



Safety. Detection. Control.



## Przewodnik bezpieczeństwa

Bezpieczeństwo  
w miejscu pracy

 **REER**

## Twój partner technologiczny od 1959

Firma ReeR powstała w roku 1959. Początkowo funkcjonowała jako dystrybutor oświetlenia komponentów dla przemysłu oraz urządzeń domowej automatyki. W połowie lat 70-tych ReeR stworzył i wprowadził swój pierwszy produkt - czujniki bezpieczeństwa. Krótco po tym powstały pierwsze kurtyny świetlne.

Dzisiaj firma ReeR jest nie tylko liderem na rynku włoskim, ale również jednym z wiodących światowych producentów czujników optoelektronicznych dla bezpieczeństwa przemysłowego.

Wysoka jakość produktów, znakomite rozwiązania technologiczne oraz aktywna ekspansja na rynkach zagranicznych pozwoliły zbudować markę znaną na całym świecie. Dzięki sieci dystrybutorów produkty ReeR docierają do klientów w ponad 50-ciu krajach.



HQ Turin

## Bezpieczeństwo i Automatykacja

Jeśli bezpieczeństwo miejsca pracy jest kluczowe, bardzo istotne staje się wysoce zautomatyzowane środowisko pracy.

Dzięki doświadczeniu zdobytemu przy współpracy z wiodącymi firmami świata z branż: automotive, narzędzi i maszyn, a także pakowania i paletyzacji, ReeR stworzył szeroką gamę urządzeń bezpieczeństwa takich jak: kurtyny świetlne, programowalne sterowniki, fotokomórki czy skanery laserowe, które spełnią wymagania nawet najtrudniejszych aplikacji.

ReeR od swoich początków znajdował się na czele w dziedzinie kurtyn optoelektronicznych do automatyzacji, pomiaru i sterowania, i do dzisiaj pozostaje jednym z czołowych producentów w tej dziedzinie.



Centrum Dystrybucji Leini

## Know how

Doskonałość technologiczna i know-how aplikacji odzwierciedlają ducha firmy ReeR.

Obecnie, aż 14% personelu pracuje w dziale R&D, a specjalizują się oni w bezpieczeństwie zarówno hardware, software, jak i firmware.

Co więcej, ReeR jest jednym z głównych graczy, którzy biorąc udział w krajowych i międzynarodowych komitetach uczestniczą w rozwoju procesu standaryzacji wymogów bezpieczeństwa pracy maszyn.



## Słowa kluczowe

### Jakość



Jakość produktów ReeR gwarantowana jest przez System Zarządzania Jakością zgodny ze standardem ISO 9001:2008 certyfikowanym przez TÜV Italia.

- Insourcing wszystkich głównych faz pracy
- Kontrola procesów, jakości, terminów dostaw oraz konkurencyjności
- Skomputeryzowane monitorowanie każdej fazy pracy gwarantuje
  - kontrolę listy części
  - ich identyfikowalność



### Troska o środowisko



Zużycie energii elektrycznej wewnątrz firmy pochodzi w całości ze źródeł odnawialnych.

Dyrektywa 2002/95/CE RoHS ogranicza stosowanie niebezpiecznych substancji w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych.



### Zarządzanie Bezpieczeństwem i Higieną Pracy



By zmniejszyć ryzyko incydentów w miejscu pracy, ReeR wdrożył system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy zgodny z normą BS OHSAS 18001

### Innowacyjny proces produkcyjny

Nieustanne inwestycje w nowe technologie produkcyjne

- System kontroli procesów produkcyjnych regulowany zasadami Lean Manufacturing
- Ciągłe doskonalenie
- Szczupła produkcja
- Redukcja odpadów
- Poprawa czasu dostaw
- Zarządzanie częściami szybko zbywalnymi



## Produkty

### Urządzenia Bezpieczeństwa

- Optyczne kurtyny bezpieczeństwa typ 4 i typ 2
- Fotokomórki
- Czujniki magnetyczne i RFID
- Enkodery (przetworniki obrotowo-impulsowe)

### Konfigurowalne sterowniki

### Skanery laserowe

### Interfejsy bezpieczeństwa

- PL e - SIL 3 Interfejs monitorujący prędkość bezpieczeństwa
- Interfejs typ 4 do kurtyn bezpieczeństwa
- Interfejs typ 4 z funkcją mutingu dla kurtyn bezpieczeństwa
- Interfejs PL e do kontroli dwuręcznej
- Interfejs PL e do przycisków zatrzymania awaryjnego oraz wyłączników bezpieczeństwa

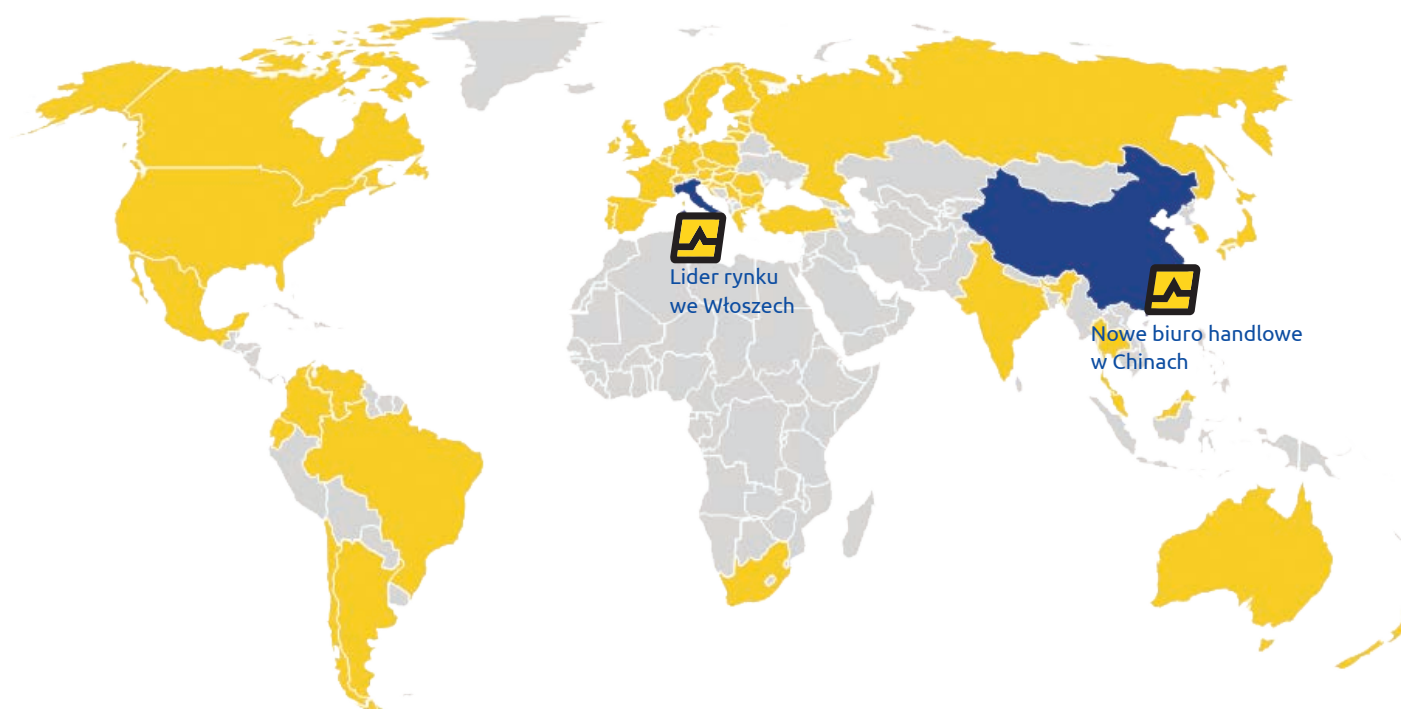
### Urządzenia pomiarowe

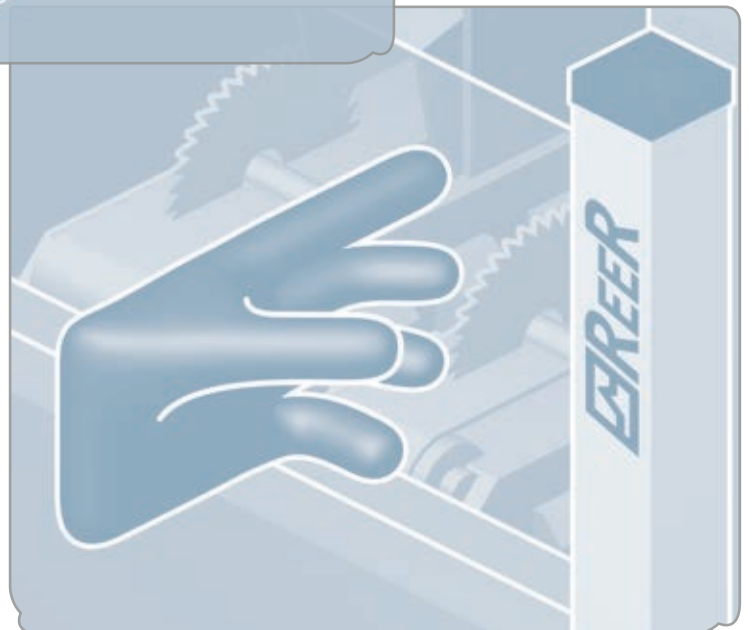
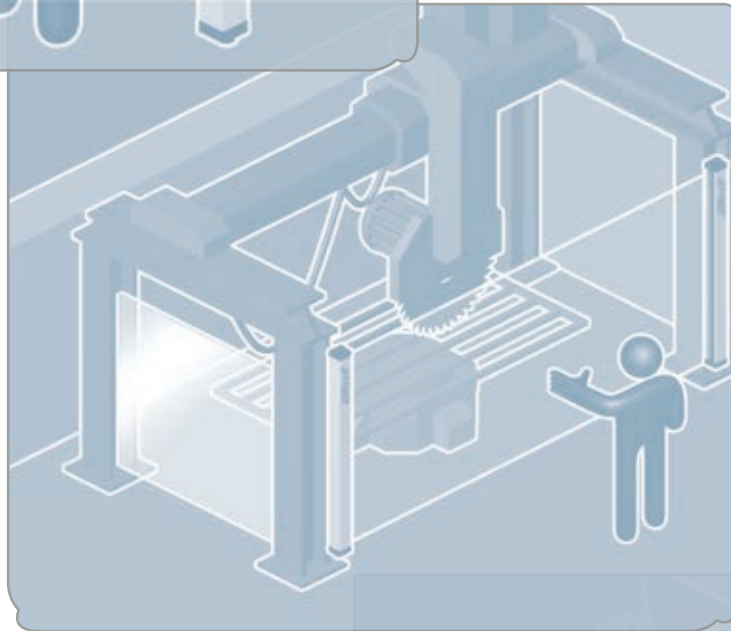
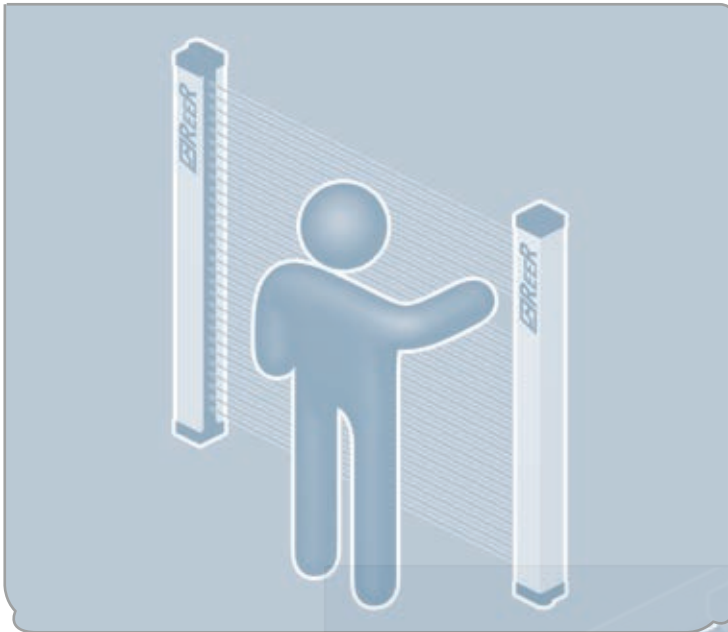
### Akcesoria



## Sieć sprzedaży

Bepośrednia sieć sprzedaży we Włoszech oraz w Chinach, a także 65 dystrybutorów na całym świecie.





# PRZEWODNIK

## Wprowadzenie

Niniejszy przewodnik bezpieczeństwa odnosi się do zestawu zasad regulujących system kontroli bezpieczeństwa maszyn. W szczególności, obejmuje on kluczową rodzinę norm w której skład wchodzi:

- ISO 13849 "**Bezpieczeństwo maszyn**" (ISO)
- IEC 61508 "**Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/elektronicznych/programowalnych elektronicznych systemów związanych z bezpieczeństwem**" (IEC), która wpływa na bezpieczeństwo eksploatacji maszyn szczególnie w połączeniu z normą IEC 62061 "**Bezpieczeństwo maszyn - Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem**"
- IEC 61496 "**Bezpieczeństwo maszyn - Elektroczułe wyposażenie ochronne**"
- Ważne koncepcje statystyczne związane w różnym stopniu z prawdopodobieństwem niebezpiecznej awarii są objęte normą ISO **Bezpieczeństwo maszyn**, co prowadzi do nowych klasyfikacji systemów sterowania bezpieczeństwem maszyn i urządzeń zabezpieczających. Dokumenty te klasyfikują poziomy zapewnienia nienaruszalności PL (Performance Level) oraz poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (Safety Integrity Level)
- Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa dla IEC. Normy PL i SIL uzupełniają się nawzajem dzięki czemu w większości przypadków są w stanie zastąpić obecnie znaną "starą" normę EN 954-1.

Drugie wydanie Specyfikacji Technicznej IEC TS 62046 "Bezpieczeństwo maszyn - Zastosowanie wyposażenia ochronnego do wykrywania obecności osób" jest użytecznym podręcznikiem dla wszystkich, którzy chcą używać urządzeń ochronnych w systemach sterowania bezpieczeństwem maszyn.

## Dyrektywy Europejskie

Celem dyrektyw Europejskich jest harmonizacja ustawodawstwa krajowego Państw Członkowskich tak aby powstały wspólne regulacje dotyczące aspektów technicznych, ekonomicznych, socjalnych itp. oraz ułatwienie swobodnego przepływu towarów, usług i osób w Uni Europejskiej

Działania związane z harmonizacją przepisów doprowadziły do opracowania i zatwierdzenia dyrektyw i norm mających szczególne znaczenie dla poprawy bezpieczeństwa pracowników.

### DYREKTYWY

Zdefiniowanie celów do osiągnięcia.

### NORMY

Zdefiniowanie środków i metod poprzez które osiągnięte zostaną cele postawione w dyrektywach. Zachodzi domniemanie, że produkt/usługa spełniająca zharmonizowane normy jest zgodna również z dyrektywami.

#### Etapy realizacji normy:

- Utworzenie Grupy Roboczej reprezentującej kraje członkowskie, stworzonej przez ekspertów podmiotu, który będzie przedmiotem opracowywanych legislacji.
- Przygotowanie projektu normy (prEN), który zostanie rozpatrzony przez różne komisje krajowe zaangażowane również w zgłaszanie uwag, wniosków oraz odpowiedzialnych za wydanie ostatecznej zgody.
- Opracowanie ostatecznego sformułowania tekstu normy (EN), oficjalna publikacja oraz akceptacja przez poszczególne państwa członkowskie.

### Dyrektywy dotyczące ochrony pracowników są następujące:

- **Dyrektywa 89/391/EWG** w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy
- **Dyrektywa 2009/104/EWG** dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy

### Dyrektywy dotyczące komponentów bezpieczeństwa to:

- **2006/42/WE** Dyrektywa maszynowa
- **2014/35/WE** Dyrektywa niskonapięciowa LVD
- **2014/30/WE** Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej EMC
- **2014/34/WE** Dyrektywa urządzeń pracujących w atmosferze wybuchu ATEX (94/9/WE)

## Dyrektywy socjalne

Dyrektywy socjalne 2009/104/EWG oraz 89/391/EWG mają na celu poprawę bezpieczeństwa w miejscu pracy.

### Dyrektywy te:

- Określają środki zapobiegawcze, które powinny zostać wdrożone w miejscu pracy.
- Dostarczają informacji odnośnie:
  - oceny ryzyk
  - programu profilaktyki i osiągnięcia zgodności maszyn z przepisami
  - procedur dotyczących zgodności maszyn
  - obowiązków pracodawcy
  - edukacji i szkoleń osób odpowiedzialnych za obsługę systemu
- Określają możliwość adaptacji dotychczas stosowanych maszyn zgodnie z przepisami Dyrektywy maszynowej.

## Dyrektywa maszynowa

Dyrektywa maszynowa 2006/42/WE skierowana jest do producentów maszyn oraz elementów zabezpieczających, i ma następujące cele:

- Określenie wymagań dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w celu poprawy stopnia ochrony operatorów obsługujących maszyny potencjalnie niebezpieczne.
- Określenie minimalnych wymogów bezpieczeństwa dla procesów projektowania, budowy oraz wprowadzenia do obrotu w Unii Europejskiej wszystkich maszyn i podzespołów bezpieczeństwa.
- Zapewnienie swobodnego przepływu maszyn i podzespołów bezpieczeństwa we wszystkich krajach członkowskich

Dyrektywa maszynowa:

- Dotyczy wszystkich nowych maszyn oraz komponentów zabezpieczających, które są sprzedawane, wypożyczane lub wynajmowane, oraz używanych maszyn w przypadku sprzedaży, wynajmu lub wypożyczenia.
- Określa ona zasadnicze wymogi bezpieczeństwa odnoszące się do projektowania/budowy maszyn i podzespołów zabezpieczających, oraz definiuje odpowiednie procedury certyfikacyjne.
- Jest obowiązkowa dla wszystkich maszyn i komponentów bezpieczeństwa w krajach członkowskich.
- Sprzedawane i eksploatowane w Unii Europejskiej mogą być wyłącznie produkty zgodne z Dyrektywą.

## Procedury certyfikacyjne

Dyrektywa ta:

- Określa rygorystyczne procedury dotyczące elementów zabezpieczających oraz maszyn wysoce niebezpiecznych, które wymienione są w Załączniku IV
- Ustanawia uproszczone procedury dla maszyn o małym i średnim ryzyku, które nie zostały uwzględnione w Załączniku IV
- Wymaga, aby producenci dla każdego produktu przygotowali dokumentację techniczną, która określi przyjęte zasady bezpieczeństwa podczas projektowania, wytwarzania, transportu, użytkowania i konserwacji urządzenia lub komponentów bezpieczeństwa

## Deklaracja zgodności

W celu poświadczenia zgodności produktu z dyrektywą producent musi:

- Umieścić znak CE na produkcie
- Załączyć deklarację zgodności CE poświadczającą zgodność z dyrektywą

## Certyfikaty

Certyfikaty typu CE są ważne przez 5 lat (Załącznik nr IX, punkt 9.3). Pięcioletni okres rozpoczyna się od daty rewizji certyfikatu. Po tym wymagana będzie ponowna certyfikacja.

# PRZEWODNIK

## Dyrektywa niskonapięciowa LVD

Dyrektywa 2014/35/WE ma na celu zapewnienie, że materiały elektryczne są zaprojektowane i wyprodukowane tak, aby zagwarantować ochronę osób przed wszelkimi zagrożeniami wynikającymi z użycia takich materiałów.

Dyrektywa ta ma zastosowanie w przypadku wszystkich materiałów elektrycznych przeznaczonych do użytkowania przy napięciu znamionowym w zakresie:

- od 50V do 1000V dla prądu przemiennego
- od 75V do 1500V dla prądu stałego

## Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej EMC

Celem dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej 2014/30/WE jest zapewnienie, że urządzenia elektryczne zostały zaprojektowane oraz wyprodukowane tak, aby:

- Emisje elektromagnetyczne były ograniczone i wystarczająco niskie, by umożliwić innym urządzeniom elektrycznym pracę zgodną z ich przeznaczeniem.
- Poziom wbudowanej odporności na zakłócenia zewnętrzne umożliwił im działanie zgodne z ich przeznaczeniem.

Dyrektywa ta dotyczy wszystkich urządzeń elektrycznych i elektronicznych powodujących zakłócenia elektromagnetyczne oraz tych na których działanie mogą wpływać czynniki zewnętrzne.

## Dyrektywa ATEX

Dyrektywa ATEX 2014/34/WE dotyczy wszystkich urządzeń przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej i weszła w życie z dniem 30 marca 2014.

Dyrektywa ATEX 2014/34/WE określa minimalne wymagania bezpieczeństwa dotyczące urządzeń elektrycznych stosowanych w środowiskach sklasyfikowanych jako niebezpieczne w aspekcie zagrożenia wybuchem z powodu obecności gazów lub pyłów.

Dyrektywa ta dzieli sprzęt na grupy i kategorie.

W zależności od zastosowania, producent musi zdecydować do której grupy i kategorii chce by jego produkt należał.

- Grupa 1: urządzenia przeznaczone do prac podziemnych, kopalń oraz ich instalacji powierzchniowych
- Grupa 2: urządzenia przeznaczone do środowisk, w których może wystąpić atmosfera wybuchowa

Następnie te grupy produktów są sklasyfikowane pod kątem poziomu ochrony przed ryzykiem zapłonu atmosfery potencjalnie wybuchowej.

Produkty z Grupy 2 są podzielone na trzy kategorie:

- Kategoria 1: sprzęt przeznaczony do obszarów wysokiego ryzyka, w których długimi momentami występuje atmosfera wybuchowa.
- Kategoria 2: sprzęt przeznaczony do obszarów średniego ryzyka, w których w normalnych warunkach może wystąpić atmosfera wybuchowa
- Kategoria 3: sprzęt przeznaczony do obszarów niskiego ryzyka, w których atmosfera wybuchowa może wystąpić tylko w przypadku nietypowych okoliczności.



## Organy akredytowane

W każdym Państwie członkowskim rola akredytowanych organów polega na ocenie oraz weryfikacji zgodności i dostosowania do dyrektyw Europejskich.

Każde Państwo jest odpowiedzialne za mianowanie i kontrolę własnych organów.

W Polsce jedynym organem akredytacyjnym jest Polskie Centrum Akredytacji, upoważnionym do akredytacji jednostek oceniających zgodność na podstawie ustawy z dnia 13.04.2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1398).

## Jednostki notyfikowane

Jednostki notyfikowane są uprawnione do badania i certyfikacji maszyn oraz elementów bezpieczeństwa zgodnie z obowiązującymi dyrektywami.

Każde państwo członkowskie Unii Europejskiej ma obowiązek:

- Powołać jednostki notyfikujące poprzez ustalenie ich zadań
- Przekazać listę jednostek notyfikowanych do Komisji Europejskiej oraz do innych krajów członkowskich.

Komisja Europejska publikuje katalog wszystkich jednostek notyfikowanych w Dzienniku Urzędowym Komisji Europejskiej, wraz z wykazem usług, maszyn oraz elementów bezpieczeństwa dla których jednostki te są upoważnione do ingerencji.

Państwa członkowskie Unii Europejskiej muszą dopilnować, aby wyznaczone jednostki respektowały określone kryteria etyczne i techniczne.



## Normy zharmonizowane

- Są to standardy techniczne przyjęte by spełnić zasadnicze wymogi dyrektyw
- Są one tworzone przez różne komitety techniczne w ramach mandatu od Komisji Uni Europejskiej
- Są zatwierdzane i wdrażane:
  - przez CEN (Europejski Komitet Normalizacyjny)
  - lub przez CENELEC (Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki)
- Następnie są one tłumaczone i publikowane w Dzienniku Urzędowym Komitetu Europejskiego oraz w dziennikach każdego państwa członkowskiego.

### Status standardów

**prEN** proponowany projekt normy, który nie został jeszcze ostatecznie zatwierdzony

**EN** zatwierdzona, obowiązująca Norma Europejska

**TS** specyfikacja techniczna

# PRZEWODNIK

Europejskie normy dotyczące bezpieczeństwa dzielą się na trzy grupy:

## NORMY TYPU A

Określają generalne zasady projektowania mające zastosowanie dla wszystkich typów maszyn:

np... **EN ISO 12100** Bezpieczeństwo maszyn - Ogólne zasady projektowania - Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka

## NORMY TYPU B

Są podzielone na dwie kategorie:

Normy typu B1: dotyczące konkretnego aspektu bezpieczeństwa

np... **EN ISO 13855** Umieszczenie wyposażenia ochronnego ze względu na prędkości zbliżania się do części ciała człowieka  
**EN ISO 13857 - 1** Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi do stref niebezpiecznych  
**EN 60204** Bezpieczeństwo maszyn - Wyposażenie elektryczne maszyn  
**EN ISO 13849 - 1,2** Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem

Normy typu B2: dotyczące urządzeń zabezpieczających

np... **EN 61496-1** Elektroczułe wyposażenie ochronne - Wymagania ogólne i badania  
**EN 61496-2** Elektroczułe wyposażenie ochronne - Wymagania szczegółowe dotyczące wyposażenia wykorzystującego aktywne optoelektroniczne urządzenia ochronne (AOPD, np. kurtyny)  
**EN 61496-3** Elektroczułe wyposażenie ochronne - Wymagania szczegółowe dotyczące aktywnych optoelektronicznych urządzeń ochronnych reagujących na rozproszone promieniowanie odbite (AOPDDR, np. skanery laserowe)  
**EN ISO 13850** Funkcja zatrzymania awaryjnego - Zasady projektowania

## NORMY TYPU C

Dotyczą konkretnych typów maszyn:

np... **EN 692** Prasy mechaniczne  
**EN 693** Prasy hydrauliczne  
**EN 415** Maszyny pakujące  
**EN 415-4** Paletyzatory i depaletyzatory  
**EN ISO 10218** Roboty przemysłowe

Normy typu C mają wyższy priorytet od norm typu A i B.

Jeśli nie istnieją normy typu C to zgodność z dyrektywą może być osiągnięta na podstawie norm typu A i B.

## Ocena ryzyka

Raport techniczny ISO/TR 14121-2 przedstawia praktyczny przewodnik do zbadania zagrożeń (zgodnie z normą EN ISO 12100) w celu wybrania i przyjęcia najbardziej odpowiednich środków bezpieczeństwa, które pozwolą zredukować lub wyeliminować ryzyko.

Ocena ryzyka może zostać podzielona na 4 etapy:



Rys. 1. Etapy oceny ryzyka

### 1. Określenie ograniczeń maszyny

Obejmuje badanie zamierzonego zastosowania i wszystkich rozsądnie przewidywalnych nadużyć w odniesieniu do poziomu szkolenia, doświadczenia oraz postawy użytkownika.

### 2. Identyfikacja zagrożeń

Obejmuje systematyczną identyfikację:

- ryzyk i elementów niebezpiecznych (mechanicznych, elektrycznych, chemicznych. itp.)
- sytuacji niebezpiecznych (ręczny załadunek/rozładunek, dostęp do systemu, itp.)
- zdarzeń, które mogą powodować uszkodzenia (awarie lub anomalie maszyny)

### 3. Oszacowanie ryzyka

Polega na oszacowaniu ryzyka każdej zidentyfikowanej sytuacji niebezpiecznej na podstawie następujących elementów:

- Dotkliwości obrażeń oraz uszkodzeń zdrowia (odwracalnych, nieodwracalnych, śmiertelnych)
- Prawdopodobieństwa ponownego wystąpienia tego urazu, które rośnie wraz z czasem spędzonym przy narażeniu bezpieczeństwa
- Możliwości uniknięcia zagrożenia w odniesieniu do:
  - szybkości wystąpienia zdarzenia,
  - możliwości szybkiego reagowania przez operatora,
  - możliwości ucieczki.

### 4. Ocena ryzyka

Sprawdza i ocenia przydatność przyjętych środków bezpieczeństwa.

## System sterowania bezpieczeństwem maszyn

Jeśli bezpieczeństwo oparte jest na prawidłowym funkcjonowaniu systemu sterowania maszyną, system powinien zostać zaprojektowany tak, aby zapewnić minimalne prawdopodobieństwo wystąpienia błędów funkcjonalnych. Dodatkowo, żadne błędy nie powinny prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa. W Europie, aby spełnić te wymagania, zaleca się stosowanie zharmonizowanych norm opracowanych na zlecenie Komisji Europejskiej (założenie zgodności). Dostosowanie się do zharmonizowanych norm pozwala zaoszczędzić czas i obniżyć koszty, w przypadku, gdy musi zostać zachodzi potrzeba zaprezentowania dowodu zgodności bezpieczeństwa systemu sterowania z wymogami Dyrektywy maszynowej.

Poniżej przedstawiono podstawowe założenia nowych norm ISO 13849-1 i IEC 62061, które zastępują EN954-1 jako instrumenty regulacyjne obejmujące systemy sterowania maszyną.

Uwaga: kategorie niekoniecznie są całkowicie hierarchiczne

### Normy bezpieczeństwa funkcjonalnego

**ISO 13849-1** oraz **IEC 62061** - Zakres tych dwóch norm zapewnia domniemanie zgodności z zasadniczymi wymaganiami punktu 1.2.1 Załącznika I do dyrektywy 2006/46 /WE.

### **ISO 13849-1**      **Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem** **Część 1: Ogólne zasady projektowania**

**ISO 13849-1 jest ulepszoną wersją poprzednio obowiązującej normy EN 954-1**

Złożone wzory matematyczne teorii niezawodności systemu zostały zastąpione tabelami z wstępnie obliczonymi wynikami.

