

SIEMENS



# Przełączniki bezpieczeństwa

SIRIUS Safety Integrated

Podręcznik aplikacyjny

Edycja

2014

[www.siemens.pl/sirius](http://www.siemens.pl/sirius)

# SIEMENS

Aparatura łączeniowa SIRIUS


Przykłady aplikacji safety


<u>Wprowadzenie</u>	1
<u>Systemy bezpieczeństwa - Informacje ogólne</u>	2
<u>Przykłady aplikacji</u>	3
<u>Normy i standardy</u>	4
<u>Specyfikacja i projektowanie układów sterowania związanych z bezpieczeństwem</u>	5


## Informacje prawne

### Wytyczne bezpieczeństwa

Niniejszy poradnik zawiera wskazówki i wytyczne, które muszą być przestrzegane dla zapewnienia bezpieczeństwa osób i urządzeń. W stosunku do wskazówek dotyczących zagrożenia powstania strat materialnych, wskazówki dotyczące bezpieczeństwa osób będą dodatkowo oznaczone trójkątem ostrzegawczym. Wszystkie informacje ostrzegawcze są przedstawione poniżej w kolejności wg stopnia niebezpieczeństwa.

 <b>NIEBEZPIECZEŃSTWO</b>
Oznacza zagrożenie dla zdrowia lub życia ludzkiego, w przypadku niezachowania odpowiednich środków ostrożności.

 <b>OSTRZEŻENIE</b>
Oznacza zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego, w przypadku niezachowania odpowiednich środków ostrożności.

 <b>UWAGA</b>
Oznacza możliwość wystąpienia negatywnych skutków lub rezultatów, w przypadku niezastosowania się do wskazanych zaleceń.

<b>NOTKA</b>
Oznacza, że uszkodzenia mienia mogą być następstwem niepodjęcia odpowiednich środków ostrożności.


Jeśli występuje więcej niż jeden stopień zagrożenia, zostanie użyty wskaźnik zagrożenia odpowiadający najwyższemu stopniowi zagrożenia. Wskaźnik zagrożenia urazu cielesnego z symbolem alarmu bezpieczeństwa może również zawierać ostrzeżenie dotyczące uszkodzeń mienia.

### Wykwalifikowany personel

Przytoczone w niniejszym podręczniku systemy/urządzenia powinny być instalowane i eksploatowane tylko przez **wykwalifikowany personel**, zgodnie z zawartą w nim dokumentacją. W rozumieniu niniejszego poradnika wykwalifikowany personel stanowią osoby, które posiadają wymagane przepisami uprawnienia potrzebne do bezpiecznego uruchamiania i eksploataowania urządzeń i systemów elektrycznych wraz z ich uziemieniem i oznakowanie.

### Używanie urządzeń zgodnie z ich przeznaczeniem

Należy przestrzegać co następuje:

 <b>OSTRZEŻENIE</b>
Urządzenie może być używane tylko w zastosowaniach katalogowych, zgodnie z jego opisem technicznym oraz w powiązaniu jedynie z urządzeniami lub podzespołami zalecanymi, bądź w przypadku urządzeń innych wytwórców, dopuszczonymi przez firmę Siemens

### Znaki handlowe

Wszystkie nazwy oznaczone przez ® są zastrzeżonymi znakami towarowymi Siemens. Pozostałe znaki handlowe w niniejszej publikacji mogą być znakami handlowymi, których użycie przez osoby trzecie może być pogwałceniem praw właściciela.

### Oświadczenie wiarytelności

Zawartość tej publikacji została sprawdzona pod względem zgodności z opisywanym produktem w zakresie sprzętowym i programowym. Jednakże nie możemy udzielić gwarancji dotrzymania całkowitej zgodności oraz wykluczyć istnienia odstępstwa i nieścisłości. Informacje zawarte w tej publikacji będą regularnie weryfikowane i w razie konieczności ewentualne korekty będą wprowadzane w kolejnych wydaniach..

# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wprowadzenie</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Systemy bezpieczeństwa - Informacje ogólne</b> .....	<b>9</b>
2.1	Informacje ogólne .....	9
2.1.1	Cel systemów bezpieczeństwa .....	9
2.1.2	Ustawodawstwo lokalne.....	9
2.1.3	Bezpieczeństwo funkcjonalne.....	9
2.1.4	Cel norm.....	10
2.1.5	Funkcje związane z bezpieczeństwem .....	11
2.1.6	Zatrzymanie .....	11
2.1.7	Sposób postępowania w sytuacjach zagrożenia .....	12
2.1.8	Wyłączenie awaryjne .....	12
2.1.9	Zatrzymanie awaryjne.....	13
2.1.10	Funkcje bezpieczeństwa .....	14
2.1.11	Przełącznik trybów pracy .....	14
2.1.12	Połączenie elementów odpowiedzialnych za reakcje .....	15
2.1.13	Połączenie elementów odpowiedzialnych za analize .....	17
2.2	Podstawowa terminologia .....	18
<b>3</b>	<b>Przykłady aplikacji</b> .....	<b>21</b>
3.1	Wprowadzenie .....	21
3.2	Zatrzymanie awaryjne.....	24
3.2.1	Wprowadzenie .....	24
3.2.2	Zatrzymanie awaryjne SIL1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	26
3.2.3	Zatrzymanie awaryjne SIL1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	28
3.2.4	Zatrzymanie awaryjne SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	30
3.2.5	Zatrzymanie awaryjne SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	32
3.2.6	Zatrzymanie awaryjne SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i hybrydowego układu rozruchowego .....	34
3.2.7	Zatrzymanie awaryjne, SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i hybrydowego układu rozruchowego .....	36
3.2.8	Zatrzymanie awaryjne, SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i .....	38
3.3	Kontrola osłon .....	40
3.3.1	Wprowadzenie .....	40
3.3.2	Kontrola osłony SIL1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	47
3.3.3	Kontrola osłony SIL1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego.....	49
3.3.4	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa.....	51
3.3.5	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	53
3.3.6	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i hybrydowych układów rozruchowych.....	55
3.3.7	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i hybrydowych układów rozruchowych.....	57
3.3.8	Kontrola osłon SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i .....	59
3.3.9	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i bezkontaktowych wyłączników pozycyjnych.....	61

