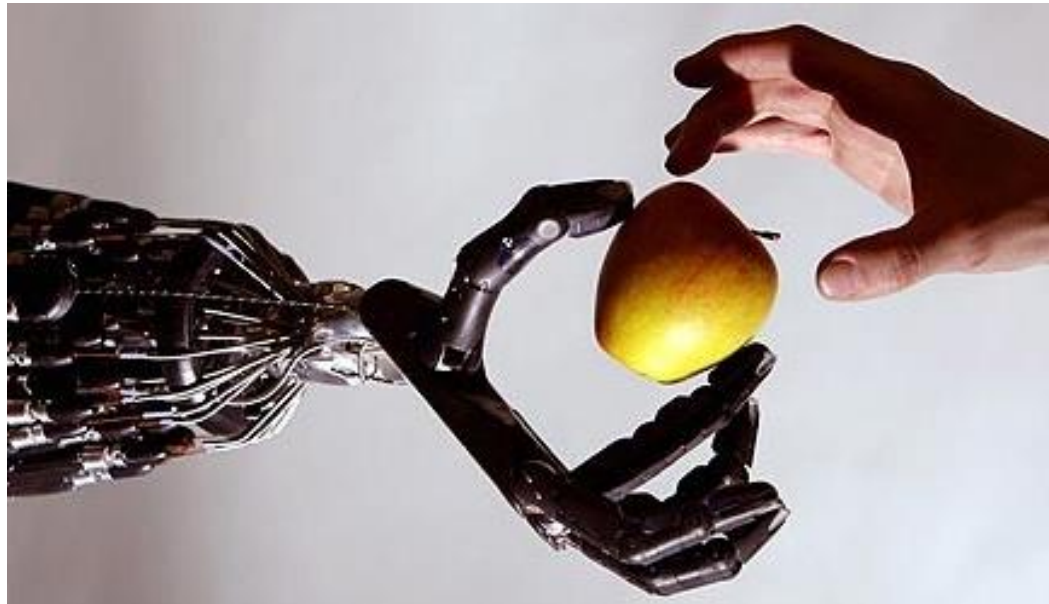
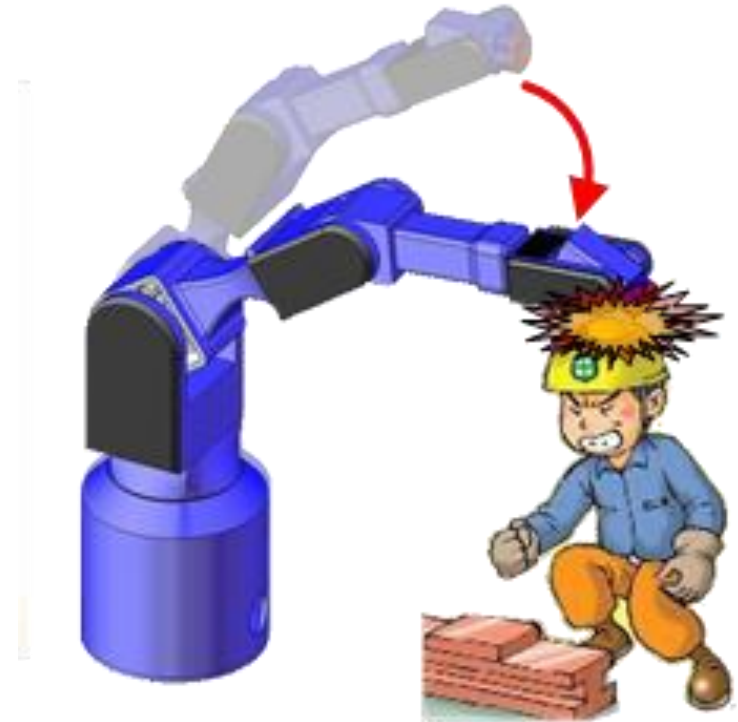


# Robotyka Bezpieczeństwo



## 1. Wstęp

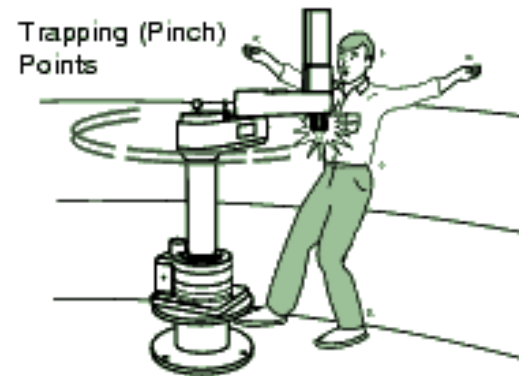
Podczas projektowania stacji zrobotyzowanych najważniejszym elementem jest zapewnienie bezpieczeństwa życia i zdrowia ludzi. Projektowanie stacji zrobotyzowanej musi być poprzedzone indywidualną analizą zagadnień bezpieczeństwa i opracowaniem niezbędnych rozwiązań. Projektowanie oraz eksploatacja bezpiecznych robotów czy całych stanowisk zrobotyzowanych stanowi bardzo szeroki obszar wiedzy. Jest procesem czasochłonnym i wymagającym doświadczenia.



# 1. Wstęp

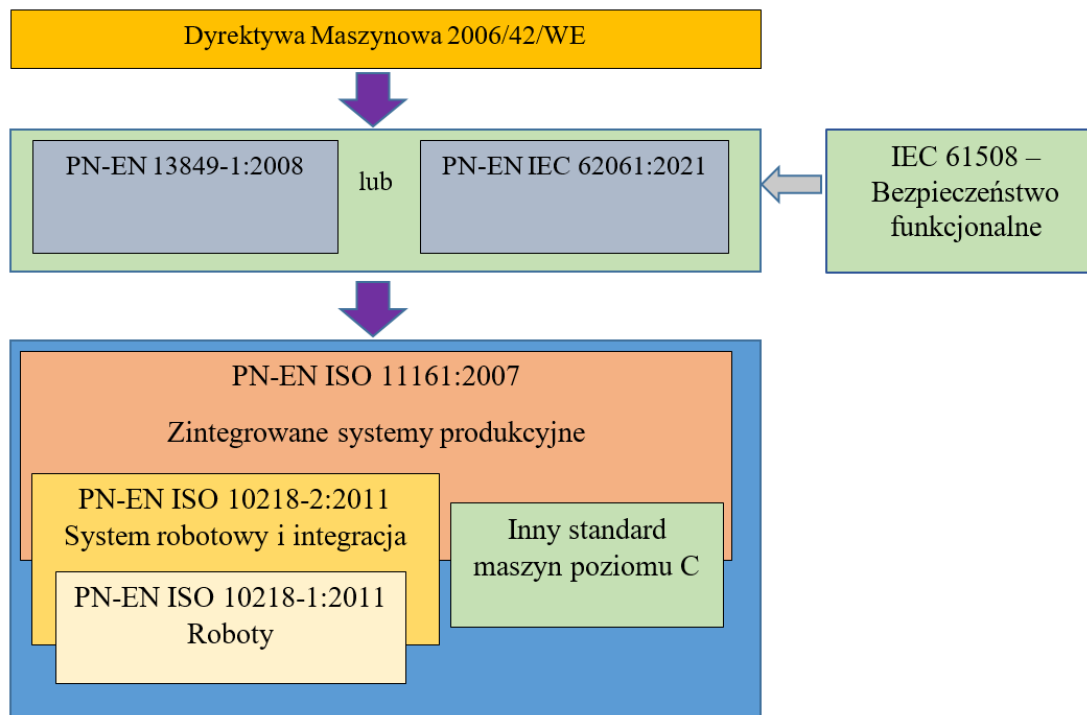


Roboty przemysłowe ze względu na ich duże rozmiary, wagę i prędkość członów oraz fakt, że poruszają się na dużej przestrzeni, wykraczającej poza ich podstawę, same mogą stanowić zagrożenie dla ludzi, zwłaszcza że ich obecności nie da się całkiem wyeliminować, nawet przy całkowitej automatyzacji. Człowiek jest bowiem zawsze potrzebny - do programowania robota, nadzoru nad nim i interwencji w razie jakichkolwiek problemów, podczas konserwacji oraz napraw.



# 1. Wstęp

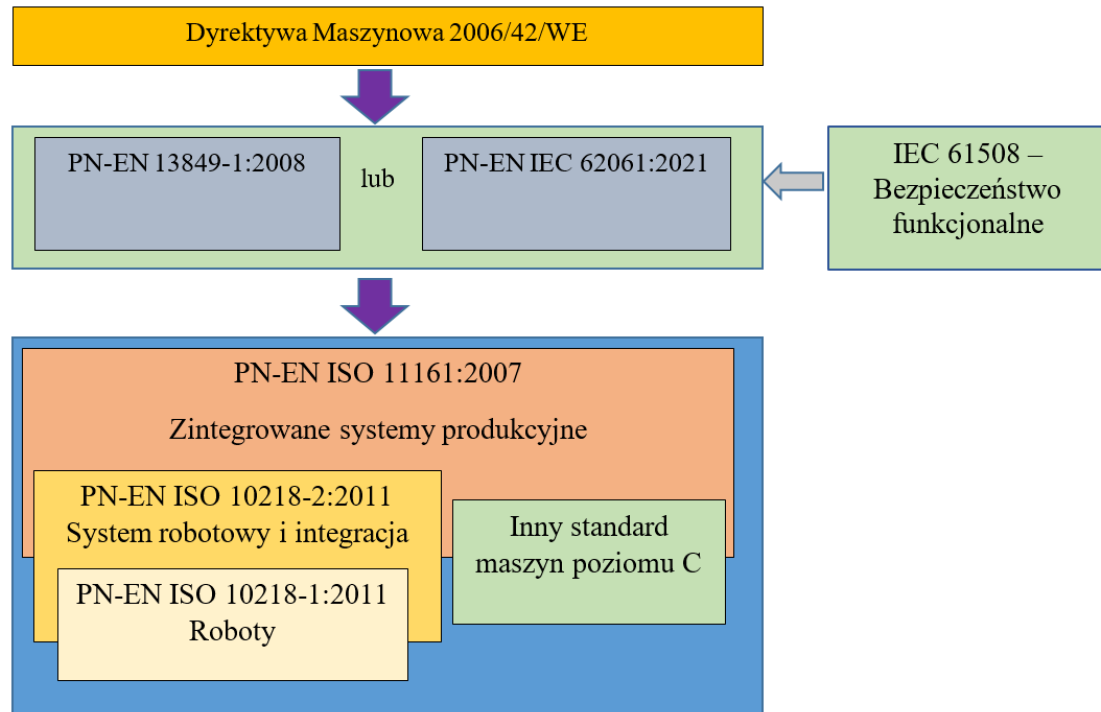
Projektując rozwiązania zrobotyzowane, należy pamiętać, że robot przemysłowy jest maszyną nieukończoną, ponieważ nie posiada konkretnego zastosowania oraz nie ma nadanego CE na zgodność z Dyrektywą Maszynową. Oznaczanie CE jest to zgodność danego wyrobu z wymaganiami prawodawstwa zharmonizowanego. Dyrektywa Maszynowa 2006/42/WE została wprowadzona do prawa polskiego rozporządzeniem ministra gospodarki z dnia 21 października 2008 r.



