną ilością niezbędnego wyposażenia, prostej na ile to możliwe, łatwej i niedrożej w eksploatacji i utrzymaniu.

Niezbędnymi narzędziami optymalizacji projektu są ANALIZY ZAGROŻEŃ I RYZYKA oraz analizy kosztów i korzyści wnoszonych przez każde z rozwiązań lub etapów projektu.

Poprawnie wykonana ANALIZA ZAGROŻEŃ pozwala zidentyfikować potencjalne zagrożenia, ich przyczyny i skutki, na okoliczności, w których niezbędne są zmiany w projekcie. Dotyczy to też wyposażenia instalacji w urządzenia zabezpieczające lub zmiany liczby i lokalizacji urządzeń zabezpieczających.

OCENA RYZYKA pozwala ustalić wymagania dotyczące poziomu redukcji ryzyka, jakiej oczekuje się od zidentyfikowanych rozwiązań projektowych, w tym od zabezpieczeń określonych w analizie zagrożeń.

Automatyka zabezpieczająca są to przede wszystkim urządzenia ograniczające (rys. 1) zrealizowane jako obwody elektryczne oraz elektroniczne i programowalne elektroniczne. Realizują one funkcje bezpieczeństwa od układu czujnikowego, poprzez elementy pośredniczące, w tym elementy logiczne decydujące o uruchomieniu urządzeń wykonawczych, po same układy wykonawcze.

Często do automatyki zabezpieczającej zalicza się także układy sygnalizacji i alarmów, czyli urządzenia nadzorujące (rys. 1), o ile uczestniczą w realizacji funkcji bezpieczeństwa. Stosowane są także realizacje funkcji bezpieczeństwa w technologiach mechanicznych, pneumatycznych czy hydraulicznych.

Dla podmiotu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo instalacji energetycznej oznacza to, że na każdym etapie, powstawania i eksploatacji instalacji, musi zapewnić i udokumentować, że zrobił wszystko, co tylko możliwe i racjonalnie uzasadnione, dla zapewnienia możliwie najwyższego bezpieczeństwa.

W technice przyjmuje się że wystarczającym dowodem jest utworzenie dokumentacji spełnienia tzw. zasady ALARP (As Low as Rationally Practicable). To zagadnienie będzie omówione w osobnej publikacji.

Przepisy są zwykle bardziej ogólne od norm i najczęściej nie odnoszą się do pojęcia ryzyka, a do pojęcia bezpieczeństwa.

Normy mówią o zagrożeniach i ryzyku oraz o redukcji ryzyka.

Jak to rozumieć?

CZYM JEST BEZPIECZEŃSTWO?

Najlepiej sens tego pojęcia oddają dwie definicje. Podkreślają one fakt, że pojęcie bezpieczeństwa dotyczy nie tylko przemysłu, zaś miary bezpieczeństwa mogą i powinny być uniwersalne.

a) „Bezpieczeństwo to stan dający poczucie pewności i gwarancję jego zachowania oraz szansę na doskonalenie” [3].

b) Najczęściej bezpieczeństwo definiuje się zarówno jako stan (osiągnięte poczucie bezpieczeństwa danego podmiotu), jak i proces (zapewnianie poczucia bezpieczeństwa podmiotu).

Bardziej praktyczne jest podejście drugie, odzwierciedlające naturalny, dynamiczny charakter zjawiska poczucia bezpieczeństwa” [4].

Powyższe definicje dotyczą bezpieczeństwa ogólnego i odnoszą się do pojęcia bezpieczeństwa, o którym mówią przepisy, czyli ryzyka utraty zdrowia i życia. Ale to nie jest jedyna możliwa interpretacja definicji.

Bezpieczeństwo może być potraktowane szerzej, jako odnoszące się do realizacji celów.

Dotyczy to stanu, w którym ryzyko niezrealizowania celów jest tak niskie, że akceptujemy jego poziom. Nie podejmujemy wówczas działań mających dalej zredukować oceniane ryzyko.

