



# Roboty współpracujące: Wyeliminuj tajemniczość z bezpieczeństwa

## Normy bezpieczeństwa robotów odnoszące się do pracy robotów z ludźmi ISO 10218

### Krok 1: Odpowiednia część normy

**ISO 10218-1 część 5.10:** „Roboty przeznaczone do pracy z ludźmi powinny zapewniać wizualne wskazanie, kiedy robot pracuje z ludźmi, oraz powinny być zgodne z co najmniej jednym z wymogów określonych w częściach od 5.10.2 do 5.10.5”

### Krok 2: Firma Universal Robots przestrzega części 5.10.5

#### ISO 10218-1 część 5.10.5 Ograniczenie mocy i siły przez wewnętrzną konstrukcję i kontrolę

„Funkcja ograniczenia mocy i siły powinna być zgodna z częścią 5.4. Jeżeli zostanie przekroczona wartość graniczna jakiegokolwiek parametru, powinno zostać uruchomione zatrzymanie zapobiegawcze. Robot jest jedynie elementem finalnego systemu robota współpracującego i sam nie wystarcza do zapewnienia bezpiecznej pracy z ludźmi. Aplikacja pracy robota z ludźmi powinna zostać określona przez [ocenę ryzyka] wykonaną podczas projektowania systemu aplikacyjnego. Informacje dotyczące użycia powinny obejmować szczegóły dotyczące ustawienia ustanowionych wartości granicznych parametrów w kontrolowanym robocie. Podczas projektowania pracy z ludźmi należy stosować normę ISO 10218-2. Dodatkowe informacje będą zawarte w normie [ISO/TS 15066]”.

**Ocena ryzyka:** Ocena ryzyka jest ogólnym procesem, składającym się z analizy ryzyka i ewaluacji ryzyka. Oznacza to określenie wszystkich ryzyk i zmniejszenie ich do odpowiedniego poziomu (patrz norma ISO 12100).

**ISO/TS 15066** opublikowana 15 lutego 2016 r. Zawiera wartościowe wytyczne dotyczące oceny ryzyka dla integratorów robotów współpracujących. Zawiera także prezentację badania na temat progów bólu, które integrator może wykorzystać. Firma Universal Robots jest częścią komitetu ISO i aktywnie uczestniczyła w opracowywaniu ISO/TS 15066.

### Krok 3: Dyrektywa maszynowa UE 2006/42/WE

**W odniesieniu do bezpieczeństwa robotów:** Wszystkie maszyny zainstalowane w UE muszą spełniać istotne wymagania BHP określone w ANEKSIE I dyrektywy maszynowej 2006/42/WE (DM). Żadne przepisy prawa nie zawierają wymogu przestrzegania jakiegokolwiek normy, jednak normy ISO 10218-1, ISO 10218-2 i ISO 13849-1 są zharmonizowane z DM. Jeżeli maszyna jest zgodna z taką zharmonizowaną normą, jest także zgodna z istotnymi wymogami DM.

Ponadto DM wymaga poniższej dokumentacji dla kompletnej instalacji robota:

- Zrozumiałe instrukcje dla operatora
- Sporządzenie deklaracji zgodności CE zgodnie z ANEKSEM II, 1., A
- Umieszczenie znaku CE na ukończonej instalacji robota zgodnie z ANEKSEM III, w tym informacje kontaktowe producenta, datę instalacji, nazwę typu i/lub numer seryjny.
- Zgromadzenie wszystkich informacji w jednej dokumentacji technicznej i przechowywanie jej przez co najmniej 10 lat.

### Aktualne normy bezpieczeństwa wg stanu na 2016 rok

**Światowa norma bezpieczeństwa robotów przemysłowych: ISO 10218-1:** Producent robotów.

**ISO 10218-2:** Integrator systemów/aplikacji z robotami.

**ISO/TS 15066:** NIE norma, ale specyfikacja techniczna z dodatkowymi wytycznymi dotyczącymi robotów współpracujących.

**ISO 13849-1:** Zawiera wymagania bezpieczeństwa i wytyczne dotyczące zasad projektowania i integracji elementów systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem (SRP/CS), w tym projektowania oprogramowania.