3.3.10	Kontrola osłony SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i bezkontaktowego wyłącznika pozycyjnego.....	63
3.3.11	Kontrola osłony SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa z funkcją ryglowania.....	65
3.3.12	Kontrola osłony SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego z funkcją ryglowania.....	67
3.4	Kontrola otwartych stref niebezpiecznych.....	69
3.4.1	Wprowadzenie .....	69
3.4.2	Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa.....	70
3.4.3	Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	72
3.4.4	Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	74
3.4.5	Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	76
3.4.6	Kontrola strefy przy użyciu skanera laserowego SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	78
3.4.7	Kontrola strefy przy użyciu skanera laserowego SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	80
3.5	Kontrola bezpiecznej prędkości oraz postoju.....	82
3.5.1	Wprowadzenie .....	82
3.5.2	Kontrola bezpiecznej prędkości SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa oraz przekaźników kontroli prędkości .....	83
3.5.3	Kontrola bezpiecznej prędkości SIL3 lub PL e z wykorzystaniem monitora prędkości .....	86
3.5.4	Kontrola zatrzymania i ryglowanie osłon SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	88
3.5.5	Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego oraz przekaźników kontroli prędkości.....	90
3.5.6	Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL3 / PL d za pomocą monitora prędkości.....	93
3.6	Bezpieczna praca operatora .....	95
3.6.1	Wprowadzenie .....	95
3.6.2	Obsługa oburęczna SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa .....	96
3.6.3	Obsługa oburęczna SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	98
3.7	Łączenie funkcji bezpieczeństwa .....	100
3.7.1	Wprowadzenie .....	100
3.7.2	Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa.....	102
3.7.3	Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego .....	104
3.7.4	Zatrzymanie awaryjne wielu silników SIL3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa.....	106
3.7.5	Połączenie kaskadowe przekaźników bezpieczeństwa SIL3 / PL e.....	108
3.7.6	Bezpieczna komunikacja slave-to-slave SIL3 / PL e z wykorzystaniem sieci AS-i.....	110
<b>4</b>	<b>Normy i standardy.....</b>	<b>113</b>
4.1	Normy i standardy w Unii Europejskiej .....	113
4.1.1	Bezpieczeństwo maszyn w Europie.....	113
4.1.1.1	Podstawy prawne.....	113

---

4.1.1.2	Proces zgodności CE.....	116
4.2	Normy i standardy poza Unią Europejską .....	123
4.2.1	Normy i standardy poza Unią Europejską - Omówienie .....	123
4.2.2	Wymogi prawne w USA .....	123
4.2.3	Wymogi prawne w Brazylii .....	124
4.2.4	Wymogi prawne w Australii.....	124
<b>5</b>	<b>Specyfikacja i projektowanie układów sterowania związanych z bezpieczeństwem .....</b>	<b>113</b>
5.1	Elementy układu sterowania związane z bezpieczeństwem .....	125
5.1.1	Cztery elementy ryzyka.....	125
5.2	Specyfikacja wymogów bezpieczeństwa .....	130
5.3	Projekt i realizacja związanego z bezpieczeństwem sterowania zgodnie z PN-EN 62061 .....	131
5.3.1	Założenia.....	131
5.3.2	Proces projektowania systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem (SRECS) .....	133
5.3.3	Projekt systemu do realizacji funkcji bezpieczeństwa .....	137
5.3.4	Realizacja systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem.....	138
5.3.4.1	Osiągnięcie poziomu bezpieczeństwa .....	141
5.3.5	Integracja systemu realizującego wiele funkcji bezpieczeństwa .....	142
5.3.6	Projektowanie i realizacja podsystemów .....	142
5.4	Projektowanie i realizacja układów zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 .....	148
5.4.1	Projekt i realizacja kategorii .....	152

## Wprowadzenie

### Cel dokumentacji

Niniejsza dokumentacja przedstawia podstawowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Korzystając z produktów SIRIUS Safety Integrated, pokazano proste przykłady często używanych funkcji bezpieczeństwa wykorzystywane w celu:

- Zatrzymanie w sytuacji awaryjnej
- Kontrolowania osłon (lub drzwi)
- Kontrolowania prędkości bezpiecznej / zatrzymania
- Kontrolowania otwartych stref niebezpiecznych
- Prowadzenia bezpiecznej pracy przez operatora
- Typowego zestawienie funkcji bezpieczeństwa

Na podstawie prostych funkcjonalnych przykładów, przedstawione są szczegółowe informacje odnośnie norm i standardów, jak również specyfikacja i sposób projektowania układów związanych z bezpieczeństwem.

### Grupa docelowa

Ta dokumentacja zawiera informacje dla następujących grup docelowych:

- Projektanci
- Technicy
- Automatycy

### Wymagana wiedza

Do zrozumienia tej dokumentacji potrzebna jest ogólna znajomość następujących zagadnień:

- Zagadnień z zakresu sterowania niskonapięciowego i rozdziału energii
- Cyfrowych układów logicznych
- Zagadnień z zakresu automatyki

## Gwarancja i zobowiązania

### Notka

Opisane tutaj produkty zostały stworzone tak, aby mogły spełniać określone funkcje bezpieczeństwa w maszynach i urządzeniach technicznych. W skład konkretnego systemu bezpieczeństwa będą z reguły wchodzić czujniki, przetworniki, urządzenia sygnalizacyjne i wykonawcze oraz odpowiednia koncepcja bezpiecznego wyłączenia. W zakresie odpowiedzialności producenta maszyny i urządzeń technicznych leży zapewnienie ich właściwego funkcjonowania w całości. SIEMENS AG (wraz ze swoimi oddziałami terenowymi i przedsiębiorstwami współpracującymi – dalej „Siemens”) nie może gwarantować właściwości złożonych maszyn lub urządzeń, które nie zostały w całości zaprojektowane przez firmę Siemens.