Przyjętymi celami ryzyka mogą być np.:

- brak strat produkcyjnych, w tym kosztów niewykonanych zamówień lub niewłaściwej jakości produktów,
- brak uszkodzeń lub przyspieszonego zużycia urządzeń lub instalacji i związane z tym koszty itp.

Cele ryzyka i poziomy akceptacji ryzyka zależą od właściciela ryzyka i podmiotów na nie narażonych.

ISTNIEJĄ DWA SPOSOBY SPOSOBY UZYSKANIA BEZPIECZEŃSTWA

1. ELIMINACJA ZAGROZEŃ

2. REDUKCJA RYZYKA DO POZIOMU AKCEPTOWALNEGO

Jako stan bezpieczeństwa można także przyjąć brak nieakceptowalnego ryzyka, ale ta kwestia nie jest oczywista i należy ją szerzej omówić.

Gdy znamy powiązanie pomiędzy bezpieczeństwem a ryzykiem, a więc także pomiędzy przepisami a normami, to także rozumiemy, że aby spełnić wymagania przepisów, należy dążyć do udokumentowanej eliminacji zagrożeń i (lub) redukcji ryzyka.

WNIOSKI

Automatyka nie zastępuje konstrukcji – nie jest „lekarstwem” na błędy konstrukcyjne.

Ponadto...

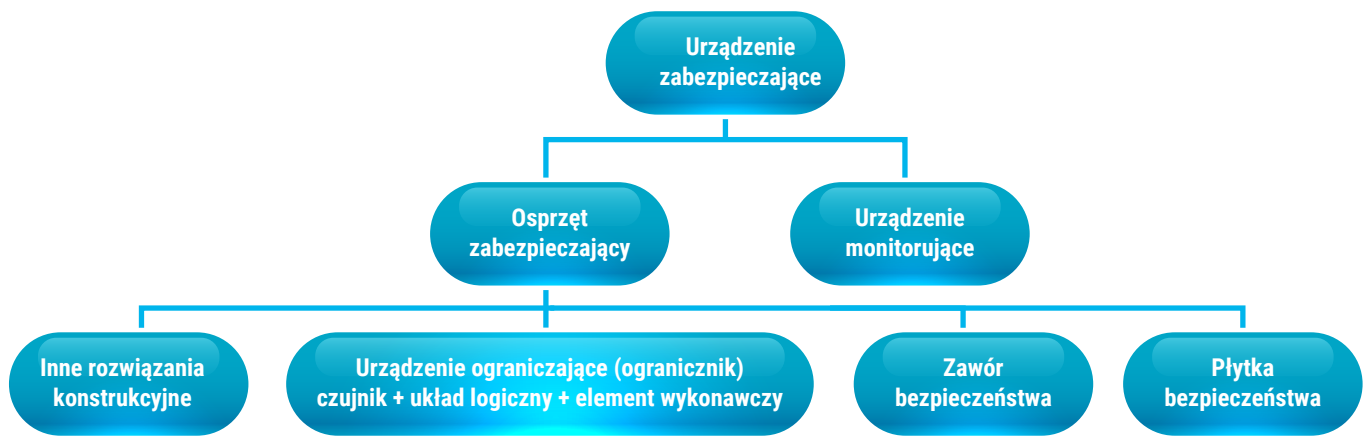
Nie zawsze jest potrzebna – w odpowiednio skonstruowanych instalacjach i w zależności od przyjętych kryteriów bezpieczeństwa może nie być wcale potrzebna.

Może być konieczna ze względu na wymaganie norm przedmiotowych lub ze względu na inne ryzyko niż związane ze zdrowiem i życiem.

JAK ZAPROJEKTOWAĆ AUTOMATYKĘ ZABEZPIECZAJĄCĄ?

