

**1. Jakie nowości istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa i technologii pojawiły się ostatnio w przemysłowych systemach bezpieczeństwa oraz które z tych nowości cieszą się największą popularnością?**

Mówiąc o bezpieczeństwie maszyn nie sposób pominąć wymagań stawianym systemom realizującym funkcje bezpieczeństwa. Ponieważ w ostatnim czasie pojawiło się kilka interesujących kwestii wynikających z coraz szerszego stosowania Dyrektywy Maszynowej 2006/42/WE i zharmonizowanych z nią norm, zamiast analizy wybranych produktów stosowanych w przemysłowych systemach bezpieczeństwa warto pochylić się nad pewnym kontrowersyjnym aspektem teoretycznym.

Jednym z wielu istotnych zagadnień, o których na pewno warto dyskutować są odmienne sposoby pojmowania przycisku i obwodów zatrzymywania awaryjnego przez Dyrektywy Maszynowe 98/37/WE oraz 2006/42/WE. Pierwsza z nich traktowała go, jako część wyposażenia, która musi znaleźć się na maszynie w celu wyeliminowania istniejącego lub zagrażającego niebezpieczeństwa. Dotychczas był to „dodatkowy” element bezpieczeństwa. Natomiast w najnowszej dyrektywie oprócz identycznego wymagania jak w poprzedniej, przycisk zatrzymywania awaryjnego jest traktowany jako element bezpieczeństwa (zgodnie z „Załącznikiem V” dyrektywy 2006/42/WE). Sprawa z pozoru błaha, niesie za sobą niestety wiele dodatkowych wymagań – utrudnień dla projektantów maszyn i systemów sterowania. Najważniejsze z nich dotyczy wymagania oceny ryzyka dla funkcji zatrzymywania awaryjnego, czyli wyznaczania dla niej *wymaganej Kategorii (KAT)* zgodnie PN-EN 954-1 lub *Wymaganego Poziomu Zapewniania Bezpieczeństwa - Performance Level Required (PL<sub>r</sub>)* zgodnie z PN-EN ISO 13849-1. (Parametry KAT oraz PL określają odporność układu sterowania na utratę funkcji bezpieczeństwa).

Jeżeli dana maszyna (strefa) jest nadzorowana jedynie przez przycisk zatrzymania awaryjnego, ocena ryzyka wydaje się zasadna. Wówczas, dla obwodu zatrzymywania awaryjnego należy określić wymaganą KAT (zgodnie z normą PN-EN 954-1) lub PL<sub>r</sub> (zgodnie z PN-EN ISO 13849-1). W konsekwencji po skonstruowaniu systemu sterowania trzeba zweryfikować osiągniętą KAT lub PL. Warto zaznaczyć, że zgodnie z definicjami zawartymi w wyżej wymienionych normach, osiągnięcie KAT 4 lub PL „e” przy KAT 4 dla obwodu zatrzymywania awaryjnego (przy założeniu, że tego wymagała ocena ryzyka) jest bardzo trudne, a w praktyce wręcz niemożliwe. Mimo to, w wielu aplikacjach producentów sprzętu bezpieczeństwa takie rozwiązania są przedstawiane.

Warto rozważyć postulat, że podnoszenie WKAT lub PL<sub>r</sub> dla obwodu zatrzymywania awaryjnego w przypadku stosowania na maszynie (strefie) innych funkcji bezpieczeństwa realizowanych przez osobne techniczne środki bezpieczeństwa może być działaniem nadmiarowym - niepotrzebnym.

Przykładowo na prasie mechanicznej obsługiwanej w trybie skoku pojedynczego (maszyna z Załącznika IV Dyrektywy Maszynowej 98/37/WE i 2006/42/WE) podstawowymi środkami zabezpieczającymi operatora są kurtyny świetlne lub urządzenie oburęcznego sterowania. Zgodnie z wymaganiami normy szczegółowej typu C dla maszyny - PN-EN 692 obwód urządzenia oburęcznego sterowania (typu III C – PN-EN 574) powinien być zrealizowany w KAT 4 wg PN-EN 954-1. Nie ma tam mowy o wymaganiach dla obwodu zatrzymywania awaryjnego. Zgodnie z dyrektywą 2006/42/WE funkcja zatrzymywania awaryjnego powinna być poddana ocenie ryzyka, a w konsekwencji określeniu wymaganej KAT lub PL<sub>r</sub>. Ponieważ jednak podstawowym środkiem ochronnym jest urządzenie oburęcznego sterowania zrealizowane w KAT 4 według PN-EN 954-1, wystarczające wydaje się potraktowanie funkcji zatrzymywania awaryjnego jako dodatkowej – wspomagającej i zrealizowanie jej zgodnie z wymaganiami KAT 1 według PN-EN 954-1. Według podstawowej zasady techniki bezpieczeństwa urządzenia bezpieczeństwa powinny działać niezależnie od woli człowieka i zatrzymywać ruchy niebezpieczne w momencie wtargnięcia w strefę. Niemniej jednak obwód zatrzymywania awaryjnego zawsze wymaga reakcji ze strony człowieka. Jeżeli operator nie wyzwoli przycisku zatrzymywania awaryjnego, maszyna nie zostanie wprowadzona w stan bezpieczny.