Siemens nie bierze także odpowiedzialności za zalecenia podane w poradniku lub wynikię z nich implikacje. W oparciu o zalecenia i opisy zawarte w poradniku nie mogą być uznane żadne nowe zobowiązania ani zmiany zakresu odpowiedzialności oraz roszczeń gwarancyjnych wykraczających poza Ogólne Warunki Dostawy Siemens.

## Historia

Do tej pory wydane zostały następujące wersje tej dokumentacji; zmiany odnoszą się do poprzedniej wersji:

Edycja	Komentarz / zmiana
09/2013	Pierwsze wydanie
10/2013	Małe poprawki wydawnicze, naprawiono wadliwe linki do stron WWW
03/2014	Integracja dodatkowych przykładów aplikacji, rozszerzenie zawartości oraz poprawki





## Systemy bezpieczeństwa - Informacje ogólne

### 2.1 Informacje ogólne

Rozdział ten zawiera ogólne i całościowe informacje dotyczące zagadnienia systemów bezpieczeństwa.

Szczegóły norm i standardów, jak również specyfikację oraz wytyczne co do projektowania układów związanych z bezpieczeństwem można znaleźć na końcu podręcznika.

#### 2.1.1 Cel systemów bezpieczeństwa

Celem systemów bezpieczeństwa jest utrzymanie potencjalnego zagrożenia - zarówno dla ludzi, jak i środowiska - na najniższym możliwym poziomie za pomocą odpowiedniego projektu i wyposażenia technicznego, oraz, co niezwykle istotne, bez negatywnego wpływu na wydajność. Ochrona człowieka i środowiska musi być realizowana na wysokim poziomie we wszystkich krajach dzięki stosowaniu rozporządzeń, które zostały ujednolicone międzynarodowo. Powinno się przy tym unikać naruszeń zasad konkurencyjności przez ograniczanie wymogów co do bezpieczeństwa.

#### 2.1.2 Ustawodawstwo lokalne

Najważniejszą rzeczą dla producentów maszyn i podmiotów odpowiedzialnych za budowę zakładów przemysłowych jest to, by wymagania w kraju, gdzie maszyna lub instalacja będą użytkowane, zawsze były spełnione. Przykładowo, system sterowniczy maszyny, mający być używany w USA, musi spełniać lokalne wymagania amerykańskie, nawet jeśli wytwórca maszyn znajduje się w Europie.

#### 2.1.3 Bezpieczeństwo funkcjonalne

Z perspektywy obiektu, bezpieczeństwo jest niepodzielne. Zagrożenia, jak i środki techniczne zabezpieczające mogą bardzo się od siebie różnić. Jest to powodem, dla którego istnieje zróżnicowanie pomiędzy różnymi typami bezpieczeństwa, np. przez określenie konkretnej przyczyny potencjalnego zagrożenia. Mowa zatem o "bezpieczeństwie elektrycznym", gdy ochrona przed zagrożeniami jest wprowadzana w życie przez różnego rodzaju aparaty elektryczne, lub "bezpieczeństwie funkcjonalnym", gdy bezpieczeństwo zależy od prawidłowego funkcjonowania.

## 2.1 Informacje ogólne

By zapewnić bezpieczeństwo funkcjonalne maszyny lub zakładu, części sterowania związane z bezpieczeństwem oraz urządzenia sterownicze muszą działać poprawnie. Co więcej, systemy muszą działać w sposób, w którym w przypadku awarii instalacja pozostaje w bezpiecznym stanie lub zostaje w niego wprowadzona.

W tej sytuacji konieczne jest użycie specjalnych produktów spełniającej konkretne wytyczne. Wytyczne do bezpieczeństwa funkcjonalnego oparte są na następujących podstawowych celach:

- Unikanie systematycznych awarii
- Kontrolowanie systematycznych awarii
- Kontrolowanie przypadkowych awarii lub usterek

Miarą osiągniętego poziomu bezpieczeństwa jest prawdopodobieństwo niebezpiecznych awarii, tolerancja błędów oraz jakość, jaką gwarantuje uwolnienie od systematycznych awarii. Określa się to w normach przy użyciu różnych pojęć:

- W PN-EN 62061: "Safety Integrity Level" (SIL)
- W PN-EN ISO 13849-1: "Performance Level" (PL)

### 2.1.4 Cel norm

Producenci oraz operatorzy technicznego wyposażenia i produktów są odpowiedzialni za bezpieczeństwo. Oznacza to, że instalacja, maszyny oraz inne wyposażenie techniczne musi być tak bezpieczne, jak tylko możliwe zgodnie z obecnym stanem wiedzy. By to zagwarantować, firmy opisują w różnorodnych normach i standardach obecny stan wiedzy, uwzględniając wszelkie aspekty istotne dla bezpieczeństwa. Przestrzeganie istotnych norm i standardów zapewnia, że została użyta technologia najnowszej generacji, dzięki czemu producent instalacji bądź producent maszyn/urządzeń spełnił swój obowiązek przy należytej staranności.

---

#### Uwaga

Normy, dyrektywy oraz legislacje w tym podręczniku przedstawione są tylko fragmentarycznie, by przekazać kluczowe cele i ich założenia.

---

## 2.1.5 Funkcje związane z bezpieczeństwem

Funkcje związane z bezpieczeństwem ujmują klasyczne i bardziej złożone funkcje.

### Klasyczne funkcje:

- Zatrzymywanie
- Sposób postępowania w wyjątkowej sytuacji
- Zapobieganie niezamierzonemu rozruchowi

### Bardziej złożone funkcje:

- Blokady zależne od stanu
- Ograniczenie prędkości
- Ograniczenie pozycji
- Kontrolowane zatrzymanie
- Kontrolowane wstrzymanie (zatrzymanie maszyny z utrzymaniem mocy) i inne

## 2.1.6 Zatrzymanie

### Zatrzymanie (kategorie zatrzymań PN-EN 60204-1)

PN-EN 60204-1 (VDE 0113 Część 1) definiuje trzy kategorie zatrzymań maszyny. Opisują one sekwencję sterującą do zatrzymania niezależnego w każdej sytuacji awaryjnej:

Kategoria zatrzymań	Opis
0	Niekontrolowane zatrzymanie przez natychmiastowe wyłączenie mocy na elementach napędowych maszyny.
1	Kontrolowane zatrzymanie; zasilanie zostaje przerwane wtedy, gdy silnik się zatrzyma.
2	Kontrolowane zatrzymanie, zasilanie jest podtrzymane nawet przy stanie spoczynku.