AUTOMATYKĘ ZABEZPIECZAJĄCĄ NALEŻY SKONSTRUOWAĆ WEDŁUG ZASAD.

- W POWIĄZANIU Z KONSTRUKCJĄ INSTALACJI
- TYLKO W NIEZBĘDNYM ZAKRESIE
- W ODNIESIENIU DO PRZYJĘTYCH ZAGROZEŃ I WYMAGAŃ DLA RYZYKA
- SPEŁNIAJĄC WYMAGANIA PRZEPISÓW
- NAJLEPIEJ STOSUJĄC NORMY PRZEDMIOTOWE I ZWIĄZANE Z NIMI NORMY SEKTOROWE
- STOSUJĄC BRANŻOWE KNOW-HOW
- STOSUJĄC UZNANE ROZWIĄZANIA I SPOSOBY PROJEKTOWANIA ELIMINUJĄCE BŁĘDY SYSTEMATYCZNE I PRZYPADKOWE
- W PEŁNI DOKUMENTUJĄC



Rys. 1. Podział urządzeń zabezpieczających w myśl dyrektywy PED

<p>PODSTAWOWE STANDARDY TECHNICZNE NAJCZĘŚCIEJ STOSOWANE W ENERGETYCE</p> <p>a) standardy serii PN-EN 12953 dla kotłów płomienicowo-płomieniówkowych</p> <p>b) standardy serii PN-EN 12952 dla kotłów wodnorurowych</p> <p>c) norma PN EN 764-7 dla urządzeń ciśnieniowych nieogrzewanych płomieniem</p> <p>Standardy te stanowią bazę wymagań dotyczących konstrukcji i wyposażenia urządzeń ciśnieniowych oraz podstawowe źródło dla wymagań przeprowadzania analiz zagrożeń przy projektowaniu.</p>	<p>W zakresie automatyki zabezpieczającej każdy z tych standardów odwołuje się do normy PN-EN 50156-1, która zawiera szczegółowe wymagania dla projektowania obwodów realizujących funkcje bezpieczeństwa, w tym:</p> <p>a) konieczność przeprowadzenia deterministycznej analizy odporności części sprzętowej i programowej systemu automatyki na błędy,</p> <p>b) konieczność określenia wymagań SIL dla poszczególnych funkcji bezpieczeństwa.</p> <p>Merytorycznie bardzo zbliżonymi do PN-EN 50156-1 standardami technicznymi dla projektowania automatyki zabezpieczającej w odniesieniu do maszyn jest zestaw norm PN-EN 60204-1 i PN-EN IEC 62061.</p>
--	--

Funkcje bezpieczeństwa wyłania się na podstawie:

- standardów technicznych**, w których są wymienione literalnie lub wskazana jest konieczność oceny wybranych zagrożeń i implementacji funkcji zabezpieczających, gdy zagrożenie występuje,
- analiz zagrożeń**, w której występują jako środki przeciwdziałające rozwojowi konkretnego scenariusza awaryjnego, więc redukujące ryzyko wystąpienia zidentyfikowanych, potencjalnych konsekwencji tego scenariusza.

Każda z norm dotyczących bezpieczeństwa funkcjonalnego wymaga, aby w kolejnych etapach analiz zagrożeń oraz analiz ryzyka aktualizacji podlegała tzw. Specyfikacja Wymagań Bezpieczeństwa (tzw. SRS = Safety Requirements Specification).

W normie PN-EN 50156-1:2015 jest to rozdział 10.4 Safety requirements allocation zawierający w 15 pozycjach m.in.:

- wykaz wymaganych funkcji bezpieczeństwa,
- oczekiwana reakcja systemu w przypadkach uszkodzeń,
- rodzaj przywołania każdej z funkcji (przywołanie rzadkie lub częste)
- wymagany czas reakcji systemu dla każdej funkcji (patrz też definicja 3.20 fault tolerance time),
- wszystkie przewidywane tryby pracy urządzenia (niektóre funkcje mogą dotyczyć wybranych trybów pracy, np. uruchomienie),
- założone warunki środowiskowe pracy systemu,
- rozwiązania techniczne służące do testowania funkcji bezpieczeństwa,
- wymagania dla testowania funkcji (proof testing),
- wymagany poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (Safety Integrity Level) dla każdej funkcji,
- wszystkie inne niezbędne informacje mogące mieć wpływ na projekt systemu automatyki.