Zostały zachowane pewne pojęcia EN 954, tj. kategorie, redundancja, monitoring.

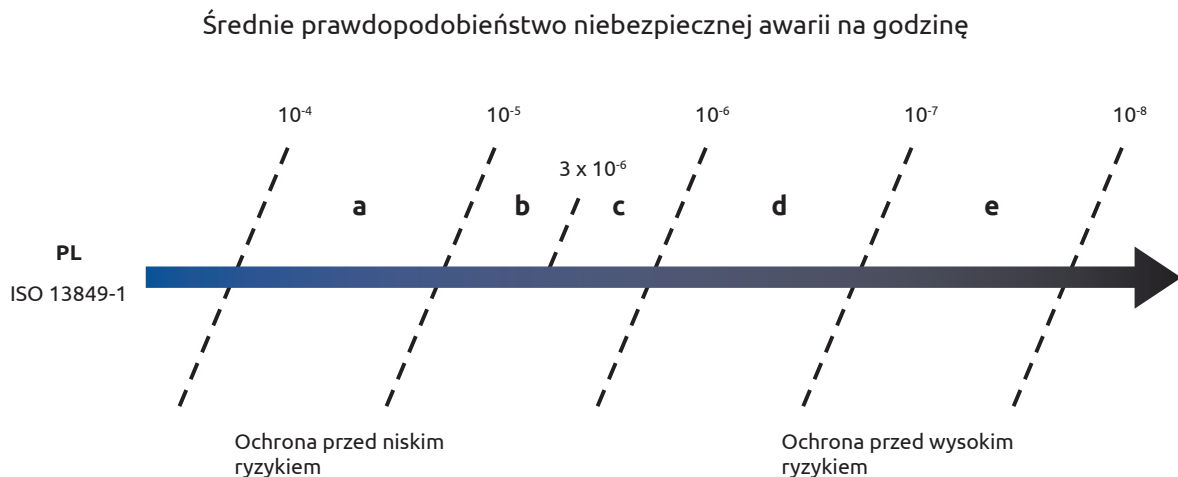
Zmodyfikowano szereg zapisów EN 954 np. wykres ryzyka, wybór kategorii.

Rola kategorii nie jest już kluczowa, jak w EN 954-1.

Aby ocenić odporność na niebezpieczne uszkodzenie, koncepcja kategorii została zastąpiona poziomem niezawodności (PL), które określają zdolność systemu kontroli maszyn (zwanego dalej SRP/CS) do zapewnienia ochrony w określonych warunkach roboczych.

Parametrem stosowanym do oceny poziomu niezawodności (PL) jest średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę. Usterka jest uważana za niebezpieczną, jeśli blokuje funkcję ochrony systemu w przypadku gdy nie zostanie wykryta.

Istnieje 5 poziomów niezawodności: od PL a do PL e.



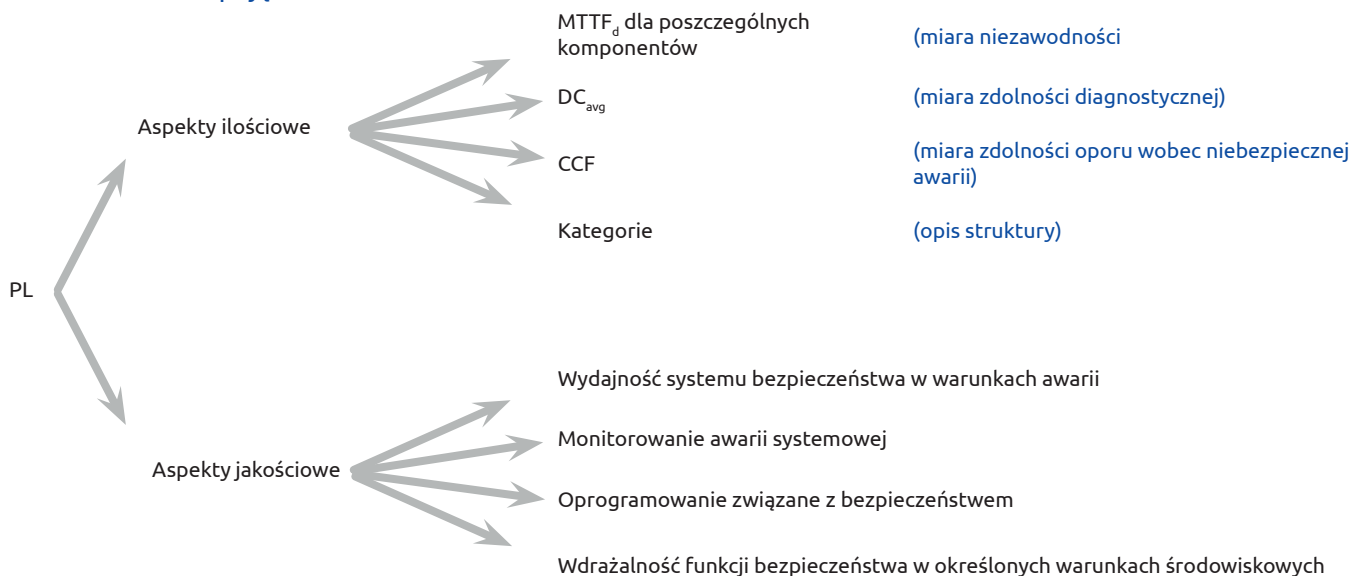
Rys. 2. Tabela ISO 13849-1

Im większy wkład w redukcję ryzyka, tym niższe jest średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii SRP/CS.

Do określenia poziomu niezawodności PL wzięte są pod uwagę następujące czynniki: architektura systemu sterowania, niezawodność komponentów, zdolność do szybkiego wykrycia wewnętrznej awarii, która może mieć wpływ na funkcję bezpieczeństwa oraz jakość projektu.

Poniższa tabela zawiera podsumowanie obowiązkowych wymagań jakościowych i ilościowych, jakie należy spełnić by zaprojektować bezpieczny system sterowania zgodny z normą ISO 13849-1.

Zobacz słowniczek pojęć na stronie 32



Rys. 3. Obowiązkowe wymagania jakościowe i ilościowe, jakie należy spełnić by zaprojektować bezpieczny system sterowania zgodny z ISO 13849-1

# PRZEWODNIK

Aby ubiegać się o przyznanie danego poziomu niezawodności PL, oprócz oceny średniego prawdopodobieństwa wystąpienia niebezpiecznej awarii na godzinę dla SRP/CS, niezbędne będzie udowodnienie zgodności z wymaganiami jakościowymi określonymi przez obowiązującą normę.

Poziom niezawodności, o który się ubiegamy, będzie musiał zostać zweryfikowany przy użyciu normy ISO 13849-2 Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem - Część 2: Walidacja, która zdefiniuje procedury testów i analiz, potrzebnych do oceny:

- zapewnionej funkcji bezpieczeństwa
- osiągniętej kategorii
- osiągniętego poziomu niezawodności PL

## WAŻNE!

*Średnie prawdopodobieństwo defektu na godzinę jest tylko jednym z parametrów przyczyniających się do przydzielenia jednego z poziomów niezawodności PL. Aby uzyskać rating PL, obowiązkowe jest również udowodnienie uwzględnienia i spełnienia wszystkich wymagań, takich jak:*

- Monitorowanie usterek systemowych
- Używanie solidnych i niezawodnych komponentów (zgodnie z Normami Produktu, jeśli są dostępne)
- Praca według dobrej praktyki inżynierskiej
- Wzięcie pod uwagę warunków środowiskowych, w których będzie działać system bezpieczeństwa
- W przypadku nowego oprogramowania, przyjęcie wszystkich organizacyjnych aspektów modelu rozwoju typu V pokazanego na Rysunku 6 normy ISO 13849-1 i spełnienie wymagań dotyczących rozwoju aplikacji i wbudowanego oprogramowania.

Proces projektowania SRP/CS według ISO 13849-1 można podsumować w następujących ośmiu krokach:

1. Identyfikacja funkcji bezpieczeństwa poprzez analizę ryzyka
2. Przypisanie wymaganego poziomu niezawodności (PL r) poprzez wykres ryzyka
3. Wybór struktury systemu (architektury) i technik autodiagnostycznych
4. Techniczny rozwój systemu kontroli
5. Obliczanie  $MTTF_{dr}$ ,  $DC_{avg}$  i weryfikacja CCF
6. Obliczanie PL przy użyciu Tabeli 5
7. Weryfikacja PL (jeśli obliczona PL jest poniżej PL r wróć do Kroku 3)
8. Uprawomocnienie

Identyfikacja elementu związanego z bezpieczeństwem i przyporządkowanie wymaganego poziomu niezawodności - PL r

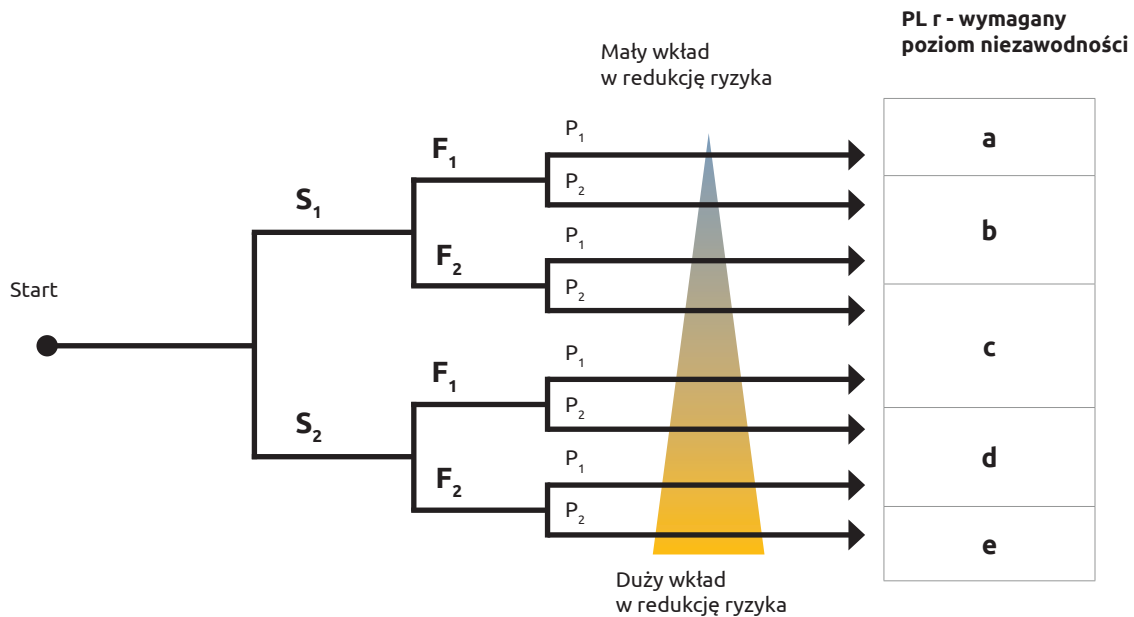
Dla każdej zidentyfikowanej funkcji związanej z bezpieczeństwem (np. za pomocą ISO/TR14121-2 - ocena zagrożeń) projektant SRP/CS decyduje o wkładzie w zmniejszenie ryzyka, który ma być zapewniony, tj. PL r.

Ten wkład nie obejmuje całościowego ryzyka maszyny, ale tylko części ryzyka związanego z zastosowaniem omawianych funkcji bezpieczeństwa.

Parametr PL r oznacza poziom niezawodności wymagany dla danej funkcji związanej z bezpieczeństwem.

Parametr PL oznacza poziom osiągnięty przez sprzęt implementacyjny. PL sprzętu musi być równy lub wyższy niż określony PL r.

Diagram drzewa decyzyjnego jest stosowany by określić wkład w zmniejszenie ryzyka, który musi być zapewniony przez funkcje związane z bezpieczeństwem, co doprowadzi do jednoznacznej identyfikacji PL r. Jeśli zidentyfikowano więcej niż jedną funkcję związaną z bezpieczeństwem, PL r będzie identyfikowany dla każdej z nich.



Rys. 4 Diagram drzewa decyzyjnego

S: dotkliwość urazów  
 S<sub>1</sub>: odwracalne  
 S<sub>2</sub>: nieodwracalne

F: częstotliwość lub czas narażenia na niebezpieczeństwo  
 F<sub>1</sub>: rzadkie / krótkie  
 F<sub>2</sub>: częste / długotrwałe

P: możliwe do uniknięcia ryzyko lub ograniczenie szkody  
 P<sub>1</sub>: do uniknięcia w określonych warunkach  
 P<sub>2</sub>: prawie nieuniknione



PL r(e) zapewnia największy wkład w redukcję ryzyka, podczas gdy PL r (a) zapewnia najmniejszy wkład.

#### Projektowanie systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem i ocena PL

Po podjęciu decyzji o wymaganym PL r, konieczne jest zaprojektowanie odpowiedniego SRP/CS, obliczenie uzyskanego PL i zapewnienie, że jest ono wyższe lub równe od PL r.

Rys. 3 pokazuje, że w celu uzyskania PL, należy obliczyć średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii / godzinę dla zaprojektowanego SRP/CS. Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznej awarii / godzinę dla systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem można oszacować na różne sposoby.

Stosowanie takich metod oznacza, że dla każdego komponentu znane są:

- Współczynnik awaryjności ( $\lambda$ )
- Procentowa dystrybucja współczynnika awaryjności dla wszystkich trybów awarii elementów (np. jeśli dla przetwornika z wymuszonym otwarciem styków występują następujące tryby awarii: styk nie zostanie otwarty w razie potrzeby = 20% przypadków, lub styk nie zostanie zamknięty w razie potrzeby = 80% przypadków)
- Wpływ każdej awarii na działanie systemu bezpieczeństwa (np. niebezpieczna awaria =  $\lambda d$  lub nie-niebezpieczna awaria =  $\lambda s$ )
- Procent wykrytych niebezpiecznych awarii (poprzez zautomatyzowane techniki autodiagnostyczne) z całkowitej liczby niebezpiecznych awarii:  $\lambda dd = \lambda d \times DC$
- Procent niewykrytych niebezpiecznych awarii (poprzez zautomatyzowane techniki autodiagnostyczne) z całkowitej liczby niebezpiecznych awarii:  $\lambda du = \lambda d \times (1-DC)$

## PRZEWODNIK

ISO 13849-1 upraszcza obliczenia, dostarczając tabelę opartą na modelu Markowa, w której średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę jest wstępnie obliczane dla różnych kombinacji kategorii i wartości zakresów  $MTTF_d$  i  $DC_{avg}$ , które z kolei uzyskiwane są przy użyciu tabel.

Oznaczenia $MTTF_d$	Zakres w latach	Określenie $DC_{avg}$	Zakres wartości $DC_{avg}$
Niskie	$3 \leq MTTF_d < 10$	Żadne	$DC < 60\%$
Średnie	$10 \leq MTTF_d < 30$	Niskie	$60\% \leq DC < 90\%$
Wysokie	$30 \leq MTTF_d < 100$	Średnie	$90\% \leq DC < 99\%$
		Wysokie	$99\% \leq DC$

## Wybór kategorii

KATEGORIA	WYMAGANIA	ZACHOWANIE	ZASADY BEZPIECZEŃSTWA
B	SRP/CS i/lub ich ochronne wyposażenie, jak również ich elementy, powinny być projektowane, konstruowane, wybierane, montowane i łączone zgodnie z odpowiednimi normami tak, aby mogły one wytrzymać oczekiwane działanie. Należy stosować zasadnicze zasady bezpieczeństwa	Wystąpienie błędu może doprowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa	Charakteryzujące się głównie dobraniem komponentów
1	Stosuje się wymogi dla kat. B. Dodatkowo, powinno stosować się przetestowane komponenty i sprawdzone zasady bezpieczeństwa	Wystąpienie błędu może doprowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa, ale prawdopodobieństwo wystąpienia błędu jest niższe niż w przypadku kat. B.	
2	Stosuje się wymogi dla kat. B oraz sprawdzone zasady bezpieczeństwa. Funkcja bezpieczeństwa musi być sprawdzana w odpowiednich odstępach czasu przez urządzenie	Wystąpienie błędu może doprowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa do czasu następnej kontroli. Utrata funkcji zostanie wykryta.	Charakteryzujące się głównie strukturami
3	Stosuje się wymogi dla kat. B. oraz sprawdzone zasady bezpieczeństwa. Elementy związane z bezpieczeństwem muszą być zaprojektowane tak, aby: <ul style="list-style-type: none"> <li>pojedynczy błąd w którejkolwiek z tych części nie prowadził do utraty funkcji bezpieczeństwa, oraz</li> <li>gdy jest to praktyczne, wykrywały każdą pojedynczą usterkę</li> </ul>	W przypadku wystąpienia pojedynczej usterki, zawsze zadziała funkcja bezpieczeństwa. Niektóre, ale nie wszystkie usterki zostaną wykryte. Nagromadzenie niewykrytych usterek może prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa	
4	Stosuje się wymogi dla kat. B. oraz sprawdzone zasady bezpieczeństwa. Elementy związane z bezpieczeństwem muszą być zaprojektowane tak, aby: <ul style="list-style-type: none"> <li>pojedynczy błąd w którejkolwiek z tych części nie prowadził do utraty funkcji bezpieczeństwa, oraz</li> <li>pojedyncza usterka wykryta była przed lub w momencie zapotrzebowania na uruchomienie funkcji bezpieczeństwa, a jeśli wykrycie jest niemożliwe, akumulacja niewykrytych usterek nie mogła doprowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa</li> </ul>	W przypadku wystąpienia pojedynczej usterki, zawsze zadziała funkcja bezpieczeństwa. Wykrywanie nagromadzonych usterek zmniejsza prawdopodobieństwo utraty funkcji bezpieczeństwa (wysoka zdolność diagnostyczna). Usterka zostanie wykryta w czasie aby zapobiec utracie funkcji bezpieczeństwa	



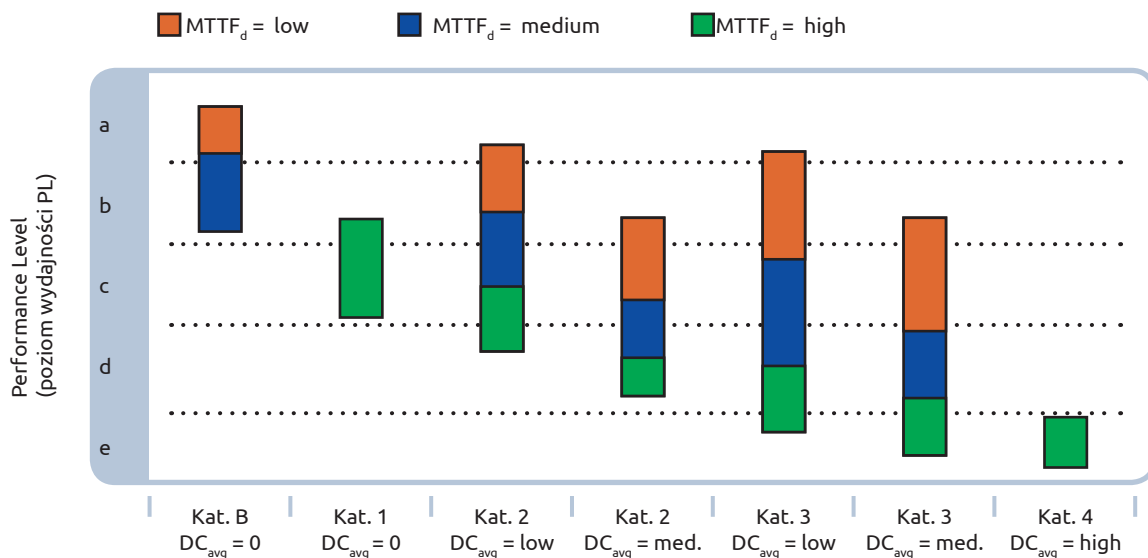
Dla kat. B i kat. 1 zdolność do opierania się awarii wynika z wytrzymałości elementów (by w miarę możliwości uniknąć awarii).

Dla kat. 2,3,4 zdolność do oporu wynika ze struktury systemu (kontrola awarii). Awaria jest kontrolowana przez cały cykl nadzoru dla kat. 2, redundancje dla kat. 3, redundancje oraz monitorowanie dla kat. 4.

Wymagania operacyjne są określone dla każdej kategorii. Określone i wymienione są tryby awarii elementów elektrycznych. Związki pomiędzy kategoriami a działaniem systemu sterowania bezpieczeństwem w przypadku awarii są dobrze określone (podejście deterministyczne).

Problem jest zatem ograniczony do: wybrania architektury, obliczenia  $DC_{avg}$  w odniesieniu do zastosowanych technik autodiagnostyki, obliczenia uproszczonego  $MTTF_d$  dla zaprojektowanego obwodu i sprawdzenie zgodności z wymaganiami dla niezależnej pracy kanałów (CCF) dla architektur redundantnych (kat. 2, 3 i 4).

Kombinacje kategorii z określonymi zakresami wartości dla  $DC_{avg}$  zostały przedstawione w siedmiu kolumnach z Rys. 5 Wykres ISO 13849-1. Obliczony  $MTTF_d$  określa, która część kolumny ma być rozpatrzona. Odpowiedni PL znajduje się po lewej stronie wykresu.



Rys. 5. Wykres ISO 13849-1

Część wybranej kolumny może zawierać dwie lub trzy możliwe wartości PL, np. dla kat. 3,  $DC_{avg} = Medium$  i  $MTTF_d = Low$ , możliwe są trzy następujące poziomy: PL b, PL c, PL d. W takich przypadkach, aby uzyskać prawidłowy poziom PL, należy wykorzystać tabelę K.1 z Załącznika K dla tej normy (nie pokazano) by dostarczyć szczegółowe wartości średniego prawdopodobieństwa niebezpiecznej awarii na godzinę i poziomu PL w odniesieniu do aktualnej wartości  $MTTF_d$  i kombinacji zastosowanej kategorii z  $DC_{avg}$ .

Jak widać na rysunku 5 dla każdego poziomu wydajności są dostępne różne opcje. Przykład podano na wykresie z Rys.5, gdzie w przypadku gdy dla systemu posiadającego PL "c" jest pięć następujących możliwości:

- Kategoria 3 z  $MTTF_d = low$  i  $DC_{avg} = medium$
- Kategoria 3 z  $MTTF_d = medium$  i  $DC_{avg} = low$
- Kategoria 2 z  $MTTF_d = medium$  i  $DC_{avg} = medium$
- Kategoria 2 z  $MTTF_d = high$  i  $DC_{avg} = low$
- Kategoria 1 z  $MTTF_d = high$

Wyjątek tylko dla wyjściowej części SRP/CS.

Jeśli dla komponentów mechanicznych, hydraulicznych lub pneumatycznych (lub komponentów składających się z mieszanki technologii) nie są dostępne żadne dane o niezawodności dla konkretnego zastosowania, producent maszyny może oceniać wymierne aspekty PL bez obliczania  $MTTF_d$ .

W takich przypadkach poziom wydajności związany z bezpieczeństwem (PL) jest wprowadzany poprzez architekturę, diagnostykę i środki przeciw CCF. Następująca tabela przedstawia relacje pomiędzy możliwym PL i kategoriami.

## PRZEWODNIK

	PFH <sub>d</sub> (1/h)	Kat. B	Kat. 1	Kat. 2	Kat. 3	Kat. 4
PL a	2*10 <sup>-5</sup>	*	0	0	0	0
PL b	5*10 <sup>-6</sup>	*	0	0	0	0
PL c	1,7*10 <sup>-6</sup>	-	*2	*1	0	0
PL d	2,9*10 <sup>-7</sup>	-	-	-	*1	0
PL e	4,7*10 <sup>-8</sup>	-	-	-	-	*1

- \* Stosowana kategoria jest zalecana  
 0 Stosowana kategoria jest opcjonalna  
 - Kategoria jest niedozwolona  
 \*1 Sprawdzone lub wypróbowane (producent komponentu potwierdza ich właściwość do konkretnego zastosowania) komponenty oraz odpowiednie zasady bezpieczeństwa muszą być zastosowane  
 \*2 Wypróbowane komponenty oraz sprawdzone zasady bezpieczeństwa muszą być zastosowane. W przypadku komponentów bezpieczeństwa, które nie są monitorowane w procesie, wartość T10d może zostać ustalona na podstawie danych dotyczących użytkownika maszyny zebranych przez producenta.

## Połączenie kilku SRC/PS w celu osiągnięcia wspólnego PL

Funkcja związana z bezpieczeństwem może obejmować jeden lub więcej SRP/CS, a kilka funkcji związanych z bezpieczeństwem może używać tego samego SRP/CS. Poszczególne SRP/CS można też uzyskać za pomocą innych architektur. Jeśli funkcja związana z bezpieczeństwem jest obsługiwana przez szeregowe połączenie kilku SRP/CS, np. świetlne kurtyny bezpieczeństwa, logiki sterujące, moc wyjściowa, i jeśli wszystkie wartości PFH<sub>d</sub> wszystkich SRP/CS są znane, to PFH<sub>d</sub> połączonego SRP/CS jest sumą wszystkich wartości PFH<sub>d</sub> dla ilości N pojedynczych SRP/CS.

PL połączonego SRP/CS jest ograniczony przez:

- najniższy poziom PL każdego indywidualnego SRP/CSs zaangażowanego w wykonanie funkcji bezpieczeństwa (ponieważ określa się PL także przez niewymierne aspekty) i
  - PL odpowiadający PFH<sub>d</sub> połączonego SRP/CS zgodnie z tabelą 3 ISO 13849-1
- Jeśli wartości PFH<sub>d</sub> wszystkich indywidualnych SRP/CS nie są znane:

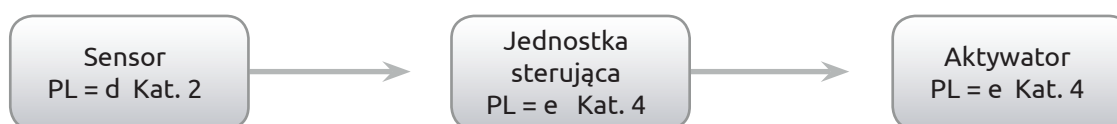
zlokalizuj część z PL = PL low

określ ilość części posiadających PL = PL low

wprowadź dane do poniższej tabeli aby uzyskać wynik PL

PL (low)	n (low)		PL
a	>3 ≤ 3	-->	- a
b	>2 ≤ 2	-->	a b
c	>2 ≤ 2	-->	b c
d	>3 ≤ 3	-->	c d
e	>3 ≤ 3	-->	d e

PL uzyskany przy użyciu tej tabeli odnosi się do wartości niezawodności w środkowej pozycji dla każdego z przedziałów w tabeli 3 ISO 13849-1. Przykład:



Jeśli: PL low = d N low = 1 (< 3 )

To: PL total = d

średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę dla całego systemu będzie miało wartość gdzieś pomiędzy 1 x 10<sup>-6</sup> i 1 x 10<sup>-7</sup> (patrz Tabela 3 ISO 13849-1).

## IEC 62061 Bezpieczeństwo maszyn - Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem.

Norma IEC 62061 powstała na bazie IEC 61508 - Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i programowalnych elektronicznych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem.



IEC 61508 to międzynarodowa norma referencyjna dotycząca funkcjonalnego bezpieczeństwa elektrycznych, elektronicznych i programowalnych systemów elektronicznych.

Norma ta składa się z siedmiu sekcji. Pierwsze trzy sekcje określają wymagania bezpieczeństwa dotyczące sprzętu i oprogramowania, pozostałe mają charakter informacyjny i oferują wsparcie dla prawidłowego stosowania tych pierwszych.

IEC 62061 zachowuje cechy IEC 61508, ale upraszcza wymogi bezpieczeństwa (zarówno sprzętu, jak i oprogramowania), dostosowując je do specyficznych potrzeb maszyn przemysłowych.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa są uwzględniane tylko w przypadku trybu "wysokiego zapotrzebowania", tj. gdy żądanie funkcji bezpieczeństwa występuje więcej niż raz w roku.

Norma opiera się na dwóch podstawowych koncepcjach:

- Zarządzanie bezpieczeństwem operacyjnym
- Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa

### Zarządzanie bezpieczeństwem operacyjnym

Określa wszystkie aspekty projektowania potrzebne do osiągnięcia wymaganego poziomu bezpieczeństwa funkcjonalnego, od przyporządkowania wymagań bezpieczeństwa do dokumentacji, zarządzania projektowaniem aż do walidacji.

Każdy projekt powinien mieć swój własny plan bezpieczeństwa funkcjonalnego w formie pisemnej, odpowiednio udokumentowanej oraz należycie aktualizowanej.

Plan bezpieczeństwa musi określać osoby, funkcje i zasoby potrzebne do zaprojektowania i wdrożenia systemu bezpieczeństwa.

### Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa (SIL)

Metodologia i wymagania są podane dla procesów:

- określania funkcjonalnych wymagań każdej z funkcji związanych z bezpieczeństwem, która ma zostać wdrożona
- przypisania Poziomu Nienaruszalności Bezpieczeństwa (SIL) dla każdej przewidywanej funkcji związanej z bezpieczeństwem
- umożliwiania projektowania SRECS (system sterowania związany z bezpieczeństwem) odpowiedniego dla wdrażanej funkcji bezpieczeństwa
- sprawdzania poprawności SRECS

### Przypisanie SIL

Dla przyporządkowania SIL należy stosować metodę z Załącznika A (choć norma akceptuje również techniki IEC 61508-5).