Rys. Wybrane normy bezpieczeństwa dotyczące zastosowań robotów przemysłowych

# 1. Wstęp

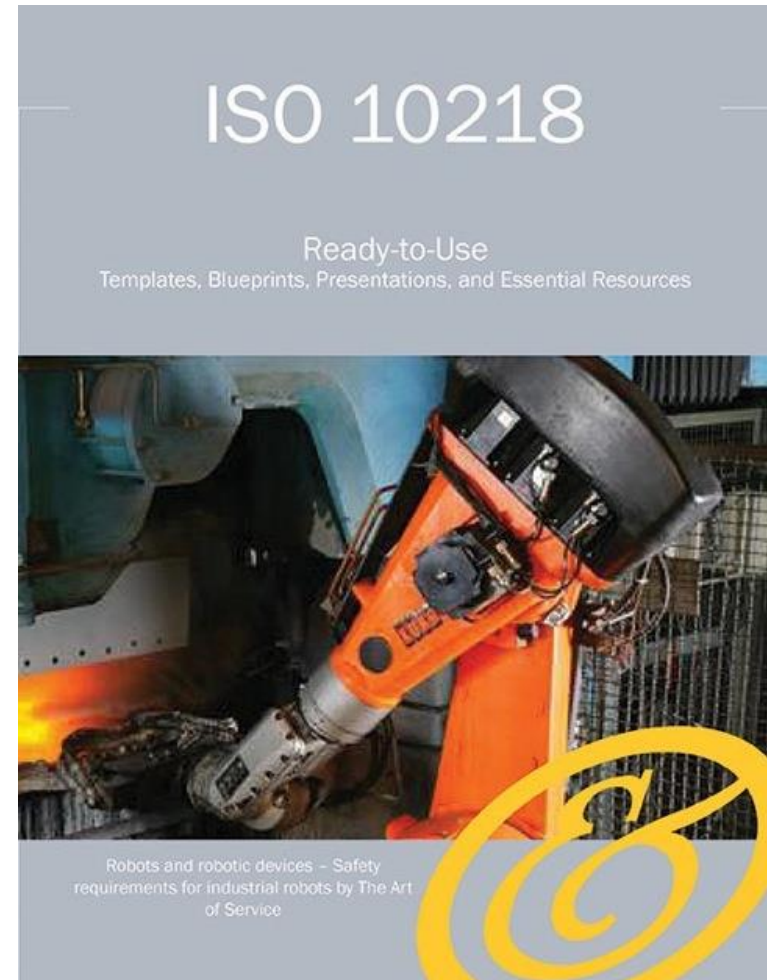
Najczęściej Dyrektywa Maszynowa stanowi ramy prawne związane z projektowaniem w firmach, które zajmują się wytwarzaniem lub sprzedażą maszyn. Z Dyrektywą Maszynową są związane różnego typu normy dotyczące ogólnie maszyn oraz robotów i stacji zrobotyzowanych. Należy pamiętać, że zgodnie z prawem stosowanie norm nie jest obligatoryjne, ale zawarte w nich wytyczne wynikają z wiedzy technicznej i stanowią opracowane przez ekspertów wskazówki. Pomimo dowolności praktyka przemysłowa wskazuje, że stosowanie norm jest powszechne i rzadko wybierane jest inne podejście.



Rys. Wybrane normy bezpieczeństwa dotyczące zastosowań robotów przemysłowych

## 2. Normy

Imponujący rozwój robotyki przemysłowej, począwszy od wczesnych lat 70 XX wieku i szybko narastająca różnorodność jej zastosowań doprowadziły do opracowania pakietu norm **ISO 10218**, obejmującego wymagania odnośnie robotów, jak też systemów (gniazd, linii) zrobotyzowanych. Występujące zagrożenia związane z robotami były dobrze rozeznane od samego początku ich rozwoju, jednakże źródła tych zagrożeń często wynikały z konkretnego systemu zrobotyzowanego, jego rozmiarów, złożoności, natury procesu technologicznego itp.