W naszej firmie na co dzień ocieramy się o tego typu zagadnienia, gdy wiele firm nie potrafi sobie poradzić z pozoru tak prostymi tematami. Dodatkowym utrudnieniem są zdefiniowanie w normie PN-EN 60204-1 „Bezpieczeństwo maszyn -- Wyposażenie elektryczne maszyn -- Część 1: Wymagania ogólne” dwa pojęcia: „zatrzymywanie awaryjne” oraz „wyłączanie awaryjne”. Odnoszą się one bowiem do tego samego elementu - czerwonego przycisku na żółtym tle, natomiast w zależności od funkcji są różnie wpinane w obwody sterowania.

Zapraszamy do zapoznania się z naszymi artykułami i interpretacjami różnych problemów na witrynie internetowej [www.elokon.pl](http://www.elokon.pl) Przykłady można by mnożyć dla różnego rodzaju maszyn wyposażonych w podstawowe funkcje bezpieczeństwa realizowane przez kurtyny świetlne czy osłony blokujące.

Na zakończenie warto zaznaczyć, że istnieje olbrzymia ilość wzajemnych nieścisłości w normach i dyrektywach dotyczących bezpieczeństwa maszyn. Wprowadzanie nowych produktów na rynek powinno być poprzedzone analizą możliwości realizacji założeń wynikających z tego typu problemów. Może wówczas sprawy nabrałyby tempa i udałoby się wprowadzić porządek w teorii.

**2. Optoelektroniczne kurtyny bezpieczeństwa, maty, zderzaki bezpieczeństwa... rozwiązań wspierających bezpieczeństwo pracy przy maszynach jest w tej chwili naprawdę sporo – czym kierować się przy wyborze optymalnego rozwiązania? Jakie rozwiązania sprawdzą się najlepiej na jakich stanowiskach – czy mogą Państwo podać przykładowe**

## **zastosowania różnego rodzaju zabezpieczeń zależności od branży lub rodzaju wykorzystywanych maszyn?**

W gąszczu występujących na rynku możliwości związanych z techniką bezpieczeństwa rzeczywiście można się zagubić. Aby mieć pewność, że postępujemy poprawnie, dobór technicznych środków bezpieczeństwa na stanowisku pracy powinien być zawsze przeprowadzany w oparciu o *ocenę ryzyka*. Jest to proces, w którym na podstawie analizy oraz uwzględnienia takich czynników jak socjalne, ekonomiczne oraz aspekty środowiskowe, zostaje wydane orzeczenie o akceptacji określonego ryzyka. Następnie, jeżeli zgodnie z wynikami oceny poziom ryzyka powinien być obniżony, to wówczas powinno przystępować się do wyboru właściwego rozwiązania.

Przy doborze środków bezpieczeństwa istotną rolę odgrywa czas zatrzymania ruchów niebezpiecznych (potocznie: czas dobiegu), od którego zależy takie zdystansowanie elementów bezpieczeństwa, by po ich zadziałaniu wszystkie niebezpieczne ruchy ustały zanim operator wejdzie z nimi w bezpośredni kontakt. Jest to parametr, który może uniemożliwić zastosowanie kurtyn świetlnych i wymusić zastosowanie osłon z ryglowaniem.