Dla każdego zidentyfikowanego ryzyka należy ocenić:

- Stopień dotkliwości (Se) możliwych uszkodzeń
- Częstotliwość i czas (Fr) narażenia na niebezpieczeństwo
- Prawdopodobieństwo zdarzenia niebezpiecznego (Pr) związane z trybem pracy maszyny
- Możliwość uniknięcia zagrożenia (Aw). Im trudniejsze jest uniknięcie niebezpieczeństwa, tym większa liczba reprezentująca unikalność.

## PRZEWODNIK

Poniższa tabela, wyodrębniona z formularza na Rysunku A.3 standardu IEC 62061, pomoże uzyskać SIL do przypisania do funkcji związanej z bezpieczeństwem.

Konsekwencje	Stopień dotkliwości	Klasa Cl					Częstotliwość Fr	Prawdopodobieństwo zdarzenia Pr	Możliwość uniknięcia Av			
		4	5-7	8-10	11-13	14-15						
Śmierć, utrata oka lub ręki	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3	≥ 1 godzina	5	bardzo wysokie	5		
Niodwracalne: utrata palca	3		OM	SIL 1	SIL 2	SIL 3	< 1 godzina ≥ 1 dzień	5	prawdopodobne	4		
Odwracalne: opieka medyczna	2			OM	SIL 1	SIL 2	< 1 dzień ≥ 1 2 tygodnie	4	możliwe	3	niemożliwe	5
Odwracalne: pierwsza pomoc	1				OM	SIL 1	< 1 2 tygodnie ≥ 1 1 rok	3	rzadko	2	możliwe	3
							< 1 1 rok	2	nieistotne	1	prawdopodobne	1

OM (Inne środki) = Zaleca się użycie innych parametrów

Suma znaków uzyskanych dla atrybutów częstotliwości, prawdopodobieństwa i możliwości uniknięcia zapewnia klasę prawdopodobieństwa zagrożień:

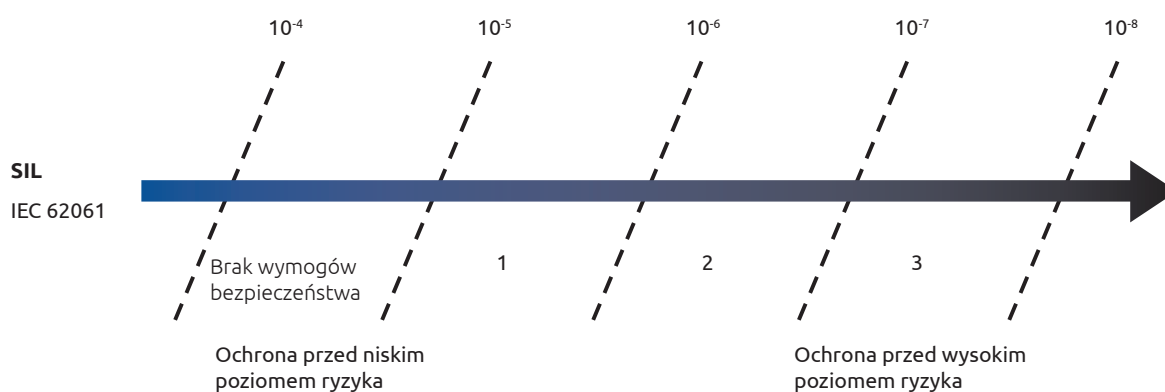
$$Cl = Fr + Pr + Av$$

Aby uzyskać SIL należy dopasować rzeczywistą wartość Cl do stopnia dotkliwości (Se).

Jest to powtarzający się proces. W rzeczywistości, w zależności od podjętych działań ochronnych, niektóre parametry mogą się zmienić, np. Fr lub Pr, w takim przypadku proces przyporządkowania SIL musi być powtórzony przy użyciu nowych wartości dla zmienionych parametrów.

Przewiduje się 3 poziomy: **SIL 1, SIL 2, SIL 3**.

Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia poważnej awarii na godzinę ( $PFH_d$ )



Rys. 6. Tabela 3 normy IEC 62061

Tym samym, SIL oznacza poziom bezpieczeństwa przypisany do SRECS w celu zapewnienia jego integralności w warunkach pracy i przez cały określony czas.

Parametrem stosowanym do zdefiniowania poziomu SIL (Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa) jest prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę ( $PFH_d$ ).

Im wyższa wartość SIL, tym mniejsze prawdopodobieństwo, że SRECS nie będzie działało tak bezpiecznie, jak oczekiwano.

SIL musi być zdefiniowany dla każdej funkcji związanej z bezpieczeństwem wynikającej z analizy ryzyka.

## Proces rozwoju i projektowania

Każda funkcja związana z bezpieczeństwem identyfikowana za pomocą analizy ryzyka powinna zostać opisana pod względem:

- Wymagań operacyjnych (tryb pracy, czas cyklu, warunki otoczenia, czas reakcji, typ interfejsu, poziom EMC, itp.)
- Wymagań dotyczących bezpieczeństwa (SIL).

Każda funkcja związana z bezpieczeństwem powinna być podzielona na bloki funkcjonalne, np. blok funkcjonalny danych wejściowych, blok funkcjonalny przetwarzania danych logicznych, blok funkcjonalny danych wyjściowych.

Podsystem jest powiązany z każdym blokiem funkcjonalnym.

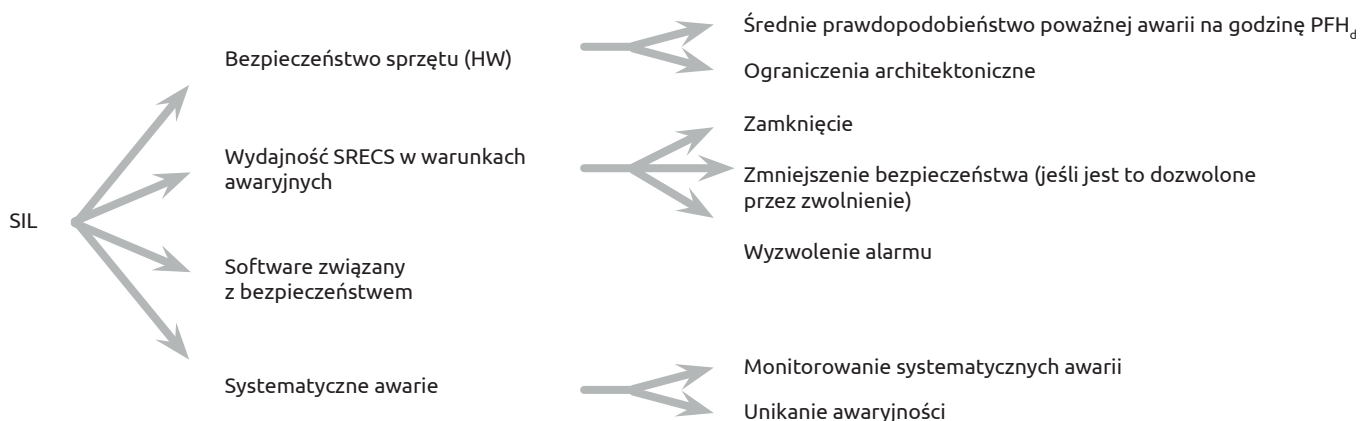
Z kolei podsystemy będą składać się z komponentów elektrycznych wzajemnie połączonych ze sobą. Elementy elektryczne są znane jako elementy podsystemu.

Rezultatem wdrożenia techniki SRECS jest typowa architektura taka jak ta pokazana poniżej (w tym przypadku kontrola dostępu za pośrednictwem kurtyny fotoelektrycznej)



Rys. 7. Typowa architektura dla SRECS

Aby SRECS mógł spełnić wymagania dotyczące eksploatacji i bezpieczeństwa, niezbędne jest uwzględnienie następujących czynników:



Każdy podsystem powinien składać się z obwodów elektrycznych przystosowanych do uzyskania wymaganego SIL.

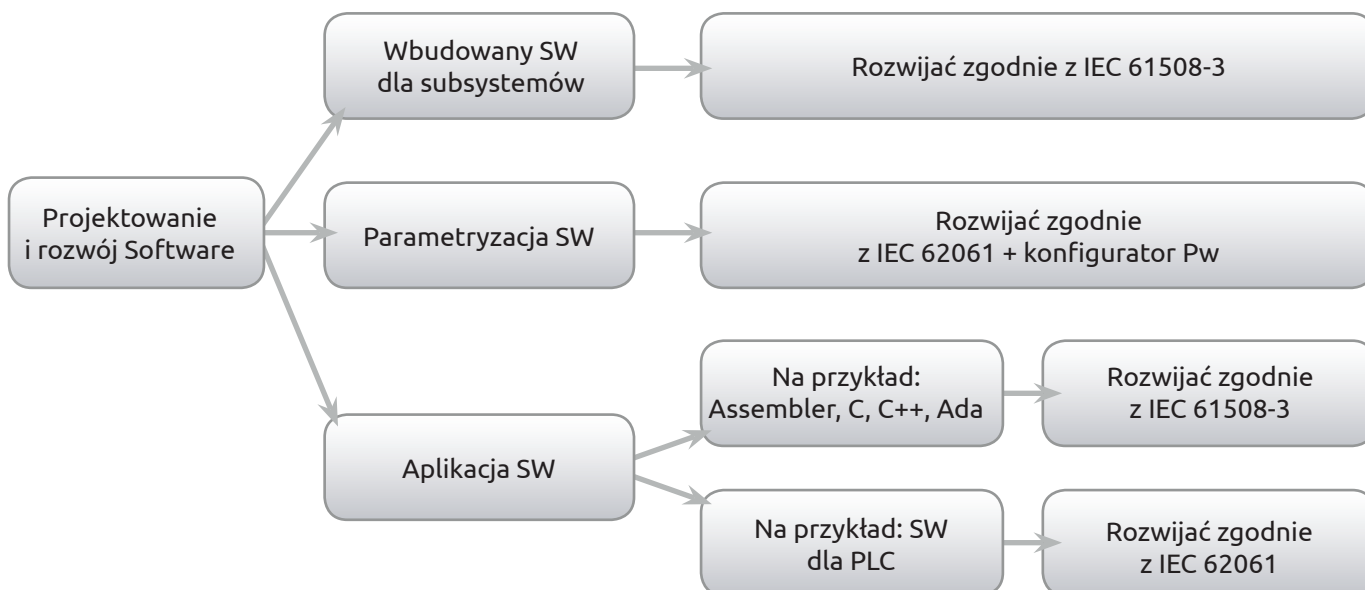
Maksymalny SIL osiągalny przez podsystem jest identyfikowany jako SILCL (SIL Claim).


Podsystemy SILCL zależą od  $PFH_d$ , ograniczeń architektury, wydajności w warunkach awarii oraz od zdolności do kontrolowania i unikania systematycznej awarii.

# PRZEWODNIK

## Oprogramowanie związane z bezpieczeństwem

W przypadku projektowania oprogramowania należy opracować kod zgodnie ze standardami odniesienia w zależności od rodzaju oprogramowania, o którym mowa w następujący sposób:



 Programowalne sterowniki logiczne (PLC) związane z bezpieczeństwem, szyna bezpieczeństwa, siłowniki, świetlne kurtyny bezpieczeństwa i ogólnie wszystkie złożone urządzenia związane z bezpieczeństwem z integralną logiką programowalną i wbudowanym oprogramowaniem, jeśli są wykorzystywane do budowy SRECS, muszą spełniać wymagania odpowiednich norm produktowych (jeśli takowe istnieją) oraz być zgodne z normą IEC 61508 w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego.

## WAŻNE!

*Aspekt prawdopodobieństwa jest tylko jednym z elementów przyczyniających się do przypisania SIL.*

*Aby ubiegać się o konkretne SIL kandydaci muszą udowodnić i udokumentować:*

- przyjęcie odpowiednich działań i technik zarządzania w celu osiągnięcia wymaganego poziomu bezpieczeństwa operacyjnego
- złożenie aktualnego planu bezpieczeństwa operacyjnego
- osiągnięcie jak najdłuższego czasu unikania systematycznej awarii
- przeprowadzenie oceny (poprzez inspekcje i testy) osiągnięć systemu bezpieczeństwa w rzeczywistych warunkach otoczenia
- rozwój oprogramowania po wdrożeniu wszystkich niezbędnych aspektów organizacyjnych

### Obliczanie podsystemu PFH<sub>d</sub>

Aby obliczyć wartość dla podsystemu PFH<sub>d</sub> wybierz najpierw typ architektury (struktury). Norma sugeruje cztery predefiniowane architektury, zapewniając dla każdej z nich inną uproszczoną formułę.

Te obliczenia wymagają zastosowania następujących parametrów:

- $\lambda_d$**  = Współczynnik niebezpiecznych awarii dla każdego elementu podsystemu.  
Uzyskana ze znanego współczynnika awarii  $\lambda$ , procentowa dystrybucja współczynnika awarii dla wszystkich trybów awaryjnych oraz analiza wydajności podsystemu po awarii (niebezpieczny błąd= $\lambda_d$  lub nie-niebezpieczny błąd= $\lambda_s$ )
- T1** = Odstęp między testami kontrolnymi. Dla maszyn przemysłowych zazwyczaj pokrywa się z ich długością życia (20lat).
- T2** = Odstęp między testami funkcji diagnostycznych. W zależności od koncepcji projektowania lub stosowanych urządzeń, funkcje diagnostyczne mogą być realizowane przez obwody wewnętrzne tego samego SRECS lub innych SRECSs.
- DC** = Pokrycie diagnostyczne:  
Parametr przedstawiający procent niebezpiecznych awarii wykrytych ze wszystkich możliwych niebezpiecznych awarii. DC zależy od zastosowanych technik autodiagnostycznych.  
Zakładając, że awaria jest zawsze możliwa (w przeciwnym razie nie byłoby sensu definiować  $\lambda$ ), mechanizmy wykrywania awarii niekoniecznie są równie skuteczne i czułe (w zależności od rodzaju awarii może zająć to więcej czasu), a co za tym idzie niemożliwe jest wykrycie wszystkich awarii. Odpowiednie architektury obwodów i testy kontrolne mogą pozwolić na wykrycie najgroźniejszych awarii, a parametr DC można określić dla oszacowania skuteczności wdrożonych technik autodiagnostycznych. IEC 62061 nie dostarcza danych dotyczących uzyskania DC w odniesieniu do wdrożonych technik diagnostycznych. Jednakże, dopuszcza się używanie danych z załącznika Annex A normy IEC 61508-2.
- $\beta$**  = Współczynnik uszkodzeń wywołanych wspólną przyczyną. Zapewnia miarę stopnia niezależności działania dodatkowych systemów kanałowych.

Po obliczeniu podsystemowych wartości PFH<sub>d</sub> za pomocą wzorów z normy IEC 62061 ważne jest, by upewnić się, że przypisana SILCL z Tabeli 3 normy IEC 62061 jest zgodna z ograniczeniami nałożonymi przez architekturę, ponieważ maksymalna SILCL osiągalna przez dany podsystem jest ograniczona przez sprzętową odporność na uszkodzenia architektury i przez SFF, wymienione w poniższej tabeli

(Tabela 5 normy IEC 62061)

Odsetek awarii nie-niebezpiecznych (SFF)	Tolerancja uszkodzeń sprzętu		
	0	1	2
SFF < 60%	niedozwolone	SIL 1	SIL 2
60% ≤ SFF < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% ≤ SFF < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 3
SFF ≥ 99%	SIL 3	SIL 3	SIL 3

Odsetek awarii nie-niebezpiecznych (SFF) dla podsystemów jest z definicji ułamkiem ogólnego współczynnika awarii, który nie powoduje niebezpiecznej awarii

$$SFF = (\Sigma \lambda_s + \Sigma \lambda_{dd}) / (\Sigma \lambda_s + \Sigma \lambda_{dd} + \Sigma \lambda_{du})$$

$\lambda_{dd}$  (Wskaźnik awaryjności wykrywalnych awarii niebezpiecznych) i  $\lambda_{du}$  (wskaźnik awaryjności niewykrywalnych awarii niebezpiecznych) są otrzymywane ze znanych wartości skuteczności wdrożonych technik diagnostycznych.

Jeśli znane są PFH<sub>d</sub> i SILCL każdego podsystemu, to można obliczyć całkowity SIL dla SRECS.

# PRZEWODNIK

W praktyce:

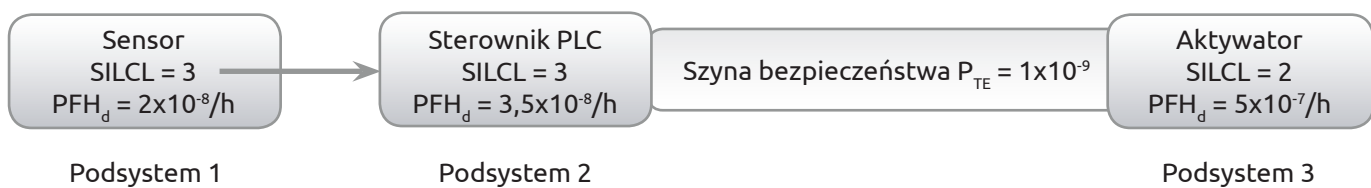
Całkowite prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę dla SRECS będzie równe sumie prawdopodobieństw niebezpiecznej awarii na godzinę dla wszystkich zaangażowanych podsystemów, a jeśli zastosowane zostały jakiekolwiek linie komunikacyjne związane z bezpieczeństwem to należy również dodać ich prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę ( $P_{TE}$ ):

$$PFH_d = PFH_{d1} + \dots + PFH_{dN} + P_{TE}$$

Znając wartość  $PFH_d$ , uzyskane SIL dla SRECS otrzymujemy z tabeli 3.

SIL powinno porównać się z SILCL dla każdego podsystemu, ponieważ uzyskany całkowity SIL dla SRECS musi być mniejszy lub równy od najniższego SILCL uzyskanego przez którykolwiek z podsystemów.

Przykład:



$$PFH_d(\text{system}) = PFH_d(ss1) + PFH_d(ss2) + PFH_d(ss3) + P_{TE} = 5,56 \times 10^{-7} / h$$

$$SIL = 2$$

Jeżeli podsystem obejmuje dwie lub więcej funkcji związanych z bezpieczeństwem wymagających różnych SIL, stosuje się najwyższe SIL.

## Wnioski

Procedury określone w normie EN ISO 13849-1 upraszczają szacowanie średniego prawdopodobieństwa niebezpiecznej awarii na godzinę w porównaniu z normą IEC 61508, oferując podejście pragmatyczne w zgodzie z potrzebami przemysłu obrabiarek.

Dzięki zachowywaniu kategorii i innych podstawowych koncepcji, takich jak "sprawdzony komponent", zapewniona jest płynna ciągłość z EN 954: 1996.

Utrzymanie ściśle liniowego podejścia z EN 954-1: 1996 pokazuje jednak granice EN ISO 13849-1. Tam, gdzie przewiduje się przyjęcie złożonej technologii i różnych architektur, bardziej odpowiednie będzie zaprojektowanie zgodnie z IEC 62061.

W przypadku zastosowania urządzeń i/lub podsystemów zaprojektowanych zgodnie z normą EN ISO 13849-1, IEC 62061 pokazuje jak zintegrować je w SRECS.

Dokładna obustronna równowaga między PL a SIL nie została określona.

Elementy prawdopodobieństwa PL i SIL można porównać, ponieważ stosują tę samą koncepcję, a mianowicie średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę, aby określić zakres odporności na uszkodzenie.

Chociaż koncepcja prawdopodobieństwa stosowana w obu standardach jest taka sama, wynik  $PFH_d$  może się różnić, ponieważ obliczenia nie są takie same.



## EN ISO 14119 Bezpieczeństwo maszyn - Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami Zasady projektowania i doboru

Główne zmiany wprowadzone przez normę EN ISO 14119

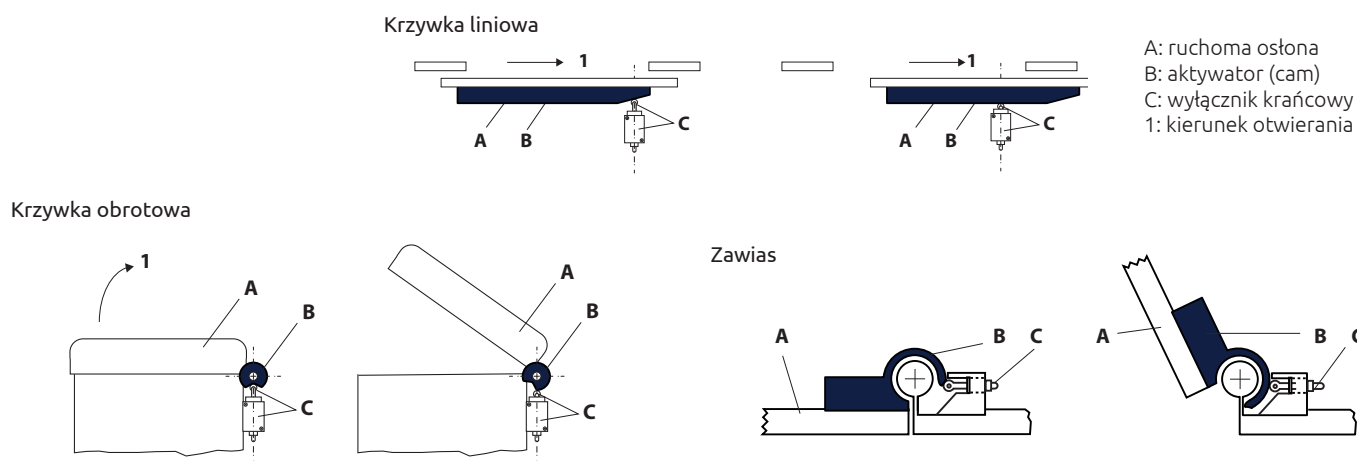
### Nowy podział urządzeń blokujących

Urządzenie blokujące (ISO 14119:2013, § 3.1) - Mechaniczne, elektryczne lub innego rodzaju urządzenie, którego zadaniem jest zapobieganie działaniu niebezpiecznych funkcji maszyny w określonych warunkach (na ogół tak długo, jak osłona nie jest zamknięta).

### Typ 1 urządzeń - Niekodowane

Mogą to być:

- Krzywka obrotowa
- Krzywka liniowa
- Zawias



Rys. 8. Typ 1 urządzeń blokujących - niekodowane

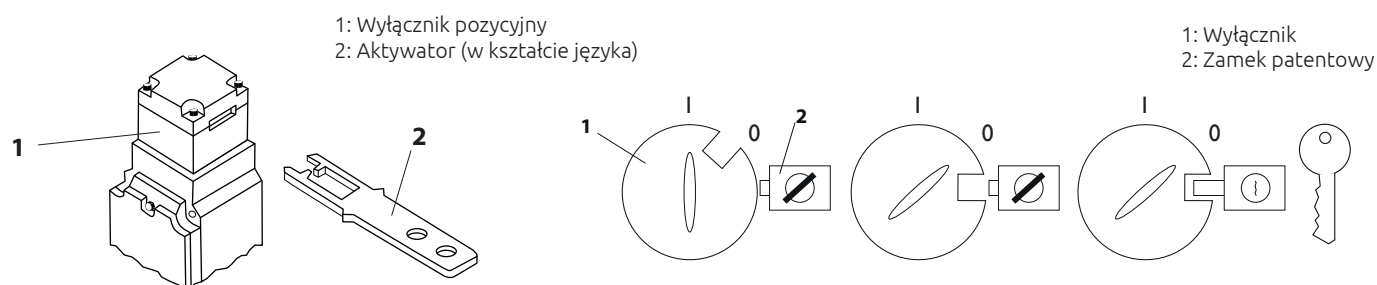
### Typ 2 - Kodowane

Kodowany aktywator (ISO 14119:2013, § 3.13). Siłownik specjalnie zaprojektowany (np. poprzez kształt) do uruchamiania konkretnego wyłącznika pozycyjnego.

- aktywator o niskim poziomie kodowania: siłownik kodowany, dla którego dostępne jest od 1 do 9 wariacji w kodzie.
- aktywator o średnim poziomie kodowania: siłownik kodowany, dla którego dostępne jest od 10 do 1000 wariacji w kodzie.
- aktywator o wysokim poziomie kodowania: siłownik kodowany, dla którego dostępne jest ponad 1000 wariacji kodu.

Mogą to być:

- Wyłącznik krańcowy z aktywatorem
- Blokada sterowana kluczem blokującym



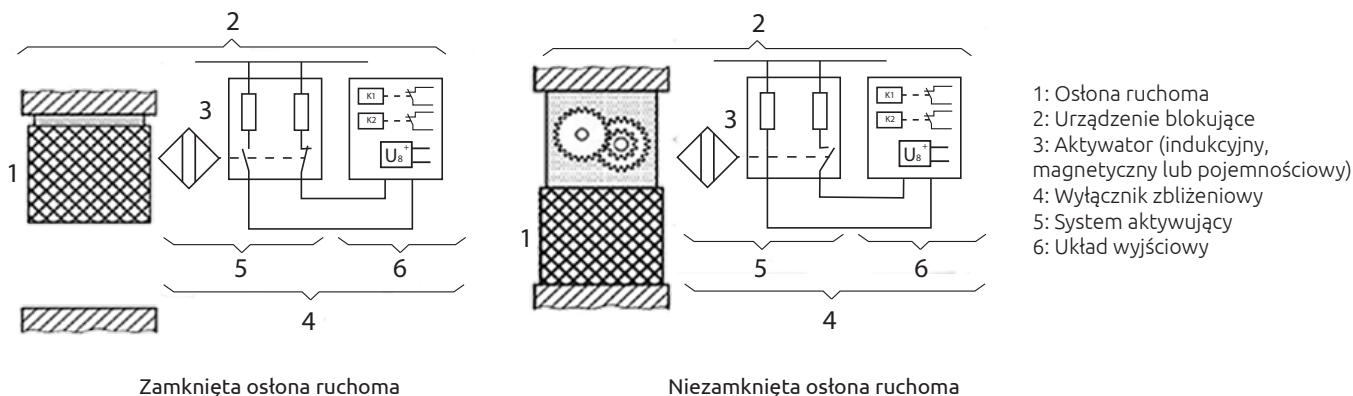
Rys. 9. Typ 2 urządzeń blokujących - kodowane

# PRZEWODNIK

## Typ 3 - Niekodowane

Mogą to być urządzenia z aktywatorem:

- Indukcyjnym - uruchamiane metalem ostony
- Magnetycznym - uruchamiane przez niekodowany magnes
- Pojemnościowym - ultradźwiękowym lub optycznym



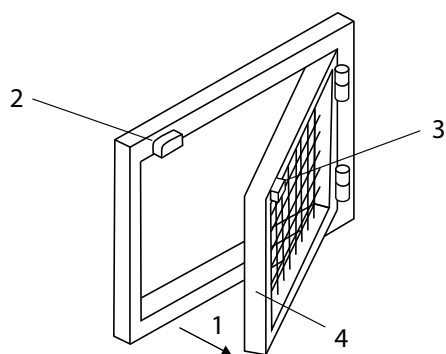
Rys. 10. Urządzenie blokujące Typu 3 z wyłącznikiem zbliżeniowym z niekodowanym aktywatorem

## Typ 4 - Kodowane

Mogą być:

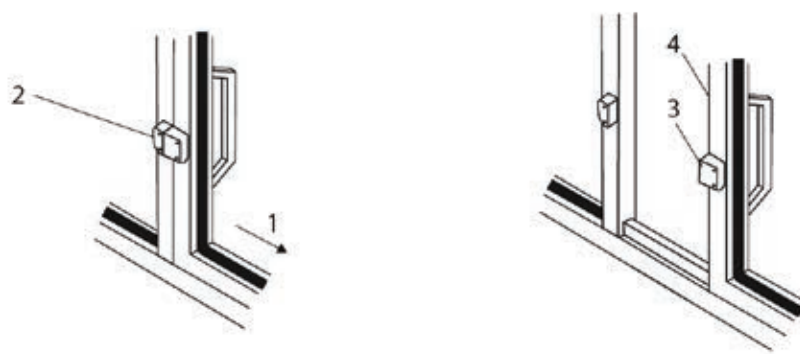
- Magnetyczne - Uruchamiane magnesem kodowanym
- RFID
- Optyczne - Uruchamiane przez kodowaną optykę

Wyłącznik pozycyjny RFID



- 1: Kierunek otwarcia  
2: Urządzenie blokujące typu 4  
3: Kodowany aktywator magnetyczny  
4: Ruchoma ostona

Urządzenie blokujące typu 4 z wyłącznikiem pozycyjnym z kodowanym aktywatorem magnetycznym



- 1: Kierunek otwarcia  
2: Urządzenie blokujące typu 4  
3: Kodowany aktywator RFID  
4: Ruchoma ostona

Rys. 11. Urządzenie blokujące Typu 4 - kodowane

## Ogólny system zatrzymujący działanie i czas dostępu (odległość osłony)

Czas dostępu oblicza się używając dystansu pomiędzy strefą zagrożenia a osłoną przyjmując ustaloną prędkość zbliżenia (zobacz ISO 13855:2010 by uzyskać typowe wartości).

## Połączenie logiczne urządzeń blokujących

Połączenie logiczne urządzeń blokujących dla styków NC połączonych szeregowo lub dla styków NO połączonych równolegle.