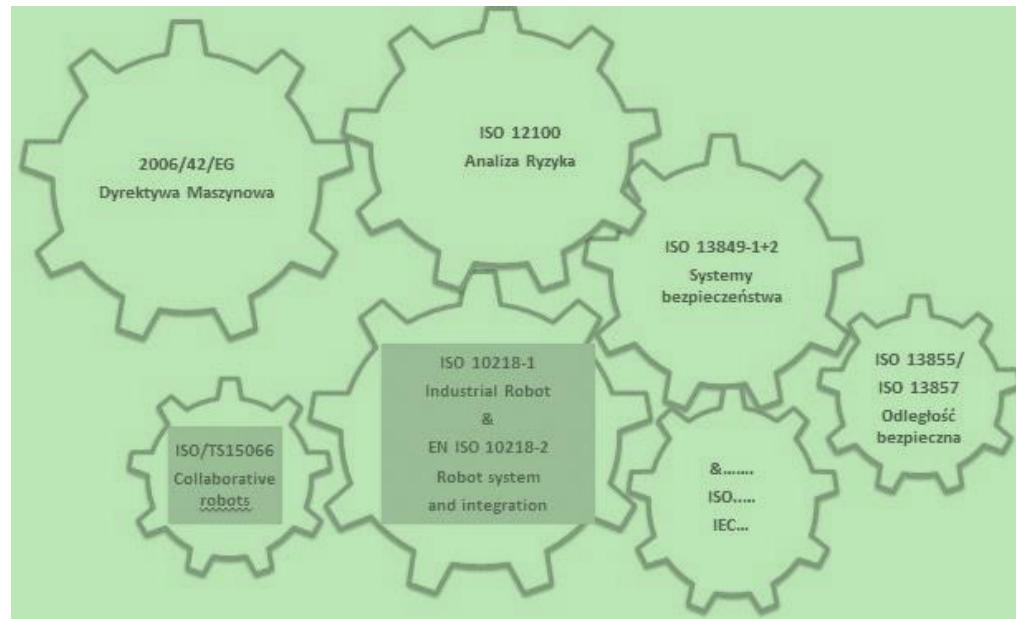
Rys. Okładka normy ISO 10218

## 2. Normy

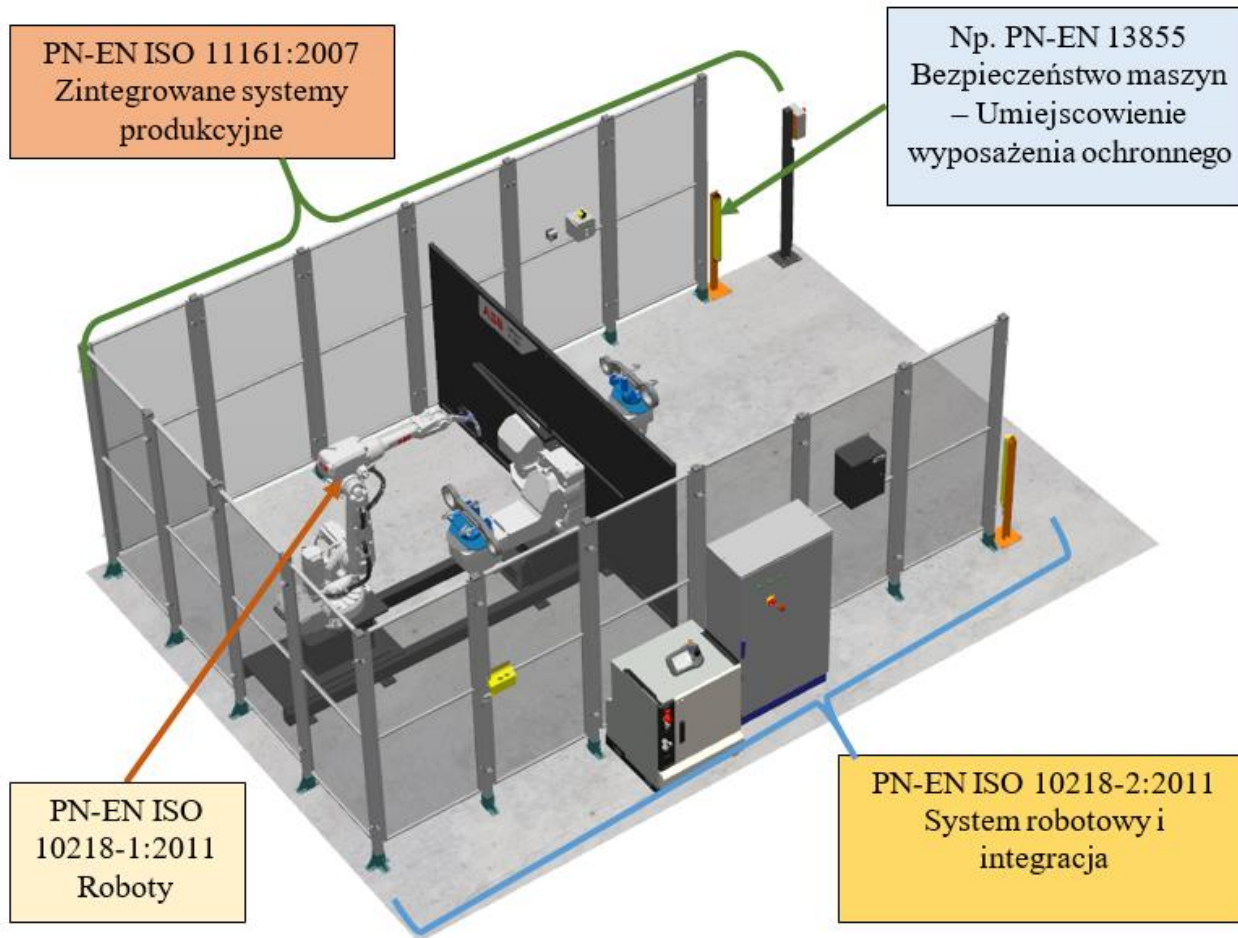


W sposób rozbudowany pojęcia oraz zagadnienia związane z bezpieczeństwem stacji zrobotyzowanych przedstawione są m.in. w normach:

- PN-EN ISO 11161:2007 „Bezpieczeństwo maszyn – Zintegrowane systemy produkcyjne – Wymagania podstawowe”;
- PN-EN ISO 10218-1:2011E „Roboty do pracy w środowisku przemysłowym. Wymagania bezpieczeństwa. Część 1: Robot”;
- PN-EN ISO 10218-2:2011E „Roboty do pracy w środowisku przemysłowym. Wymagania bezpieczeństwa. Część 2: System robotowy i integracja”.



## 2. Normy



Rys. Wybrane normy bezpieczeństwa dotyczące stacji zrobotyzowanej na przykładzie modelu celi spawalniczej



## 2. Normy

Wymienione normy stanowią tylko część rozbudowanego systemu dokumentów stosowanych przy projektowaniu stacji zrobotyzowanych, są one zharmonizowane z Dyrektywą Maszynową. Norma zharmonizowana jest normą, która w jakiejś swojej części spełnia wymagania dyrektywy, do której się odnosi.

Jedną z najważniejszych norm, czyli PN-EN ISO 10218 „Roboty do pracy w środowisku przemysłowym. Wymagania bezpieczeństwa.” Jest normą dwuczęściową (ISO 10218 – 1 i 2).



Rys. Okładka normy ISO 10218

## 2. Normy

### PN-EN ISO 10218-1:2011E – Część 1: Roboty

Jest to norma podstawowa bezpieczeństwa w robotyce przemysłowej, dotyczy samych robotów i każdy nowy robot wyprodukowany i/lub zakupiony powinien spełniać jej wymagania. Ponieważ zarówno gniazdo zrobotyzowane, jak i zintegrowany system produkcyjny są wyposażone w roboty, ma ona zasadnicze znaczenie w tym obszarze.

Opisano w niej podstawowe zagrożenia związane z robotami i zamieszczono wymagania do eliminowania lub odpowiedniego zmniejszenia ryzyka związanego z tymi zagrożeniami. Przedstawiono wykaz znaczących zagrożeń i w nawiązaniu do niego sformułowano wymagania dotyczące funkcji bezpieczeństwa – w nawiązaniu do klasyfikacji PL (PN-EN ISO 13849-1) i/lub SIL (PN-EN 62601).



#### Contents

	Page
Foreword.....	iv
Introduction.....	v
1 Scope.....	1
2 Normative references.....	1
3 Terms and definitions.....	2
4 Hazard identification and risk assessment.....	6
5 Design requirements and protective measures.....	7
5.1 General.....	7
5.2 General requirements.....	7
5.3 Actuating controls.....	8
5.4 Safety-related control system performance (hardware/software).....	9
5.5 Robot stopping functions.....	10
5.6 Reduced speed control.....	11
5.7 Operational modes.....	11
5.8 Pendant controls.....	12
5.9 Control of simultaneous motion.....	14
5.10 Collaborative operation requirements.....	14
5.11 Singularity protection.....	15
5.12 Axis limiting.....	15
5.13 Movement without drive power.....	17
5.14 Provisions for lifting.....	17
5.15 Electrical connectors.....	17
6 Information for use.....	17
6.1 General.....	17
6.2 Instruction handbook.....	18
6.3 Marking.....	19
Annex A (normative) List of significant hazards.....	20
Annex B (normative) Stopping time and distance metric.....	22
Annex C (informative) Functional characteristics of 3-position enabling device.....	24
Annex D (informative) Optional features.....	25
Annex E (informative) Methods for mode labelling.....	26
Bibliography.....	27

Rys. Spis treści normy ISO 10218-1

## 2. Normy

### PN-EN ISO 10218-1:2011E – Część 1: Roboty

Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa SIL (ang. Safety Integrity Level) oraz Poziom Zapewnienia Nienaruszalności PL (ang. Performance Level) są parametrami określającymi osiągi bezpieczeństwa systemów sterowania, związanych z bezpieczeństwem maszyn. Poziomy SIL wyznacza się dla elektrycznych i elektronicznych (w tym programowalnych) układów bezpieczeństwa, natomiast poziomy PL stosuje się również dla innych technik (pneumatycznych, hydraulicznych, mechanicznych i dla mniej złożonych elektrycznych).

Poziomy bezpieczeństwa określone są dla funkcji bezpieczeństwa, zaimplementowanych w sprzęcie i oprogramowaniu.



Tabela. Wymagania bezpieczeństwa wg norm na roboty przemysłowe serii PN-EN ISO 10218

p.	Opis funkcji bezpieczeństwa	SIL
1	Podtrzymanie zahamowania	1
2	Parametry systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem	2
3	Zatrzymanie awaryjne	2
4	Zatrzymanie ochronne	2
5	Sterowanie ograniczaniem prędkości	2
6	Incjowanie ruchu z pełną prędkością ze sterownika podwieszonego	2
7	Funkcja zezwolenia	2
8	Zapobieganie ruchowi niezamierzonemu	2
9	Nieprzewidziane uruchomienie robota	2
10	Bezpieczne zmniejszenie prędkości przy współpracy z człowiekiem	2
11	Monitorowanie ruchu ramienia robota przy współpracy z człowiekiem	2
12	Ograniczenie mocy do 80 W i siły do 150 N na ramieniu robota przy współpracy z człowiekiem	2
13	Inne niż mechaniczne ograniczenie ruchu ramienia robota	2
14	Programowalne ograniczenie zakresu ruchu ramienia robota	1/2/3
15	Funkcje bezpieczeństwa systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem	2

UWAGA – parametr SIL (poziom nienaruszalności bezpieczeństwa) jest zdefiniowany w PN-EN 61508-1

## 2. Normy

### PN-EN ISO :2011E – Część 1: Roboty



Norma 10218-1 zawiera szczegółowe informacje na temat wymagań dotyczących takich aspektów jak m.in.:

- kontrola prędkości,
- tryby operacyjne,
- ruch bez mocy napędu,
- podnoszenie robota,
- złącza elektryczne,
- konfiguracje osobliwe,
- ograniczenie osi.



Opisano również podstawowe zagrożenia, które mogą wystąpić w przypadku robotów i zamieszczono wymagania do eliminowania lub odpowiedniego zmniejszenia ryzyka związanego z tymi zagrożeniami.

## 2. Normy

### PN-EN ISO 10218-1:2011E – Część 1: Roboty



Table E.1 — Robot operational mode labels



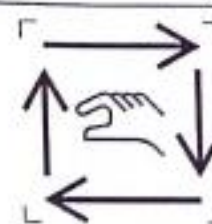
Clause	Mode	Graphic symbol	ISO 7000 Figure
5.7.2	Automatic		0017
5.7.3	Manual reduced speed		0096
5.7.4	Manual high-speed		Combination of 0026 and 0096

Tabela z normy ISO 10218-1

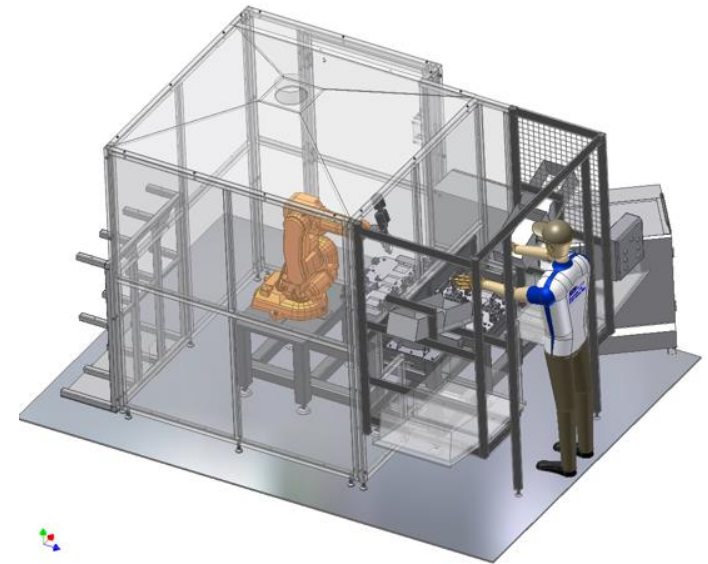
## 2. Normy

### PN-EN ISO 10218-2:2011E – Część 2: System robotowy i integracja

W tej normie wyszczególniono wymagania bezpieczeństwa dotyczące integracji robotów przemysłowych i przemysłowych systemów zrobotyzowanych, w tym zrobotyzowanych gniazd i linii produkcyjnych w powiązaniu z wymaganiami ISO 10218-1:2011E.