### Uwaga

Wyłączenie przerywa tylko to zasilanie, które może spowodować ruch. Nie dochodzi do całkowitego odłączenia od źródła energii.

### 2.1.7 Sposób postępowania w wyjątkowej sytuacji

PN-EN 60204-1 / 11.98 ustanowiła i zdefiniowała możliwe procedury w razie nagłych sytuacji (PN-EN 60204-1 Aneks D). Pojęcia w nawiasach odpowiadają implementacji w ostatecznej wersji Edycji 5.0 IEC 60204-1.

Sposób postępowania w nagłym wypadku zawiera następujące, pojedynczo lub grupowo:

- Zatrzymanie awaryjne
- Uruchomienie awaryjne
- Wyłączenie awaryjne
- Włączenie awaryjne

Zgodnie z PN-EN 60204-1 oraz PN-EN ISO 13850, te funkcje są zapoczątkowywane wyłączenie przez celowe działania człowieka. Poniżej skoncentrujemy się tylko na „wyłączeniu awaryjnym” oraz „zatrzymaniu awaryjnym”. To drugie jest zdefiniowane w europejskiej Dyrektywie Maszynowej.

### 2.1.8 Awaryjne wyłączenie

To działanie w sytuacji nadzwyczajnej, mające na celu odłączenie energii elektrycznej w całej instalacji lub jej części, jeśli istnieje ryzyko porażenia prądem lub inne ryzyko mające elektryczną przyczynę (z PN-EN 60204-1 Aneks D).

Funkcjonalne aspekty do wyłączania w sytuacji nadzwyczajnej są zdefiniowane w PN-EN 60364-4-46 (identycznie jak w HD 384-4-46 oraz VDE 0100 Część 460). Wyłączanie w sytuacji nadzwyczajnej musi być zapewnione tam, gdzie:

- ochrona przed bezpośrednim kontaktem (np. styki ślizgowe, pierścienie ślizgowe, rozdzielnica w obszarach działań elektrycznych) jest zapewniona tylko przez odstęp izolacyjny lub przeszkody;
- istnieje możliwość wystąpienia innych zagrożeń lub uszkodzeń spowodowanych przez energię elektryczną.

Następujące zawiera się w ustępie 9.2.5.4.3 normy EN 60204-1: Wyłączanie w sytuacji nadzwyczajnej osiąga się przez wygaszenie maszyny, skutkując zatrzymaniem Kategorii 0.

Jeśli Zatrzymanie Kategorii 0 nie jest dozwolone dla maszyny, koniecznym może być zapewnienie innej formy ochrony, np. przeciw bezpośredniemu kontaktowi, tak, żeby nie było konieczne wyłączenie w sytuacji nadzwyczajnej.

Oznacza to, że awaryjne wyłączenie stosuje się tylko tam, gdzie analiza ryzyka wskazuje na ryzyko ze strony napięcia / energii elektrycznej wymagające niezwłocznego i pełnego odłączenia napięcia elektrycznego.

## 2.1.9 Zatrzymanie awaryjne

Postępowanie awaryjne mające na celu zatrzymanie procesu lub ruchu, który stał się niebezpieczny (z PN-EN 60204-1 Aneks D). Następujące zawiera się w ustępie 9.2.5.4.2 normy PN-EN 60204-1-1:

Oprócz wymagań odnośnie zatrzymania (zobacz 9.2.5.3 normy PN-EN 60204-1), następujące wymagania stosują się do zatrzymania w sytuacji nadzwyczajnej:

- musi mieć pierwszeństwo przed wszystkimi innymi funkcjami i operacjami we wszystkich trybach działania;
- prąd w elementach napędowych maszyny, który mógłby skutkować potencjalnie niebezpiecznymi warunkami lub potencjalnie niebezpiecznym stanem, musi być jak najszybciej odłączony bez stwarzania innych zagrożeń (np. użycie mechanicznych urządzeń hamujących, które nie wymagają zewnętrznego zasilania, użycie hamulca przeciwpędowego do zatrzymania Kategorii 1);
- resetowanie nie może inicjować ponownego uruchomienia.

Zatrzymanie w sytuacji nadzwyczajnej musi skutkować zatrzymaniem Kategorii 0 lub Kategorii 1 (patrz ustęp 9.2.2 normy PN-EN 60204-1). Kategoria zatrzymania w sytuacji nadzwyczajnej musi być zdefiniowana przy użyciu oszacowania ryzyka dla maszyny.

Urządzenia do zatrzymywania w sytuacji nadzwyczajnej muszą być dostępne na wszystkich stanowiskach pracy i innych miejscach, gdzie zatrzymanie w sytuacji nadzwyczajnej może być konieczne.

By podporządkować się założeniom bezpieczeństwa normy PN-EN 60204-1, stosuje się następujące wymagania:

- Przy przełączaniu styków, nawet chwilowym, urządzenie sterujące musi się zatrzasnąć.
- Nie może być możliwym ponowne uruchomienie maszyny ze zdalnej konsoli głównej bez uprzedniego usunięcia ryzyka. Urządzenie awaryjnego zatrzymania musi zostać zwolnione lokalnie w formie świadomego działania operatora.

### 2.1.10 Funkcja bezpieczeństwa

Funkcja bezpieczeństwa opisuje reakcję maszyny/instalacji na pojawianie się określonego zdarzenia (np. otwarcie osłony). Wykonaniem funkcji bezpieczeństwa zajmuje się część systemu sterowania związana z bezpieczeństwem. Zazwyczaj składa się on z trzech podsystemów: detekcji, oceny, reakcji.