Poziom SIL tworzy tzw. wymagania jakościowe dla funkcji automatyki. Jednak nawet funkcje bezpieczeństwa, dla których w wyniku analizy nie przypisano SIL 1 lub wyższego nadal pozostają funkcjami bezpieczeństwa. Nie można zrezygnować z ich zaprojektowania i utrzymywania ich sprawności w toku eksploatacji.

Są to tzw. funkcje bezpieczeństwa „non-SIL”.



Jeśli funkcję wskazano w analizie zagrożeń jako potrzebną, a w toku analizy nie wskazano potrzeby uzyskania SIL 1 lub wyższego, to oznacza wg normy EN-50156-1 (i innych norm bezpieczeństwa funkcjonalnego), że od funkcji bezpieczeństwa „non-SIL” oczekujemy współczynnika redukcji ryzyka RRF większego od 1 i mniejszego od 10 ($1 < RRF < 10$).

Bardzo często obecność w systemie funkcji bezpieczeństwa o RRF <10 stanowi uzasadnienie dla ograniczenia wymagania SIL dla innych funkcji. Zatem brak sprawności funkcji bezpieczeństwa „non-SIL” powodowałby niedomiar redukcji ryzyka eksploatacji urządzenia jako całości.

PODSUMOWANIE

Wybór norm i technologii projektu należy do projektanta i właściciela instalacji.

Analizy zagrożeń pozwalają określić, jakie środki redukcji ryzyka, np. funkcje zabezpieczające, są konieczne. Analizy ryzyka pozwalają ocenić, czy zapewniliśmy bezpieczeństwo, czy są konieczne dodatkowe środki redukcji ryzyka. W odniesieniu do automatyki zabezpieczającej pozwalają na określenie poziomu wymagań dla redukcji ryzyka dla poszczególnych obwodów realizujących każdą z funkcji bezpieczeństwa i wynikających z tego wymagań dla konstrukcji systemu automatyki.

Projektowanie bezpieczeństwa obejmuje także przewidywanie niewłaściwego użytkownika i przygotowanie rozwiązań ograniczających lub eliminujących takie działania tj. prawdopodobieństwo wystąpienia tych działań lub ich ewentualnych konsekwencji.

UWAGA

Pamiętajmy, że nie wszystkie normy muszą być stosowane i w pełnym zakresie.

Dobór norm i ich zakresu zastosowania należy dopasować do rodzaju i konstrukcji instalacji.

Ważne jest to, co jest naprawdę niezbędne.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 17 grudnia 2021 roku w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla niektórych urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu (Dz.U. z 2022 r. poz. 68)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20220000068/O/D20220068.pdf>
2. Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym (Dz.U. z 2023 poz. 1622, tj.)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20001221321/U/D20001321Lj.pdf>
3. Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2008.
4. Koziej S., Bezpieczeństwo: istota, podstawowe kategorie i historyczna ewolucja, „Bezpieczeństwo Narodowe” II-2011, nr 18.
5. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. z 2019 r. poz. 211, tj.)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20160001036/O/D20161036.pdf>
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/104/WE z dnia 16 września 2009 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkownika sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy (Dz.U.UE.L.2009.260.5 z dnia 2009.10.03)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0104>
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz.U. z 2002 r. nr 191, poz. 1596, z późn. zm.)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20021911596/O/D20021596.pdf>
8. Uzasadnienie do rządowego projektu rozporządzenia w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla niektórych urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu
<https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12335607/katalog/12698765#12698765>