Wymagania związane z integracją przemysłowego systemu zrobotyzowanego, w tym gniazda i/lub linii, odnoszą się m.in. do:

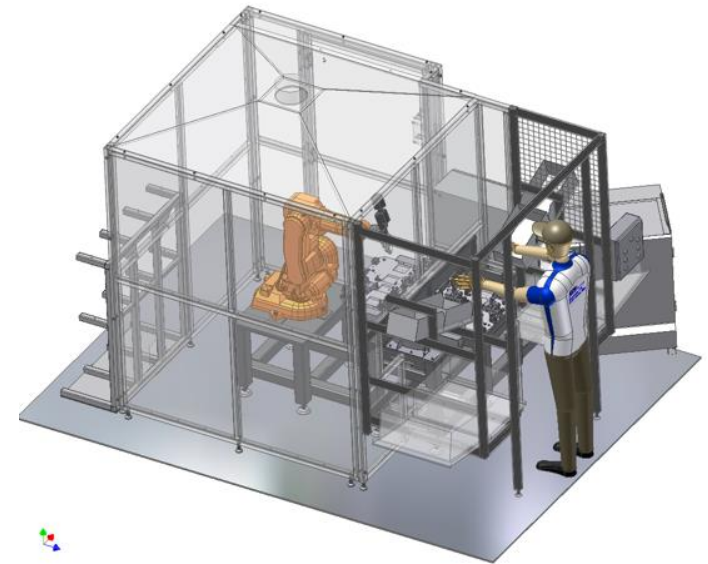
- procesów: projektowania, wytwarzania, instalowania, pracy, obsługi i likwidacji,
- informacji dostarczanych w celu prawidłowego wykonania projektu, wytworzenia, eksploatacji i likwidacji,
- urządzeń składowych zastosowanych i/lub przewidzianych do zastosowania.



## 2. Normy

### PN-EN ISO 10218-2:2011E – Część 2: System robotowy i integracja

W normie bardzo szczegółowo zajęto się problemem projektowania oraz instalacji stacji. System robota i środki ochronne gniazda robota powinny być zaprojektowane z uwzględnieniem warunków otoczenia. Wszystkie źródła zasilania robota i innych maszyn (elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne) w systemie muszą spełniać wymagania określone przez producentów. Należy zapewnić środki izolowania niebezpiecznych źródeł energii bez narażania pracowników na niebezpieczeństwo.



## 2. Normy



### Projektowanie rozwiązań bezpieczeństwa z zastosowaniem norm

Redukcja ryzyka przy projektowaniu i budowie maszyn może być osiągnięta przez wyeliminowanie zagrożeń lub przez zmniejszenie elementów ryzyka (ciężkości szkody związanej z zagrożeniem lub prawdopodobieństwa jej wystąpienia). W tym celu należy stosować kroki sklasyfikowane w postaci tzw. „triady bezpieczeństwa”:

- Krok 1: Rozwiązania konstrukcyjne bezpieczne same w sobie
- Krok 2: Stosowanie technicznych środków ochronnych lub uzupełniających środków ochronnych
- Krok 3: Informowanie i ostrzeganie

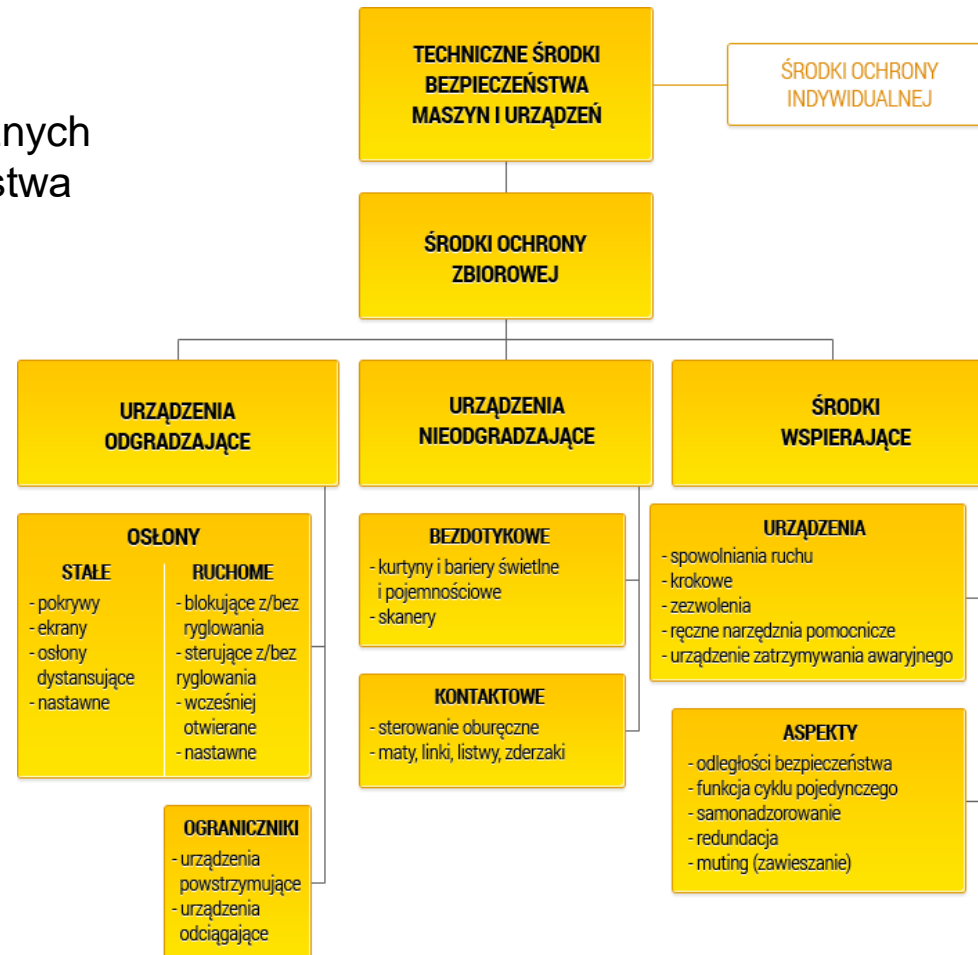


## 2. Normy



### Projektowanie rozwiązań bezpieczeństwa z zastosowaniem norm

Klasyfikacja technicznych środków bezpieczeństwa



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



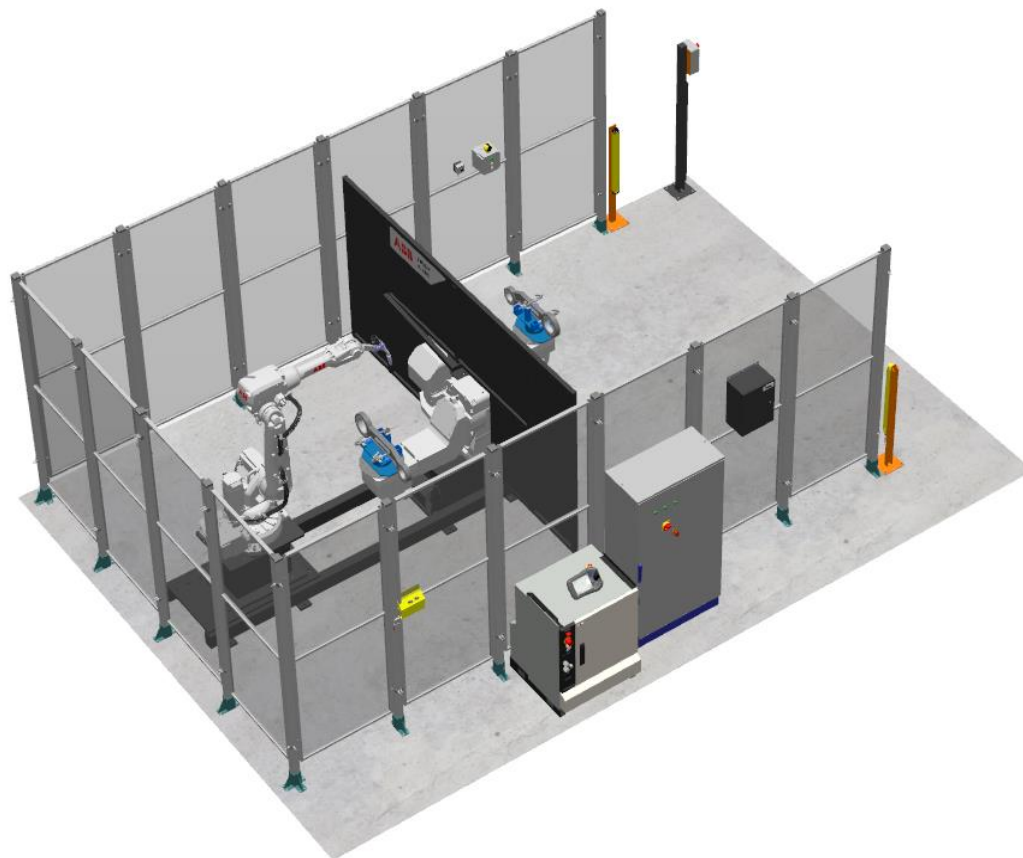
Projektowanie układów sterowania z wykorzystaniem robotów wiąże się z przestrzeganiem wielu zasad.

