

Wymagania Urzędu Dozoru Technicznego dla urządzeń ciśnieniowych w instalacjach ziębniczych

Część 2. – automatyka zabezpieczająca



Marcin Wołejko

Dział Urządzeń Ciśnieniowych
Urząd Dozoru Technicznego
Oddział w Gdańsku

Ten artykuł jest kolejnym z cyklu poruszającego aspekty projektowania bezpieczeństwa w instalacjach ziębniczych. Bezpieczeństwo eksploatacji każdego z urządzeń technicznych, w tym urządzeń współpracujących ze sobą w ramach instalacji technologicznej, powinno zostać zapewnione w myśl przepisów wdrażających odpowiednie dyrektywy europejskie, przepisów ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy U. 2018, poz. 917, w szczególności art. 215-217, oraz w myśl przepisów Ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym.

W przypadku nowych instalacji ziębniczych zapewnianie zasadniczych wymagań bezpieczeństwa odbywa się m.in. przez stosowanie przepisów w zakresie oceny zgodności, a instalacja ziębnicza 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.

Z punktu widzenia zagrożeń, jakie stwarza czynnik ziębniczy znajdujący się pod ciśnieniem w urządzeniach tworzących instalację – niezależnie od tego, czy instalacja zostanie scalona i poddana ocenie zgodności jako zespół urządzeń ciśnieniowych przez jej wytwórcę, czy zostanie scalona na odpowiedzialność eksploatującego w myśl § 2 pkt. 22 Rozporządzenia Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych, wdrażającego do polskiego prawa wymagania dyrektywy PED 2014/68/UE – bezpieczeństwo eksploatacji instalacji ziębniczej powinno być zapewnione.

W przypadku opisanego wyżej scalenia instalacji na odpowiedzialność eksploatującego, co jest działaniem przewidzianym wyłącznie z punktu widzenia zagrożeń związanych z ciśnieniem, wymagane jest uprzednie uzgodnienie z organem właściwej jednostki dozoru technicznego specyfikacji technicznych i określenia dokumentów w zakresie istotnym dla oceny wyjściowego poziomu bezpieczeństwa¹.

¹ §3 ust. 2 pkt. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 9 lipca 2003 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń ciśnieniowych (Dz. U. Nr 135, poz. 1269)

² art. 17 USTAWY z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym

Modernizacja urządzeń podlegających dozorowi technicznemu wbudowanych w instalację ziębniczą może mieć wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji instalacji oraz tych urządzeń ze względu na ich wzajemne połączenie, połączenie z urządzeniami zasilającymi oraz osprzętem zabezpieczającym. Z tego powodu modernizacja wymaga uzgodnienia dokumentacji technicznej z organem właściwej jednostki dozoru technicznego².

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

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. Takie podejście pozwala na optymalizację kosztów projektu ale także kosztów eksploatacji urządzeń technicznych czy instalacji. Zapewne wszyscy się zgodzą, że sztuką jest zaprojektować instalację inherentnie bezpieczną, z minimalną ilością niezbędnego wyposażenia, prostą na ile to możliwe, łatwą i niedrogą w eksploatacji i utrzymaniu.

Niezbędnymi narzędziami optymalizacji projektu są analizy zagrożeń i ryzyka oraz analizy kosztów i korzyści wnoszonych przez każde z rozwiązań czy każdy z etapów projektu.

Pierwszym warunkiem inherentnego bezpieczeństwa są konstrukcja i parametry wytrzymałościowe urządzeń ciśnieniowych, dobór pojemności zbiorników, 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).

Poprawnie wykonana analiza zagrożeń pozwala zidentyfikować potencjalne zagrożenia, ich przyczyny i skutki, na okoliczność których niezbędne są zmiany w projekcie, w tym doposażenie instalacji w urządzenia zabezpieczające lub zmiana liczby czy lokalizacji urządzeń zabezpieczających.

Żaś ocena ryzyka pozwoli ustalić wymagania dotyczące poziomu redukcji ryzyka jakiej oczekuje się od zidentyfikowanych zmian w projekcie, w tym od zabezpieczeń określonych w analizie zagrożeń.



Automatyka zabezpieczająca są to przede wszystkim urządzenia ograniczające (rys. 1) zrealizowane jako obwody elektryczne/elektroniczne i/lub programowalne elektroniczne realizujące 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 według rys. 1, o ile uczestniczą w realizacji funkcji bezpieczeństwa.

Z punktu widzenia przepisów związanych z działalnością UDT wg § 2 pkt. 27 Rozporządzenia MGPIPS z 9 lipca 2003 r. jest traktowana jako osprzęt zabezpieczający czyli urządzenia przeznaczone do zabezpieczania urządzeń ciśnieniowych przed przekroczeniem parametrów dopuszczalnych.