#### Detekcja (czujniki):

- Detekcja określonych parametrów, np.: zatrzymanie awaryjne lub uruchomienie czujnika do monitorowania strefy zagrożenia (kurtyna świetlna, skaner laserowy, itp.).

#### Ocena (jednostka oceny):

- Detekcja określonych parametrów oraz zainicjowanie bezpiecznej reakcji (np. wyłączenie obwodów wyjściowych).
- Monitorowanie prawidłowości działania czujników i urządzeń wykonawczych.
- Inicjacja reakcji przy wykryciu awarii.

#### Reakcja (urządzenia wykonawcze):

- Odłączenie źródła zagrożenia.

### 2.1.11 Przełącznik trybów pracy

Maszyny często mają kilka trybów pracy, które można zmieniać. Każda maszyna musi być zaprojektowana w sposób, który jest bezpieczny w każdym trybie pracy. Jako że można jedynie wybierać pomiędzy bezpiecznymi trybami pracy chronionymi przez funkcje bezpieczeństwa, przełącznik sam w sobie nie musi mieć bezpiecznego projektu lub być brany pod uwagę podczas obliczania tychże funkcji.

Tryb przełącznika trybów pracy nie może sam wyzwać żadnych działań maszyny. Musi się to odbywać za sprawą działania operatora.

Jeśli tryb pracy wymaga odwołania funkcji bezpieczeństwa (np. do konfiguracji lub celów konserwacyjnych), funkcje bezpieczeństwa muszą zostać zastąpione innymi funkcjami bezpieczeństwa zgodnie z PN-EN 60204-1 Rozdział 9.2.4.

W tym przypadku zalecane jest, by projekt elektryczny trybu przełącznika był podobny do najwyższego poziomu bezpieczeństwa wszystkich trybów pracy. To jednak również nie jest zawarte w kalkulacji funkcji bezpieczeństwa.

Ponadto, istnieją specjalne wymagania odnośnie trybu przełączania do określonego typu maszyn. Wymagania te są określone w standardach C dla tych typów maszyn i muszą być stosowane.

#### Zobacz także

Bardziej szczegółowe informacje:

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/89260861>)

## 2.1.12 Połączenie urządzeń wykonawczych

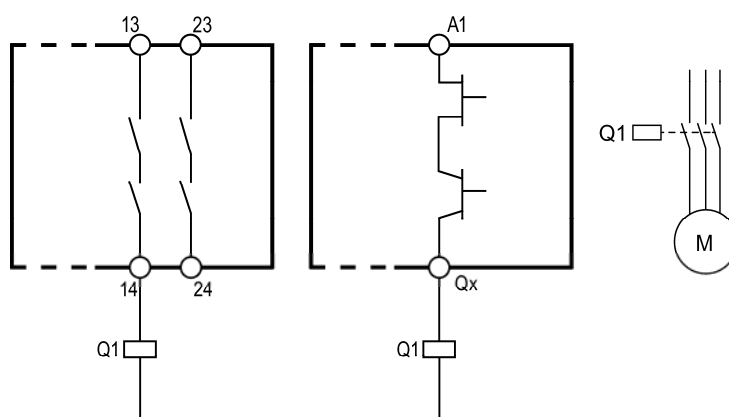
### Uwaga

By osiągnąć poziom podany w następujących przykładach, zaprezentowane urządzenia wykonawcze muszą być monitorowane w obwodzie sprzężenia odpowiednich przełączników bezpieczeństwa.

### Uwaga

Do czujników pojemnościowych i indukcyjnych polecamy adekwatne obwody ochronne. W ten sposób można zmniejszyć zakłócenia elektromagnetyczne i wydłużyć okres użytkowania.

Okablowanie urządzenia wykonawczego do PL c / Kat. 2 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 1 wg PN-EN 62061

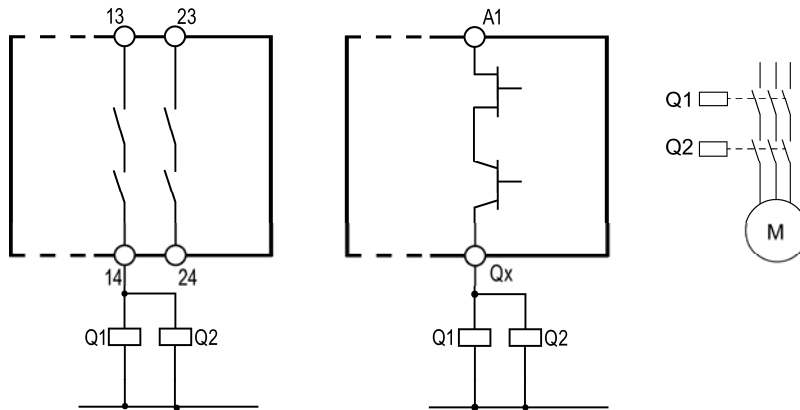


Ilustracja 2-1 PL c / Kat. 2 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 1 wg PN-EN 62061



2.1 Informacje ogólne

**Okablowanie urządzenia wykonawczego dla chronionego przewodzenia przewodów do PL c / Kat. 4 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 3 wg PN-EN 62061**



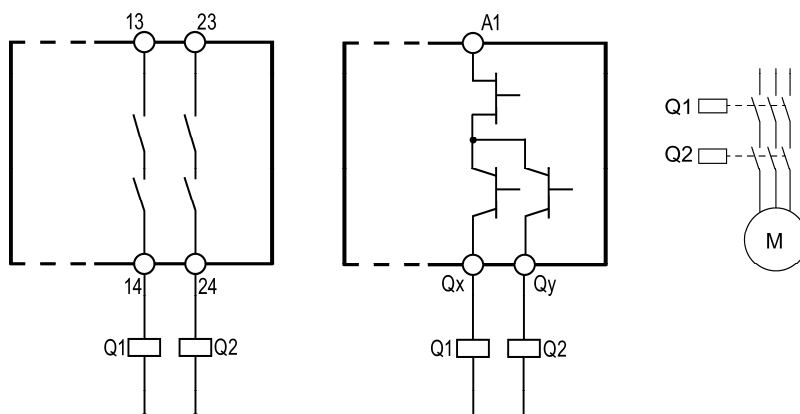
Ilustracja 2-2 PL e / Kat. 4 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 3 wg PN-EN 62061

**! OSTRZEŻENIE**

PL e / Kat. 4 zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 lub SILCL 3 zgodnie z PN-EN 62061 może być osiągnięte tylko z ochroną przeciw zwarciom zwykłym / krzyżowym z położeniem kabli sterowniczych ochronnym typu P z wyjścia przekaźnika (np. 14) do przekaźników/styczników sterowniczych (Q1 i Q2) (np. jako osobno izolowany kabel we własnym kanale przewodowym).