Najczęściej stosowanym w przemyśle sposobem zabezpieczenia obszaru pracy robota jest utworzenie tzw. cel. Wykonuje się je z odpowiednio dobranych i zaprojektowanych osłon i ogrodzeń.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

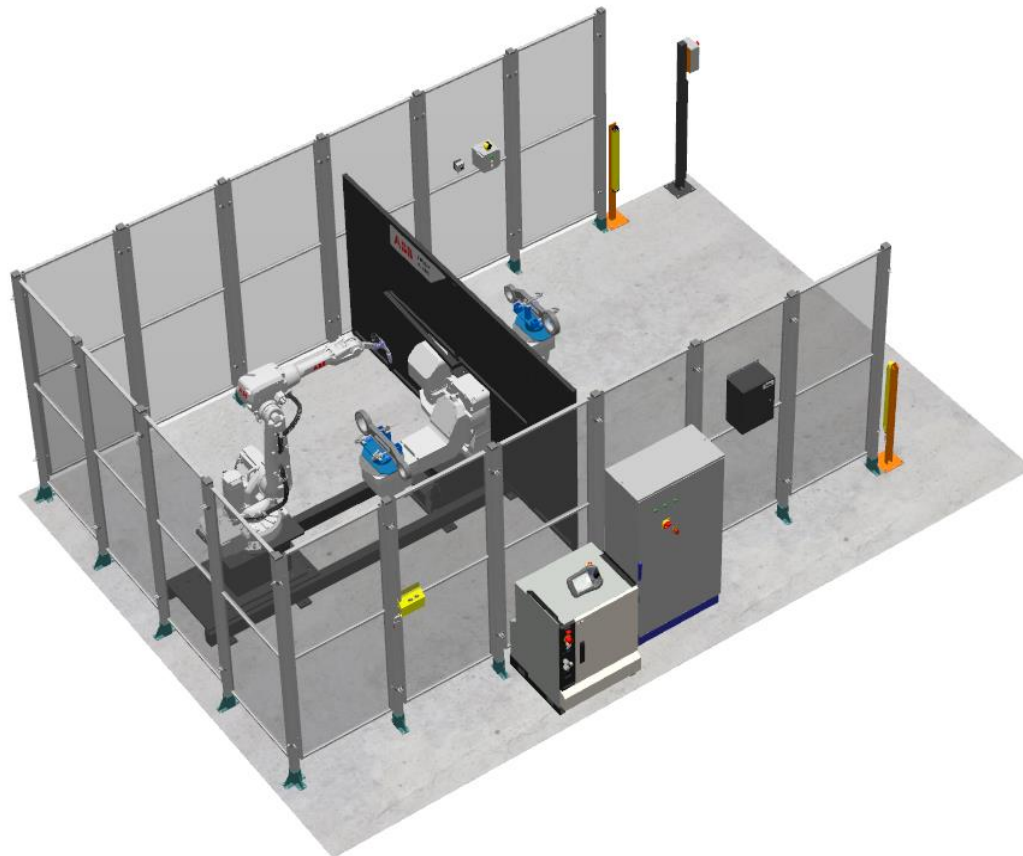
Wewnątrz celi montuje się robota, a poza jej obszarem kontroler robota i panel sterujący oraz szafę z elementami automatyki. Wygrodenie w celi zrobotyzowanej stanowi barierę fizyczną uniemożliwiającą dostęp do strefy niebezpiecznej operatorowi oraz osobom postronnym. Ważną cechą wygrodenia jest zabezpieczenie otoczenia przed oddziaływaniem elementów niebezpiecznych emitowanych z wnętrza celi.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

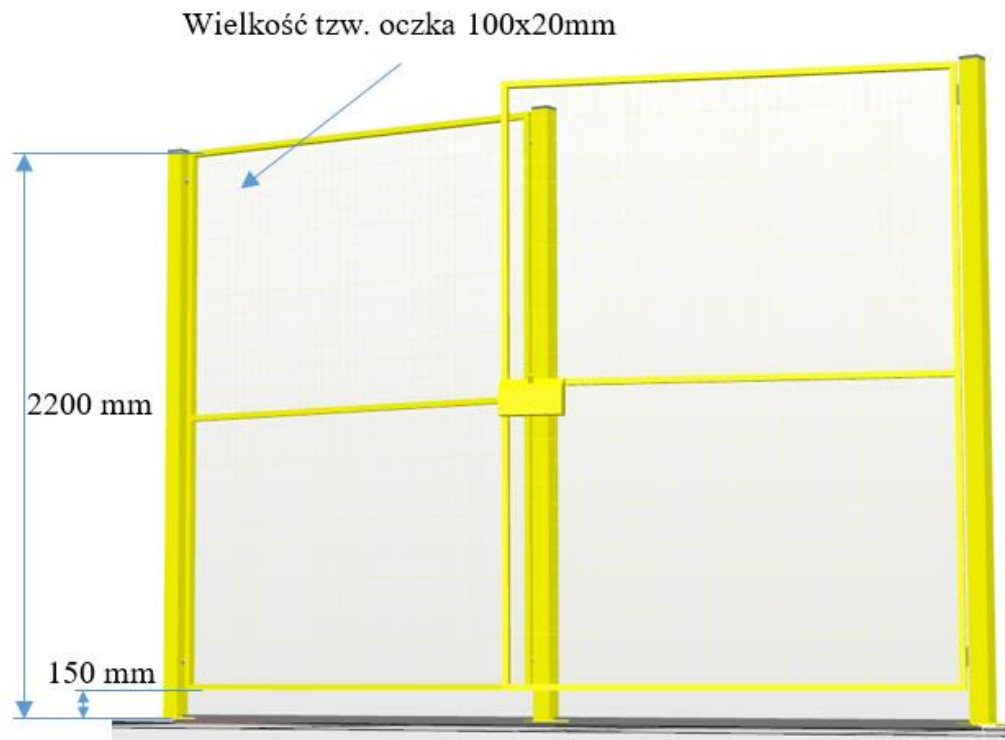
Ze względu na zróżnicowany charakter zastosowań robotów typ wygradzenia zależy m.in. od masy oraz prędkości elementów, które mogą zostać wyrzucone z wnętrza celi.

Inny typ wygradzeń np. siatkę można zastosować w celi przeznaczonej do paletyzacji pudełek a inne np. blacha samonośna oraz zadaszenie są wymagane na stanowisku do zrobotyzowanej obróbki skrawaniem.



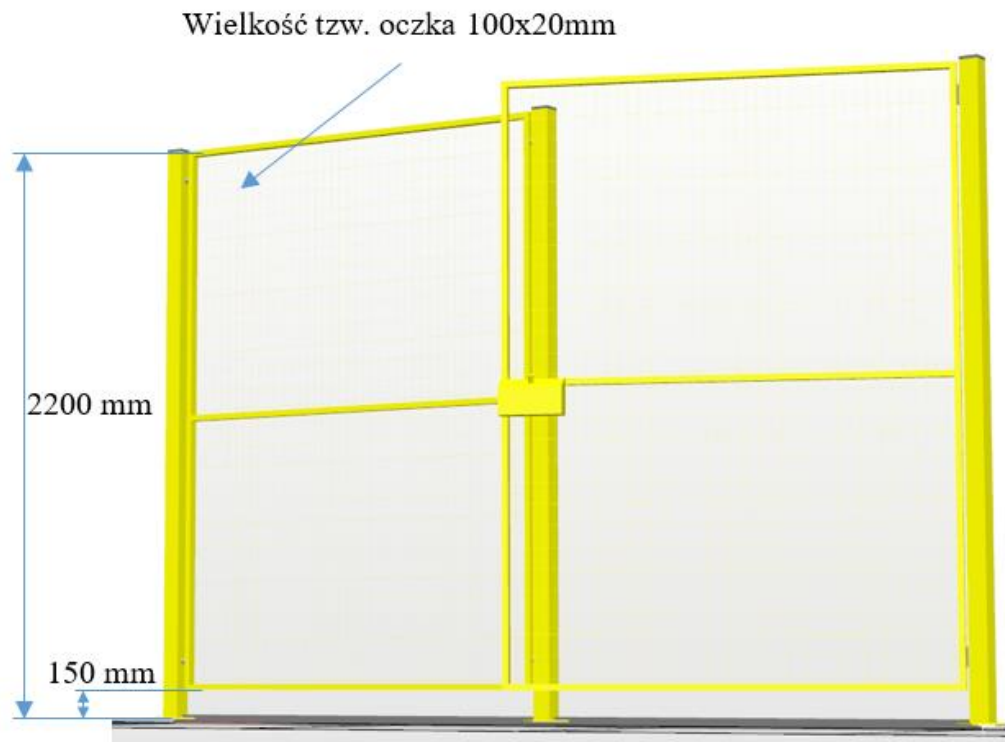
### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Bardzo istotną kwestią związaną z projektowaniem wygradzeń jest ich umiejscowienie względem strefy, w której występuje niebezpieczeństwo. Odległość pomiędzy wygradzeniem a obszarem zagrożenia powinna uniemożliwiać człowiekowi dotarcie zarówno nad jak i pod konstrukcją zabezpieczającą jak i przez ewentualne otwory w siatce. Podczas ustalania tzw. minimalnych bezpiecznych odległości można odnieść się do normy PN-EN ISO 13857:2020-03 (Bezpieczeństwo maszyn – odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych).