Do chwili obecnej, dla połączeń logicznych serii styków NC, uważa się, że  $DC = 60\%$ , co pozwala uzyskać PL d (nie PL e). Maskowanie błędów może prowadzić do niższego zasięgu diagnostycznego.

Opierając się na wzorze  $DC = \lambda_{dd} / \lambda_d$  (stosunek wykrytych niebezpiecznych awarii do całkowitej liczby awarii) można łatwo doprowadzić do  $DC < 60\%$ .

## Urządzenia blokujące oparte na "wykluczeniu błędów" (ang. fault exclusion)

Norma określa, że maksymalny poziom bezpieczeństwa osiągniany przez urządzenia blokujące oparte na "wykluczeniu błędów" to na ogół poziom PLd. W rzeczywistości istnieje możliwość, że pojedyncza awaria mechaniczna spowoduje utratę funkcji bezpieczeństwa.

Na przykład mechaniczna awaria związana z kluczem (aktywatorem) lub jakąś inną częścią mechanicznego urządzenia może generować fałszywe informacje o wyjściowym styku elektrycznym.

W niektórych przypadkach możliwe jest osiągnięcie poziomu bezpieczeństwa PLe. Są to przypadki wykluczenia błędu w urządzeniach ryglujących osłony (ang. fault exclusion for the guard locking).

Poziom bezpieczeństwa osiągnięty w tych przypadkach nie musi być ograniczony przez wykluczenie usterek mechanizmu ryglującego.

Należy jednak zweryfikować konkretne wymagania: wymagana siła trzymająca (FZH) urządzenia blokującego osłony zabezpieczające musi być wystarczająca, aby wytrzymać siły statyczne przewidziane na śrubie blokującej, konieczne jest również zapobieganie oddziaływaniu sił dynamicznych na blokadę zabezpieczającą spowodowanych ruchem osłony.

## Zamek ochronny i elektromechaniczna blokada ochronna

Norma podkreśla fakt, że funkcja blokady i funkcja ryglowania to dwie osobne funkcje zabezpieczające dla których wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa PLr (ang. Performance Level) może się różnić (PLr zamka < PLr elektromechanicznej blokady).

## Środki zapobiegające uszkodzeniu urządzenia blokującego

Ostony i urządzenia ochronne maszyn nie mogą być łatwe do obejścia lub wyłączone z działania (Dyrektywa maszynowa 2006/42/EC §1.4.1). Środki zapobiegawcze są wymagane do zminimalizowania ingerencji.

### Uszkodzenie/defekt (ISO 14119:2013, § 3.7 and § 3.8)

Uszkodzenie/defekt (z ang. Defeat): działanie powodujące, że urządzenia blokujące nie działają lub są omijane, w wyniku czego maszyna jest użytkowana w sposób nieprzeznaczony do użytku przez projektanta lub bez koniecznych środków bezpieczeństwa.

Uszkodzenie w sposób racjonalnie przewidywalny: defekt urządzenia blokującego poprzez działania manualne lub za pomocą łatwo dostępnych obiektów. By zmniejszyć szansę ominięcia urządzeń blokujących należy przyjąć następujące środki zapobiegawcze:

Zapobiegać dostępowi do elementów stanowiących urządzenie blokujące

- Montować je poza zasięgiem i/lub w miejscach niewidocznych, bądź stosować fizyczne przeszkody/ostony
- Używać kodowanych urządzeń blokujących by zapobiec podmianianiu aktywatora
- Zapobiegać demontażowi lub przenoszeniu urządzeń blokujących (spawanie, klejenie, nitowanie itp.)
- Monitorować stan lub cyklicznie testować elektromechaniczne urządzenie blokujące
- Dodać dodatkowe urządzenie blokujące z inną zasadą implementacji. W takim przypadku testowana jest wiarygodność stanu obu urządzeń.

Tabela 3 dla Normy ISO 14119:2013 określa dodatkowe środki zapobiegawcze dla urządzeń blokujących w zależności od ich typu.

Środki zabezpieczające przed manipulacją w przypadku kodowania niskim poziomem magnetycznym (MAGNUS)

Obowiązkowe:

- Montaż poza zasięgiem lub we wnękach, w których urządzenie będzie niewidoczne, bądź monitoring stanu urządzeń.
- Montaż aktywatorów w miejscach trudnych do usunięcia.

Dodatkowe:

- Drugi czujnik magnetyczny
- Kontrola poprawności działania obu czujników

## Monitorowanie prędkości bezpieczeństwa (ang. Safety speed monitoring)

Kontrola prędkości bezpieczeństwa przy użyciu czujników (enkoderów, przetłączników zbliżeniowych) do pomiaru prędkości, musi być w stanie wykryć możliwe niebezpieczne uszkodzenia czujników.

Tabela D.16 normy EN 61800-5-2 podaje listę niebezpiecznych awarii tego typu czujników oraz możliwe wykluczenia błędów.

- Im większa jest liczba błędów wykrytych przez sterownik, tym wyższa wartość pokrycia diagnostycznego, a tym samym lepszy poziom bezpieczeństwa osiągnięty przez rozważaną funkcję
- Możliwość zastosowania wykluczenia błędów eliminuje konieczność kontrolowania i zwiększa osiągalny poziom bezpieczeństwa

### Kombinacje czujników oraz certyfikatów kontroli prędkości

Certyfikowany enkoder bezpieczeństwa + certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)	Certyfikowany enkoder bezpieczeństwa w kombinacji z certyfikowanym urządzeniem do monitoringu prędkości spełnia wszystkie wymagania normy EN 61800-5-2. Proste rozwiązanie dla funkcji kontroli prędkości bezpieczeństwa.	Kat. 4 - SIL 3 - PL e SIL 3 Encoder
Normalny enkoder + czujnik zbliżeniowy + certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)	System wykorzystuje dwa czujniki, które tworzą system dwukanałowy. Kontroler sprawdza czy dwa czujniki mierzą taką samą prędkość. Usterka jednego z dwóch kanałów (elektrycznego lub mechanicznego) powoduje różnicę w zmierzonych wartościach. Sytuacja ta jest wykrywana przez kontroler, który generuje sygnał alarmowy. Ponieważ czujniki powinny korzystać z dwóch odmiennych technologii, dwa kanały nie są homogeniczne. Powoduje to zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia niepowodzeń spowodowanych wspólną przyczyną poprzez poprawę współczynnika najczęstszych przyczyn awarii (Common Cause Failure). Patrz norma ISO EN 13849-1 *. W odniesieniu do wartości wskaźników niezawodności (MTTF <sub>d</sub> ) zastosowanego czujnika, teoretycznie możliwe jest osiągnięcie maksymalnego poziomu bezpieczeństwa (SIL3 PL e). Taki poziom powinien zostać obliczony i zweryfikowany zgodnie z normą EN 13849-1-2.	Kat. 3 - DC <sub>avg</sub> 90% poziom bezpieczeństwa aż do SIL 3 - PL e
Czujnik zbliżeniowy + czujnik zbliżeniowy + certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)	System wykorzystuje dwa czujniki, które tworzą system dwukanałowy. Kontroler sprawdza, czy dwa czujniki mierzą taką samą prędkość. Usterka jednego z dwóch kanałów (elektrycznych lub mechanicznych) powoduje różnicę w zmierzonych wartościach. Sytuacja ta jest wykrywana przez kontroler, który generuje sygnał alarmowy. W tym przypadku dwa czujniki używają tej samej technologii, więc kanały są jednorodne. Może to zwiększyć prawdopodobieństwo wystąpienia błędów o wspólnej przyczynie awarii w porównaniu z rozwiązaniem Enkoder + Czujnik zbliżeniowy, co utrudni osiągnięcie minimalnego wyniku (65) dla współczynnika CCF (Common Cause Failure). Patrz Norma ISO EN 13849-1*. Średnie pokrycie diagnostyczne (DC <sub>avg</sub> ) wynosi 90% tylko wtedy, gdy możliwe jest (za pomocą odpowiednich rozwiązań mocujących) zastosowanie wykluczenia uszkodzenia mechanicznego (poluzowania lub utraty mechanicznego sprzężenia z silnikiem) na kole enkodera (koło zębate). W odniesieniu do wartości wskaźników niezawodności (MTTF <sub>d</sub> ) zastosowanego czujnika, teoretycznie możliwe jest osiągnięcie maksymalnego poziomu bezpieczeństwa (SIL3 PL e). Taki poziom powinien zostać obliczony i zweryfikowany zgodnie z normą EN 13849-1-2.	Kat. 3 - DC <sub>avg</sub> 90% poziom bezpieczeństwa aż do SIL 3 - PL e
Normalny enkoder + normalny enkoder + certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)	System wykorzystuje dwa czujniki, które tworzą system dwukanałowy. Kontroler sprawdza, czy dwa czujniki mierzą taką samą prędkość. Usterka jednego z dwóch kanałów (elektrycznych lub mechanicznych) powoduje różnicę w zmierzonych wartościach. Sytuacja ta jest wykrywana przez kontroler, który generuje sygnał alarmowy. W tym przypadku dwa czujniki używają tej samej technologii, więc kanały są jednorodne. Może to zwiększyć prawdopodobieństwo wystąpienia błędów o wspólnej przyczynie awarii w porównaniu z rozwiązaniem Enkoder + Czujnik zbliżeniowy, co utrudni osiągnięcie minimalnego wyniku (65) dla współczynnika CCF (Common Cause Failure). Patrz Norma ISO EN 13849-1*. W odniesieniu do wartości wskaźników niezawodności (MTTF <sub>d</sub> ) zastosowanego czujnika teoretycznie możliwe jest osiągnięcie maksymalnego poziomu bezpieczeństwa (SIL3 PL e). Taki poziom powinien zostać obliczony i zweryfikowany zgodnie z normą EN 13849-1-2.	Kat. 3 - DC <sub>avg</sub> 90% poziom bezpieczeństwa aż do SIL 3 - PL e

## PRZEWODNIK

<p>Normalny Enkoder + Certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)</p>	<p>System wykorzystując jeden czujnik tworzący system jednokanałowy. Kontroler nie może dokonywać porównań i weryfikacji. Awaria kanału (elektryczna lub mechaniczna) może nie zostać wykryta. Rozwiązaniem jest Kategoria B. Ta kategoria nie obejmuje pokrycia diagnostycznego (<math>DC_{avg}</math>). Maksymalny osiągalny poziom bezpieczeństwa to PL b. Rozwiązaniem może być kategoria 1, tylko wtedy, gdy używany enkoder jest uważany za sprawdzony komponent stosowany w aplikacjach bezpieczeństwa (Niezawodny komponent - ang. Well Tried Component - w odniesieniu do ISO 13849-1 Tabela 10).</p>	<p>Kat. C - poziom bezpieczeństwa aż do PL b lub Kat. 1 - poziom bezpieczeństwa aż do SIL1 PL e</p>
<p>Czujnik zbliżeniowy + Certyfikowane urządzenie monitoringu prędkości bezpieczeństwa (np.MOSAIC MV)</p>	<p>System wykorzystując jeden czujnik zbliżeniowy tworzący system jednokanałowy. Kontroler nie może dokonywać porównań i weryfikacji. Awaria kanału (elektryczna lub mechaniczna) może nie zostać wykryta. Rozwiązaniem jest Kategoria B. Ta kategoria nie obejmuje pokrycia diagnostycznego (<math>DC_{avg}</math>). Maksymalny osiągalny poziom bezpieczeństwa to PL b. Rozwiązaniem może być kategoria 1, tylko wtedy, gdy używany czujnik jest uważany za sprawdzony komponent stosowany w aplikacjach bezpieczeństwa (Niezawodny komponent – ang. Well Tried Component - w odniesieniu do ISO 13849-1 Tabela 10).</p>	<p>Kat. B - poziom bezpieczeństwa aż do PL b lub Kat 1. - poziom bezpieczeństwa aż do SIL 1 PLC</p>

\* Norma ISO EN 13849-1 Tabela F.1: Proces oceny i określenie ilościowe środków stosowanych przeciwko współczynnikowi CCF. Konieczne jest zdobycie minimum 65 punktów do osiągnięcia kategorii 2, 3 i 4.



Ważne jest, aby za pomocą odpowiednich rozwiązań mocujących zweryfikować możliwość zastosowania mechanicznego wyłączenia awaryjnego (poluzowanie lub utrata sprzężenia mechanicznego z silnikiem).

## Słownik terminów

Skrót	Skrót	Standard	Opis
$\beta$ (Beta)	Współczynnik niepowodzeń wywołanych wspólną przyczyną	IEC 62061	Stopień niezależności operacyjnej kanałów systemu wielokanałowego. Osiąga wartości od 0,1 do 0,01 w zależności od osiągniętego CCF (ang. Common Cause Failure)
$\lambda$ (Lambda)	Współczynnik awaryjności	IEC 62061	Losowa częstotliwość awarii. Czasowo-losowa częstotliwość awarii komponentu jest zwykle określana jako współczynnik awaryjności, który mierzy liczbę awarii na godzinę. Jego odwrotność jest określana jako średni czas pomiędzy awariami (MTBF), wyrażony w godzinach. Przypadkowe awarie są wynikiem nagłej akumulacji naprężeń powyżej maksymalnej wytrzymałości konstrukcyjnej elementu. Mogą występować w losowych odstępach i całkowicie niespodziewanie. Częstotliwość awarii w wystarczająco długich okresach jest praktycznie stała. Metody kalkulacji PFHD podane w obu normach odnoszą się wyłącznie do oceny losowych awarii. Jednostką miary współczynnika awaryjności jest FIT (Failure in Time) równy jednej awarii na miliard roboczogodzin (F=1 oznacza jedną awarię co 109 godzin).
$\lambda_s$	Współczynnik awarii nie-niebezpiecznych	IEC 62061	Współczynnik awaryjności dla awarii nie-niebezpiecznych. Nie-niebezpieczne awarie, które nie mają negatywnego wpływu na bezpieczeństwo systemu sterowania. System kontroli nadal zapewnia ochronę.
$\lambda_d$	Współczynnik awarii niebezpiecznych	IEC 62061	Współczynnik awaryjności dla awarii, które mogą powodować niebezpieczeństwo. Niebezpieczne awarie uniemożliwiają systemowi sterowania zapewnienie ciągłości ochrony.
$\lambda_{dd}$	Współczynnik wykrytych awarii niebezpiecznych	IEC 62061	Współczynnik awaryjności dla wykrywalnych awarii niebezpiecznych. Wykrywalne awarie niebezpieczne mogą być wykrywane przez automatyczne systemy diagnostyczne.
$\lambda_{du}$	Współczynnik niewykrytych awarii niebezpiecznych	IEC 62061	Współczynnik awaryjności dla niewykrywalnych awarii niebezpiecznych. Niewykrywalne awarie niebezpieczne nie mogą zostać wykryte przez wewnętrzne systemy auto-diagnostyczne. Współczynnik określa wartość PFHD, a w konsekwencji również wartość SIL lub PL.
Kat.	Kategoria	ISO 13849-1	Kategoria jest głównym parametrem, który należy rozważyć by uzyskać konkretny PL. Opisuje osiągi SRP/CS w odniesieniu do jego odporności na awarię oraz wynikającą z tego wydajność w warunkach awarii. Przewiduje się pięć kategorii w zależności od strukturalnego położenia komponentów.
CCF	Niepowodzenia o wspólnej przyczynie awarii (z ang. Common Cause Failure)	ISO 13849-1 IEC 62061	Awarie spowodowane wspólną przyczyną. Awarie wynikające z jednego lub więcej zdarzeń, powodujące równoczesną nieprawidłowość w działaniu kanałów w systemie wielokanałowym. Zapewnia miarę stopnia niezależności działania nadmiarowego kanału. Oceniany przez przypisanie znaków. Maksymalny możliwy wynik to 100.
DC	Pokrycie diagnostyczne	ISO 13849-1 IEC 62061	Zredukowane prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii sprzętu dzięki automatycznemu działaniu systemu diagnostycznego. Miara skuteczności systemu w szybkim wykrywaniu własnych mal funkcji. Wyrażone w przedziale od 60 do 99%.
MTTF <sub>d</sub>	Średni czas do niebezpiecznej awarii	ISO 13849-1	niebezpiecznej awarii losowej (nieogólna awaria). Może odnosić się do pojedynczego komponentu, pojedynczego kanału lub do całego systemu związanego z bezpieczeństwem.

## PRZEWODNIK

Skrót	Skrót	Standard	Opis
PFH <sub>d</sub>	Prawdopodobieństwo groźnej awarii na godzinę	IEC 62061	Średnie prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę. Reprezentacja ilościowa współczynnika ryzyka jest zapewniona przez system kontroli związany z bezpieczeństwem.
PL	Poziom niezawodności (Performance Level)	ISO 13849-1	Poziom niezawodności. W ISO 13849-1, stopień w jakim kontrolowane są awarie, ocenia się za pomocą koncepcji Performance Level (PL). Reprezentują zdolność SRP/CS do wykonywania funkcji związanych z bezpieczeństwem w przewidywalnych warunkach pracy. Istnieje 5 poziomów (od „PLa” do „PLe”). PLe reprezentuje najwyższy poziom redukcji ryzyka, a PLa najniższy poziom.
PL r	Wymagany poziom niezawodności	ISO 13849-1	Wymagany poziom niezawodności. Przedstawia wkład w redukcję ryzyka przez każdą część związaną z bezpieczeństwem wdrożoną w SRP/CS. PL r jest uzyskiwany za pomocą krzywej ryzyka
SIL	Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa	IEC 62061	Poziom integralności funkcji związanej z bezpieczeństwem. Poziom (jeden z trzech) używany jest do opisanie zdolności systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem do oporu przed awarią zgodnie z IEC 62061, gdzie Poziom 3 zapewnia najwyższą ochronę, a Poziom 1 najniższą.
SILCL	Maksymalny osiągalny SIL (ang. SIL Claim)	IEC 62061	Maksymalny poziom SIL do osiągnięcia przez podsystem w odniesieniu do architektury i możliwości wykrywania awarii.
SRP/CS	Części systemu kontroli związane z bezpieczeństwem	ISO 13849-1	Część systemu sterowania maszyną zdolna do utrzymania lub osiągnięcia stanu bezpieczeństwa maszyny w odniesieniu do stanu konkretnych czujników związanych z bezpieczeństwem.
SRECS	System kontroli związany z bezpieczeństwem	IEC 62061	Elektryczny, elektroniczny i programowalny elektroniczny system kontroli, którego awaria natychmiast zwiększa współczynnik ryzyka związany z pracą maszyny.
T1	Częstotliwość testów sprawdzających	IEC 62061	Interwał testu sprawdzającego. Test sprawdzający to zewnętrzna inspekcja ręczna dokonywana w celu wykrycia awarii podzespołów i spadków w wydajności, które są niewykrywalne w wewnętrznych systemach autodiagnostycznych. Jednostką miary jest czas (miesiące lub najczęściej lata).
T2	Częstotliwość testów diagnostycznych	IEC 62061	Interwał testu diagnostycznego. Czas pomiędzy kolejnymi testami sprawdzającymi możliwe wewnętrzne awarie. Testy przeprowadzane są automatycznie przez dedykowane obwody, które mogą być wewnętrzne dla SRECS lub mogą należeć do innego SRECS. Jednostką miary jest czas (od milisekundy do godziny).
SFF	Odsetek awarii nieniebezpiecznych (ang. Safe Failure Fraction)	IEC 62061	Fracja całkowitego wskaźnika awaryjności, która nie wiąże się z niebezpieczną awarią. Reprezentuje odsetek awarii nie-niebezpiecznych w stosunku do całkowitej liczby awarii systemu\o kontroli związanego z bezpieczeństwem.





# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

### Charakterystyczne elementy

Światłne kurtyny bezpieczeństwa to elektroczułe urządzenia ochronne (ESPE - ang. Electro Sensitive Protective Equipment), wykorzystujące jedną lub więcej wiązek światła emitowanych przez nadajnik do odbiornika w celu utworzenia kontrolowanego obszaru niematerialnego.

Gdy wybrane urządzenie zabezpieczające jest aktywnym optoelektronicznym urządzeniem ochronnym (AOPD - Active Optoelectronic Protective Device) takim jak bariera fotoelektryczna, musi należeć do typu 2 lub typu 4, zgodnie z Międzynarodowym Standardem IEC 61496 1-2.



#### Dlaczego "Typ" a nie "Kategoria"?

Dwa "Typy" różnią się od siebie pod względem osiągnięć związanych z bezpieczeństwem i są powiązane z kategoriami ISO 13849-1, ale nie mają tego samego znaczenia co kategorie w normie ISO, które określają stopień nienaruszalności bezpieczeństwa. Poza architekturą systemu oraz rodzajem awarii sprzętu i oprogramowania, uwzględnione są także dodatkowe parametry, które są związane z zastosowaną technologią wykrywania (zasadniczo optyczną); dotyczą głównie odporności na zakłócenia świetlne i charakterystyki projektowej systemów optycznych.

### Nowe parametry bezpieczeństwa dla kurtyn świetlnych typu 2

Wraz z publikacją Edycji 3 zharmonizowanej normy EN 61496-1, nie można już stosować kurtyn świetlnych bezpieczeństwa typu 2 do funkcji bezpieczeństwa ocenianych jako SIL 2 / PL d. Jeżeli wymagany jest poziom bezpieczeństwa SIL 2 / PL d (lub wyższy) i chcemy wykorzystać kurtyny świetlne, w takim wypadku konieczne jest zastosowanie kurtyn bezpieczeństwa typu 4.

Ten wymóg regulacyjny wynika z faktu, że redukcja ryzyka, która może zostać uzyskana za pomocą fotoelektrycznej kurtyny bezpieczeństwa, jest nie tylko funkcją poziomu bezpieczeństwa jego części elektronicznych, ale także jest zależna od swoich systematycznych zdolności (np. wpływ środowiska, EMC, wydajność optyczna czy zasada wykrywania).

Systematyczna zdolność fotoelektrycznej kurtyny świetlnej typu 2 może w rzeczywistości nie być wystarczająca do zapewnienia odpowiedniego zmniejszenia ryzyka dla aplikacji SIL 2 / PL d. Norma także ustala, że oznakowanie kurtyn bezpieczeństwa typu 2 musi wskazywać na ograniczenie do SIL 1 / PL c.

Wartości dla wskaźnika  $PFH_d$  (Prawdopodobieństwo groźnej awarii na godzinę) deklarowane dla elektronicznej części sterującej urządzenia, nie są ograniczone, a zatem możliwe jest wykorzystanie wartości  $PFH_d$  dostarczonej przez producenta w odniesieniu globalnej oceny funkcji bezpieczeństwa, nawet jeśli przekracza zakres SIL 1 / PL c.

### Wysokość chroniona

Jest to wysokość kontrolowana przez kurtynę świetlną. Jeśli kurtyna jest ustawiona poziomo, ta wartość odnosi się do głębokości strefy chronionej.

### Zasięg

Jest to maksymalna odległość robocza, która może istnieć pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. W przypadku zastosowania lusterek odbijających, konieczne jest uwzględnienie współczynnika tłumienia wprowadzonego równego około 15% (dla każdego zastosowanego lustra).

### Czas reakcji

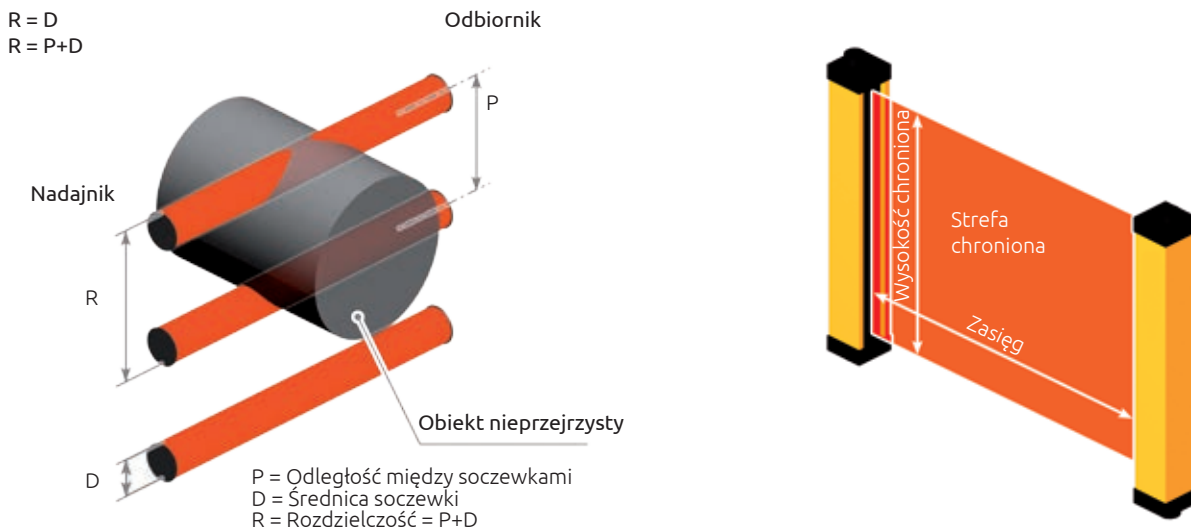
Jest to czas, w którym kurtyna świetlna transmituje sygnał alarmowy od momentu przerwania wiązki promieni ze strefy chronionej do chwili zatrzymania maszyny.

## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

## Rozdzielczość

Dla wszystkich świetlnych kurtyn bezpieczeństwa ReeR, rozdzielczość odnosi się do minimalnej wielkości obiektu, który umieszczony w kontrolowanej strefie, spowoduje zatrzymanie niebezpiecznych ruchów maszyny.

- Jednowiązkowe bariery świetlne: ich rozdzielczość  $R$  jest taka sama jak średnica soczewki
- Wielowiązkowe bariery świetlne: ich rozdzielczość  $R$  jest równa odległości między soczewkami ( $P$ ) dodanej do średnicy soczewki ( $D$ )



Rys. 12. Rozdzielczość

## Zalety i korzyści z zastosowania kurtyn bezpieczeństwa

- Skuteczna ochrona w przypadku zmęczenia lub rozproszenia operatora.
- Zwiększenie zdolności produkcyjnej maszyny - kurtyna świetlna nie wymaga ręcznego obsługiwanie osłon fizycznych, ani czekania na ich otwarcie.
- Szybsze ładowanie / rozładowywanie maszyny.
- Skrócony czas podejścia do obszarów roboczych.
- Eliminacja ryzyka manipulacji ponieważ jakkolwiek ingerencją w strefę chronioną przez kurtynę świetlną zatrzymuje maszynę.
- Prosta i szybka instalacja z większą elastycznością regulacji maszyny, nawet w przypadku późniejszego repositionowania.
- Możliwość budowy dużych rozmiarów zabezpieczeń: liniowych lub wzdłuż obwodu, z kilku stron, przy znacznie obniżonych kosztach.
- Ułatwiona i szybka konserwacja maszyny, ponieważ nie ma potrzeby aby usuwać fizyczne osłony, takie jak siatki, bramy itd.
- Poprawiony wygląd i ergonomiczna efektywność maszyny.



## Specyfikacja techniczna IEC 62046: Bezpieczeństwo pracy maszyn - Zastosowanie sprzętu ochronnego do wykrywania obecności osób<sup>1</sup>.

Ta specyfikacja techniczna zawiera zalecenia dotyczące instalacji i użytkowania ESPE (Elektroczułe urządzenia ochronne). Dlatego stosowana jest głównie do świetlnych kurtyn bezpieczeństwa, laserowych skanerów bezpieczeństwa oraz mat bezpieczeństwa.

Jest odpowiedzią na potrzeby producentów maszyn i użytkowników maszyn. Przedstawia wymagania dotyczące wyboru najbardziej odpowiedniego modelu, jego właściwego ustawienia i właściwego połączenia z maszyną.

### Proces wyboru

Celem procesu selekcji urządzenia ochronnego (ESPE) jest zapewnienie, że poprzez właściwy dobór i zastosowanie urządzenia (oraz w razie potrzeby poprzez jego integrację z innymi środkami bezpieczeństwa), ryzyko zranienia operatora zostanie ograniczone do dopuszczalnego minimum.

Aby dokonać właściwego wyboru, należy wziąć pod uwagę następujące czynniki, które mogą niekorzystnie wpłynąć na skuteczność zabezpieczeń:

- Charakterystykę maszyny
- Aspekty środowiskowe
- Aspekty ludzkie
- Rodzaj zastosowania sprzętu ochronnego
- Charakterystykę sprzętu ochronnego

### Charakterystyka maszyny

Aby optoelektroniczne urządzenia zabezpieczające były skuteczne, konieczne jest sprawdzenie, czy są one odpowiednie dla kształtu i wielkości strefy wykrywania (np. szerokość i wysokość obszaru dostępu).

Jednak niektóre cechy poszczególnych maszyn mogą uniemożliwić stosowanie sprzętu ochronnego jako jedyne go środka ochronnego.