Dla podmiotu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo instalacji ziębniczej, jak i każdej innej, 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.

Przepisy są zwykle bardziej ogólne od norm i najczęściej nie odnoszą się od pojęcia ryzyka, a do pojęcia bezpieczeństwa. Natomiast normy mówią o zagrożeniach i ryzyku oraz o redukcji ryzyka. Jak to rozumieć?

CZYM JEST BEZPIECZEŃSTWO?

Posłużę się dwoma ogólnymi definicjami, które moim zdaniem najlepiej oddają sens tego pojęcia i podkreślają fakt, że pojęcie bezpieczeństwa dotyczy nie tylko przemysłu, a miary bezpieczeństwa mogą i powinny być uniwersalne:

- „Bezpieczeństwo – stan dający poczucie pewności i gwarancję jego zachowania oraz szansę na doskonalenie”³,
- „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 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 tej definicji.

Bezpieczeństwo może też być potraktowane szerzej, jako odnoszące się do realizacji celów – do stanu, w którym ryzyko niezrealizowania

celów jest tak niskie, że akceptujemy jego poziom i nie podejmujemy działań mających dalej redukować oceniane ryzyko.

Przyjętymi celami ryzyka może 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/lub podmiotów na nie narażonych.

Bezpieczeństwo można uzyskiwać na dwa sposoby:

- 1. eliminując zagrożenia,**
 - 2. redukując ryzyko do poziomu akceptowalnego.**
- Jako stan bezpieczeństwa można także przyjąć brak nieakceptowalnego ryzyka.**

Znamy już więc powiązanie pomiędzy bezpieczeństwem a ryzykiem, a więc także pomiędzy przepisami a normami. Rozumiemy zatem, że aby spełnić wymagania przepisów należy dążyć do udokumentowanej eliminacji zagrożeń i/lub redukcji ryzyka.

Zatem jaką rolę ma wypełnić automatyka zabezpieczająca?

Odpowiedź jest prosta – uzupełnić bezpieczeństwo tam gdzie go brakuje, po zapewnieniu odpowiedniej wytrzymałości konstrukcji urządzeń ciśnieniowych oraz zaprojektowaniu innego osprzętu zabezpieczającego czy innych środków redukcji ryzyka.

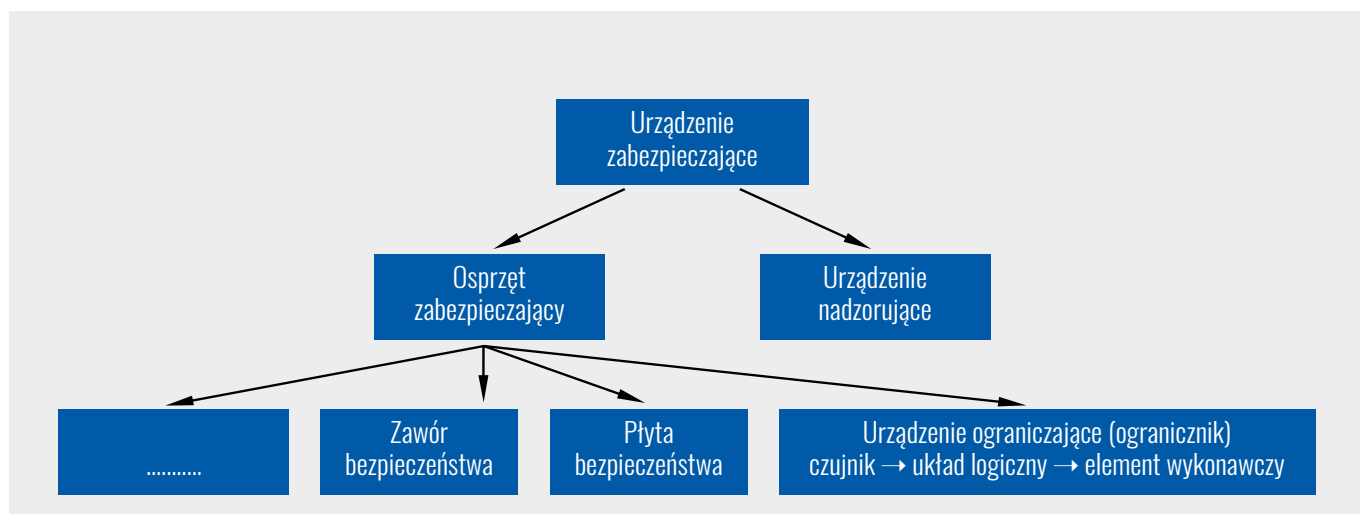
Z tego wynika, że:

- Automatyka nie zastępuje konstrukcji – nie jest lekarstwem na błędy konstrukcyjne.
- 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 wymagania norm przedmiotowych lub ze względu na inne ryzyko niż związane ze zdrowiem i życiem.