Zgodnie z tzw. *triadą bezpieczeństwa*, ograniczanie ryzyka na maszynie powinno być w pierwszej kolejności zapewnione przez konstrukcję wewnętrznie bezpieczną. Jeżeli jednak z przyczyn technologicznych jest to niemożliwe, można sięgać po techniczne środki bezpieczeństwa wśród których możemy m.in. wyróżnić: osłony stałe, osłony blokujące ryglowane, osłony blokujące, kurtyny świetlne, bariery świetlne, skanery laserowe, maty czułe na nacisk, urządzenia zezwolenia czy przyciski z podtrzymaniem. Po uwzględnieniu zagrożeń wynikających z oceny ryzyka, przy wyborze optymalnego rozwiązania warto kierować się potrzebami wynikającymi z metody pracy i częstości ingerencji operatora w danej strefie na maszynie.

Przykładowo, na stanowiskach gdzie występuje ryzyko wyrzutu materiału najskuteczniejszym środkiem ochronnym będą oczywiście osłony stałe. Należy mieć jednak na uwadze, że osłona musi być tak skonstruowana i zamocowana, aby mogła wytrzymać siłę ewentualnego uderzenia. Jeżeli wymagana jest ingerencja do wnętrza strefy częściej niż raz na zmianę zaleca się zastosowanie np. osłony ryglującej, przy jednoczesnym uwzględnieniu powyższych postulatów. Tego typu rozwiązania spotyka się na zautomatyzowanych stanowiskach montażowych.

Osłony blokujące z ryglowaniem powinny być stosowane m.in. tam, gdzie w określonych warunkach niebezpieczne napędy i powiązane z nimi elementy ulegają zatrzymaniu z pewną zwłoką czasową w stosunku do momentu zainicjowania zatrzymania (normalnego lub awaryjnego). Takie osłony są często stosowane na wielorzecionowych obrabiarkach do drewna, gdzie czasy zatrzymania napędów potrafią wynosić niekiedy nawet kilka sekund.

W przypadku gdy mamy do czynienia z długą linią produkcyjną zestawioną z kilku maszyn i transporterów, gdzie dodatkowo wymagana jest stosunkowo częsta ingerencja operatora, sensownym rozwiązaniem wydaje się być podzielenie linii na strefy i nadzorowanie ich przy pomocy skanerów laserowych. Urządzenia te umożliwiają bowiem zaprogramowanie pól wykrywania w zależności od potrzeb użytkownika i dopasowanie ich do konstrukcji maszyny i jej otoczenia.

Na małych stanowiskach montażowych z obsługą jednoosobową skuteczną metodą zabezpieczenia jest wykorzystanie kurtyn świetlnych. Każdorazowe przecięcie wiązek świetlnych powoduje zatrzymanie wszystkich ruchów niebezpiecznych w strefie. W określonych warunkach, aby skrócić cykl produkcyjny możliwe jest zastosowanie kurtyn jako „kurtyny sterujące”, co ogranicza liczbę operacji wymaganych przez operatora dla wykonania każdej sztuki produktu.

W środowisku brudnym i zakurczonym, gdzie pojawiają się opiłki czy odpryski metalu, nadal niezastąpionym środkiem bezpieczeństwa są maty czułe na nacisk. Wynika to z faktu, że w takich warunkach wszystkie urządzenia optyczne dają fałszywe alarmy oraz wymagają częstego czyszczenia.

Urządzenia zezwolenia i przyciski z podtrzymaniem są najczęściej wykorzystywane na maszynach w trybach nastawczych. Umożliwiają one przebywanie operatora blisko lub nawet w strefie niebezpiecznej. Oczywiście muszą być tutaj spełnione dodatkowe wymagania dla takiego trybu pracy jak chociażby ograniczona prędkość elementu niebezpiecznego.

Podsumowując, przy doborze technicznych środków bezpieczeństwa należy przede wszystkim kierować się oceną ryzyka na stanowisku pracy. Częste błędy związane z nieprawidłowym doбором środków bezpieczeństwa wynikają z braku świadomości zagrożeń panujących w danej strefie na maszynie. Następnie należy brać pod uwagę aspekty technologiczne i funkcjonalne.

### **3. Jak dobrać odpowiednie rozwiązanie techniczne w zakresie bezpieczeństwa do danego stanowiska pracy/maszyny – na co zwrócić szczególną uwagę?**

W nawiązaniu do poprzedniego pytania dobór środków bezpieczeństwa nieodłącznie wiąże się z oceną ryzyka i uwzględnieniem zagrożeń panujących w wybranych strefach na maszynie. Jednak aby poprawnie zastosować i umiejscowić wybrane rozwiązania konieczne jest sięgnięcie do norm zharmonizowanych z Dyrektywą Maszynową 2006/42/WE dotyczących aspektów bezpieczeństwa maszyn.