Przykłady tych cech maszyn to:

- Możliwość, że maszyna wyrzuci materiały, opiłki lub części składowe
- Ryzyko obrażeń spowodowanych promieniowaniem termicznym lub innym
- Niedopuszczalne poziomy hałasu
- Środowisko, które może niekorzystnie wpływać na działanie sprzętu ochronnego
- Materiał przetwarzany, który może wpływać na skuteczność środka ochronnego
- Niemożliwe jest zatrzymanie maszyny natychmiast po uruchomieniu, ponieważ może to spowodować dodatkowe ryzyko lub dlatego, że maszyna może zostać zatrzymana tylko pod koniec cyklu przetwarzania ze względu na szczególny rodzaj operacji

Elektroczułe wyposażenie ochronne (ESPE) jest słabo wydajne, jeśli:

- Czas zatrzymania maszyny jest nieznanym lub jest losowo zmiennym ze względu na niewymierne opóźnienia wprowadzone przez obwód sterujący lub ze względu na niedostatecznie zwymiarowane układy hamulcowe
- Maszyna nie może zostać zatrzymana w żadnym punkcie cyklu roboczego

1 W trakcie modyfikacji ze względu na zmianę rodzaju dokumentu ze specyfikacji technicznej na międzynarodowy standard

## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

### Aspekty środowiskowe

Należy zwrócić uwagę na środowisko, w którym maszyna ma działać. Przed wyborem urządzenia powinny być dostępne wszystkie niezbędne informacje o środowisku pracy i możliwych zmianach, których można oczekiwać w ciągu całego okresu eksploatacji urządzenia.

Niewyczerpująca lista warunków środowiskowych, które mogą niekorzystnie wpływać na działanie urządzenia optoelektronicznego, przedstawia się następująco:

- Interferencja elektromagnetyczna
  - wyładowania elektrostatyczne
  - zakłócenia o częstotliwości radiowej, np. telefony komórkowe
  - błyskawice
- Wibracje / wstrząsy
- Interferencja światła
  - światło otoczenia
  - powierzchnie odbłaskowe
  - podczerwień, np. piloty zdalnego sterowania lub inne urządzenia ESPE, które mogą emitować światło zakłócające
- Zanieczyszczenia
  - woda
  - pyły
  - żrące chemikalia
  - dym
- Temperatura
- Wilgotność
- Warunki pogodowe
- Promieniowanie

Jeśli istnieją specjalne warunki pracy, takie jak praca na zewnątrz (mgła, deszcz, śnieg) lub praca w potencjalnie wybuchowej lub łatwopalnej atmosferze (farby, trociny), mogą być potrzebne dodatkowe wymagania środowiskowe, które będą musiały zostać uzgodnione z producentem urządzenia.

### Wymiary i cechy ludzkiego ciała

Ponieważ główną funkcją ESPE jest wykrywanie ludzkiego ciała lub części ludzkiego ciała, należy wziąć pod uwagę jego anatomię (palce, ręce, nogi), przewidywalną prędkość maksymalną, sposób interakcji z maszyną.

Rozdzielczość, czyli minimalny wykrywalny obiekt, musi być funkcją chronionej części ciała (np. palców, rąk, nóg, ramion). Wybór ten dokonywany jest zazwyczaj w odniesieniu do katalogu producenta ESPE lub instrukcji obsługi.

### Zastosowanie sprzętu ochronnego

Sprzęt ochronny może być używany w celu zapewnienia:

- Funkcji wyłączenia/wtargnięcia (Trip function)
- Funkcji wykrycia obecności (Presence sensing function)
- Połączonych funkcji wyłączenia i wykrycia obecności

# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

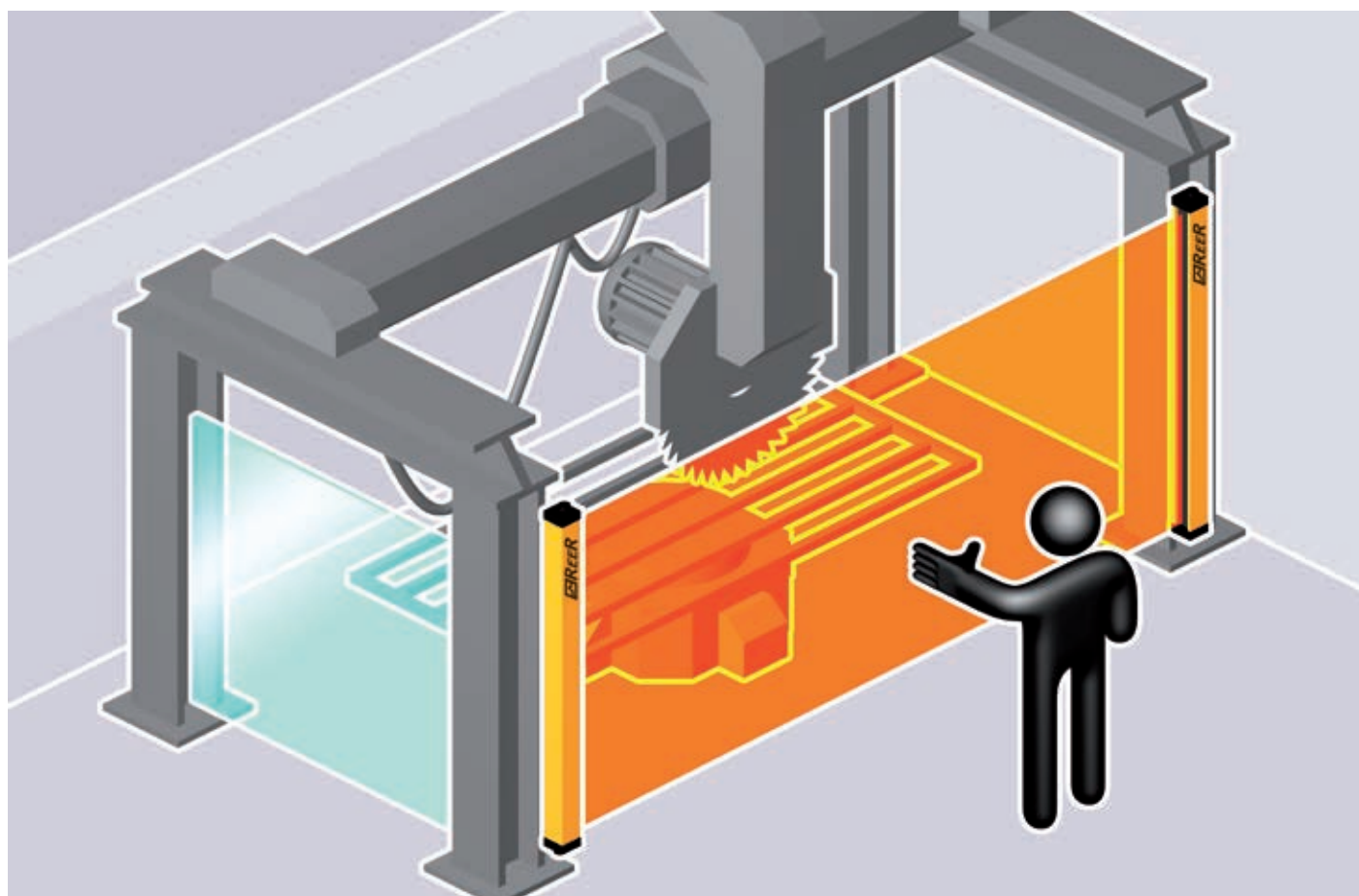
### Korzystanie z ESPE przy funkcji wyłączenia

Jeżeli sprzęt ochronny jest wykorzystywany do zapewnienia funkcji wyłączenia, musi być umieszczony w wystarczającej odległości od zagrożenia stworzonego przez maszynę, aby zapewnić, że maszyna może zatrzymać się lub w inny sposób osiągnąć stan bezpieczny, zanim jakakolwiek część zbliżającej się osoby może dotrzeć do strefy zagrożenia.

Przy określaniu bezpiecznej odległości powinno się uwzględnić:



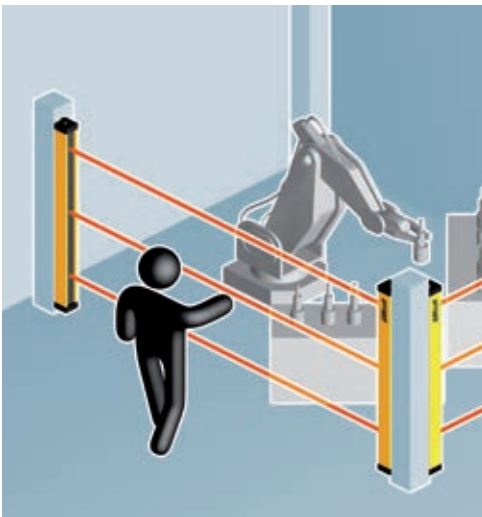

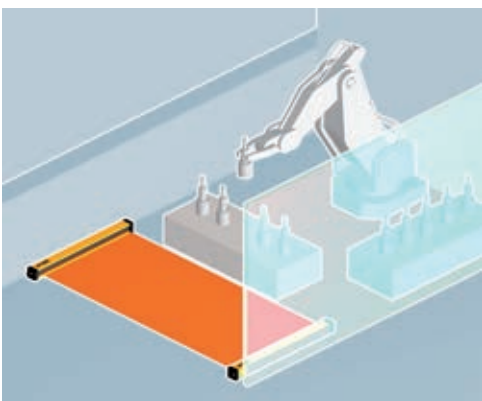

- Zdolność sprzętu ochronnego do wykrycia ciała, w odniesieniu do cech ludzkich
- Prędkość zbliżania
- Penetracja/wtargnięcie części ciała
- Możliwość sięgnięcia ponad lub pod strefą chronioną
- Możliwość obejścia
- Czas reakcji ESPE
- Czas zatrzymania maszyny zmierzony w najgorszych warunkach pracy (maksymalne obciążenie, maksymalna prędkość, wszelkie czynniki, które mogą prowadzić do pogorszenia skuteczności hamowania, niskie temperatury itp.)
- Wszelkie odbłaskowe powierzchnie, które w pewnych warunkach mogą powodować optyczne obejście wiązek i w konsekwencji uniemożliwić wykrycie osoby

Minimalna odległość musi być zachowana dla wszystkich możliwych do przewidzenia kierunków podejścia z uwzględnieniem również najdalej położonych ruchomych części w odniesieniu do kierunku zbliżania się.



## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

## Definicja rodzaju wykrywania

	WYKRYCIE	CHARAKTERYSTYKA	ZALETY
	<p>Palec lub dłoń</p> 	<p>Wykrywanie jest konieczne, gdy operator musi pracować w pobliżu niebezpieczeństwa. Rozdzielczość bariery musi wynosić od 14 mm do 40 mm</p>	<p>Możliwość zmniejszenia odległości między strefą ochronną a niebezpieczną. Krótki czas ładowania i rozładowywania maszyny. Mniej pracy dla operatora, większa produktywność.</p>
	<p>Ciało (użyj urządzenia z funkcją wyłączenia)</p> 	<p>Idealne wykrywanie dla kontroli dostępu i zabezpieczenia z kilku stron, również przy większych odległościach skanowania. Bariere musi być umieszczona w odległości większej niż 850 mm od niebezpieczeństwa. Bariera zazwyczaj składa się z 2, 3 lub 4 wiązek.</p>	<p>Koszty ochrony zmniejszone dzięki ograniczeniu liczby wiązek. Możliwość zabezpieczenia stref o dużych wymiarach za pomocą lusterek odbijających. Patrz przypis poniżej.</p>
	<p>Obecność w niebezpiecznej strefie</p> 	<p>Detekcja realizowana przez poziome ustawienie kurtyn świetlnych w celu ciągłego kontrolowania obecności obiektu w określonej strefie. Rozdzielczość kurtyn świetlnych zależy od wysokości płaszczyzny detekcji, w każdym razie nie może być wyższa niż 116 mm.</p>	<p>Możliwość kontrolowania stref niewidocznych z miejsca, w którym znajdują się przyciski sterujące urządzenia. Możliwość zapobiegania niezamierzonemu uruchomieniu maszyny, gdy operator znajduje się w strefie zagrożenia</p>



Przypadkowe uruchomienie maszyny nie powinno być możliwe, jeśli ktokolwiek wkroczy w strefę chronioną i pozostanie niewykryty w strefie niebezpiecznej. Odpowiednie sposoby eliminacji tego rodzaju ryzyka obejmują: Użycie funkcji start/restart-blokowania powinno być możliwe tylko z miejsca, które będzie nieosiągalne z wnętrza niebezpiecznego obszaru oraz które zapewni pełną widoczność obszaru niebezpiecznego. Polecenie Restart musi być bezpieczne.

Zastosowanie dodatkowych wykrywaczy obecności wykrywających operatora w niebezpiecznym obszarze. Wykorzystanie przeszkód uniemożliwiających operatorowi pozostanie niewykrytym w przestrzeni między strefą wykrywania urządzenia ochronnego a niebezpiecznym obszarem.

# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

### Określenie odległości bezpieczeństwa

Skuteczność zabezpieczenia zależy w dużym stopniu od prawidłowego ustawienia kurtyny świetlnej w stosunku do niebezpieczeństwa.

Kurtyna świetlna musi znajdować się w odległości większej lub równej minimalnej odległości bezpieczeństwa  $S$ , tak by dotarcie do niebezpiecznego punktu było możliwe tylko wtedy, gdy niebezpieczne działanie maszyny zostało zatrzymane.

Kurtyna świetlna musi być umieszczona tak, aby:

- Niemożliwe było dotarcie do niebezpiecznego punktu bez przejścia przez strefę kontrolowaną przez kurtynę świetlną.
- Niemożliwe było wykrycie obecności osób w strefie zagrożonej. W tym celu może być konieczne zastosowanie dodatkowych urządzeń zabezpieczających (np.: fotoelektryczne kurtyny świetlne ułożone poziomo).

Norma europejska EN ISO 13855 identyfikuje elementy do określenia odległości bezpieczeństwa.

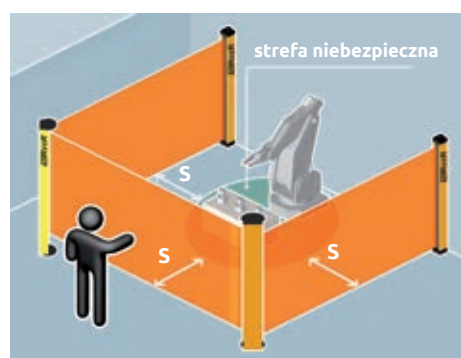
Jeżeli maszyna podlega szczególnej normie typu C, należy to odpowiednio uwzględnić.

Jeżeli odległość  $S$  określona w ten sposób jest zbyt duża, konieczne jest:

- Zmniejszenie całkowitego czasu zatrzymania maszyny
- Poprawienie zdolności wykrywania (rozdzielczości) kurtyny świetlnej



Rys. 13. Jednostronna ochrona



Rys. 14. Trzystronna ochrona z użyciem luster odbijających

### OGÓLNY WZÓR DO OKREŚLENIA MINIMALNEJ ODLEGŁOŚCI BEZPIECZEŃSTWA

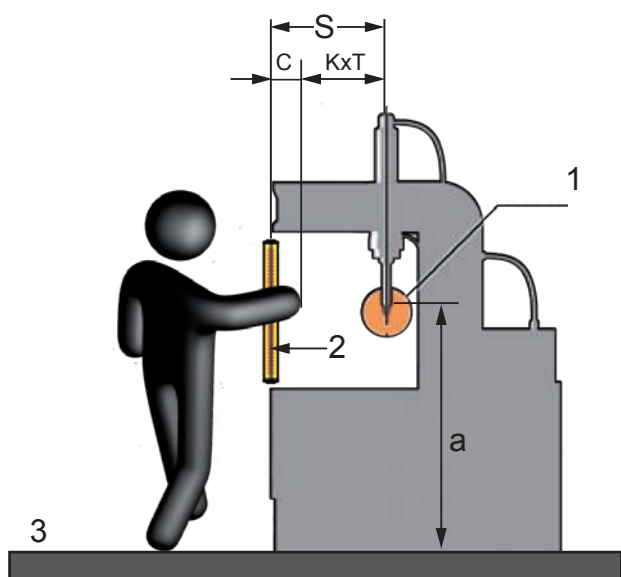
$$S = K \times T + C$$

<b>S</b>	Minimalna odległość bezpieczeństwa pomiędzy strefą ochronną a punktem niebezpiecznym, wyrażana w mm.
<b>K</b>	Prędkość zbliżania się ciała lub części ciała, wyrażona w milimetrach na sekundę. Wartość $K$ może być równa: $K=2000\text{mm/sek.}$ dla odległości bezpieczeństwa do 500mm (prędkość ruchu przedramienia) $K=1600\text{mm/sek.}$ dla odległości bezpieczeństwa większej niż 500mm (prędkość ruchu ciała)
<b>T</b>	Całkowity czas zatrzymania maszyny, składający się z: $t_1$ - czas reakcji urządzenia zabezpieczającego liczony w sekundach $t_2$ - czas reakcji maszyny liczony w sekundach (do momentu zatrzymania niebezpiecznych działań).
<b>C</b>	Dodatkowy dystans w mm.



## ŚWIETLNE FOTOLEKTYCZNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

Kierunek podejścia prostopadły do płaszczyzny chronionej,  $A=90^\circ (\pm 5^\circ)$



1. Punkt niebezpieczny
2. Obszar chroniony
3. Płaszczyzna odniesienia
- S. Odległość bezpieczeństwa
- a. Wysokość punktu niebezpiecznego

Rys. 15. Scenariusz 1 - Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego tylko poprzez obszar chroniony



Kurtyny świetlne z rozdzielczością wykrywającą ręce i palce. Rozdzielczość kurtyn (d): 14 - 20 - 30 - 40 mm

Określenie minimalnej odległości bezpieczeństwa:

$K = 2000$  lub  $1600$  (zobacz poniższe obliczenia)

$$S = K \times T + C$$

$T = t_1 + t_2$  "Ogólny wzór do określenia minimalnej odległości bezpieczeństwa" na stronie 41

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

$$S = 2000 \times T + 8 \times (d - 14)$$

- Odległość S nie może być mniejsza niż 100 mm
- Jeśli odległość S jest większa niż 500 mm, możliwe jest ponowne obliczenie odległości używając  $K=1600$ , ale w tych okolicznościach, dystans nie może być mniejszy niż 500 mm

$$S = 1600 \times T + 8 \times (d - 14)$$



Kurtyny świetlne z rozdzielczością wykrywającą ręce i nogi. Rozdzielczość kurtyn (d): 50 - 90 mm

Określenie minimalnej odległości bezpieczeństwa:

$$K = 1600$$

$$S = K \times T + C$$

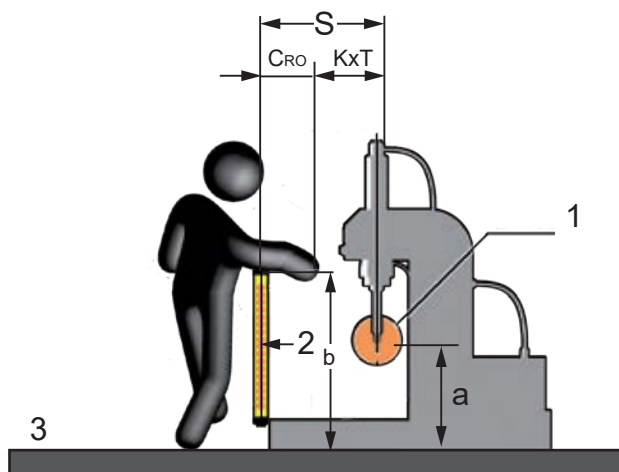
$T = t_1 + t_2$  "Ogólny wzór do określenia minimalnej odległości bezpieczeństwa" na stronie 41

$$C = 850$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA



1. Punkt niebezpieczny
2. Obszar chroniony
3. Płaszczyzna odniesienia
- a. Wysokość punktu niebezpiecznego
- b. Wysokość najwyższej położonej wiązki kurtyny świetlnej
- S. Odległość bezpieczeństwa

Rys. 16. Scenariusz 2 - Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego poprzez pochylenie się nad krawędzią obszaru chronionego

Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego poprzez pochylenie się nad krawędzią obszaru chronionego

W tym przypadku C, nazwane "CRO" jest uzyskiwane z przedstawionej poniżej Tabeli 1 normy ISO 13855:2010.

Określenie minimalnej odległości bezpieczeństwa:

$$S = K \times T + C_{RO}$$

K = 2000 or 1600 (zobacz poniższe obliczenia)

T = t1 + t2 "Ogólny wzór do określenia minimalnej odległości bezpieczeństwa" na stronie 41.

C<sub>RO</sub> = zobacz tabela 1 poniżej

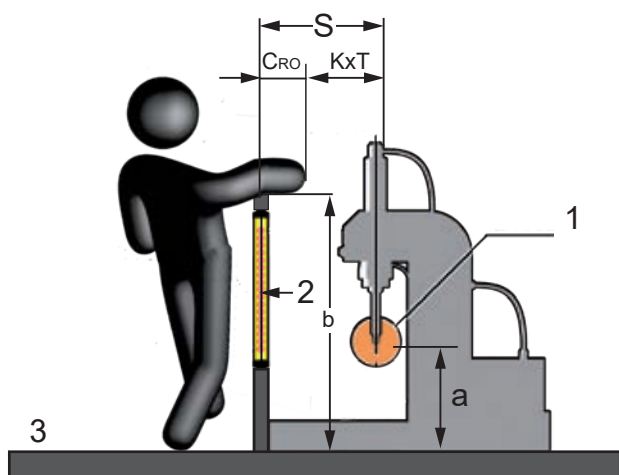
Uwaga:

- Interpolacja jest niedozwolona.
- Jeśli odległość a, b lub C<sub>RO</sub> mieści się pomiędzy wartościami wymienionymi w tabeli, użyj wartości większej.
- C<sub>RO</sub> (zaokrąglona w górę) obliczona poprzez Tabele 1 normy ISO 13855:2010 musi zostać porównana z C, obliczonym konwencjonalnie (patrz Paragraf 1). Zawsze wybieraj większą wartość.

Wysokość punktu niebezpiecznego "a"	"b" - Wysokość górnej krawędzi obszaru chronionego przez kurtynę świetlną											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Alternatywna odległość C <sub>RO</sub>											
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	800	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 1 normy ISO 13855:2010

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA



1. Punkt niebezpieczny
2. Obszar chroniony
3. Płaszczyzna odniesienia
- a. Wysokość punktu niebezpiecznego
- b. Wysokość górnej krawędzi
- S. Odległość bezpieczeństwa

Rys. 17. Scenariusz 3 - Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego poprzez oparcie się na mechanicznym zabezpieczeniu i tym samym ominięcie kurtyny świetlnej.

Dla połączonych zabezpieczeń mechanicznych i elektroczułych (jak pokazano), gdzie można oprzeć się o ochronę mechaniczną i ominąć kurtynę świetlną

Do obliczenia parametru C stosuje się:

- Tabelę 1 (dla aplikacji o niskim stopniu ryzyka) lub
- Tabelę 2 (dla aplikacji o wysokim stopniu ryzyka)

z normy ISO 13857:2007 (dawniej EN 294), w miejsce tabeli z poprzedniej strony.

W tym katalogu nie wspomniano o dwóch tabelach normy ISO 13857:2007 (dawniej EN 294) - Odległości bezpieczeństwa zapobiegające sięgnięciu stref niebezpiecznych przy użyciu kończyn górnych i dolnych.



Kurtyny świetlne do wykrywania obecności ciała ludzkiego w strefie niebezpiecznej. Kurtyny świetlne z 2-3-4 wiązkami światła.

Określenie odległości bezpieczeństwa:

$$K = 1600$$

$$S = K \times T + C$$

T = t1 + t2 "Ogólny wzór do określania odległości bezpieczeństwa" na stronie 41

$$C = 850$$

$$S = 1600 \times T + 850$$

Uwaga dla kurtyn z 2 wiązkami światła:

- H dolnej wiązki = 400 mm (może być użyta jeśli pozwoli na to analiza ryzyk).
- H górnej wiązki = 900 mm

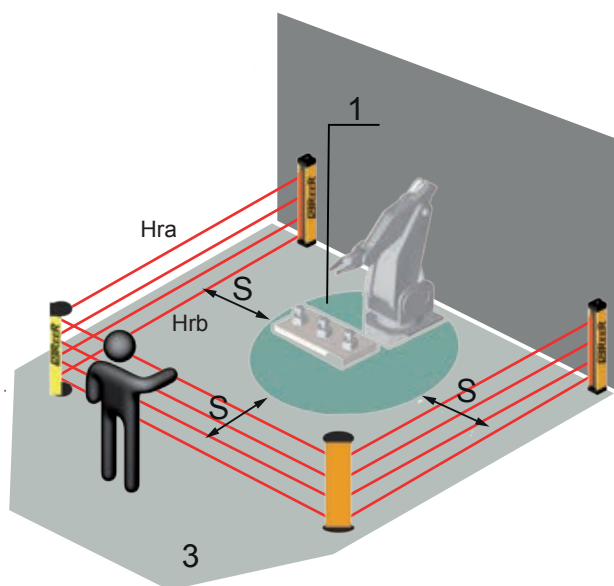
Uwaga dla kurtyn z 3 wiązkami światła:

- H dolnej wiązki = 300 mm
- H środkowej wiązki = 700 mm
- H górnej wiązki = 1100 mm

Uwaga dla kurtyn z 4 wiązkami światła:

- H dolnej wiązki = 300 mm
- H dolnej środkowej wiązki = 600 mm
- H górnej środkowej wiązki = 900 mm
- H górnej wiązki = 1200 mm

Wysokość wiązek względem płaszczyzny odniesienia (np. podłogi).



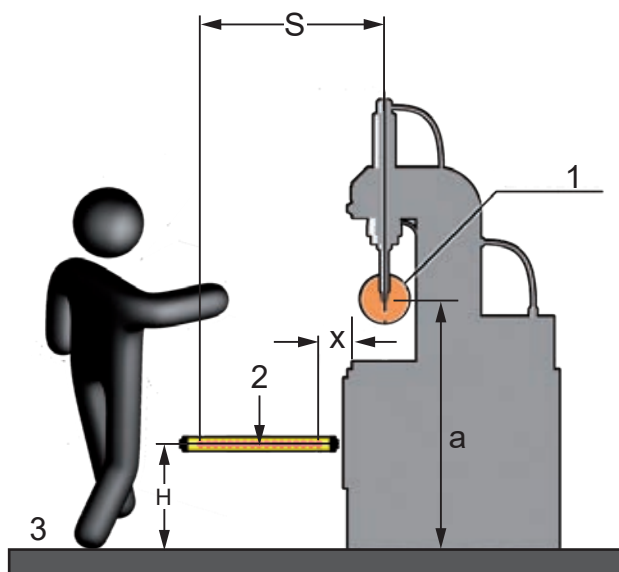
1. Punkt niebezpieczny
3. Płaszczyzna odniesienia
- S. Odległość bezpieczeństwa
- Hra. Wysokość górnej wiązki
- Hrb. Wysokość dolnej wiązki

Rys. 18. Scenariusz 1 - Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego tylko poprzez obszar chroniony. Kurtyny świetlne z 2, 3 i 4 wiązkami.

# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

KIERUNEK PODEJŚCIA RÓWNOLEGŁY DO CHRONIONEJ PŁASZCZYZNY  $A=0^\circ (\pm 5^\circ)$



1. Punkt niebezpieczny
2. Obszar chroniony
3. Płaszczyzna odniesienia
- a. Wysokość punktu niebezpiecznego
- x. Odległość pomiędzy końcem strefy chronionej a krawędzią maszyny
- S. Odległość bezpieczeństwa
- H. Wysokość na jakiej znajduje się obszar chroniony

Rys. 19. Poziomo montowane kurtyny świetlne do kontroli obecności w strefie niebezpiecznej



Poziomo montowane kurtyny świetlne do kontroli obecności w niebezpiecznym obszarze

Określenie minimalnej odległości bezpieczeństwa:

$$K = 1600$$

$$S = K \times T + C$$

$T = t_1 + t_2$  "Ogólny wzór do określenia odległości bezpieczeństwa" na stronie 41

$$C = 1200 - (0,4 \times H)$$

$$S = 1600 \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

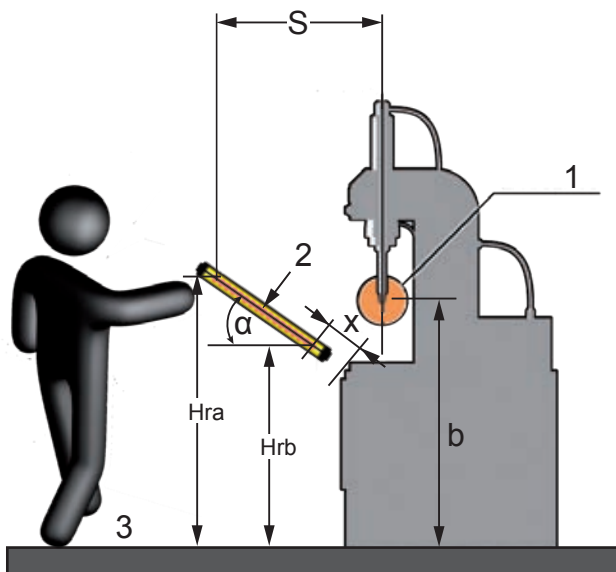
Uwaga:

- $C = 1200 - (0,4 \times H)$  must be equal to or greater than 850 mm
- Maksymalna dopuszczalna wysokość:  $H_{max} = 1000$  mm
- Wysokość  $H$  zależy od rozdzielczości kurtyń świetlnych i jest określana poprzez wzór:  
 $H = 15 \times (d - 50)$
- Wzór ten może być również zastosowany do określenia maksymalnej rozdzielczości jaka może zostać wykorzystana na różnych wysokościach  
 $d = H / 15 + 50$
- Na przykład, maksymalne granice rozdzielczości będą następujące:
 

dla $H = 1000$ mm	$d = 116$ mm
dla $H = 0$ mm	$d = 50$ mm
- Jeśli  $H$  jest większe niż 300 mm, na etapie oceny ryzyka konieczne jest wzięcie pod uwagę możliwości dostępu pod wiązkami światła.
- W przypadku stosowania kurtyny świetlnej jako kombinacji urządzenia wyłączającego i urządzenia wykrywającego obecność, odległość  $x$  musi być mniejsza lub równa zdolności wykrywania.

## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

KIERUNEK PODEJŚCIA NACHYLONY WZGLĘDEM CHRONIONEJ PŁASZCZYZNY,  $5^\circ < \alpha < 85^\circ$



1. Punkt niebezpieczny
2. Obszar chroniony
3. Płaszczyzna odniesienia
- a. Wysokość punktu niebezpiecznego
- S. Odległość bezpieczeństwa
- x. Odległość pomiędzy końcem strefy chronionej a krawędzią maszyny
- Hra. Wysokość górnej wiązki
- Hrb. Wysokość dolnej wiązki

Rys. 20. Możliwość sięgnięcia punktu niebezpiecznego tylko poprzez obszar chroniony



Pochylone kurtyny świetlne do wykrywania rąk i ramion oraz kontroli obecności w niebezpiecznym obszarze.

Przy kącie  $\alpha > 30^\circ$  patrz przypadek "Kierunek podejścia prostopadły do chronionej płaszczyzny" (Przypadek ze strony 42).

Uwaga:

- Odległość S odnosi się do wiązki najdalej oddalonej względem punktu niebezpiecznego.
  - Wysokość wiązki najdalej oddalonej od punktu niebezpiecznego nie może być większa niż 1000 mm.
- Przy kącie  $\alpha < 30^\circ$  patrz przypadek "Podejścia równoległego do zabezpieczonej płaszczyzny" (Przypadek ze strony 45).

Uwaga:

- Aby określić wysokość H lub rozdzielczość d, zastosuj poniższe wzory dla najniższej wiązki:
 
$$H = 15 \times (d - 50)$$

$$d = H / 15 + 50$$
- W przypadku stosowania kurtyny świetlnej jako kombinacji urządzenia wyłączającego i urządzenia wykrywającego obecność, odległość x musi być mniejsza lub równa zdolności wykrywania.



Podczas obliczania odległości bezpieczeństwa należy również wziąć pod uwagę tolerancję instalacji, dokładność zmierzonego czasu reakcji i możliwy zanik osiągow układu hamulcowego maszyny.

Wskazane jest zwiększenie obliczonej wartości o co najmniej 10% w celu uwzględnienia tolerancji instalacji, dokładności w czasie reakcji i możliwej degradacji wydajności układu hamulcowego.

Jak można zauważyć na podstawie wzorów, całkowity czas zatrzymania odgrywa ważną rolę w obliczaniu odległości bezpieczeństwa. Gdy oczekiwane jest pogorszenie czasu hamowania, wymagane jest urządzenie do monitorowania czasu hamowania (SPM). Sprawdzanie czasu zatrzymania nie jest konieczne, gdy:

- System jest bardzo niezawodny i nie ulega pogorszeniu
- Maszyna rzadko się zatrzymuje
- Wprowadzono skuteczną kontrolę prewencyjną układów hamulcowych maszyny.

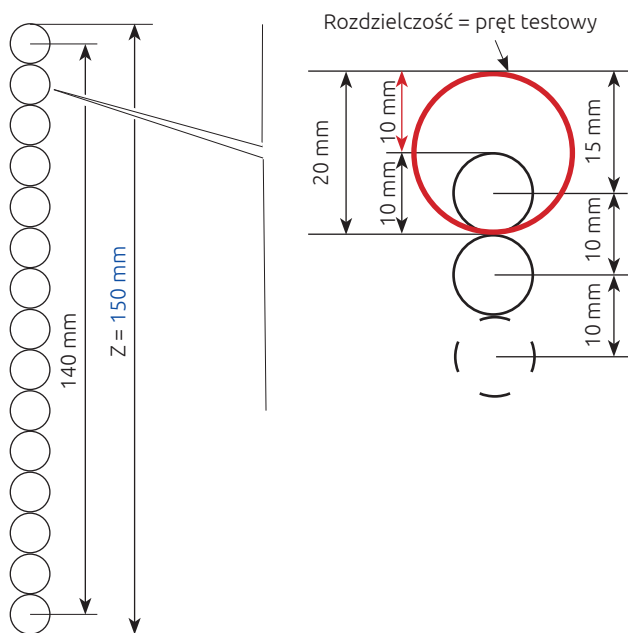
# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

### Wysokość chroniona kurtyn świetlnych - Ustalenie kryteriów

Poniższe wzory, stosowane do prawidłowego określenia wysokości chronionej są powiązane z tymi modelami kurtyn:

- Model: EOS 152 A
- Nominalna wysokość chroniona: 160 mm
- Rozdzielczość: 20 mm
- Liczba wiązek: 15
- Średnica soczewki: 10 mm



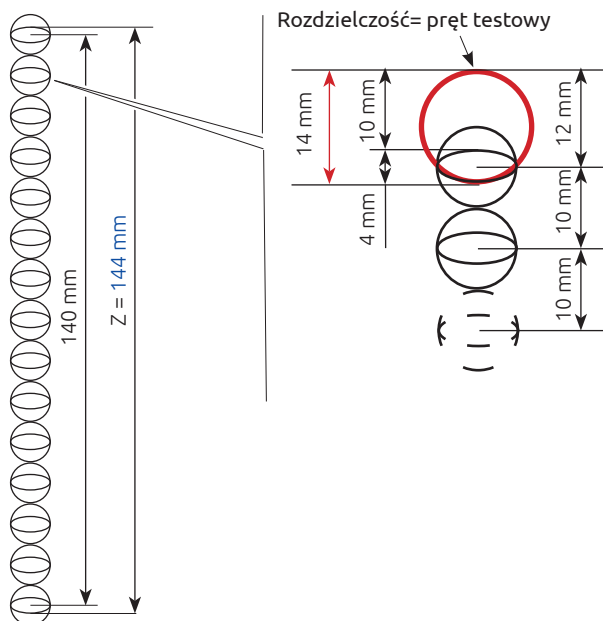
Aby uwzględnić wymiar "pręt testowy" (Rozdzielczość), należy dodać 10 mm z każdej strony do wymiaru Z.

Wysokość chroniona =  $150 + 10 + 10 = 170$  mm.

Ta wartość jest zwykle zaokrąglana do 160 mm (nominalna wysokość chroniona).

Możemy użyć tej samej wartości nominalnej wysokości chronionej (160 mm) dla wszystkich innych rozdzielczości.

- Model: EOS 151 A
- Nominalna wysokość chroniona: 160 mm
- Rozdzielczość: 14 mm
- Liczba wiązek: 15
- Średnica soczewki: 10 x 4 mm



Aby uwzględnić wymiar "pręt testowy" (Rozdzielczość), należy dodać 10 mm z każdej strony do wymiaru Z.

Wysokość chroniona =  $144 + 10 + 10 = 164$  mm.

Ta wartość jest zwykle zaokrąglana do 160 mm (nominalna wysokość chroniona).

Możemy użyć tej samej wartości nominalnej wysokości chronionej (160 mm) także dla rozdzielczości 14 mm.

### Używanie ESPE jako urządzenia wykrywającego obecność

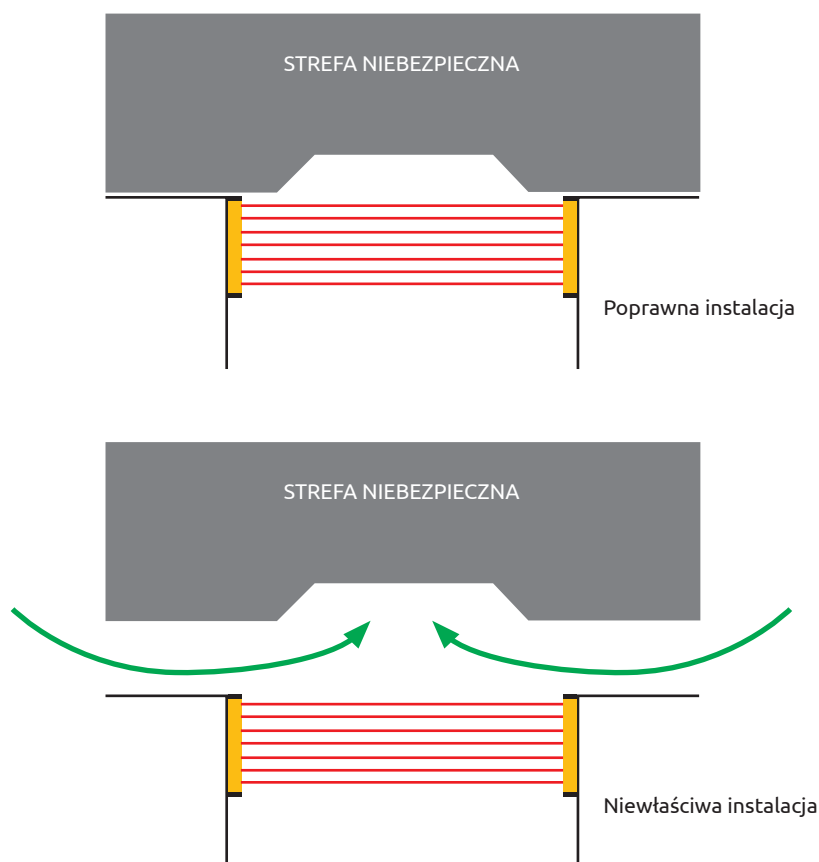
Główną funkcją urządzenia zabezpieczającego używanego do wykrywania obecności jest utrzymywanie urządzenia w stanie bezpiecznym, dopóki osoba lub jej kończyny znajdują się w obszarze wykrywania.

Obszar wykrywania musi zatem być skonfigurowany w taki sposób, aby nie pozwolił na pozostanie osób w obszarze niebezpiecznym lub w odległości poniżej podanej odległości bezpieczeństwa bez wykrycia.

Jeśli ESPE wykonuje tylko funkcję czujnika obecności, musi być używany w połączeniu z innymi środkami bezpieczeństwa (np. z blokową osłoną lub czujnikiem krzyżowym), aby zapewnić, że maszyna znajduje się w stanie bezpiecznym, zanim będzie można uzyskać do niej dostęp.

## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

Przy wymiarowaniu obszaru chronionego oprócz obliczania odległości bezpieczeństwa należy zastosować dodatkowe środki ochronne, aby zapobiec omijaniu przez człowieka chronionego obszaru.



Nie powinno być możliwe dotarcie do niebezpiecznego obszaru poprzez wspięcie się na maszynę, przeczołganie pod obszarem chronionym lub pochylenie się nad krawędzią obszaru chronionego.

Części maszyny niestrzeżone przez ESPE muszą być chronione za pomocą innych środków (np. osłon blokujących, jeśli można je zdemontować, aby umożliwić dostęp w celu konserwacji).

Należy zapobiec niespodziewanemu rozruchowi maszyny w przypadku, gdy nastąpiło przejście osoby poprzez strefę chronioną (przez urządzenie wyłączające) do strefy niebezpiecznej.

Odpowiednie metody to:

- Bariery zabezpieczające możliwość podejścia do strefy niebezpiecznej z kierunków niechronionych przez sprzęt ochronny
- Zapewnienie blokady restartu
- Zapewnienie urządzenia wykrywającego obecność
- Środki zapobiegające obecności osoby pomiędzy sprzętem ochronnym a strefą niebezpieczną.

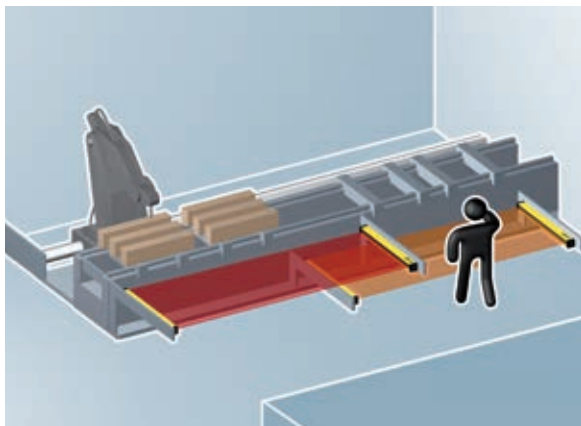
# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

### FUNKCJA MUTINGU

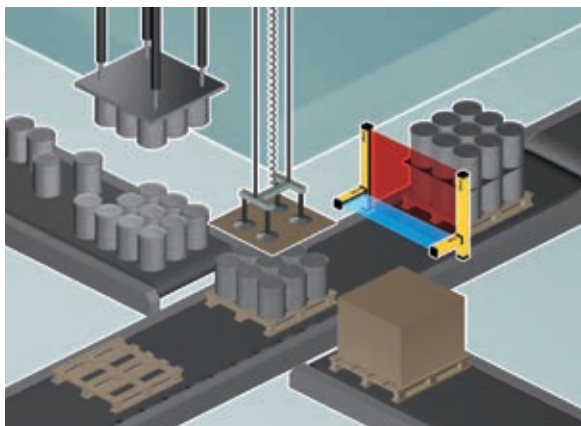
Funkcja mutingu to tymczasowe i automatyczne wyłączenie funkcji ochronnej kurtyny świetlnej w odniesieniu do cyklu maszyny. Muting może wystąpić tylko w warunkach bezpieczeństwa. Przewidywane są dwa typy aplikacji:

1. Umożliwienie personelowi dostępu do strefy niebezpiecznej podczas niegroźnej części cyklu pracy maszyny. np. ustawienie lub usunięcie obrabianego materiału.



W zależności od położenia narzędzia, które jest najbardziej niebezpieczną częścią, jedna z dwóch kurtyn (ta skierowana w stronę obszaru roboczego narzędzia) jest aktywna, podczas gdy druga znajduje się w trybie Muting, aby umożliwić operatorowi załadunek/wyładunek obrabianego przedmiotu. Tryb mutingu kurtyn świetlnych jest następnie odwracany, gdy narzędzie działa po przeciwnej stronie maszyny.

2. Umożliwienie dostępu do materiałów i uniemożliwienie dostępu personelowi. np. wyjście palety z niebezpiecznego obszaru



Kurtyna bezpieczeństwa wyposażona jest w czujniki mutingu, które umożliwiają rozróżnienie personelu od materiałów. Tylko materiał uprawniony jest do przejścia przez obszar monitorowany.

Zasadnicze wymagania dotyczące funkcji "Muting" są opisane w następujących standardach:

<b>IEC TS 62046</b>	"Zastosowanie urządzeń ochronnych do wykrywania osób"
<b>EN 415-10</b>	"Bezpieczeństwo maszyn - automatyczne systemy paletyzujące"
<b>IEC 61496-1</b>	"Elektroczułe wyposażenie ochronne"

Ogólne wymagania:

- Muting to tymczasowe zawieszenie funkcji związanej z bezpieczeństwem i musi być aktywowane i dezaktywowane automatycznie .
- Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa obwodu realizującego funkcję mutingu powinien być równy poziomowi funkcji bezpieczeństwa tymczasowo zawieszonych, tak aby nie wpłynęło to negatywnie na skuteczność ochrony całego systemu.
- Muting powinien być aktywowany i dezaktywowany wyłącznie za pomocą dwóch lub więcej oddzielnych i niezależnych sygnałów przewodowych uruchamianych przez prawidłową sekwencję czasu lub przestrzeni. Uszkodzenie sygnału nie może prowadzić do przejścia w stan mutingu.
- Nie powinno być możliwe włączenie funkcji mutingu, gdy urządzenia ESPE są wyłączone.
- Nie powinno być możliwe zainicjowanie funkcji mutingu poprzez wyłączenie i ponowne włączenie urządzenia.
- Muting powinien być aktywowany tylko w odpowiednim punkcie cyklu maszyny, tj. tylko wtedy, gdy nie ma ryzyka dla operatora.
- Czujniki mutingu muszą być mechanicznie chronione, aby zapobiec ich przemieszczeniu się w przypadku uderzenia.



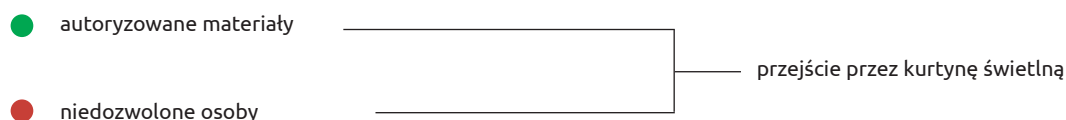
## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

## MUTING: paletyzatory i systemy transportu materiałów

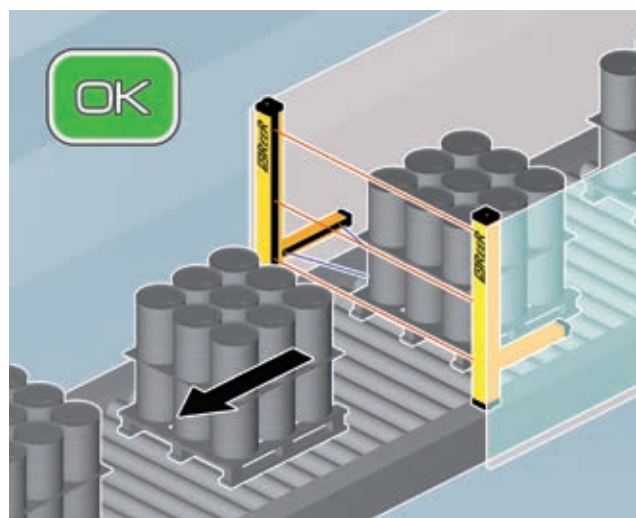
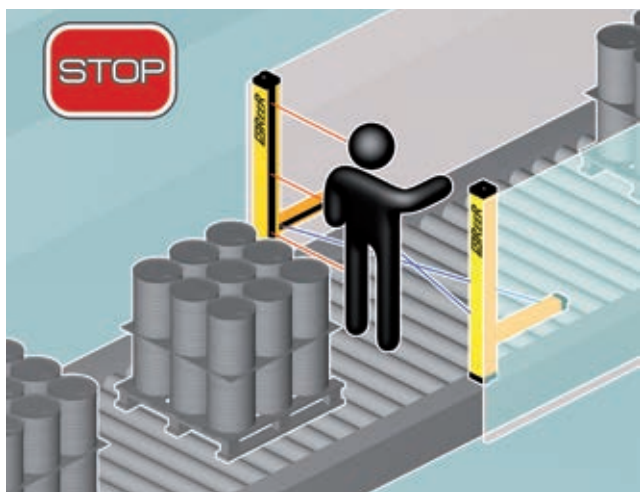
Wymagania dotyczące monitorowania obszaru chronionego:

- Monitoruj ładunek, a nie paletę, w przeciwnym razie operator może wejść w strefę zagrożenia podczas przejścia palety.
- Czas mutingu musi być ograniczony do faktycznego czasu, w jakim materiał przechodzi przez strefę chronioną.
- Muting musi być ograniczony czasowo.
- Niezgodność czujnika wywołana efektem podobnym do jego uruchomienia nie może powodować przejścia w stan trwałego mutingu.
- Konfiguracja i pozycjonowanie czujników mutingu powinno zapewnić niezawodne rozróżnienie personelu od materiału.
- Układ obszaru chronionego, umiejscowienie czujników mutingu i dodatkowe zabezpieczenia boczne powinny uniemożliwić dostęp personelu do niebezpiecznego obszaru przez cały czas aktywowania funkcji mutingu i przez cały czas, gdy paleta przekracza obszar chroniony.

Dlatego konieczne jest stworzenie systemu bezpieczeństwa, który będzie w stanie rozróżnić:



Funkcja mutingu może być obecna na obu kurtynach bezpieczeństwa typu 2 i 4.



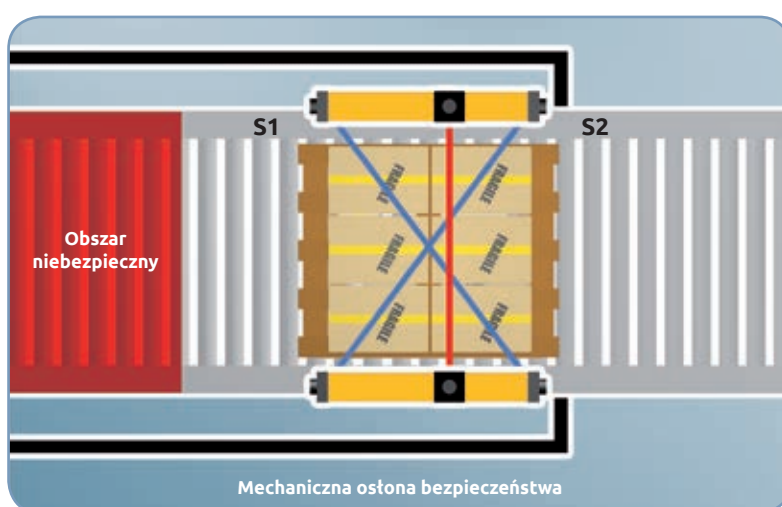
# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

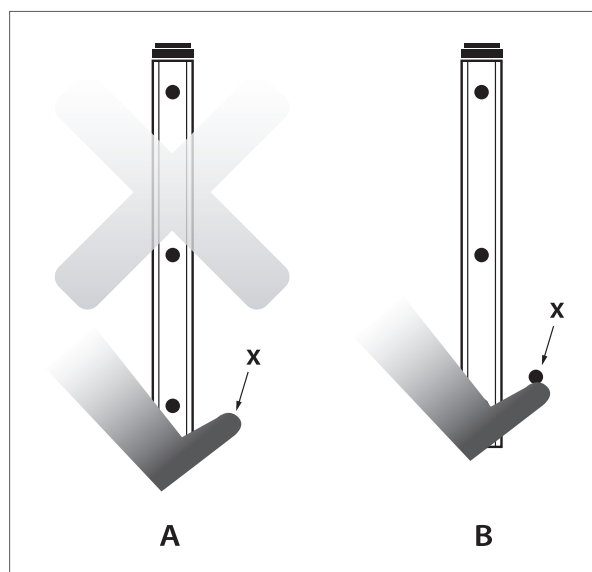
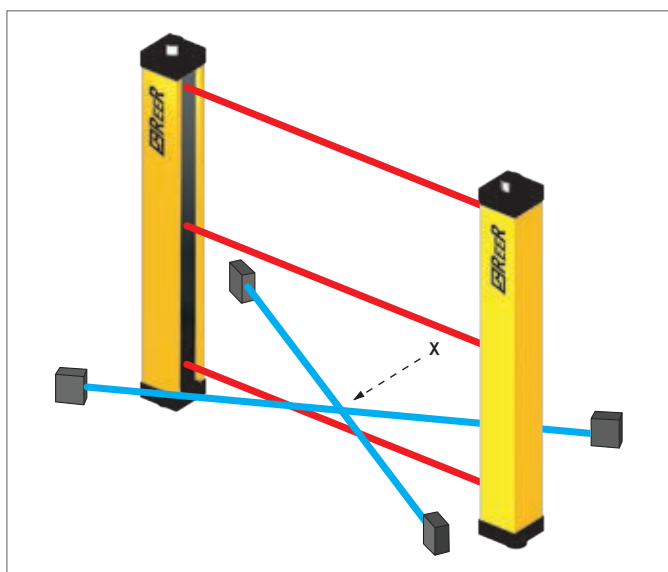
### Typowe rozwiązania do określania położenia czujnika mutingu

Muting z 2 czujnikami i wiązkami skrzyżowanymi - Typ konfiguracji T z monitorowaniem czasu i dwukierunkowej operacji paletowej:

- Punkt przecięcia wiązek leży w wydzielonym niebezpiecznym obszarze poza kurtyną świetlną.
- Należy zainstalować wyłącznik czasowy w celu ograniczenia funkcji mutingu do poziomu czasu potrzebnego na przekroczenie strefy przez materiał.
- Funkcja mutingu aktywowana jest tylko wtedy, gdy czujniki mutingu są jednocześnie przechwytywane: ( $t_2(S_2) - t_1(S_1) = 4$  sekundy max.).
- Dwie wiązki muszą być w sposób ciągły przerywane przez paletę podczas przechodzenia przez czujniki.
- Matowy obiekt cylindryczny  $D = 500$  mm (symulujący rozmiar ludzkiego ciała) nie powinien wywoływać funkcji mutingu.



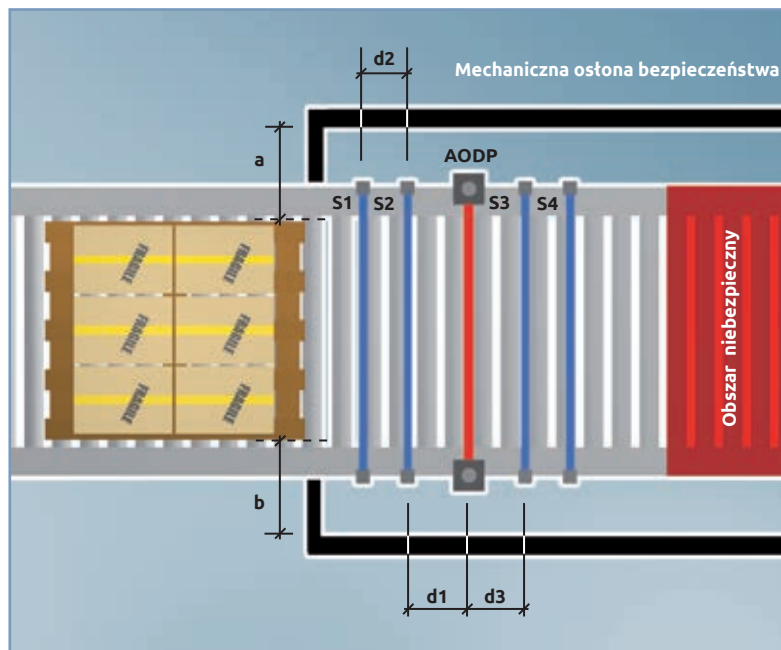
Punkt przecięcia wiązki czujnika musi znajdować się na wysokości dolnej wiązki kurtyny świetlnej lub powyżej, aby uniknąć możliwego tamperingu lub przypadkowego uruchomienia mutingu.



## ŚWIETLNE KURTyny BEZPIECZEŃSTWA

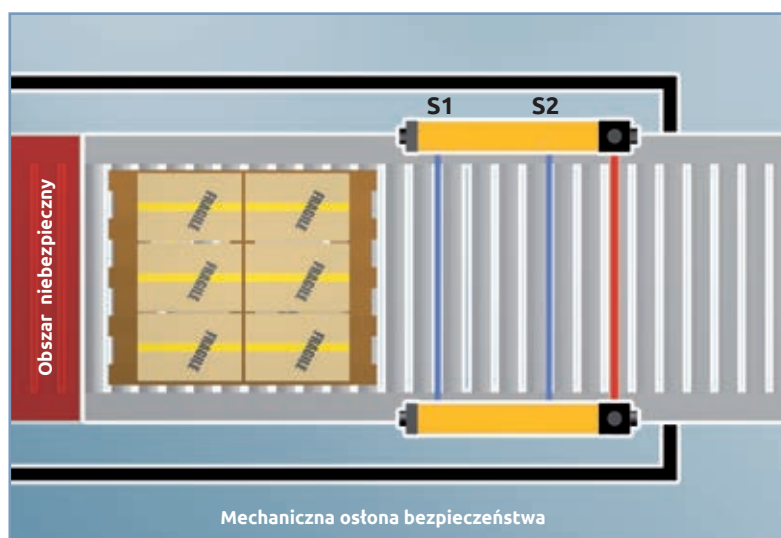
Muting z 4 czujnikami równoległymi - konfiguracja typu T z monitorowaniem czasu i / lub sekwencji - dwukierunkowa obsługa palet:

- Wszystkie 4 czujniki mutingu uruchamia się razem na krótką chwilę (sekwencyjna aktywacja i dezaktywacja 4 czujników).
- Odległość między czujnikami a polem wykrywania kurtyny świetlnej musi wynosić:
  - $d1$  i  $d3 < 200$  mm      aby zapobiec niewykrytemu dostępowi personelu przez wejście poprzedzające lub następujące po paletce podczas mutingu.
  - $d2 > 250$  mm                      aby zapobiec uruchomieniu mutingu przez kończyny, odzież itp. przez wyzwolenie dwóch czujników jednocześnie



Muting za pomocą 2 czujników z wiązką krzyżową lub równoległą - Typ konfiguracji L z monitorowaniem taktowania i tylko w trybie jednokierunkowym (wyjście z niebezpiecznego obszaru):

- Czujniki mutingu należy umieścić poza kurtyną świetlną w niebezpiecznym obszarze.
- Muting powinien być dezaktywowany, gdy tylko obiekt przejdzie przez kurtynę świetlną i obszar chroniony zostanie oczyszczony i nie później niż maksymalnie 4 sekundy od chwili minięcia pierwszego z dwóch czujników mutingu. Zegar kontrolujący 4 sekundy będzie elementem związanym z bezpieczeństwem.



# CZUJNIKI

## ŚWIETLNE KURTYNY BEZPIECZEŃSTWA

### Funkcja wygaszania (BLANKING)

Wygaszanie jest funkcją pomocniczą świetlnych kurtyn bezpieczeństwa, dla których dopuszcza się wprowadzenie nieprzezroczystego przedmiotu wewnątrz części pola ochronnego kurtyny świetlnej bez powodowania zatrzymania maszyny. Wygaszanie jest możliwe tylko w obecności ustalonych warunków bezpieczeństwa.