JAK ZATEM ZAPROJEKTOWAĆ AUTOMATYKĘ ZABEZPIECZAJĄCĄ?

Automatykę zabezpieczającą należy skonstruować:

- w powiązaniu z konstrukcją instalacji,
- tylko w niezbędnym zakresie,
- w odniesieniu do przyjętych zagrożeń i wymagań dla ryzyka,
- spełniając wymagania przepisów,
- najlepiej stosując normy przedmiotowe i związane z nimi normy



Rys. 1. Podział urządzeń zabezpieczających w myśl dyrektywy PED. Kropki oznaczają inne możliwe rozwiązania konstrukcyjne

³ Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2008.

⁴ Stanisław Koziej, Bezpieczeństwo: istota, podstawowe kategorie i historyczna ewolucja, "Bezpieczeństwo Narodowe" II-2011, nr 18.

- sektorowe,
- stosując branżowe know-how,
- stosując uznane rozwiązania i sposoby projektowania eliminujące błędy systematyczne i przypadkowe,
- w pełni dokumentując.

JAKIE NORMY ZASTOSOWAĆ?

Można zastosować normy przedmiotowe i odpowiednie normy przywołane.

Zacznijmy od norm przedmiotowych, tj.

- PN-EN 378-1 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 1: Wymagania podstawowe, definicje, klasyfikacja i kryteria wyboru,
- PN-EN 378-2 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Część 2: Projektowanie, wykonywanie, sprawdzanie, znakowanie i dokumentowanie.

Normy przywołane (normative references) w powyższych normach to m.in.:

- EN 809 Pumps and pump units for liquids – Common safety requirements,
- EN 12263 Refrigerating systems and heat pumps – Safety switching devices for limiting the pressure – Requirements and tests,
- EN 12693 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Positive displacement refrigerant compressors,
- EN 60204-1 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements (IEC 60204-1),
- EN ISO 13850 Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design (ISO 13850).

CO Z TEGO WYNIKA DLA AUTOMATYKI?

Aby zapewnić właściwą konstrukcję systemu automatyki, racjonalne jest projektowanie według norm EN 378, a zatem z:

- EN 809 (a z tego wynika także zastosowanie EN ISO 12100-1/2 oraz EN ISO 14121-1 Safety of Machinery – Risk Assessment),
- EN 60204-1 dotyczy elektrycznego i elektronicznego wyposażenia oraz układów do maszyn i obejmuje wymagania dla bezpieczeństwa elektrycznego oraz wymagania ogólne dla projektu,
- z zastosowania EN 60204-1 wynika też zastosowanie EN ISO 12100-1/2 oraz ISO 13849 (Bezpieczeństwo maszyn – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem) i 13850, a także IEC 62061,
- EN 62061 określa wymagania i zalecenia dotyczące projektowania, kompletowania i walidacji związanych z bezpieczeństwem elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych systemów sterowania (SRECS⁵) maszynami,
- EN 13850 dodaje do powyższych wymagania szczegółowe dotyczące zatrzymania awaryjnego.

Z przeglądu ww. norm wynikają podstawowe wnioski, tj.:

- PN-EN 378 jest zharmonizowana z dwoma dyrektywami – PED (2014/68/EU) oraz MD (2006/42/EC), a w zakresie automatyki przywołane są głównie normy z zakresu dyrektywy maszynowej (2006/42/EC),
- z PN-EN 378 wynika podstawowa ścieżka projektu automatyki zabezpieczającej dla instalacji ziębniczej, a także podstawione wymagania i konieczność przeprowadzenia analizy ryzyka,
- z faktu, że instalacja ziębnicza scala urządzenia ciśnieniowe podlegające dyrektywie PED i spełnia kryteria dla zespołu urządzeń ciśnieniowych wynika:
 - konieczność oceny zgodności z PED całej instalacji, jak również jej podsystemów,
 - możliwość zastosowania standardów technicznych z zakre-

su dyrektywy ciśnieniowej – a więc użycia norm EN 764-7 i EN 50156-1

- z PN-EN 13445 wynika metoda i zakres analizy ryzyka a także możliwość zastosowania wymagań z zakresu nieogrzewanych płomieniem zbiorników ciśnieniowych – a więc użycia norm EN 764-7 i EN 50156-1,
- z PN-EN 809 wynika konieczność i zakres analizy ryzyka spójny z wymaganiami EN 12100.