Europejska dyrektywa maszynowa 2006/42/WE jest prawem dotyczącym maszyn odnoszącym się do wszystkich instalacji w Europie. Dyrektywa jest dostępna na oficjalnej stronie internetowej Komisji Europejskiej.

**ISO 10218-1 część 5.4:** Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem należy projektować w taki sposób, aby były zgodne z poziomem zapewnienia bezpieczeństwa PL=d przy strukturze kategorii 3, jak opisano w normie ISO 13849-1 (ISO 10218-1 część 5.2.2), lub w taki sposób, aby były zgodne z poziomem zapewnienia bezpieczeństwa PL ustalonym przez ocenę ryzyka (ISO 10218-1 część 5.2.3).

**Poziom zapewnienia bezpieczeństwa (PL)** to nieciągły poziom używany do określenia zdolności elementów systemu sterowania związanych z bezpieczeństwem do wykonywania funkcji bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach. Innymi słowy, jest to zdefiniowany miernik prawdopodobieństwa wystąpienia usterki systemu. W systemie, w którym PL=d, jest bardzo mało prawdopodobne, że dojdzie do niebezpiecznej usterki. (Więcej szczegółowych informacji można znaleźć w normie ISO 13849-1).

**Kategoria 3** jest terminem używanym w odniesieniu do systemu, który jest zaprojektowany jako system dwukanałowy. Konstruowanie systemów związanych z bezpieczeństwem jako systemów dwukanałowych jest bardzo powszechne. Kategoria bezpieczeństwa 3 oznacza, że pojedynczy błąd nie prowadzi do utraty funkcji bezpieczeństwa. Ponadto większość pojedynczych błędów jest wykrywanych i zastosowano dobrze przetestowane reguły bezpieczeństwa. (Więcej szczegółowych informacji można znaleźć w normie ISO 13849-1).

Powyższe stwierdzenie jest zgodne z robotami Universal Robots (UR). System bezpieczeństwa we wszystkich robotach UR ma poziom zapewnienia bezpieczeństwa PL=d z kategorią 3 dla wszystkich we/wy bezpieczeństwa.

### Podsumowanie

- To nie sam robot zapewnia bezpieczeństwo aplikacji. Bezpieczeństwo aplikacji jest zapewniane przez całą aplikację.
- W przypadku KAŻDEJ aplikacji wymagana jest odpowiednia ocena ryzyka.
- Roboty Universal Robots są zgodne z aktualnymi światowymi normami bezpieczeństwa dotyczącymi pracy robotów z ludźmi.
- System bezpieczeństwa we wszystkich robotach UR jest zaprojektowany tak, aby był zgodny z interfejsem bezpieczeństwa PL=d, kategoria bezpieczeństwa 3.
- Specyfikacja techniczna (TS) dla robotów współpracujących. (ISO/TS 15066) zapewnia dodatkowe wytyczne dotyczące przeprowadzenia oceny ryzyka.