Funkcja wygaszania jest zatem szczególnie przydatna, gdy obszar chroniony kurtyny świetlnej musi być zakłócony przez obrabiany materiał lub przez nieruchomy lub ruchomy element maszyny.

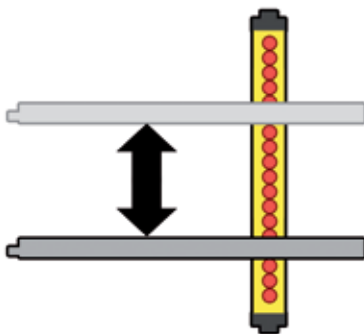
W praktyce możliwe jest utrzymanie wyjść bezpieczeństwa kurtyny świetlnej w stanie włączenia, a maszynę w stanie pracy, nawet jeśli wcześniej określona liczba wiązek w polach ochronnych jest zakłócona.

**Trwałe wygaszanie (Fixed Blanking)** pozwala na zajęcie stałej części pola ochronnego (t.j. stałego zestawu wiązek), podczas gdy wszystkie inne wiązki działają normalnie.

**Ruchome wygaszanie (Floating Blanking)** pozwala obiektowi swobodnie poruszać się w polu ochronnym kurtyny świetlnej, zajmując określoną liczbę wiązek, pod warunkiem, że zajęte wiązki sąsiadują ze sobą i ich liczba nie jest wyższa niż liczba skonfigurowanych wiązek.

**Ruchome wygaszanie z obowiązkową obecnością obiektu (Floating Blanking with compulsory object presence)** powoduje, że kurtyna świetlna działa w odwrotny sposób w obrębie wygaszonej części pola ochronnego. Oznacza to, że wygaszone wiązki muszą być zajęte podczas wygaszania i dlatego obiekt musi znajdować się wewnątrz pola ochronnego, aby kurtyna świetlna pozostała w stanie włączenia. Również w tym przypadku obiekt może poruszać się swobodnie w polu ochrony, jeśli spełnione są powyższe warunki.

Wymagania dotyczące funkcji zaślepienia można znaleźć w Specyfikacji technicznej IEC / TS 62046, opisującej wymagane dodatkowe środki, które uniemożliwią osobom przedostanie się do zagrożenia przez wygaszone obszary strefy wykrywania.



### OSTRZEŻENIE!

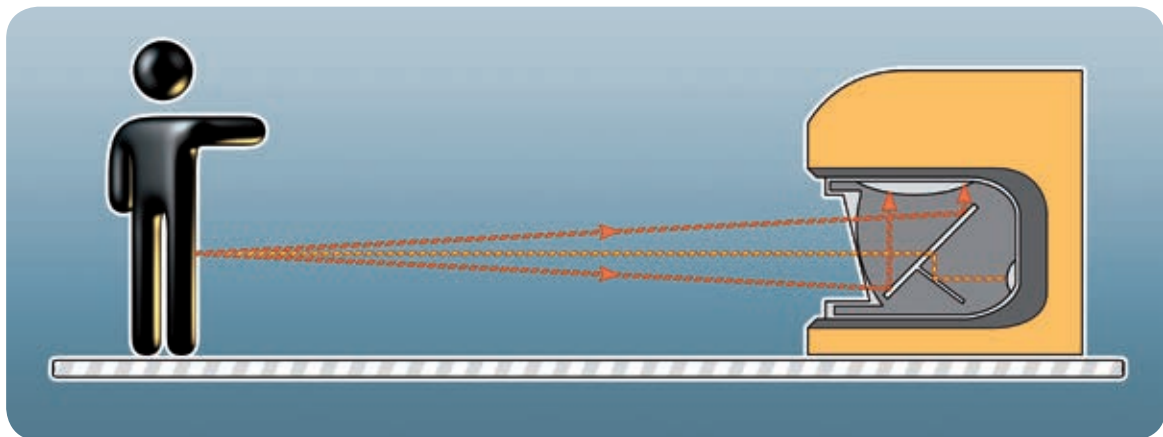
*Zastosowanie funkcji wygaszania może być dozwolone w zależności od właściwości aplikacji, która ma być chroniona. Na podstawie analizy ryzyka aplikacji sprawdź, czy korzystanie z funkcji wygaszania jest dozwolone dla danej aplikacji i w jakim zakresie.*

*Użycie funkcji wygaszania może wymagać ponownego obliczenia odległości bezpieczeństwa ze względu na zmodyfikowaną zdolność wykrywania.*

## Charakterystyczne elementy

Skaner laserowy (Aktywne Optoelektroniczne Urządzenie Ochronne reagujące na Odbicie rozproszone, z ang. Active Opto-electronic Protective Device responsive to Diffuse Reflection - AOPDDRs) mierzy odległość między obiektami, które wpadają w jego pole chronione, za pomocą niewielkiej frakcji energii, która jest ponownie rozpraszana przez te same obiekty w jednej osi z kierunkiem emisji.

AOPDDRs nie potrzebują współpracującego celu dla ich działania, zwłaszcza gdy obszar chroniony jest mobilny, jak ma to miejsce w przypadku pojazdów AGV, lub gdy konieczne jest zmienianie położenia i rozmiaru obszaru chronionego podczas procesu produkcyjnego.



W przypadku [EN 61496-3](#), skanery laserowe muszą być sklasyfikowane zgodnie z czujnikami bezpieczeństwa typu 3 lub niższego.

W przypadku [IEC 61508](#), [IEC 62061](#), [ISO 13849-1](#), muszą być używane do realizacji funkcji bezpieczeństwa do SIL 2 - PL d lub niższej.

Za pomocą laserowego skanera bezpieczeństwa można utworzyć precyzyjne programowalne poziome obszary chronione o zmiennym kształcie (tj. półokrągłe, prostokątne lub segmentowe), odpowiednie do wszystkich zastosowań gdzie nie ma potrzeby stosowania osobnego elementu odbłaskowego lub odbiorczego.

Możliwe jest również użycie skanera laserowego w pozycji pionowej w celu zabezpieczenia dostępu do niebezpiecznego obszaru, w tym przypadku wykrywanie krawędzi obszaru chronionego jest obowiązkowe ([IEC TS 62046](#)).

Każda osoba lub obiekt wchodzący do strefy bezpieczeństwa lub pozostający w niej w trakcie przeglądu powoduje polecenie zatrzymania awaryjnego do układu sterowania chronionej maszyny poprzez samoczynnie monitorowane statyczne wyjścia bezpieczeństwa urządzenia. Tym samym, niebezpieczny ruch maszyny zostanie przerwany.

Jeżeli strefa chroniona jest zajęta, dedykowane półprzewodnikowe wyjście wysyła sygnał do układu sterowania maszyny, który może być użyty do aktywacji sygnału świetlnego lub dźwiękowego, aby zapobiec przedostaniu się operatorów do strefy bezpieczeństwa i w razie konieczności doprowadzić do zatrzymania maszyny. W przypadku pojazdów AGV, sygnał ostrzegawczy może być użyty do spowolnienia pojazdu, tak, aby ewentualne dalsze zerwanie strefy bezpieczeństwa nie zmusiło go do gwałtownego zatrzymania, zmniejszając w ten sposób mechaniczne zużycie AGV.

Profile kontrolowanych obszarów, jak również wszystkie inne konfigurowalne parametry, są programowalne poprzez dedykowane oprogramowanie użytkownika, zainstalowane na laptopie lub komputerze i połączone ze skanerem za pomocą interfejsu szeregowego.

Laserowy skaner jest również w stanie automatycznie wykryć kontrolowany obszar za pomocą funkcji uczenia się.

# CZUJNIKI

## SKANER BEZPIECZEŃSTWA

### Obszary kontrolowane

#### Strefa bezpieczeństwa

Jest to skuteczna strefa ochrony, w której skaner laserowy zapewnia wykrycie jakiegokolwiek przeszkody o minimalnym współczynniku odbicia dla światła podczerwonego o wartości 1,8%. Oznacza to możliwość wykrycia każdej części ludzkiego ciała w jakimkolwiek możliwym ubraniu.

Zajęcie tej strefy powoduje przełączenie dwóch wyjść bezpieczeństwa, które sterują awaryjnym zatrzymaniem maszyny.

Kształt strefy można zaprogramować zgodnie z wymaganiami aplikacji.

#### Strefa ostrzegawcza

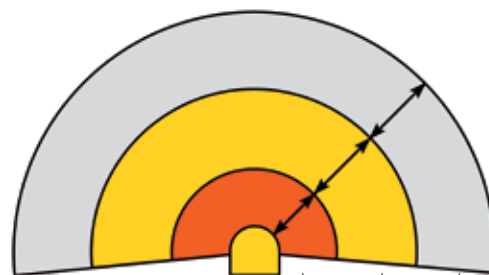
Jest to strefa, w której skaner jest w stanie wykryć obecność przeszkody zbliżającej się do strefy bezpieczeństwa.

Zajęcie tej strefy powoduje przełączenie wyjścia pomocniczego, które może być użyte do aktywacji sygnałów świetlnych lub dźwiękowych lub w celu spowolnienia niebezpiecznego ruchu.

Ta strefa jest zwykle większa niż strefa bezpieczeństwa. W tym przypadku również kształt strefy można zaprogramować zgodnie z wymaganiami aplikacji.

#### Zalety laserowego skanera

- Brak elementów odbierających i odbijających
- Proste programowanie kontrolowanych obszarów o różnych kształtach
- Monitorowanie i ochrona dużych obszarów
- Mocowanie poziome do wykrywania ciała w niebezpiecznym obszarze
- Mocowanie pionowe do wykrywania rąk i ramion lub do wykrywania ciała (kontrola dostępu)
- Stosowne również w przypadku ruchomych pojazdów (AGV)
- Pomiar wielkości, kształtu i położenia obiektu
- Szybka i niezawodna instalacja



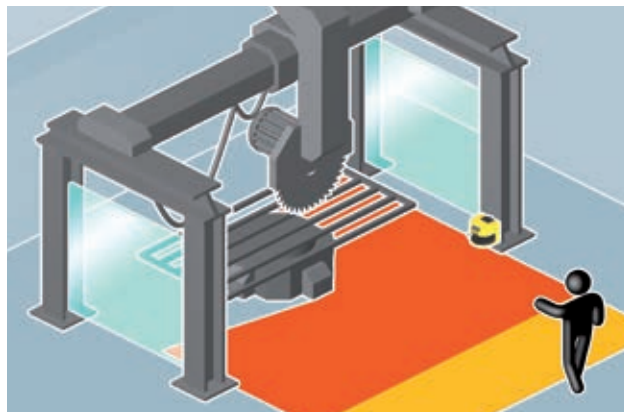
Strefa bezpieczeństwa  
Strefa ostrzegawcza  
Maks. strefa chroniona



## Zastosowania

### Kontrola obszaru

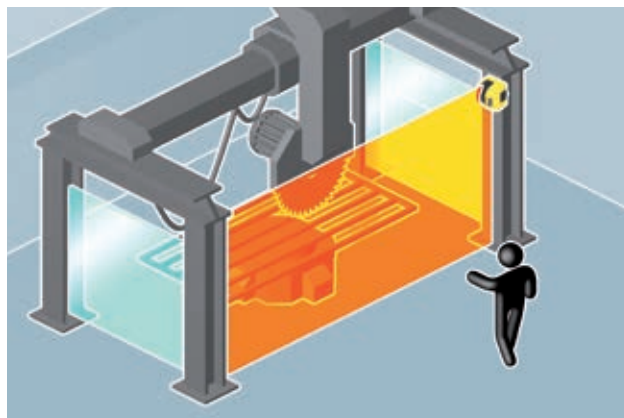
Przykład poziomo zamontowanego pola ochronnego na stałe monitorowanego przez skaner PHARO. W ten sposób większy obszar może być monitorowany poprzez wykrywanie dolnych kończyn ciała.



### Kontrola dostępu

Jeśli płaszczyzna kontrolowana jest zainstalowana w pozycji pionowej, można zabezpieczyć nawet bardzo duży obszar dostępu. Ręce, ramiona lub całe ciało można wykryć, w zależności od wybranej rozdzielczości.

Uwaga: wykrywanie obrysu jest obowiązkowe dla kontroli dostępu w zastosowaniu pionowym.



### Ochrona pojazdów z automatycznym sterowaniem (AGV)

Ogromna wielkość kontrolowanego obszaru umożliwia pojazdowi AGV podróżowanie z wyższymi prędkościami.

Strefa ostrzegawcza pozwala na zmniejszenie prędkości w przypadku obecności przeszkód.

Dane mierzone przez czujnik mogą być wysyłane do pojazdu w interfejsie szeregowym i wykorzystywane jako pomoc w nawigacji.



### Pomiary przestrzenne

Czujnik jest przede wszystkim urządzeniem pomiarowym. Co za tym idzie, dane pomiarowe otaczającego środowiska, które są zawsze dostępne podczas pracy, mogą być również wykorzystywane do pomiaru profilu, pozycji i wymiarów obiektów.

# CZUJNIKI

## CZUJNIKI BEZPIECZEŃSTWA

### Czujniki bezpieczeństwa RFID

Technologia RFID umożliwia indywidualne kodowanie czujników Magnus RFID na trzy różne sposoby, aby zapewnić odpowiednią ochronę przed tamperingiem we wszystkich aplikacjach. Najwyższe konfiguracje umożliwiają sparowanie każdego czujnika z tylko jednym przypisanym elementem wykonawczym.

Zastosowana technologia RFID pozwala na osiągnięcie poziomów bezpieczeństwa do PL e / SIL 3 (EN ISO 13849-1) również przy podłączaniu czujników w szeregu.



### Magnetyczne czujniki bezpieczeństwa

Wyłączniki bezpieczeństwa serii Magnus można podłączyć do konfigurowalnego sterownika bezpieczeństwa MOSAIC (PL e) lub do dedykowanego sterownika bezpieczeństwa MG d1 (PL d).

Wyłączniki MG podłączone do sterownika bezpieczeństwa MOSAIC tworzą certyfikowany system bezpieczeństwa PL e.



### Wyłącznik bezpieczeństwa z blokadą

Safelock jest wyłącznikiem bezpieczeństwa wykorzystywanym do ochrony personelu podczas otwierania drzwi prowadzących do niebezpiecznych obszarów. Działa poprzez monitorowanie i przerywanie obwodu bezpieczeństwa podczas niebezpiecznych scenariuszy.

Solenoid blokuje i odblokowuje dostęp do niebezpiecznego obszaru, gwarantując bezpieczeństwo do momentu ustania zagrożenia. Dwa dostępne modele:

- Mechanizm zatrzymujący uruchamiany przez sprężynę i odblokowywany przez podanie napięcia. Blokowanie ostony poprzez sprężynę, zwolnienie poprzez podanie napięcia na cewkę wyłącznika blokującego ostony.
- Mechanizm zatrzymujący uruchamiany przez podanie napięcia i odblokowywany przez sprężynę. Blokowanie ostony następuje poprzez podanie napięcia na cewkę zaś zwolnienie poprzez siłę sprężyny.



3 różne funkcje bezpieczeństwa zgodnie z normą EN ISO 13489-1

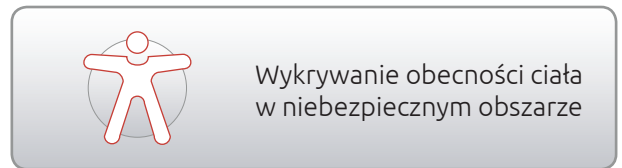
Kategoria / Poziom	Urządzenie bezpieczeństwa
Kat. 1 / PL c	1 Safelock + 1 przekaźnik bezpieczeństwa AD SRE3C lub 1 wejście sterownika bezpieczeństwa MOSAIC
	1 Safelock + 1 przekaźnik bezpieczeństwa AD SRE3C lub 2 wejścia sterownika bezpieczeństwa MOSAIC + wykluczenie błędów zgodnie z normą (EN ISO 13849-2)
Kat. 3 / PL d	1 Safelock + 2 Magnus RFID+ przekaźnik bezpieczeństwa AD SR1 lub 2 wejścia sterownika bezpieczeństwa MOSAIC
	2 Safelock + 1 przekaźnik bezpieczeństwa AD SRE3C lub 2 wejścia sterownika bezpieczeństwa MOSAIC
Kat. 4 / PL e	2 Safelock + 2 przekaźniki bezpieczeństwa AD SRE4C lub 4 wejścia sterownika bezpieczeństwa MOSAIC



## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU



Detekcja palców



Wykrywanie obecności ciała  
w niebezpiecznym obszarze



Wykrywanie dłoni



Wykrywanie ciała w kontroli  
dostępu

W niniejszym dokumencie dla każdej z wyżej wymienionych aplikacji są przedstawiane odpowiednie rozwiązania realizowane za pomocą urządzeń ReeR.

W zależności od funkcji, które mają być wykonywane przez system bezpieczeństwa, wymaganej rozdzielczości lub maksymalnej odległości skanowania, możliwe jest wybranie spośród różnych rodzin urządzeń zabezpieczających ReeR odpowiedniego narzędzia do zabezpieczania niebezpiecznych maszyn.

## SŁOWNIK TERMINÓW

*Start/Restart blokady:* Funkcja blokady (wymagany ręczny restart) przy starcie lub uruchomieniu maszyny.

*EDM:* Monitoring urządzeń zewnętrznych (External Device Monitoring): kontroluje przełączanie styczników zewnętrznych poprzez wejście sprzężenia zwrotnego.

*Master, Slave:* Dwie lub trzy kurtyny świetlne można podłączyć kaskadowo; wszystkie wyjścia są zarządzane tylko przez jedno urządzenie (Master).

*Blanking:* Kurtynę świetlną można zaprogramować tak, aby ignorowała pojedynczy obiekt o określonych wymiarach, który może być również większy niż rozdzielczość (patrz strona 52).

*Muting:* Funkcja ochronna kurtyny świetlnej może zostać zahamowana w pewnych warunkach bezpieczeństwa (patrz strona 48).

*I Models:* Modele z połączeniami dla zewnętrznych czujników mutingu.

*L, T Models:* Modele z wbudowanymi czujnikami mutingu we wstępnie zmontowanych zestawach tylko do wydawania palet (L) lub do ich wprowadzania/wydawania (T).

# CZUJNIKI

## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU



	EOS 4 A	EOS 4 X	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK
Czujnik	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna
Poziom bezpieczeństwa	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e
Rozdzielczość (mm)	14	14	14	14	14
Wysokość obszaru chronionego (mm)	160 ...1960	160 ...1960	160 ...1810	160 ...1810	160 ...1810
Max. zasięg (m)	6	6	5	5	5
Start/Restart blokady	-	tak	-	tak	-
EDM	-	tak	-	tak	-
Blanking	-	-	-	-	tak, floating
Wersje Master/Slave	-	tak (1/2 slave)	-	tak (1 slave)	tak, master



	EOS 4 A	EOS 4 X	SAFEGATE SM – SMO	SAFEGATE SMPO	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK	JANUS M
Czujnik	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna
Poziom bezpieczeństwa	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e
Rozdzielczość (mm)	20, 30, 40	20, 30, 40	30, 40	30, 40	20, 30, 40	20, 30, 40	20, 40	30, 40
Wysokość obszaru chronionego (mm)	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 2260	310 ... 2260	160 ... 2260**	160 ... 2260**	160 ... 2260**	310 ... 1810
Max. zasięg (m)	12 lub 20	12 lub 20	4 lub 12	4 lub 12	18	18	18	16 lub 60
Start/Restart blokady	-	tak	tak	tak	-	tak	-	tak
EDM	-	tak	tak	tak	-	tak	-	tak
Blanking	-	-	-	-	-	-	tak, floating	-
Muting	-	-	tak	tak	-	-	-	tak
Master, Slave	-	tak (1/2 slave)	-	-	-	tak (1 slave)	tak master	-
Zintegrowana lampa mutingu	-	-	SMO model	tak	-	-	-	-
Programowalne	-	-	-	tak	-	-	-	-
Wersja TRX z elementem pasywnym	-	-	tak	tak	-	-	-	tak
Daleki zasięg	-	-	-	-	-	-	-	tak (do 60 m)



\*\*Na życzenie dostępne są kurtyny bezpieczeństwa serii ADMIRAL (modele AX, AD i AX BK) z wysokością chronioną do 2260 mm. Rozdzielczość (30 mm, 40 mm, 50 mm i 90 mm).

Nowe chronione wysokości to: 1960 mm, 2110 mm i 2260 mm.

Modele Master i Slave nie są dostępne dla tych nowych wysokości.

\* Modele VISION VXL i VISION MXL z rozdzielczością 30 mm posiadają maksymalną kontrolowaną wysokość 1210 mm.

## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU



JANUS J	LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX	VISION VXL	VISION MXL
Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna
Type 4 SIL 3 – PL e	Type 3 SIL 2 – PL d	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c
40	30,40(do wyboru)	30, 40	30, 40	20, 30, 40	20, 30, 40	30, 40	30, 40
610 ... 1210	--	160 ... 2260	160 ... 2260	160 ... 1810	160 ... 1810	160 ... 1810*	160 ... 1810*
16 or 60	2,6 (radius)	12	12	16	18	8	8
tak	tak	-	tak	-	tak	tak	tak
tak	tak	-	tak	-	tak	tak	tak
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	tak
-	-	-	tak (1/2 slave)	-	tak (1 slave)	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
tak	-	-	-	-	-	-	-
tak (do 60 m)	-	-	-	-	-	-	-

## CZUJNIKI

## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU



	EOS 4 A	EOS 4 X	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	ADMIRAL AX BK	JANUS M	JANUS J
Czujnik	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna
Poziom bezpieczeństwa	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e
Rozdzielczość (mm)	50, 90	50, 90	50, 90	50, 90	40,90	40, 90	40
Wysokość obszaru chronionego (mm)	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 2250**	310 ... 2250**	310 ... 2250**	310 ... 1810	610 ... 1210
Max. zasięg (m)	12 lub 20	12 lub 20	18	18	18	16 lub 60	16 lub 60
Start/Restart blokady	-	tak	-	tak	-	tak	tak
EDM	-	tak	-	tak	-	tak	tak
Blanking	-	-	-	-	tak, floating	-	-
Muting	-	-	-	-	-	tak	-
Master, Slave	-	tak (1/2 slave)	-	tak (1 slave)	tak (master)	-	-
Daleki zasięg	-	-	-	-	-	tak (do 60 m)	tak (do 60 m)



	EOS 4 A	EOS 4 X	SAFEGATE SM - SMO	SAFEGATE SMPO	ADMIRAL AD	ADMIRAL AX	JANUS M	JANUS J
Czujnik	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna	Kurtyna światlna
Poziom bezpieczeństwa	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SILCL3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e	Type 4 SIL 3 – PL e
Liczba wiązek	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4
Rozdzielczość (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-
Wysokość obszaru chronionego (mm)	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910
Max. zasięg (m)	12 lub 20	12 lub 20	4 lub 12	4 lub 12	18	18 lub 60	16 lub 60	16 lub 60
Start/Restart blokady	-	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak
EDM	-	tak	tak	tak	-	tak	tak	tak
Muting	-	-	tak	tak	-	-	tak, I, L i T models	-
Master/Slave	-	tak (1/2 slave)	-	-	-	tak	-	-
Zintegrowana lampa mutingu	-	-	SMO Model	tak	-	-	-	-
Programowalne	-	-	-	tak	-	-	-	-
Wersja TRX ver- sions z elementem pasywnym	-	-	tak	tak	-	-	tak	tak
Daleki zasięg	-	-	-	-	-	tak (do 80 m)	tak (do 60 m)	tak (dp 80 m)

## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU

LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX
Skaner laserowy	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna
Type 3 SIL 2 – PL d	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c
50, 70 (do wyboru)	50, 90	50, 90	50, 90	50, 90
-	160 ... 2260	160 ... 2260	310 ... 1810	310 ... 1810
4 (radius)	12	12	16	18
tak	-	tak	-	tak
tak	-	tak	-	tak
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	tak (1/2 slave)	-	tak (1 slave)
-	-	-	-	-

LASER SCANNER PHARO	EOS 2 A	EOS 2 X	VISION V	VISION VX	VISION VXL	VISION MXL	ILION	ULISSE
Skaner laserowy	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Kurtyna świetlna	Pojedyncza wiązka	Pojedyncza wiązka
Type 3 SIL 2 – PL d	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SIL 1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c	Type 2 SILCL1 – PL c
-	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	2, 3, 4	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	510 ... 910	-	-
4 (radius))	12	12	16	18 lub 60	8	8	8 lub 20	6
tak	-	tak	-	tak	tak	tak	tak (z AU SX lub AU SXM)	tak (z AU SX lub AU SXM)
tak	-	tak	-	tak	tak	tak	tak (z AU SX lub AU SXM)	tak (z AU SX lub AU SXM)
-	-	-	-	-	-	tak	tak (z AU SXM)	tak (z AU SXM)
-	-	tak (1/2 slave)	-	tak (1 slave)	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	tak (do 60 m)	-	-	-	-

# CZUJNIKI

## WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE WYBORU

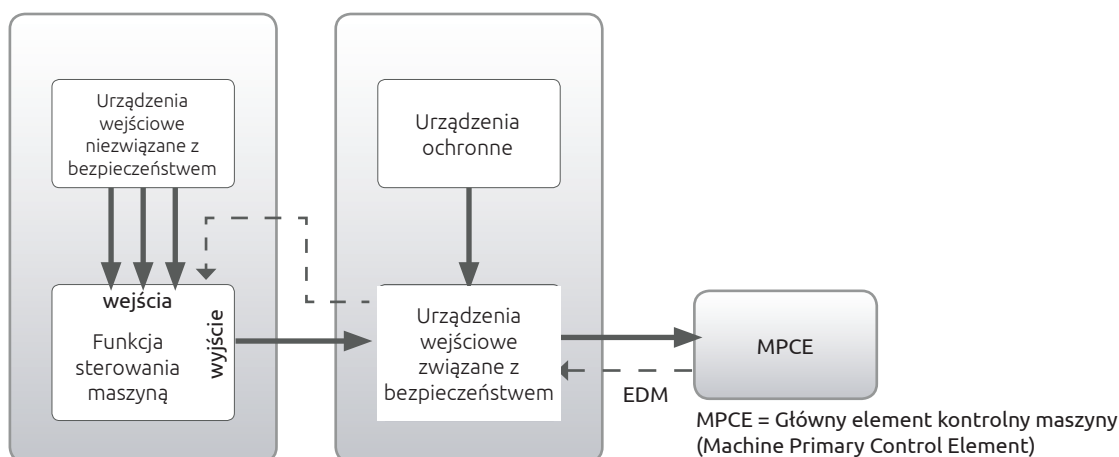
Ponieważ ESPE zostanie zintegrowane z systemem kontroli bezpieczeństwa pracy maszyny, wybór jego poziomu bezpieczeństwa będzie zależał od wyniku analizy ryzyka, a co za tym idzie, od parametrów takich jak PL, SIL lub kategorii wynikającej z powiązanej funkcji bezpieczeństwa.

Normy produktowe (typ C) zwykle zalecają najbardziej odpowiedni typ ESPE dla każdej funkcji bezpieczeństwa. Jeśli normy typu C nie są dostępne, należy zastosować zalecenia ISO 13849-1 i IEC 62061. Należy również wziąć pod uwagę, że ogólna integralność bezpieczeństwa połączenia szeregowego: wejście - jednostka sterująca - elementy aktywacyjne, jest równa lub niższa od tego z najbliższego urządzenia.

### Zasady prawidłowego połączenia urządzeń zabezpieczających z układem sterowania maszyny

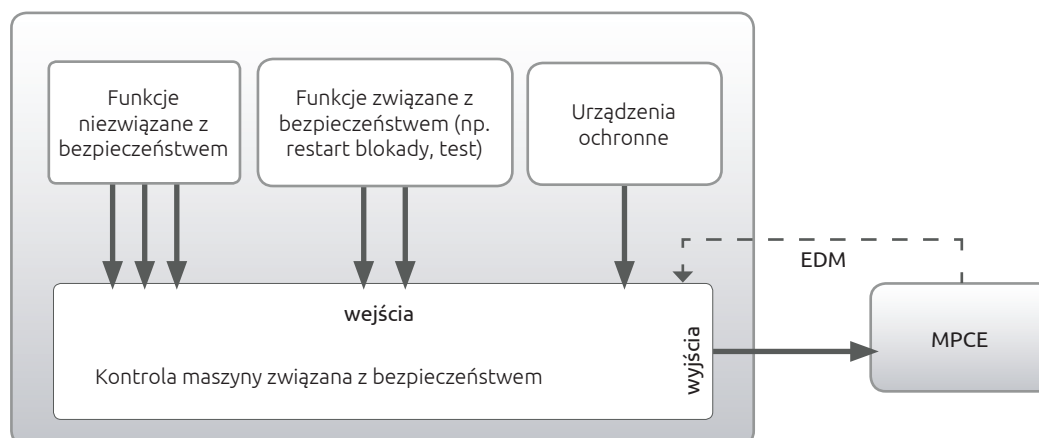
Połączenia między wyjściami bezpieczeństwa ESPE (OSSD) a głównymi elementami sterującymi maszyny, jak również pozycjonowanie i wybór przycisków resetowania, nie mogą zmniejszać ani eliminować poziomu integralności bezpieczeństwa przypisanego do układu sterowania maszyną związanego z bezpieczeństwem.