PODSUMOWANIE I Dyskusja Problemów

Wybór norm i technologii projektu należy do projektanta i/lub 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 – a w odniesieniu do automatyki zabezpieczającej pozwala na określenie poziomu wymagań dla redukcji ryzyka dla poszczególnych obwodów realizujących każdą z funkcji bezpieczeństwa i wynikających z tego wymaganiami dla konstrukcji systemu automatyki.

Projektowanie bezpieczeństwa obejmuje także przewidywanie niewłaściwego użytkownika i projektowanie rozwiązań ograniczających lub eliminujących takie działania, ich prawdopodobieństwo lub ich konsekwencje.

Systemy automatyki zabezpieczającej w instalacjach ziębniczych realizują zwykle funkcje:

- ograniczenia ciśnienia,
 - ograniczenia temperatury,
 - ograniczenia poziomu,
 - uruchamiania działań i/lub środków redukujących konsekwencje wycieku czynnika,
- zarówno podczas normalnej eksploatacji, jak i podczas napełniania lub opróżniania.

Należy pamiętać, że w zależności od projektu konstrukcji niektóre z ww. funkcji mogą nie być potrzebne lub na podstawie analizy ryzyka i w zależności od przyjętych norm projektowych mogą być zrealizowane w systemie sterowania.

Funkcje a), b) i c) są zwykle typu „de-energize to trip” i bardzo często realizują wyłączenie kompresorów, a więc elementami wykonawczymi tych funkcji są układy napędowe kompresorów lub urządzenia wyłączające napięcie zasilające kompresorów. Jak wspomniano na wstępie, wymagania dla funkcji zabezpieczających dotyczą całej funkcji, a więc od układu czujnikowego, poprzez elementy pośredniczące/elementy logiczne, po układy wykonawcze.

Funkcje d) mogą być zarówno typu:

- „de-energize to trip” – gdy realizują np. wyłączenie zaworów odcinających sekcje instalacji, aby zmniejszyć ilość wyciekającego czynnika, ale pod warunkiem że zawory są konstrukcji niewymagającej dodatkowej energii z zewnątrz do realizacji zamknięcia, np. zawór z napędem sprężynowym o konstrukcji NC, czyli zawór zamyka się bez zasilania energią z zewnątrz, np. energią elektryczną lub ciśnieniem powietrza,
- „energize to trip” – gdy realizują np. uruchomienie wentylatorów systemu wentylacji awaryjnej.

Dla funkcji „energize to trip” należy dodatkowo uwzględnić w projekcie rezerwę energii do wykonania działania, a niezawodność tej rezerwy jest uwzględniana w ocenie realizacji założeń projektowych.

⁵ SRECS – Safety-Related Electrical Control System.

WYMAGANIA I KIERUNEK PROJEKTOWANIA OKREŚLONY W PN-EN 378-2

Jak wspomniano w poprzednim artykule tego cyklu, w załączniku ZA normy PN-EN 378-2 zamieszczono powiązanie poszczególnych wymagań normy z zasadniczymi wymaganiami dyrektywy 2014/68/UE oraz rozporządzenia wdrażającego wymagania dyrektywy do polskiego prawodawstwa, których spełnienie zapewnia domniemanie zgodności z wymaganiami tych przepisów.

Analizując załącznik ZA z punktu widzenia automatyki zabezpieczającej dochodzimy do wniosku, że wymagane jest spełnienie pkt 6.2.5 i pkt 6.2.6.

CO JEST NAJWAŻNIEJSZE W PN-EN 378-2, W PKT 6.2.5 I PKT 6.2.6?

a) P. 6.2.5.2 Safety switching devices for limiting the pressure

Komponenty elektromechaniczne powinny być zgodne z EN 12263. Jeśli służą do zabezpieczenia przed przekroczeniem ciśnienia to nie powinny być używane w celu sterowania – czyli niezależność.

Elektroniczne komponenty powinny spełniać m.in. wymagania dla osprzętu zabezpieczającego, np. bezpieczeństwo nie powinno być osłabiane przez działanie lub uszkodzenie funkcji systemów regulacji i sterowania. Komponenty obwodu powinny spełniać mające zastosowanie wymagania rozdziału 4 normy EN 12263.