Pytanie	Odpowiedź
<b>Czy jest wymagane, aby roboty były zgodne z normą ISO 10218-1?</b>	Nie, wymagane jest, aby robot był zgodny z przepisami prawa i regulacjami obowiązującymi w kraju i/lub stanie, w którym robot jest zainstalowany. Więcej wytycznych można znaleźć w rozdziale „Bezpieczeństwo” podręcznika UR.
<b>Czy roboty UR są zgodne z normą ISO 10218-1?</b>	Nie wszystkie wytyczne zawarte w normie ISO 10218-1 są jasne lub odnoszą się do robotów współpracujących. W czasie gdy opracowywano normę ISO 10218-1, roboty współpracujące były nową i rozwijającą się technologią. Niektóre funkcje opisane w normie ISO 10218-1 zakładają niewspółpracujące, duże, ciężkie, niebezpieczne i ogrodzone roboty. W dniu 15 lutego 2016 roku opublikowano specyfikację techniczną ISO/TS 15066 zawierającą wyjaśnienia funkcji opisanych w normie ISO 10218-1.
<b>Czy dopuszczalne jest nieprzestrzeganie w pełni normy ISO 10218-1?</b>	Normę należy traktować jako dokument zawierający „najlepsze praktyki”. Norma ISO 10218-1 została opracowana głównie dla dużych, ciężkich przemysłowych robotów. Roboty UR są oparte na najnowocześniejszej technologii, dlatego niektóre wymogi mogą nie mieć zastosowania. Technologia zwykle wyprzedza normy, ponieważ normy definiują, jakie działania są „standardowe/normalne”. Roboty i instalacje robotów muszą być zgodne z przepisami prawa i regulacjami obowiązującymi w kraju i/lub stanie, w którym roboty są zainstalowane.
<b>Z którymi częściami normy ISO 10218-1 roboty UR są zgodne?</b>	Roboty UR są w szczególności zgodne z częściami odnoszącymi się do „pracy z ludźmi”, część 5.10.5. Ta norma jest zharmonizowana z dyrektywą maszynową oraz w szczególności stanowi, że robot może działać jako robot współpracujący (tj. bez osłon bezpieczeństwa między robotem a operatorem), jeżeli jest zgodny z punktem 5.10.5. Z oceny bezpieczeństwa nadal musi wynikać, że cała instalacja robota jest bezpieczna. System bezpieczeństwa w robotach UR jest certyfikowany przez TÜV (niemieckie stowarzyszenie kontroli technicznych).
<b>Jaka jest różnica między normami ISO 10218-1 i ISO 10218-2?</b>	Norma ISO 10218-1 jest przeznaczona dla producentów robotów. UR jest producentem robotów UR. Sam robot jest traktowany jako częściowo ukończona maszyna i nie jest kompletną maszyną. Norma ISO 10218-2 jest przeznaczona dla integratorów systemów z robotami. Firma, która instaluje robota UR w konkretnej aplikacji, jest integratorem. UR nie jest integratorem. Zintegrowany i zainstalowany robot jest traktowany jako kompletna maszyna. ANSI/RIA R15.06 jest ponowną publikacją, która zawiera obie normy ISO 10218-1 i -2, opublikowaną w Stanach Zjednoczonych. CAN/CSA-Z434 jest ponowną publikacją, która zawiera obie normy ISO 10218-1 i -2, opublikowaną w Kanadzie.
<b>Czym jest ISO/TS 15066 – techniczna specyfikacja dotycząca robotów współpracujących?</b>	ISO/TS 15066 NIE jest normą, ale specyfikacją techniczną z dodatkowymi wytycznymi dotyczącymi robotów współpracujących, opublikowaną 15 lutego 2016 r. Zawiera wartościowe wytyczne dotyczące oceny ryzyka dla integratorów robotów współpracujących. Zawiera także prezentację badania na temat progów bólu, które integrator może wykorzystać.
<b>Czym jest ISO 13849?</b>	Jest to norma, która opisuje systemy związane z bezpieczeństwem. Ta norma odnosi się do systemów mechanicznych i elektrycznych. Składa się z dwóch części: ISO 13849-1: zawiera wymogi bezpieczeństwa i wytyczne dotyczące zasad projektowania i integracji elementów systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem (SRP/CS), w tym projektowania oprogramowania. ISO 13849-2: określa procedury i warunki, jakie należy spełnić w przypadku walidacji przez analizę i badanie określonych funkcji bezpieczeństwa, osiągniętej kategorii i poziomu zapewnienia bezpieczeństwa (PL) osiągniętego przez elementy systemu sterowania związane z bezpieczeństwem (SRP/CS) zaprojektowane zgodnie z normą ISO 13849-1.