Pewne ograniczenia mogą pojawić się odnośnie osiągalnych poziomów bezpieczeństwa w konkretnych przekaźnikach bezpieczeństwa. Zalecane jest zapoznanie się ze specyfikacjami w adekwatnych instrukcjach obsługi urządzeń.

**Okablowanie urządzenia wykonawczego do PL e / Kat. 4 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 3 wg PN-EN 62061**



Ilustracja 2-3 PL e / Kat. 4 wg PN-EN ISO 13849-1, lub SILCL 3 wg PN-EN 62061

## 2.1.13 Szeregowe połączenie czujników

### Szeregowe połączenie urządzeń zatrzymania awaryjnego

Możliwe jest połączenie urządzeń zatrzymania awaryjnego w szereg aż do najwyższego poziomu bezpieczeństwa (SILCL 3 wg PN-EN 62061, SIL 3 wg PN-EN 61508 i PL e (Kat. 4) wg PN-EN ISO 13849-1), ponieważ zakłada się, że tylko jeden stop awaryjny jest obsługiwany w danym czasie. Zapewnia to możliwość wykrycia błędów i defektów.

### Szeregowe połączenie wyłączników pozycyjnych

Zazwyczaj wyłączniki pozycyjne można łączyć szeregowo, jeśli środki zapewniają, że kilka drzwi ochronnych nie jest regularnie jednocześnie otwartych (w innym wypadku nie da się wykryć awarii).

Jednakże, do poziomu bezpieczeństwa SILCL 3 wg PN-EN 62061, SIL 3 wg PN-EN 61508, i PL e (Kat. 4) wg PN-EN ISO 13849-1, nie mogą być one połączone szeregowo, ponieważ każda niebezpieczna awaria musi zostać wykryta (niezależnie od obsługującego personelu).

Sprawdź sekcję „Kontrola osłon”

### Szeregowe połączenie urządzeń zatrzymania awaryjnego oraz monitorowanie drzwi ochronnych

Zazwyczaj urządzenia zatrzymania awaryjnego oraz łączniki pozycyjne można łączyć szeregowo, jeśli środki zapewniają, że dwa nie są regularnie jednocześnie otwarte/obsługiwane (w innym wypadku nie da się wykryć awarii).

Jednakże, do poziomu bezpieczeństwa SILCL 3 wg PN-EN 62061, SIL 3 wg PN-EN 61508, i PL e (Kat. 4) wg PN-EN ISO 13849-1, nie mogą być one połączone szeregowo, ponieważ każda niebezpieczna awaria musi zostać wykryta (niezależnie od obsługującego personelu).

## 2.2 Podstawowa terminologia

### Redundancja (nadmierność)

Przy redundancji do jednej funkcji stosuje się więcej niż jeden komponent, więc wykonuje on funkcję wadliwego komponentu zamiast innych komponentów. Redundantna konfiguracja redukuje prawdopodobieństwo niepowodzenia funkcji z powodu pojedynczego wadliwego komponentu. Te wymagania są niezbędne by osiągnąć SILCL 3 wg PN-EN 62061, SIL 3 wg PN-EN 61508, i PL e (Kat. 4) wg PN-EN ISO 13849-1 (również niezbędny do SIL 2 / PL d pod pewnymi warunkami).

Najprostsza forma redundancji to redundancja dwukanałowa. Jeśli obwód zawodzi, dwukanałowa redundancja zapewnia utrzymanie funkcji bezpieczeństwa. W redundantnej konfiguracji systemu podsystemy do detekcji i reakcji również muszą być zaimplementowane z dwukanałową redundancją.

---

#### Uwaga

Wszystkie urządzenia SIRIUS Safety, które spełniają SILCL 3 wg PN-EN 62061, SIL 3 wg PN-EN 61508, i PL e (Kat. 4) wg PN-EN ISO 13849-1 są skonfigurowane redundantnie odnośnie wewnętrznej logiki, jak również odnośnie wyjściowych obwodów.

---

### Detekcja zwarcia między kanałami

Detekcja zwarcia między kanałami to funkcja diagnostyczna jednostki oceny która wykrywa zwarcia pomiędzy kanałami wejściowymi (obwody czujnika) podczas detekcji dwukanałowej bądź odczytu. Zwarcia między kanałami mogą być spowodowane, na przykład, przez zgniecenie osłony przewodów. W urządzeniach bez detekcji zwarcia między kanałami oznacza to, że obwód dwukanałowego zatrzymania awaryjnego nie działa prawidłowo, nawet jeśli jedynie tylko jeden styk NC jest wadliwy (drugorzędny błąd).

### Obwód włączający

Obwód włączający zapewnia sygnał wyjściowy związany z bezpieczeństwem. Z zewnętrznego punktu widzenia, obwody włączające zazwyczaj działają jako styki NO (jednakże, jeśli chodzi o funkcjonalność, otwarcie zorientowane na bezpieczeństwo zawsze jest najważniejszym aspektem). Pojedynczy obwód włączający będący redundantnie skonfigurowany wewnątrz przekaźnika bezpieczeństwa może być użyty do SIL 3 / PL e. Notka: Włączające ścieżki prądowe mogą być też użyte do celów sygnalizacyjnych.

### Obwód sprzężenia

Obwód sprzężenia używany jest do monitorowania kontrolowanych urządzeń wykonawczych (np. przekaźników lub styczników) ze stykami włączanymi pozytywnie lub stykami lustrzanymi. Obwody włączające mogą być aktywowane jedynie przy zamkniętych obwodach sprzężenia.