Uwaga i przykład podany w tym punkcie normy EN 378-2 prowadzi do wniosku, że odpowiednie kryteria dla obwodów realizujących taką funkcję zabezpieczającą w instalacjach przemysłowych a zawierających komponenty elektroniczne to:

- spełnienie wymagań załącznika H normy EN 60730-2-6, a dodatkowo
- komponenty powinny być klasy C (powinny zawierać przynajmniej dwa elementy łączeniowe do realizacji „de-energize to trip” pamiętając, że druga para styków tego samego przekaźnika jest traktowana jako pojedynczy styk)

oraz

- odchyłka i dryft nie powinny przekraczać +0 proc. (co w technice jest wartością teoretyczną i raczej potraktujemy to jako wskazanie do racjonalnej minimalizacji tych parametrów),
- EN 62061 for SIL class 2,
- EN ISO 13849 for PL = d.

Dlaczego określono konkretne wartości PL lub SIL w normie, zamiast pozostawić ich określenie analizie ryzyka? W odniesieniu do punktu



6.2.5.2 tej normy racjonalne będzie potraktowanie tych wartości jako referencyjne (rekomendowane), a nie wymagane.

Najważniejszym aspektem, który wynika z tego zapisu jest podkreślenie nieco innych wymagań w zależności od przyjętego sposobu projektowania systemów automatyki:

- systemy bez komponentów elektronicznych – należy stosować EN 60204-1,
- systemy wyposażone w komponenty elektroniczne – należy stosować także EN ISO 13849-1 lub EN 62061.

b) P. 6.2.6 Application of protection devices

Zabezpieczenie przed przekroczeniem ciśnienia powinno dotyczyć zarówno obiegu czynnika ziębniczego, jak i wtórnych obiegów transferu ciepła. Zasadne byłoby mieć na uwadze, że to wymaganie może być spełnione nie tylko przy zastosowaniu automatyki zabezpieczającej.

Zasadne jest projektowanie systemu automatyki zabezpieczającej przed przekroczeniem ciśnienia w taki sposób, aby działanie nastąpiło przed otwarciem zaworów bezpieczeństwa lub zaworów upustowych.

JAKIE WYMAGANIA DLA INNYCH FUNKCJI BEZPIECZEŃSTWA?

W punktach wymienionych w załączniku ZA normy EN 378-2 brak jest wymagań dotyczących innych, poza ograniczaniem ciśnienia, funkcji bezpieczeństwa. Należy jednak pamiętać, że bezpośrednio w dyrektywie PED, jak również oczywiście w rozporządzeniu wdrażającym tę dyrektywę wprowadzono wymaganie przeprowadzenia analizy zagrożeń i ryzyka w celu zidentyfikowania zagrożeń i oceny ryzyka odnoszącego się do danego urządzenia ciśnieniowego ze względu na panujące w nim ciśnienie i uwzględnienie przy projektowaniu oraz wykonaniu urządzenia ciśnieniowego wyników dokonanych analiz.

Jak zatem postępować, gdy analiza ryzyka wykazuje konieczność zaprojektowania i określenia wymagań dla innych funkcji zabezpieczających? Z inżynierskiego punktu widzenia rekomenduje się postąpić analogicznie jak w przypadku wymagań określonych w pkt. 6.2.5 i 6.2.6. Ponadto wskazówki znajdziemy w pkt. 6.2.9 Electrical requirements, który to punkt jednak jest w normie i nie należy go ignorować.

Dla projektu/konstrukcji systemu automatyki zabezpieczającej w instalacji przemysłowej EN 60204-1 jest wskazana jako norma wyjściowa dla projektu, a jeśli w zakresie funkcji zabezpieczającej zastosowano komponenty elektroniczne, to dodatkowo należy uwzględnić wymagania:

- EN ISO 13849-1 dla PL = d
- lub
- EN 62061 dla SIL2,

podobnie jak opisano wyżej, traktując te wartości jako referencyjne/rekomendowane, a nie wymagane, i prowadząc ocenę wymagań na podstawie analizy ryzyka.

Seria norm EN 60335 dotyczy „elektrycznego sprzętu do użytku domowego i podobnego – Bezpieczeństwo użytkownika...”, nie jest zatem właściwym standardem dla instalacji przemysłowych.

Na koniec. Pamiętajmy, że nie wszystkie normy i w pełnym zakresie muszą być konieczne do stosowania. Dobór norm i ich zakresu zastosowania należy dopasować do rodzaju i konstrukcji instalacji. Niezbędne jest tylko to, co jest niezbędne.

Zapraszamy do lektury kolejnego numeru biuletynu, w którym zaprezentowana zostanie trzecia część cyklu dotyczącego instalacji ziębniczych. Ostatnia część poświęcona będzie problematyce zabezpieczenia instalacji przed wzrostem ciśnienia oraz sposobom doboru zaworów bezpieczeństwa.