Rysunek poniżej przedstawia najczęstszy przykład, tj. gdy system sterowania i monitorowania maszyny (na przykład PLC) nie ma funkcji związanej z bezpieczeństwem. W takim przypadku system kontroli bezpieczeństwa monitorujący podłączone do niego urządzenia ochronne musi działać autonomicznie i musi być wdrożony między układem sterowania maszyną a głównymi elementami sterującymi maszyny.



Rys. 21. System sterowania i monitorowania maszyny (na przykład PLC) nie ma funkcji związanej z bezpieczeństwem

Jeżeli maszyna jest wyposażona w zintegrowany system sterowania i kontroli bezpieczeństwa (PLC związany z bezpieczeństwem), patrz rysunek 15, funkcje operacyjne maszyny i funkcje związane z bezpieczeństwem powinny być zarządzane przez scentralizowany system związany z bezpieczeństwem.



Rys. 22. Zintegrowany system kontroli i zarządzania bezpieczeństwem (PLC związany z bezpieczeństwem)



## Umieszczenie kurtyn świetlnych kontroli dostępu w instalacji paletyzującej

To standardowe studium przypadku próbuje odpowiedzieć na te dwa pytania:

- Na jakiej wysokości, w porównaniu z płaszczyzną odniesienia, musi być umiejscowiona najniższa wiązka kurtyny świetlnej?
- Jakie jest kryterium wyboru do określenia liczby wiązek kurtyn świetlnych?

Poniżej znajdują się trzy przykłady paletyzatorów, w których umieszczone są kurtyny bezpieczeństwa:

- Przykład 1  
na podłodze,



- Przykład 2  
na przenośniku umieszczonym blisko ziemi,



- Przykład 3  
na przenośniku w przypadku przenośnika podwyższonego, jeżeli jego powierzchnia jest płaska, a ponadto łatwo dostępna schodami.

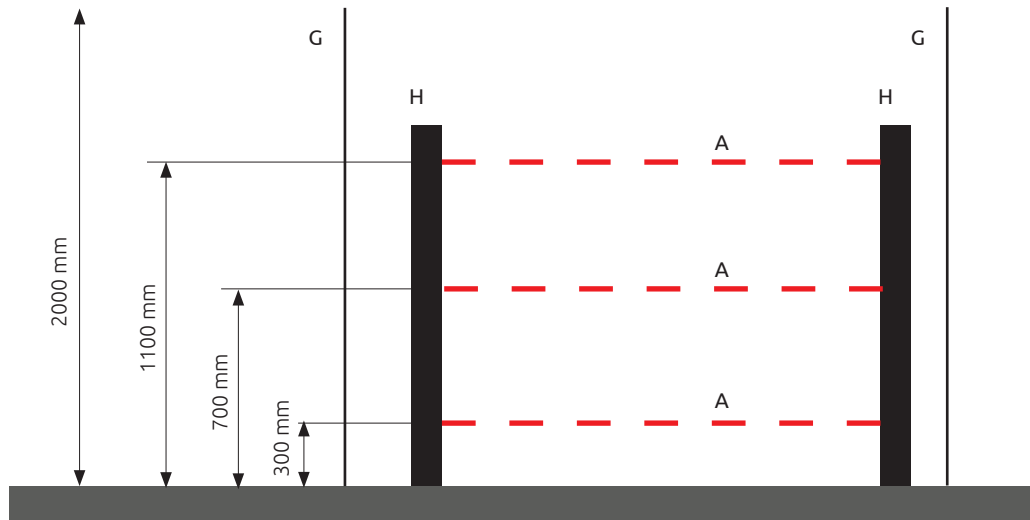




Dla każdego z tych warunków norma EN 415-19 określa:

1. Jak wysoko musi być ustawiona pierwsza wiązka kurtyny świetlnej
2. Liczbę wiązek tej samej kurtyny świetlnej.

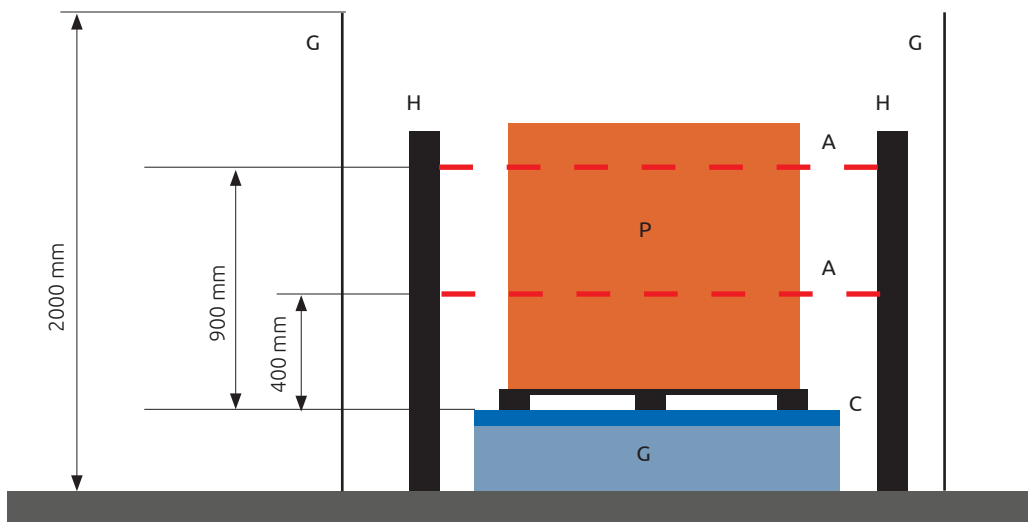
Gdy wejście posiada podłogę lub łatwo dostępną platformę, jak na poniższym przykładzie, AOPD muszą mieć co najmniej 3 wiązki ustawione w odległości 300 mm, 700 mm i 1100 mm od płaszczyzny dostępu.



A. AOPD z 3 wiązkami  
G. Stała osłona  
H. Kurtyna AOPD

Rys. 23. Pozycjonowanie AOPD - Ogólne

Gdy wejście do przenośnika znajdują się na nim, AOPD muszą mieć co najmniej 2 wiązki ustawione w odległości 400 mm i 900 mm od płaszczyzny przenośnika.



A. AOPD z 2 wiązkami  
C. Płaszczyzna przenośnika  
G. Stała osłona  
H. Kolumna AOPD  
P. Paleta

Rys. 24. Pozycjonowanie AOPD - Powyżej przenośnika rolkowego

# PODGLĄD

Odległość bezpieczeństwa musi być obliczona za pomocą następującego wzoru:

$$S = 1600 \times T + 850 \text{ (see ISO 13855: 2010)}$$

Jeśli możliwe jest dotarcie do niebezpiecznego punktu poprzez pochylenie się nad krawędzią górnej belki, należy zastosować następującą formułę

$$S = 1600 \times T + C_{ro}$$

gdzie  $C_{ro}$  pochodzi z Tabeli 1 normy ISO 13855: 2010

lub wybrać ESPE z większą liczbą wiązek.

## Używanie mechanicznych przeszkód

Aby uniemożliwić przechodzenie człowieka poniżej dolnej belki i dotarcie do niebezpiecznego obszaru bez przechwycenia przez AOPD, można zastosować mechaniczne przeszkody.



## Przemysłowe procesy termiczne

Kontrola wszystkich zastosowań, w których stosowane są palniki lub, ogólnie, w przemysłowych procesach termicznych. Przykład: piece, suszarki do ceramiki lub zbóż, obwoluty i linie do pakowania w folię termokurczliwą itp.

Najczęstsze pytania dotyczące tego rodzaju aplikacji są następujące:

- Monitorowanie płomienia, zgodnie z normą ISO 13849-1, musi osiągnąć poziom bezpieczeństwa PL e.
- Kontrola ciśnienia gazu i oleju opałowego (PL d).
- Monitorowanie obecności gazu w rurach po oczyszczeniu (PL d).
- Sterowanie wyłączaniem wentylacji spalinowej (PL d).



W odniesieniu do tego typu zastosowań należy podkreślić kluczowy czynnik: nie należy mylić pojęć i trzeba rozróżniać faktyczny "palnik" od instalacji lub procesu termicznego, w którym używany jest palnik.

Palniki muszą spełniać określone normy, wymagające analogowych funkcji odczytu mieszaniny gaz-powietrze i wielu innych powiązanych funkcji logicznych.

Zamiast tego, norma EN 746-2 reguluje zastosowania palnika, określając wymagany poziom bezpieczeństwa i obowiązujące przepisy.

### Czujniki wymagane przez normę EN 746-2

- Monitorowanie wygaszenia płomienia: czujniki obecności płomienia są zwykle używane (często optyczne, nie związane z bezpieczeństwem) zamiast wymaganych detektorów płomienia typu SIL3 lub 2x typu SIL2. Częściej stosowane są certyfikowane zintegrowane systemy monitorowania palników (BMS - Burner Monitoring Systems), w tym kontrola płomienia. Jako sygnał wejściowy można wykorzystać sygnał cyfrowy typu SIL3 lub 2x SIL2 generowany przez BMS.
- Monitorowanie ciśnienia gazu: wyłączniki ciśnieniowe (typ SIL2, SIL3 niedostępne).
- Kontrola temperatury płomienia pilotowego: czujniki temperatury (SIL3).
- Sterowanie przedmuchiwaniami rur gazowych: detektor gazu (SIL3 lub SIL2).
- Monitorowanie wentylatorów: czujniki przepływu (SIL2).
- Monitorowanie stosunku powietrze / paliwo: wyłączniki ciśnieniowe (SIL2).



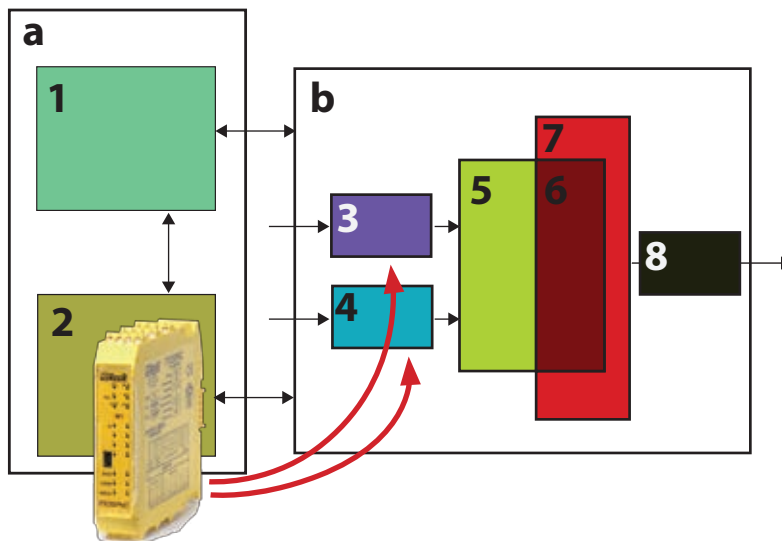
# PODGLĄD

Przedstawiony poniżej schemat blokowy wskazuje zależności między składowymi systemami.

Schemat wyraźnie pokazuje, gdzie może działać programowalny sterownik bezpieczeństwa MOSAIC. W oparciu o dane wejściowe otrzymywane z czujników i systemów bezpieczeństwa, wyjście OSSD MOSAIC działa na dysze do spalania paliwa i powietrza, kontrolując i regulując proces spalania.

Kontrola procesu (a)

1. Układ sterowania i oprzyrządowania / Poziom kontroli operatora
  - Poziom kontroli procesu
  - Poziom kontroli (lokalny)
  - Kontrola (non-fail-safe)
  - Strojenie i regulacje
  - Monitoring
2. Systemy ochronne
  - E-stop
  - Blokada bezpieczeństwa
  - Monitorowanie przedmuchu i rur
  - Kontrola szczelności
  - Automatyczna jednostka sterująca palnikiem
  - Oczyszczanie z gazu spalinowego
  - Stosunek powietrze / paliwo
  - Zakres temperatur



System spalania (b)


3. Zasilanie paliwem (gazem)
4. Dopływ powietrza do spalania
5. System palnika i urządzenie zapłonowe
6. Komora spalania
7. Komora przetwarzania
8. Instalacja spalinowa

Rys. 25. Schemat blokowy przedstawiający urządzenia do przemysłowego procesu termicznego

## Norma

Tego typu systemy są regulowane przez normę europejską EN 746-2 - "Urządzenia przemysłowe do procesów cieplnych - Wymagania dotyczące bezpieczeństwa systemów spalania i układów paliwowych", maj 2010.

Norma typu C jest częścią 8 norm stanowiących normę bezpieczeństwa EN 746 "Urządzenia przemysłowe do procesów cieplnych".

 Norma EN 746-2 zakłada, że urządzenia nie tworzą potencjalnie wybuchowej atmosfery i są lokalizowane w miejscu o normalnej wentylacji.

EN 746-2 określa wymagania dla systemów ochronnych i bezpieczeństwa tych urządzeń:

- System ochrony i bezpieczeństwa to grupa urządzeń, jednostek sterujących i obwodów bezpieczeństwa, których głównym celem jest ochrona personelu, zakładu i środowiska.
- System ochronny i bezpieczeństwa obejmuje wszystkie elementy niezbędne do wykonania funkcji bezpieczeństwa:
  - Czujniki do monitorowania parametrów związanych z bezpieczeństwem (np. Temperatura płomienia, ciśnienie powietrza itp.)
  - Urządzenia blokujące spalanie gazów i dopływ powietrza (zawory)
  - Sterowanie wentylacją komory spalania i urządzenia zabezpieczające palnik (np. Monitorowanie poziomu temperatury).

System ochrony i bezpieczeństwa składa się zazwyczaj z czujników, logiki sterującej, urządzeń wykonawczych i wielokanałowego systemu umożliwiającego komunikację między wszystkimi elementami. Wymagany nadzór bezpieczeństwa całego systemu może być wykonany przez moduły MOSAIC.

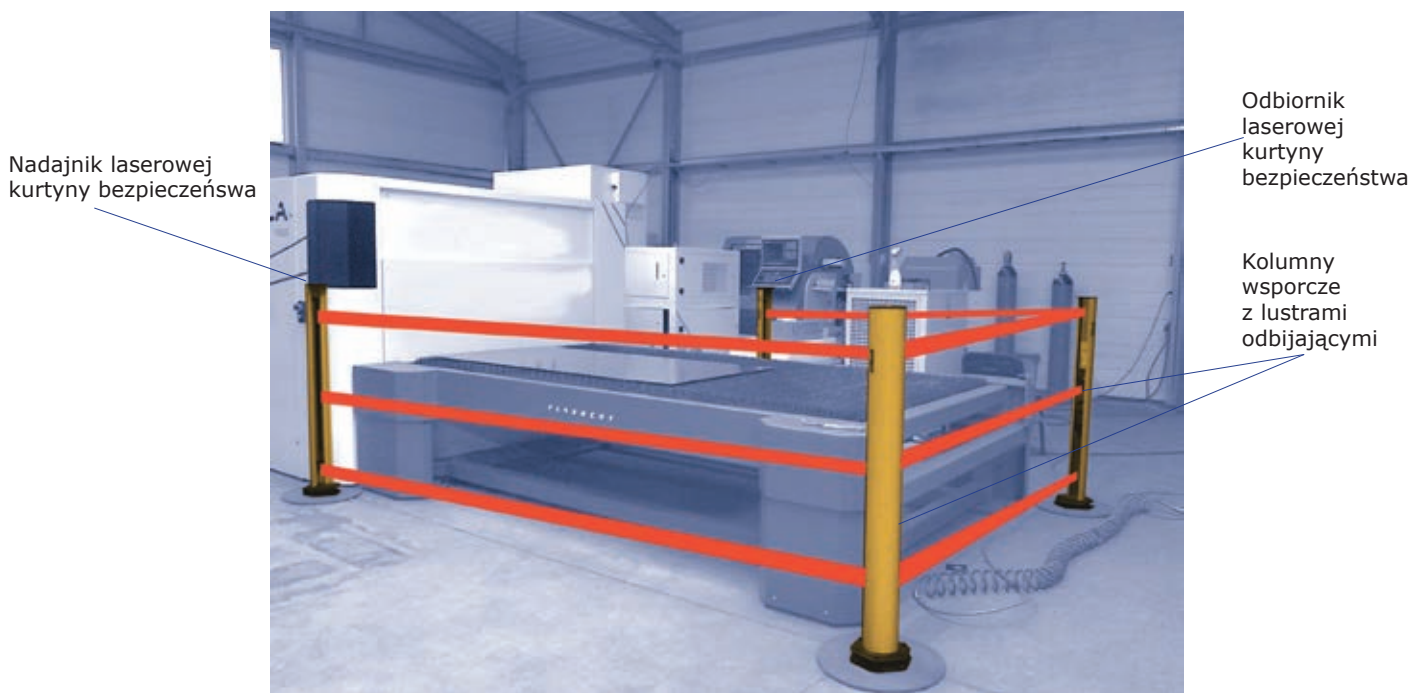
Norma określa również warunki, które powinien spełniać system zabezpieczający, wskazując 4 możliwe sytuacje przedstawione w poniższej tabeli:

Warunek	Urządzenie	Standard
System przewodowy, w którym wszystkie elementy są zgodne z odpowiednimi normami produktów określonymi w punktach 5.2 do 5.6	Automatyczne systemy sterowania palnikiem	EN 298
	Systemy testowania zaworów	EN 1643
	Urządzenia pomiaru ciśnienia	EN 1854
	Automatyczne zawory odcinające	EN 161
	Czujnik proporcji gazu/powietrza	EN 12067-2
System przewodowy z kombinacją: - Elementów zgodnych z odpowiednimi normami produktowymi określonymi w punktach 5.2 to 5.6 - Elementów spełniających zdefiniowany poziom SIL / PL zgodnie z EN 62061 i EN ISO 13849-1	Automatyczne systemy sterowania palnikiem	EN 298
	Systemy testowania zaworów	EN 1643
	Urządzenia pomiaru ciśnienia	EN 1854
	Automatyczne zawory odcinające	EN 161
	Czujnik proporcji gazu/powietrza	EN 12067-2
System oparty na PLC z kombinacją: - Elementów zgodnych z odpowiednimi normami produktowymi określonymi w punktach 5.2 do 5.6 - Elementów spełniających zdefiniowany poziom SIL / PL zgodnie z EN 62061 i EN ISO 13849-1	Funkcje zabezpieczające (np. kontrola ciśnienia gazu) wykonywane przez elementy, dla których nie istnieją odpowiednie normy produktowe muszą spełniać co najmniej: poziomy SIL 2 / PLd	IEC 62061 (SIL) EN ISO 13849 (PL)
	Funkcje, które doprowadzą do natychmiastowego zagrożenia w przypadku awarii (np. Urządzenie wykrywające płomień), wykonywane przez komponenty, dla których nie istnieją odpowiednie normy produktowe, muszą spełniać co najmniej: poziom SIL 3 / PLe	
	Automatyczne systemy sterowania palnikiem	EN 298
	Systemy testowania zaworów	EN 1543
	Urządzenia pomiaru ciśnienia	EN 1854
System oparty na PLC, w którym wszystkie komponenty są zgodne ze zdefiniowanym SIL 3 / PL e oraz z określonym SIL 3 / PL e dla elementów konstrukcyjnych i oprogramowania.	Automatyczne zawory odcinające	EN 161
	Czujnik proporcji gazu/powietrza	EN 12067-2
	Funkcje zabezpieczające (np. kontrola ciśnienia gazu) wykonywane przez elementy, dla których nie istnieją odpowiednie normy produktowe muszą spełniać co najmniej: poziomy SIL 2 / PLd	IEC 62061 (SIL) EN ISO 13849 (PL)
	Funkcje, które doprowadzą do natychmiastowego zagrożenia w przypadku awarii (np. Urządzenie wykrywające płomień), wykonywane przez komponenty, dla których nie istnieją odpowiednie normy produktowe, muszą spełniać co najmniej: poziom SIL 3 / PLe	
	Oprogramowanie funkcji bezpieczeństwa powinno być osobne od tego dla innych funkcji (np. funkcji kontrolnych) oraz powinno być zaprojektowane zgodnie z wymaganiami EN ISO 13849 i EN 62061	
PLC używany do funkcji bezpieczeństwa musi być zgodny z EN ISO 13849-1 i EN 62061.		
	W tym przypadku ogólnie stosuje się EN ISO 13849-1 i EN 62061	IEC 62061 (SIL) EN ISO 13849 (PL)

## Ochrona obwodowa

Łączone zastosowanie kurtyn bezpieczeństwa i lusterek odbijających.

W przypadku zabezpieczeń obwodowych do 4 stron, kolumny wsporcze z lustrami odbijającymi mogą być używane w połączeniu z kurtynami świetlnymi bezpieczeństwa. Przykład zastosowania przedstawiono na poniższym rysunku.



Rys. 26. Ochrona obwodowa maszyny do cięcia laserowego

Kolumny z lustrami odbijającymi oferowane przez ReeR:

Modele	FMC-S2	FMC-SB2	FMC-S3	FMC-SB3	FMC-S4	FMC-SB4	FMC-S1700	FMC-S2000
Kod produktu	1200620	1200645	1200621	1200646	1200622	1200647	1200625	1200623
Opis	Pojedyncze lustro dla kolumn 2-wiązkowych	Dwa lustra dla kolumn 2-wiązkowych	Pojedyncze lustro dla kolumn 3-wiązkowych	Trzy lustra dla kolumn 2-wiązkowych	Pojedyncze lustro dla kolumn 4-wiązkowych	Cztery lustra dla kolumn 4-wiązkowych	Wysokość obszaru chronionego do 1360 mm	Wysokość obszaru chronionego do 1660 mm
Wysokość całkowita z bazą (mm)	1055		1255		1385		1725	2025

Lusterka odchylne SP umożliwiają tworzenie obwodowej ochrony obszarów z punktem dostępowym z wielu stron z dużymi odległościami między elementami zabezpieczającymi.

Zwykle kurtyny świetlne stosowane w tego typu zastosowaniach to te z 2, 3 i 4 wiązkami, które wykrywają obecność ciała w obszarze niebezpiecznym. Można jednak zastosować kurtyny świetlne o różnych rozdzielczościach. W takim przypadku nie należy stosować środków wymienionych w tabeli na następnej stronie. Do tych zastosowań konieczna jest ocena odstępów bezpieczeństwa w zależności od rodzaju instalacji.

Układ kurtyn bezpieczeństwa i kolumn z lustrami odbijającymi wyraźnie zależy od rodzaju systemu ochrony oraz jego specyficznych wymagań, które zamierzamy stworzyć.

Istnieją trzy czynniki, które należy uwzględnić przy obliczaniu odległości między barierami ochronnymi a kolumnami z lustrami odbijającymi::

- Rozbieżność między wiązkami - Należy wziąć pod uwagę, że wiązki emitowane z emitera kurtyny świetlnej wykazują pewien stopień rozbieżności, więc nigdy nie są idealnie równoległe.
- Wszelkie problemy z płaskością lustra - ten czynnik, podobnie jak poprzedni, zwiększa swoje znaczenie wraz ze wzrostem odległości.
- Współczynnik pochłaniania luster - Dla każdego zastosowanego lustra konieczne jest uwzględnienie zmniejszenia mocy wiązki optycznej emitowanej z emitera kurtyny świetlnej. Zobacz poniższy schemat:
  - FMC (S2 - S3 - S4) - 15% dla kurtyn o zasięgu do 20 m  
- 20% dla kurtyn o zasięgu większym niż 20 m.
  - FMC (SB2 - SB3 - SB4) - 10% dla kurtyn o zasięgu do 20 m  
- 15% dla kurtyn o zasięgu większym niż 20 m.

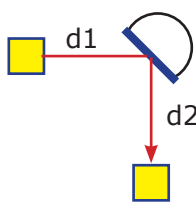
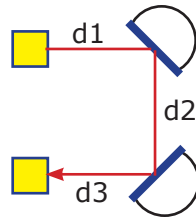
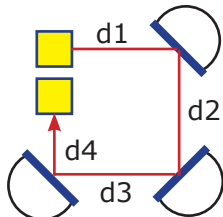
Redukcja ta wynika ze specyfiki lustra i uwzględnia brud i kurz, który się na nim osadza, szczególnie w środowiskach przemysłowych. Zmniejsza to zasięg luster i kurtyn świetlnych.

Te trzy czynniki determinują wybór modelu barier i minimalnych odległości dla pozycjonowania elementów systemu ochronnego.

Poniższa tabela ma na celu zapewnienie pomocy w:

- Wyborze rodzaju kolumn i kurtyn świetlnych
- Określeniu maksymalnej odległości dozwolonej dla prawidłowego umieszczenia urządzeń, biorąc pod uwagę wymienione powyżej czynniki i maksymalny zasięg zastosowanej kurtyny świetlnej.

## TYP INSTALACJI

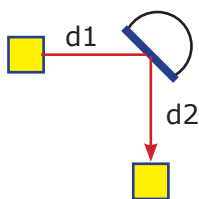
Typ kolumny z lustrem odbijającym	Model kurtyny świetlnej	Zasięg kurtyny świetlnej	TYP INSTALACJI		
			Maks. dystans	Maks. dystans	Maks. dystans
FMC S2 FMC S3 FMC S4	EOS SAFEGATE	4 - 12 m			
	EOS H	10 - 20 m	$(d1+d2) < 10 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 8,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 6,5 \text{ m}$
	ADMIRAL	6 - 18 m	$(d1+d2) < 17 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 13 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 12 \text{ m}$
	VISION	6 - 16 m	$(d1+d2) < 15 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 13 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 11 \text{ m}$
	JANUS LR	30 - 60 m	$(d1+d2) < 13,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 11,5 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 9,5 \text{ m}$
	ADMIRAL LR	22 - 60 m	$(d1+d2) < 48 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 38 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 30 \text{ m}$
	VISION LR	22 - 60 m	$(d1+d2) < 64 \text{ m}$	$(d1+d2+d3) < 51 \text{ m}$	$(d1+d2+d3+d4) < 41 \text{ m}$
	JANUS LR ILP	40 - 80 m			

## TYP INSTALACJI

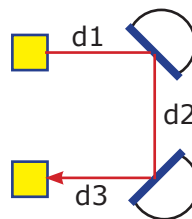
Typ kolumny z lustrem odbijającym

Model kurtyny świetlnej

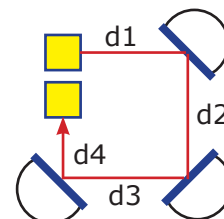
Zasięg kurtyny świetlnej



Maks. dystans



Maks. dystans



Maks. dystans

FMC SB2  
FMC SB3  
FMC SB4EOS  
SAFEGATE

4 - 12 m

 $(d1+d2) < 11 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 10 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 9 \text{ m}$ 

EOS H

10 - 20 m

 $(d1+d2) < 18 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 16 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 14,5 \text{ m}$ 

ADMIRAL

6 - 18 m

 $(d1+d2) < 16 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 14,5 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 13 \text{ m}$ 

VISION

6 - 16 m

 $(d1+d2) < 14,5 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 13 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 11,5 \text{ m}$ 

JANUS LR

30 - 60 m

ADMIRAL LR

22 - 60 m

 $(d1+d2) < 51 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 43 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 36,5 \text{ m}$ 

VISION LR

22 - 60 m

JANUS LR ILP

40 - 80 m

 $(d1+d2) < 68 \text{ m}$  $(d1+d2+d3) < 58 \text{ m}$  $(d1+d2+d3+d4) < 49 \text{ m}$ 

Dla małych odległości wystarczy kolumna z pojedynczym lustrem; na dłuższych dystansach, które wzmacniają wszystkie wymienione powyżej czynniki, wymagane są wielokrotne lustra, które pozwalają na uzyskanie rozbieżności równoległości wiązek.













## W ReeR zawsze stawiamy naszych klientów na pierwszym miejscu

Obsługa posprzedażowa REER dąży do wszelkich starań by pomóc wszystkim klientom, którzy potrzebują wskazówki techniczne dotyczące funkcjonalności, obsługi i instalacji naszych produktów.

**Customer Service Hotline**

**+39 011 24 82 215**

**Monday to Friday 8.30 -12.30 and 13.30-18.00 (CET)**

or contact  
[aftersales@reer.it](mailto:aftersales@reer.it)

Aby uzyskać więcej informacji, odwiedź stronę [www.reersafety.com](http://www.reersafety.com).

# Safety. Detection. Control.



**ReeR SpA**

Via Carcano, 32

10153 Torino

Italy

T +39 011 248 2215

F +39 011 859 867

[www.reersafety.com](http://www.reersafety.com) | [info@reer.it](mailto:info@reer.it)



## Ponad 50 lat jakości i innowacji

Spółka ReeR, założona w Turynie (Włochy) w 1959 roku, wyróżnia się silnym zaangażowaniem w innowacje i technologię.

Stąły wzrost przez lata pozwolił ReeR stać się ogólnosiwiatowym punktem odniesienia w branży bezpieczeństwa automatyki.

Dział bezpieczeństwa jest obecnie światowym liderem w dziedzinie rozwoju i produkcji optoelektronicznych czujników i kontrolerów bezpieczeństwa.

ReeR posiada certyfikaty ISO 9001, ISO 14001 i BS OHSAS 18001.



Made in Italy  
since 1959



Rev. 1.0  
November 2017  
8946230  
Stampato in Italia

Safety Guide English

ReeR SpA does not guarantee that product information in this catalogue are the most current available. ReeR SpA reserves the right to make changes to the products described without notice and assumes no liability as a result of their use or application. Our goal is to keep the information on this catalogue timely and accurate, however ReeR SpA accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this catalogue. Reproduction is not authorised, except with the expressed permission of ReeR SpA.