Przy używaniu redundantnej ścieżki wyłączenia, należy oszacować obwód sprzężenia obu urządzeń wykonawczych. Mogą być one łączone szeregowo.

### **Automatyczny start**

Przy automatycznym starcie urządzenie uruchamiane jest bez ręcznego potwierdzenia, ale tylko po uprzednim sprawdzeniu obrazu wejściowego i przeprowadzeniu pozytywnego testu jednostki oceny. Funkcja ta jest znana również jako operacja dynamiczna i nie jest dozwolona w urządzeniach zatrzymania awaryjnego. Urządzenia zabezpieczające do strefa zagrożenia (np. wyłączniki pozycyjne, kurtyny świetlne, maty bezpieczeństwa) mogą używać funkcji automatycznego startu, jeśli nie powoduje to żadnego ryzyka.

### **Monitorowany start**

Przy monitorowanym starcie operacja maszynowa jest inicjowana przez przycisk startu, ale tylko po uprzednim sprawdzeniu obrazu wejściowego i przeprowadzeniu pozytywnego testu jednostki oceny. Monitorowany start sprawdza zmiany sygnału przycisku startu. Oznacza to, że przy przycisku startu nie można manipulować (niewłaściwe użycie). Do PL e (PN-EN ISO 13849-1), jak również SIL 3 (PN-EN 62061), monitorowany start musi być użyty w przypadku awaryjnego zatrzymania. Do innych czujników/funkcji bezpieczeństwa, konieczność zarządzania monitorowanym startem zależy od oceny ryzyka.

### **Ręczny start**

Przy ręcznym starcie działanie urządzenia jest inicjowane przez przycisk startu, ale tylko po uprzednim sprawdzeniu obrazu wejściowego i przeprowadzeniu pozytywnego testu przekaźnika bezpieczeństwa. W ręcznym starcie nie ma monitorowania przycisku startu pod kątem prawidłowego funkcjonowania. Zbocze dodatnie przycisku startu jest wystarczające do rozruchu.

---

#### **Uwaga**

Ręczny start nie jest dozwolony dla funkcji zatrzymania awaryjnego.

---

### **Obsługa dwuręczna / synchronizm**

Synchroniczna praca czujników jest specjalną formą jednoczesności czujników. W tym przypadku nie wystarczy przełączyć styków czujnika 1 i 2 do zamkniętego stanu w różnym czasie. Zamiast tego, oba muszą być zamknięte w przeciągu 0,5 sekundy. Synchronizm czujników jest wymagany w szczególności w przypadku dwuręcznej obsługi pras. Gwarantuje to, że prasy będą działać tylko wtedy, gdy czujniki są obsługiwane jednocześnie dwoma rękoma. Minimalizuje to ryzyko dostania się rąk operatora do prasy.

### **Tryb dodatniego otwarcia**

Przełączniki dodatniego otwarcia zaprojektowane są w taki sposób, by pobudzenie przełącznika zawsze skutkowało otwarciem styków. Zespawane styki są otwierane przez pobudzenie (PN-EN 60947-5-1).

### **Styki włączane pozytywnie**

Moduł ze stykami włączanymi pozytywnie gwarantuje, że styki NC i NO nigdy nie są jednocześnie zamknięte (PN-EN 60947-5-1).

### **Styki lustrzane**

Styk lustrzany to styk NC, z którym gwarantowane jest to, że nie zamknie się w tym samym czasie co główny styk (PN-EN 60947-4-1).

## Przykłady aplikacji

### 3.1 Wprowadzenie

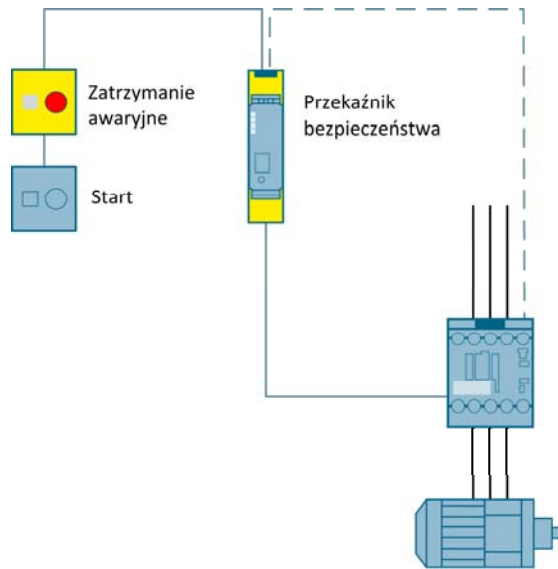
Ludzie pracujący w pobliżu maszyn (np. przemysł wytwórczy) muszą być właściwie chronieni za pomocą wyposażenia technicznego. Skutkuje to wprowadzeniem funkcji bezpieczeństwa zaprojektowanych do precyzyjnego spełnienia tego celu. Realizacja niektórych z najistotniejszych funkcji bezpieczeństwa pokazana jest w kolejnych działach za pomocą łatwych do zrozumienia przykładów aplikacji. Są one podzielone wedle typu wprowadzanej funkcji bezpieczeństwa:

- Zatrzymanie awaryjne
- Kontrola osłon
- Kontrola otwartych stref niebezpiecznych
- Kontrola bezpiecznej prędkości oraz postoju
- Bezpieczna praca operatora
- Łączenie funkcji bezpieczeństwa

**Przykład aplikacji**

Przykłady aplikacji są proste w odbiorze dzięki jednolitej strukturze. Aplikacja jest pokrótce opisana na początku każdego przykładu. Tuż po tym zamieszczony jest schemat poglądowy funkcji bezpieczeństwa, zaprezentowany przy użyciu prostych rysunków poglądowych.

Sygnaly elementów wejściowych i sygnaly wyjściowe wskazywane są przez niebieską linię, podczas gdy obwód sprzężenia zwrotnego przedstawiony jest linią przerywaną.