Aspekty, na które szczególnie należy zwrócić uwagę w odniesieniu do większości maszyn przedstawiają dwie normy: PN-EN ISO 13855 – „*Bezpieczeństwo maszyn -- Umiejscowienie wyposażenia ochronnego ze względu na prędkości zbliżania części ciała*

człowieka” oraz PN-EN ISO 13857 – „*Bezpieczeństwo maszyn -- Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych*”.

W pierwszej z wyżej wymienionych norm znajdziemy między innymi informacje na temat jak poprawnie umiejscowić względem elementów niebezpiecznych takie techniczne środki bezpieczeństwa jak skanery laserowe, kurtyny i bariery świetlne, maty czułe na nacisk, urządzenia oburęcznego sterowania i osłony blokujące bez ryglowania.

Należy mieć na uwadze, że poprawne umiejscowienie wspomnianych rozwiązań wynika w głównej mierze z czasów zatrzymania elementów niebezpiecznych po wyzwoleniu zatrzymania z uwzględnieniem cech układów napędowych maszyny. W normie przedstawiono wskazówki dotyczące metod dokonywania takich pomiarów. Niejednokrotnie przy wyznaczaniu czasów zatrzymania, ze względu na trudność w zapewnieniu właściwych warunków pomiarów, niezbędne jest zastosowanie specjalistycznej aparatury pomiarowej.

Innymi ważnymi aspektami przy doborze technicznych środków bezpieczeństwa są ich własne parametry takie jak m.in. próg wykrywania (rozdzielczość). Poprawne umiejscowienie urządzeń wynika z przekalkulowania matematycznych formuł przedstawionych w normie, uwzględniających ich indywidualne cechy i czasy zatrzymania elementów niebezpiecznych na maszynie.

Druga z wymienionych norm dotyczy aspektów konstrukcyjnych osłon i innych konstrukcji ochronnych w zależności od odległości do elementów niebezpiecznych. Można znaleźć tam m.in. informacje dotyczące dopuszczalnych wielkości szczelin i otworów w obudowach maszyn, czy wysokości wygradzenia okalającego linię produkcyjną.

Z oceny ryzyka na maszynie wynika jeszcze jedno istotne zagadnienie związane z prawidłowym doбором elementów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Jest to zakres wymagań stawianych układom sterowania odpowiedzialnym za realizowanie funkcji bezpieczeństwa. Dla nowych maszyn kwestie te porusza norm PN-EN ISO 13849-1 – „*Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania*”, poprzez wprowadzenie parametru *Performance Level – Poziomu Zapewniania Bezpieczeństwa*.

Warto mieć świadomość, że samo zastosowanie na maszynie przykładowo kurtyny świetlnej i wpięcie jej w technologiczny układ sterowania w celu nadzorowania ruchu niebezpiecznego siłownika nie jest wystarczające. Niezbędne jest tu prawidłowe zrealizowanie obwodu bezpieczeństwa w zakresie nie tylko wejściowym (wspomniana kurtyna świetlna), ale również logicznym i wykonawczym. Niejednokrotnie wiąże się to z koniecznością doposażenia stanowiska w dodatkowe komponenty jak np. przekaźniki bezpieczeństwa czy zdwojone zawory. Cały układ sterowania powinien być zrealizowany w wymaganym dla konkretnego przypadku *Performance Level*.

Wyposażając maszynę w wybrany techniczny środek bezpieczeństwa należy sprawdzić, czy jest on przystosowany do realizowania funkcji bezpieczeństwa na wynikającym z oceny ryzyka Performance Level – Poziomie Zapewniania Bezpieczeństwa.

Reasumując, aby poprawnie dobrać zabezpieczenie na maszynie musimy przeprowadzić ocenę ryzyka i spełnić wymagania dedykowanych norm związanych z techniką bezpieczeństwa. Warto dodać, że w przypadku niektórych maszyn – stanowisk pracy, poza zrealizowaniem zaleceń z wspomnianych norm niezbędne może być również sięgnięcie do norm szczegółowych typu „C” zharmonizowanych Dyrektywą Maszynową 2006/42/WE, gdzie z reguły określone są precyzyjne wymagania stawiane danym rozwiązaniom technicznym związanym z bezpieczeństwem.

***Mariusz Głowicki***