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Za względu na koszty często stosowanym rozwiązaniem w celach, gdzie pozwala na to charakter procesu jest użycie tzw. paneli z siatki. By uniknąć możliwego dosięgnięcia często stosuje się wymiary jak na rys. Wymiary oczek w siatce mogą być inne niż pokazano na rys. najważniejsze jest by uniemożliwiały przełożenie dłoni oraz nie pozwalały na wspinanie się po panelach. Istotne jest jeśli panele pozwalają na instalację w odległości 120 mm od strefy niebezpiecznej, zmniejsza to konieczną powierzchnię zabudowy. Zasadnym jest stosowanie takiego typu paneli, dla których producent wykonał testy uderzeniowe.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Ponieważ dostęp do maszyny nie może być całkowicie zablokowany - od czasu do czasu trzeba bowiem wejść do środka, na przykład żeby uzupełnić materiały albo w celu konserwacji sprzętu - zwykle umieszcza się w nim jakąś furtkę. W chwili otwarcia drzwi zasilanie na stanowisku jest wyłączane. Ponieważ częste otwieranie i zamykanie drzwi nie jest wygodne, spodziewać się trzeba spadku wydajności. Ponadto korzystając z drzwi i zamków, jak w przypadku wszystkich mechanicznych rozwiązań, należy liczyć się z ryzykiem ich zużycia albo zablokowania.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



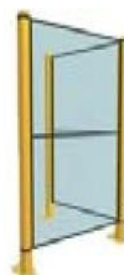
Skuteczność ochronna wygradzenia zależy między innymi od jego konstrukcji, która powinna wytrzymać możliwe do przewidzenia oddziaływanie elementów stwarzających zagrożenie, czyli innymi słowy oprzeć się masie i prędkości wyrzucanych przedmiotów.



SIATKA



BLACHA  
SAMONOŚNA



PŁYTA  
PRZEZROCZYSTA



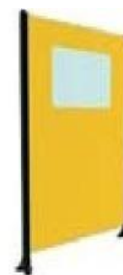
BLACHA  
+ PŁYTA  
PRZEZROCZYSTA



BLACHA  
+ SIATKA



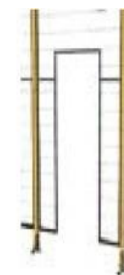
SIATKA  
+ PŁYTA  
PRZEZROCZYSTA



BLACHA  
+ OTWÓR  
INSPEKCYJNY



OBRAMOWANIE



PANELE  
O NIESTANDARDOWYCH  
KSZTAŁTACH

Rys. Najczęściej stosowane typy wygradzeń



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Nie zawsze da się całkowicie wygrodzić taki obszar. W przypadku zastosowania np. transporterów odbierających występują powierzchnie niezabezpieczone ogrodzeniem, przez które mogą dostać się do wewnątrz celi osoby trzecie. Takie obszary należy zabezpieczyć barierami optycznymi. Dodatkowym zabezpieczeniem celi robota jest zastosowanie urządzeń wykrywających obecność człowieka w obszarze pracy robota, np. czułych na nacisk (listwy, maty na podłodze) lub na ruch (skanery, czujniki ruchu).



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Strefy wejścia do obszaru pracy powinny być zabezpieczone elektroryglami, wraz z systemem automatycznego ryglowania i odryglowania. W ten sposób rygiel zostaje zwolniony dopiero w momencie, gdy robot został zablokowany. System automatycznego ryglowania powinien być zintegrowany z systemem bezpieczeństwa celi. Dla dokładniejszej kontroli tego, czy operator wyszedł ze strefy pracy robota, stosuje się klucze bezpieczeństwa, które wyjmuje się z rygla przed wejściem do celi i wkłada do rygla dopiero w momencie opuszczenia strefy pracy robota. Dzięki takiemu rozwiązaniu osoba trzecia nie jest w stanie bez klucza bezpieczeństwa zaryglować celi i uruchomić robota.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Innym sposobem kontroli wyjścia z celi robota jest wykonanie sekwencji polegającej na naciskaniu odpowiednich przycisków i przechodzeniu operatora opuszczającego celę przez kolejne bariery. Dodatkowe przyciski bezpieczeństwa wewnątrz celi mogą uchronić osobę w środku przed niekontrolowanym uruchomieniem robota przez osobę trzecią. Uzupełnieniem systemu bezpieczeństwa jest stosowanie lamp, kolumn i syren ostrzegawczych, a sam robot oraz jego ruchome elementy powinny mieć jaskrawe barwy.

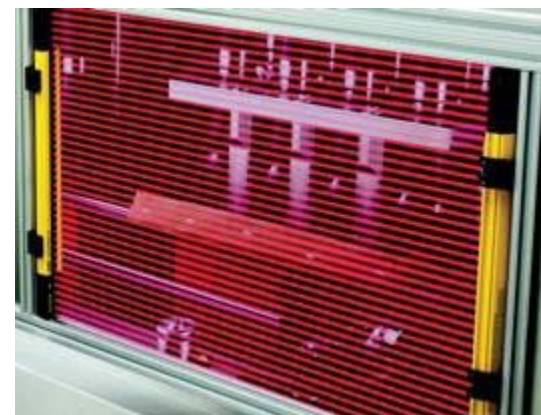


### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Oprócz wygradzenia celi istotnymi elementami bezpieczeństwa są urządzenia wykrywające obecność człowieka. Elementy takie są niezbędne, gdy nie da się wygradzić całego obszaru celi i występują np. transportery odbierające detale, czy magazyny narzędzi. Do urządzeń wykrywających obecność człowieka można zaliczyć m.in:

- kurtyny bezpieczeństwa;
- skanery bezpieczeństwa;
- wizyjne systemy bezpieczeństwa.

Dzięki rozwojowi technologii elektroniki przemysłowej stało się możliwe zastępowanie ruchomych osłon zabezpieczających obsługę maszyn oraz osoby postronne kurtynami świetlnymi.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Projektując układ bezpieczeństwa maszyny należy bezwzględnie dążyć do minimalizacji ryzyka, a w wielu przypadkach osłony fizyczne spełniają nie tylko rolę czujnika - inicjatora dla układu sterowania bezpiecznym zatrzymaniem maszyny, ale również osłaniają osoby przebywające w otoczeniu pracującej maszyny przed uderzeniem elementami poruszającymi się w kierunku tych osób np. w wyniku rozpadnięcia się części wirujących.



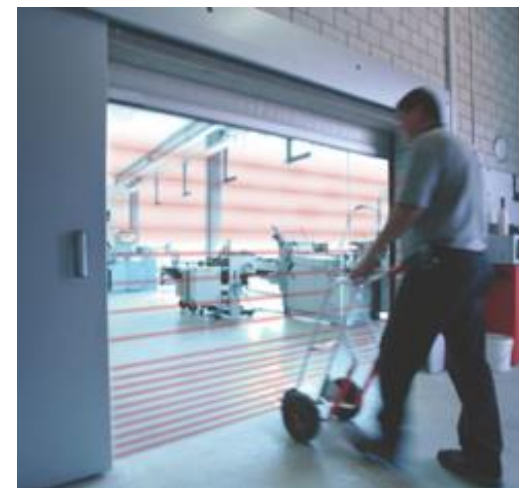
### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Kurтины oraz skanery bezpieczeństwa są to aktywne optoelektroniczne urządzenia ochronne, które wykorzystują promienie laserowe najczęściej w zakresie promieniowania podczerwonego. Wykorzystują one emisję i odbiór promieniowania przez elementy optoelektroniczne. W przypadku kurtyn promienie przebiegają pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem, w skanerach laserowych odbijają się od przeszkód. Optoelektroniczne urządzenia ochronne wykorzystywane są w celu wykrywania obecności człowieka i blokowania niebezpiecznych ruchów na maszynie. Urządzenia te stosowane są tam, gdzie operator musi przebywać w obszarze zagrożenia.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych

Wymagania dotyczące optoelektronicznego wyposażenia ochronnego zostały określone w normie PN-EN IEC 61496-1:2021-04. Dokument ten określa typy urządzeń i definiuje ogólne wymagania dla nich, w tym również wskazuje maksymalne osiągnięte poziomy bezpieczeństwa. Druga część normy PN-EN IEC 61496-2:2021-04 zawiera wymagania szczegółowe dotyczące wyposażenia wykorzystującego aktywne, optoelektroniczne urządzenia ochronne. W trzeciej części PN-EN IEC 61496-3:2021-04 zawarto wymagania szczegółowe dotyczące aktywnych optoelektronicznych urządzeń ochronnych reagujących na rozproszone promieniowanie odbite.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Podczas projektowania rozwiązania z kurtyną bezpieczeństwa konieczne jest ustawienie jej w odpowiedniej odległości. Zaprojektowana odległość musi zapewnić odpowiednio wczesne wykrycie naruszenia oraz powinna umożliwiać wyłączenie zagrożenia przed możliwym kontaktem. W związku z tymi wymaganiami konieczne jest wyznaczenie tzw. czasu dobiegu maszyny (czasu potrzebnego na jej zatrzymanie). Metody wyznaczania odpowiedniej odległości bezpieczeństwa zawarte są w normie PN-EN ISO 13855:2010. Ogólny wzór wyznaczania wymaganej odległości bezpieczeństwa:

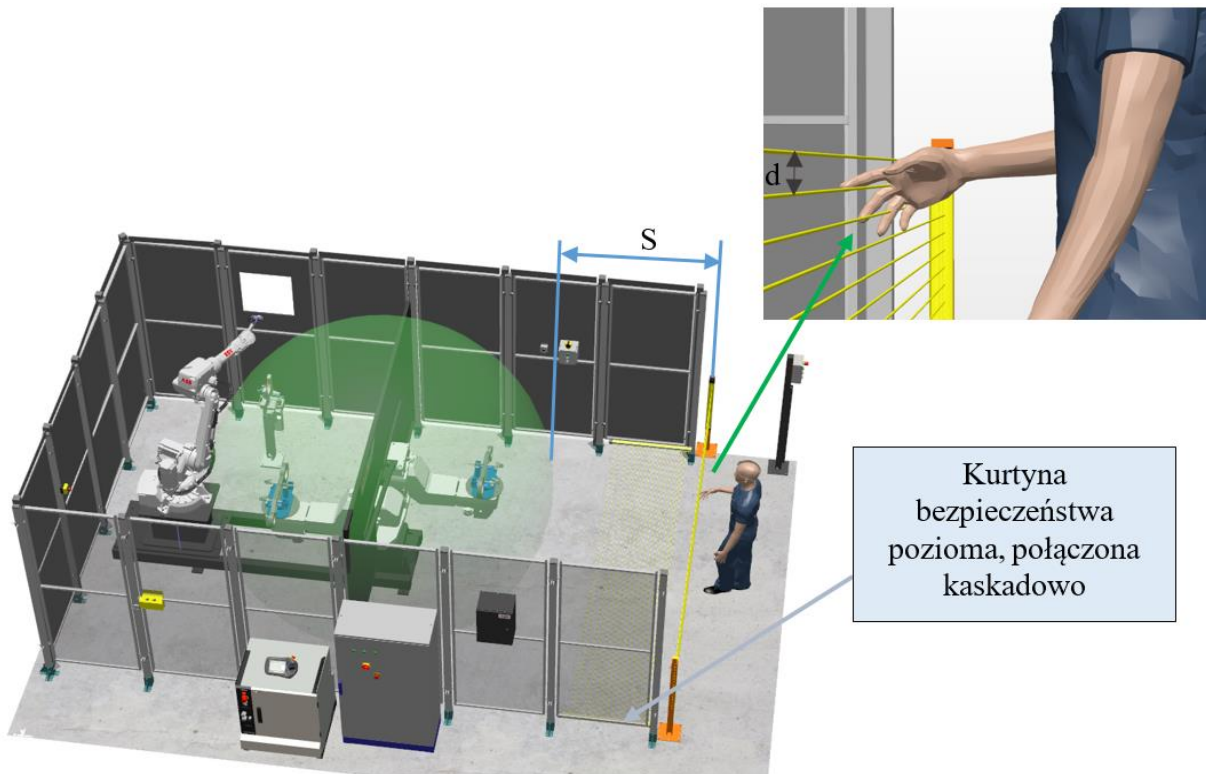
$$S = (K * T) + C$$

gdzie:

- S – wymagana odległość bezpieczeństwa;
- K – prędkość wtargnięcia (przyjmuje się  $2 \frac{m}{s}$  lub  $1,6 \frac{m}{s}$ );
- T – całkowity czas reakcji układu oraz czas zatrzymania;
- C – dodatkowy parametr bezpieczeństwa związany z rozdzielczością kurtyny oraz sposobem montażu.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Rys. Model cyfrowy stacji wraz z kurtyną bezpieczeństwa

Na dodatkowy parametr  $C$  wpływa rozdzielczość kurtyny. Dla rozdzielczości do 40 mm parametr jest wyznaczany z zależności:

$$C=8(d-14)$$

gdzie  $d$  – rozdzielczość kurtyny.

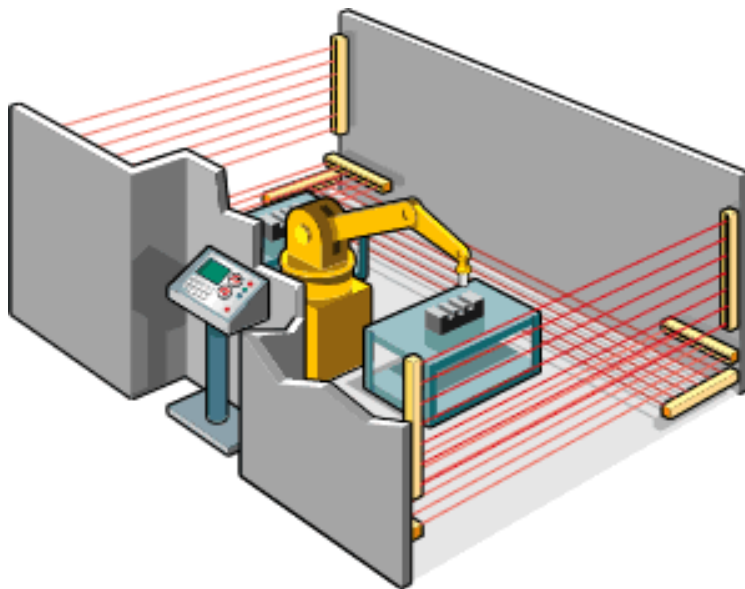
Dla rozwiązań o rozdzielczości powyżej 40 mm istnieje zgodnie z normą możliwość przełożenia całej ręki. W takim przypadku parametr  $C$  wzrasta do 850 mm.

### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Jakie są zalety kurtyn świetlnych?

W razie wkroczenia na teren zabezpieczony kurtyną świetlną dochodzi do przerwania strumienia promieniowania podczerwonego między jego nadajnikiem a odbiornikiem. Nie wymaga to dodatkowych czynności, dzięki czemu zapewnia szybszy dostęp do wydzielonej strefy. Z drugiej strony, inaczej niż ogrodzenie, kurtyny świetlne nie chronią osób postronnych przed groźnymi efektami, które towarzyszą procesom przemysłowym, na przykład spawaniu, w tym: dymem, kurzem, pyłem lub błyskami światła.

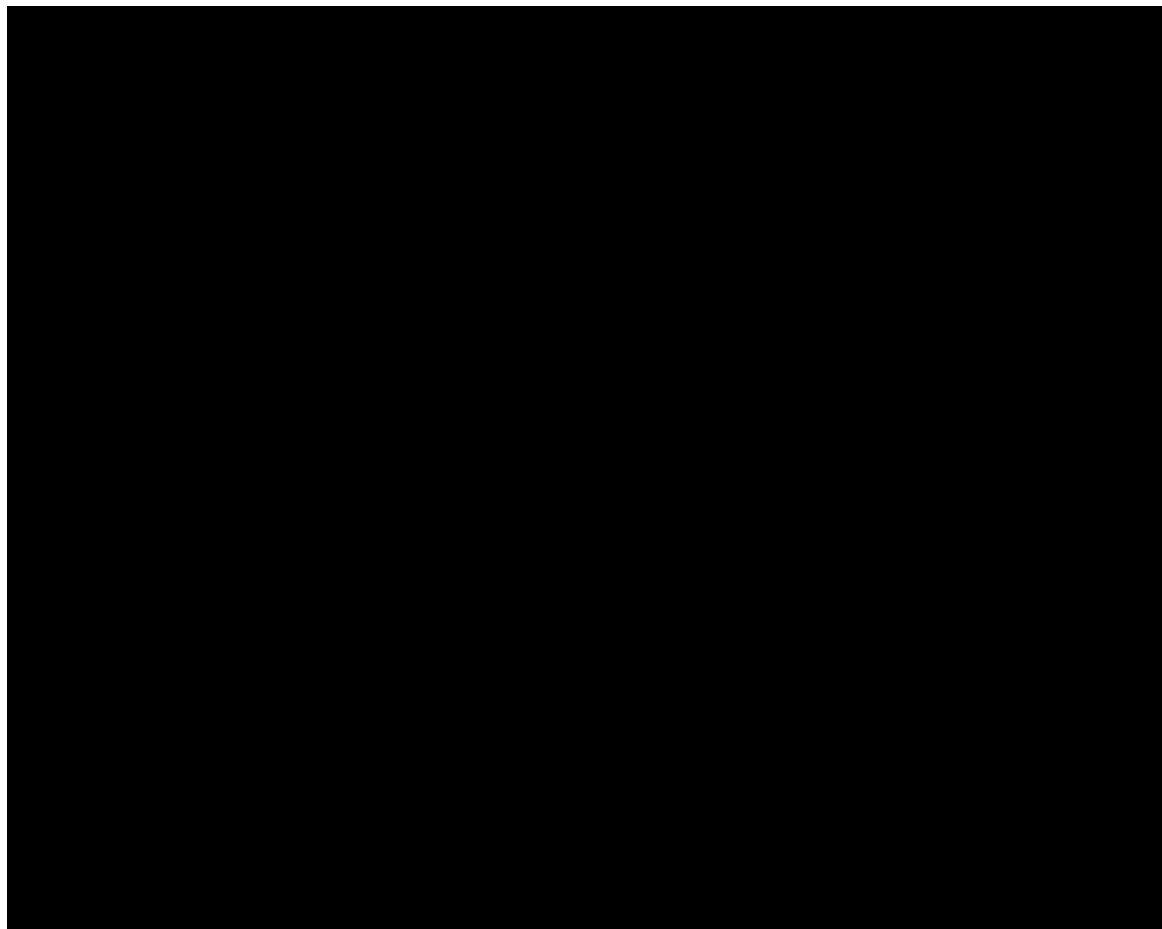


### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Kurtyny i przyciski bezpieczeństwa

Kurtyny świetlne - wybrane przykłady

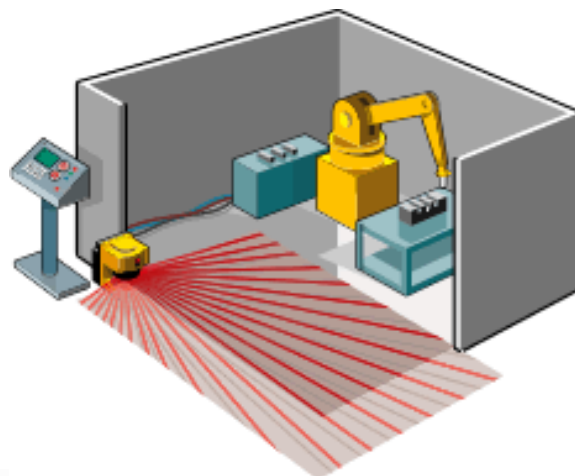


### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Skanery i maty

Na stanowiskach zrobotyzowanych korzysta się również ze skanerów laserowych. Działają one na podobnej zasadzie, co kurtyny świetlne. Zawierają nadajnik impulsów laserowych i ich odbiornik, który mierzy powracające w kierunku skanera promieniowanie odbite od innych obiektów. Na tej podstawie wyznaczana jest odległość dzieląca go od tych ostatnich. W pamięci skanera można zapisać kilka wartości progowych, po przekroczeniu których sygnalizowane jest zbliżanie się do strefy niebezpiecznej albo wejście do niej. Kolejnym zabezpieczeniem są maty czułe na nacisk. Alarmują one system bezpieczeństwa o pojawieniu się intruza w momencie, gdy na nie wejdzie. Maty są zazwyczaj traktowane jako rozwiązanie pomocnicze.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