<b>Czym jest kategoria zatrzymania?</b>	„Kategoria zatrzymania” jest klasyfikacją sposobu zatrzymania ruchu robota w bezpieczny sposób. Wyróżnia się jej trzy typy: - Kategoria zatrzymania 0: Ruch robota jest zatrzymywany przez natychmiastowe odłączenie zasilania robota. Jest to niekontrolowane zatrzymanie, gdzie robot może odchylić się od zaprogramowanej ścieżki, ponieważ każdy staw robota hamuje możliwie jak najszybciej. To zatrzymanie zapobiegawcze jest używane, jeżeli zostanie przekroczona wartość graniczna związana z bezpieczeństwem lub w przypadku wystąpienia błędu w elementach systemu sterowania związanych z bezpieczeństwem. - Kategoria zatrzymania 1: Ruch robota zostaje zatrzymany przy zasilaniu robota do momentu zatrzymania, a następnie po zatrzymaniu robota zasilanie zostaje odłączone. Jest to kontrolowane zatrzymanie, gdzie robot kontynuuje ruch wzdłuż zaprogramowanej ścieżki. Zasilanie zostaje odłączone zaraz po unieruchomieniu robota. - Kategoria zatrzymania 2: Kontrolowane zatrzymanie przy zasilaniu robota. System zasilania związany z bezpieczeństwem monitoruje, czy robot pozostaje w położeniu zatrzymania.
<b>Która kategoria zatrzymania jest używana w przypadku awaryjnego zatrzymania w robotach UR?</b>	Zatrzymanie awaryjne robotów UR jest zaprojektowane zgodnie z „kategorią zatrzymania 1”, co oznacza, że zasilanie jest odcięte, ale silniki aktywnie zwalnają.
<b>Która kategoria zatrzymania jest używana w przypadku zatrzymania ochronnego w robotach UR?</b>	Zatrzymanie ochronne robotów UR jest zaprojektowane zgodnie z kategorią zatrzymania 2, co oznacza, że jest to kontrolowane zatrzymanie, gdzie silniki są nadal zasilane. Systemy bezpieczeństwa monitorują zatrzymanie.
<b>Czym jest „kat. 3” lub „kategoria 3”?</b>	Terminu „kategoria” nie należy mylić z terminem „kategoria zatrzymania”. „Kategoria” odnosi się do typu architektury używanego jako podstawa dla pewnego „poziomu zapewnienia bezpieczeństwa”. Istotną właściwością „kategorii 3” jest to, że pojedynczy błąd nie może prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa. (Więcej szczegółowych informacji można znaleźć w normie ISO 13849-1).
<b>Czym jest „PLd” lub „poziom zapewnienia bezpieczeństwa d”?</b>	Poziom zapewnienia bezpieczeństwa (PL) jest to nieciągły poziom używany do określenia zdolności części związanych z bezpieczeństwem systemu sterowania do wykonywania funkcji bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach. PL=d jest drugą po klasie e najwyższą klasą niezawodności, oznaczającą, że funkcja bezpieczeństwa jest niezwykle niezawodna. (Więcej szczegółowych informacji można znaleźć w normie ISO 13849-1).
<b>Jaka jest różnica między zatrzymaniem awaryjnym a zatrzymaniem ochronnym?</b>	- Funkcje zatrzymania awaryjnego są przeznaczone do używania tylko w nagłych sytuacjach. Zatrzymanie awaryjne jest zwykle włączane przez użycie czerwonego przycisku na żółtym tle, który służy do zatrzymania awaryjnego. Zatrzymania awaryjnego nie należy włączać często i nie jest częścią codziennych rutynowych czynności. - Zatrzymanie ochronne jest używane, aby zatrzymać ruch robota w bezpieczny sposób, jako element procedur i rutynowych czynności związanych z ochroną. Zatrzymanie ochronne jest zwykle używane w połączeniu z kurtynami świetlnymi, przełącznikami drzwiowymi, sterownikami programowalnymi bezpieczeństwa itp. Wznowienie pracy po zatrzymaniu ochronnym może być automatyczne lub sterowane za pomocą przycisku. Obie funkcje zatrzymania mają poziom zapewnienia bezpieczeństwa PL=d.
<b>Jaki poziom bezpieczeństwa ma zatrzymanie awaryjne w robotach UR?</b>	System zatrzymania awaryjnego jest zaprojektowany jako PL=d z systemem kategorii bezpieczeństwa 3 monitorującym zatrzymanie awaryjne (definicje zgodnie z normą ISO 13849-1).
<b>Jaki poziom bezpieczeństwa ma zatrzymanie ochronne w robotach UR?</b>	System zatrzymania ochronnego jest zaprojektowany jako PL=d z systemem kategorii bezpieczeństwa 3 monitorującym zatrzymanie ochronne (definicje zgodnie z normą ISO 13849-1).