Skanery i maty

**SICK**

### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### **Skanery i maty**

Maty naciskowe są czuły na nacisk urządzeniami bezpieczeństwa sygnalizującymi obecność człowieka w strefie niebezpiecznej pracy maszyny. Urządzenia te wyposażone są w jeden lub w wiele czujników dających sygnał w momencie, gdy następuje nacisk na powierzchnię roboczą. Zasada działania mat naciskowych opiera się na generowaniu sygnału sterującego, podczas intensywnego lokalnego nacisku na powierzchnię roboczą maty.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



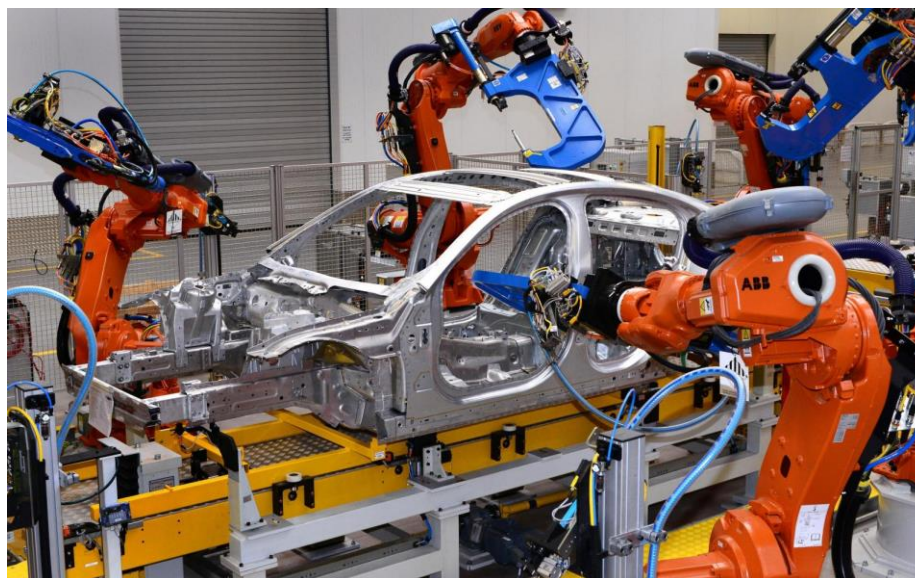
Robot Environment  
Safety Approaches

### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Normy postępowania przy obsłudze robota

Rutyna pojawiająca się w trakcie obsługi urządzeń procesowych, a robotów w szczególności, jest bardzo niebezpieczna. Prowadzi do wzrostu zagrożenia urazem lub wypadkiem. Dlatego bezwzględne przestrzeganie zasad i ich ciągłe przypominanie to kluczowy element bezpieczeństwa, o który dbać muszą pracownicy i przełożeni.



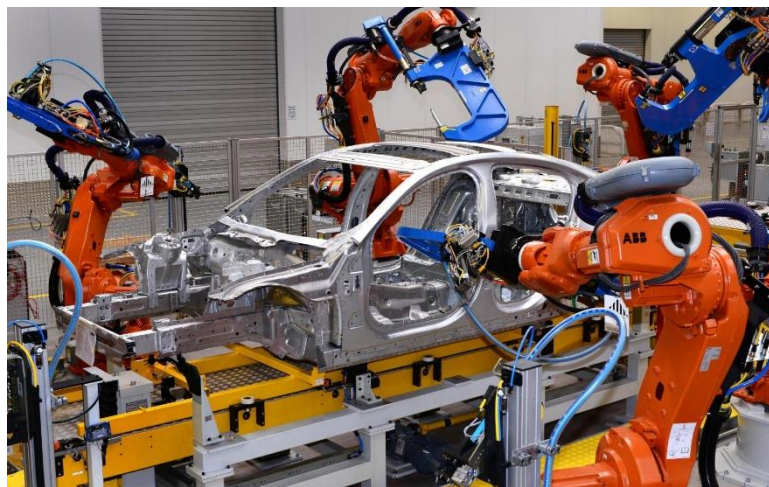


### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Normy postępowania przy obsłudze robota

Roboty są urządzeniami wymagającymi okresowych przeglądów i konserwacji, a także korygowania albo tworzenia nowego programu pracy. Należy pamiętać, że wykonywanie konserwacji czy napraw musi się odbywać przy odłączonych i zabezpieczonych wszelkich obwodach zasilających robota, a więc nie tylko energii elektrycznej, ale także np. pneumatycznej czy hydraulicznej. W tym celu w wielu zakładach wdraża się system LOTO (lockout/tagout), polegający na zakładaniu specjalnych klódek na wyłącznikach energii oraz zawieszaniu przywieszek ostrzegających i informujących o wyłączeniu urządzenia z eksploatacji.

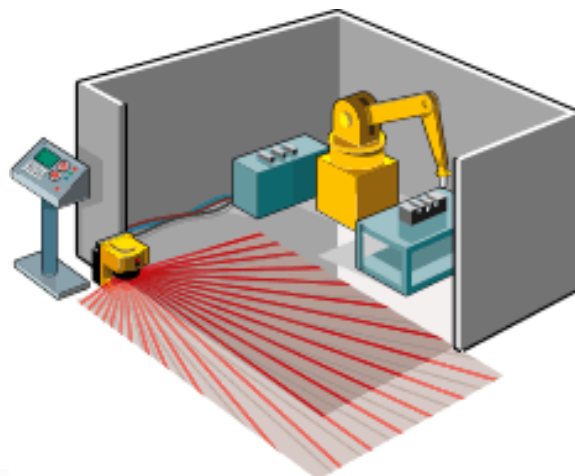


### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Normy postępowania przy obsłudze robota

Także w trakcie uczenia robota należy przestrzegać dwóch zasad: wspomnianego w tabeli zmniejszenia prędkości poszczególnych stopni swobody robota do akceptowalnego maksimum (wg norm nie więcej niż 250 mm/s) oraz zapewnienia obecności dwóch osób w trakcie procesu uczenia robota, z czego zadaniem jednej z nich jest pełna gotowość do natychmiastowego zatrzymania robota (np. przez naciśnięcie przycisku bezpieczeństwa).



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Normy postępowania przy obsłudze robota

Zdarzają się sytuacje, w których częstotliwość wejść w przestrzeń pracy robota jest na tyle duża, że każdorazowe oczekiwanie na zezwolenie wejścia do celi robota wydane przez układ bezpieczeństwa staje się dla użytkownika uciążliwe. Próbuje się wówczas „oszukiwać” system bezpieczeństwa przez mostkowanie torów bezpieczeństwa albo blokowanie wyłączników krańcowych. Taka praktyka jest niedopuszczalna i karygodna. Bywa że po takiej interwencji w obwód bezpieczeństwa dochodzi do wypadków, gdyż osoba trzecia nie wiedziała o dokonanej zmianie i o braku ochrony.



### 3. Projektowanie stanowisk zrobotyzowanych



#### Bezpieczna praca z robotem - o czym pamiętać?

Roboty stanowią dla człowieka bezpośrednie zagrożenie w czasie ich programowania, podczas ich pracy, jeżeli znajdzie się on w ich pobliżu i w czasie ich napraw i konserwacji. Żeby zmniejszyć prawdopodobieństwo doznania urazu z ich strony, warto wówczas przestrzegać następujących zasad:

- zmniejszyć prędkość robota do bezpiecznej wartości,
- programowanie przeprowadzać w zespole co najmniej dwuosobowym, z jedną osobą stale gotową do zatrzymania maszyny,
- przed przystąpieniem do napraw i konserwacji upewnić się, że zasilanie zostało wyłączone,
- nie podejmować prób "ułatwienia" sobie pracy przez omijanie lub blokowanie zabezpieczeń,
- nie śpieszyć się, zaniedbując zasady.

## Zróżdła



- <http://automatykab2b.pl/tematmiesiaca/9046-roboty-bezpieczne-i-niezawodne-czesc-1?limitstart=0>
- <http://automatykab2b.pl/tematmiesiaca/9046-roboty-bezpieczne-i-niezawodne-czesc-1?limitstart=0>
- <http://www.controlengineering.pl/menu-gorne/artukul/article/bezpieczne-stanowiska-pracy-robotow/part/1/>
- <http://automatykaonline.pl/Artykuly/Prawo-i-normy/Bezpieczenstwo-robotow-oraz-zintegrowanych-systemow-produkcyjnych>
- <http://www.designnews.pl/menu-gorne/artukul/article/pakowanie-strefy-bezpieczenstwa/part/1/>
- <http://automatykab2b.pl/technika/7622-systemy-bezpieczenstwa-dla-ukladow-maszynowych#.WAoQ8PqLSUk>
- [http://automatykab2b.pl/prezentacja-artukul/2978-system-bezpieczestwa-dual-check-safety#.WAoQ\\_\\_qLSUk](http://automatykab2b.pl/prezentacja-artukul/2978-system-bezpieczestwa-dual-check-safety#.WAoQ__qLSUk)
- [http://automatykab2b.pl/prezentacja-artukul/9109-hrc---human-robot-collaboration#.WA871\\_qLSUk](http://automatykab2b.pl/prezentacja-artukul/9109-hrc---human-robot-collaboration#.WA871_qLSUk)
- <http://readgur.com/doc/1054790/%C5%9Brodowisko-wsp%C3%B3%C5%82istnienia-ludzi-i-robot%C3%B3w-%E2%80%93-jak-zapewni%C4%87>
- <http://www.elokon.pl/metody-redukcji-ryzyka-maszynowego.htm>
- <http://automatykab2b.pl/prezentacja-artukul/9104-systemy-wygodzen-i-ich-zabezpieczenia>