Ilustracja 3-1 Przykładowa struktura funkcji bezpieczeństwa

Wyjaśniona jest dokładna zasada działania, jak również maksymalny osiągalny poziom bezpieczeństwa w SIL wg PN-EN 62061 i PL wg PN-EN ISO 13849-1.

Przedstawienie najwyższego osiągalnego poziomu bezpieczeństwa		
Zdatność do SIL 1 / PL c	Zdatność do SIL 2 / PL d	Zdatność do SIL 3 / PL e

Niektóre przykłady aplikacji zawierają kilka funkcji bezpieczeństwa. Opis osiągniętego poziomu bezpieczeństwa dodatkowych funkcji bezpieczeństwa zawarty jest w tekście.

---

### **Uwaga**

Osiągnięty poziom bezpieczeństwa powinien być zweryfikowany w każdym przypadku zastosowania przykładowego rozwiązania. Należy zwrócić uwagę na założenia odnośnie częstotliwości załączania lub usterek powodowanych wspólną przyczyną.

---

Funkcje zostały sprawdzone pod kątem dobranych komponentów. Dozwolone jest również użycie innych podobnych komponentów, nie umieszczonych na tej liście. W takim przypadku warto zwrócić uwagę na to, że mogą okazać się konieczne zmiany w okablowaniu komponentów sprzętowych (np. różne przypisanie zacisków).

Na końcu każdego przykładu znajduje się odnośnik, pod którym dostępne są dalsze informacje dotyczące przykładów aplikacji np.:

- Schematy połączeń
- Pliki projektu, gdy używany jest programowalny przekaźnik bezpieczeństwa
- Dane CAx używanych komponentów sprzętowych

Szczegółowe wyliczenia niezawodnościowe ze wszystkimi kluczowymi wartościami można znaleźć w pliku projektu SET lub w raporcie SET. Konieczna jest rejestracja (<http://www.siemens.com/safety-evaluation-tool>) by uzyskać dostęp do narzędzia i raportów.

Cała dokumentacja techniczna może być łatwo pobrana z wykorzystaniem generatora CAx (<http://www.siemens.com/cax>).

Przekaźniki bezpieczeństwa parametryzowane są przy użyciu przełączników DIP. Odnośne ustawienia można znaleźć na schematach obwodów.

---

### **Uwaga**

Szczegóły norm jak również dodatkowe informacje można znaleźć na końcu podręcznika.

---



## 3.2 Zatrzymanie awaryjne

### 3.2.1 Wprowadzenie

Przycisk zatrzymania awaryjnego jest komponentem szeroko używanym do ochrony ludzi, sprzętu i środowiska przed możliwymi zagrożeniami oraz do inicjacji w sytuacji nadzwyczajnej. Ten rozdział opisuje aplikacje z funkcjami bezpieczeństwa z dokładnie tego obszaru aplikacji.

#### Typowa aplikacja

Przycisk zatrzymania awaryjnego ze stykami o wymuszonym przewodzeniu jest nadzorowany przez przekaźnik lub sterownik bezpieczeństwa. Jeśli zostanie uruchomione awaryjne zatrzymanie, wyłączane są urządzenia wykonawcze niższego szczebla poprzez bezpieczne wyjścia. Przed zresetowaniem funkcji zatrzymania awaryjnego za pomocą przycisku startu, trzeba sprawdzić, czy przycisk zatrzymania awaryjnego został odblokowany, a urządzenia wykonawcze wyłączone.

---

#### Uwaga

- Przewody przycisku muszą być chronione; można używać jedynie styków z wymuszonym przewodzeniem.
  - Wyposażenie, aspekty funkcjonalne wytyczne projektowe do zatrzymania awaryjnego zawarte są w PN-EN ISO 13850, istotna jest również norma PN-EN 60204-1.
  - Zatrzymanie awaryjne nie jest sposobem redukcji ryzyka.
  - Zatrzymanie awaryjne jest dodatkową funkcją bezpieczeństwa.
-

## Niezamierzone działanie

Często wymagane jest by zabezpieczyć przyciski zatrzymania awaryjnego przed niezamierzonym działaniem, a przez to zwiększyć dostępność zakładu. Pierwszym krokiem jest właściwe umiejscowienie przycisków na maszynie. Przycisk musi być łatwo dostępny a jego załączenie nie może stwarzać zagrożenia. Istnieje również możliwość użycia ochronnego kołnierza by zapobiec niezamierzonemu załączeniu. Tu również trzeba zapewnić nieskrępowany dostęp.

### Uwaga

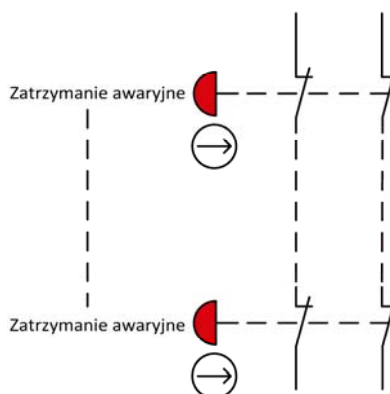
Przyciski zatrzymania awaryjnego SIEMENS SIRIUS z ochronnym kołnierzem spełniają wymagania normy PN-EN ISO 13850 „Bezpieczeństwo maszyn – Zatrzymanie awaryjne – Zasady projektowania”.

Specjalne wymogi dla ochronnych kołnierzy jeszcze nie istnieją, jako że nie są one wyraźnie wspomniane w żadnym standardzie bezpieczeństwa funkcjonalnego. Zatwierdzenie takich kołnierzy do określonej maszyny często leży w gestii konkretnego biegłego eksperta.

## Łączenie szeregowe

Do PL e / Kat. 4 (wg PN-EN ISO 13849-1) lub SIL 3 (wg PN-EN 62061), przyciski zatrzymania awaryjnego mogą być połączone szeregowo tylko wtedy, gdy zapewnione jest, że nie będzie możliwe jednoczesne wciśnięcie kilku przycisków.

Jeśli kilka przycisków zatrzymania awaryjnego jest połączone szeregowo, każdy z nich powinien zostać rozpatrzony jako niezależna funkcja bezpieczeństwa.



## Zobacz także

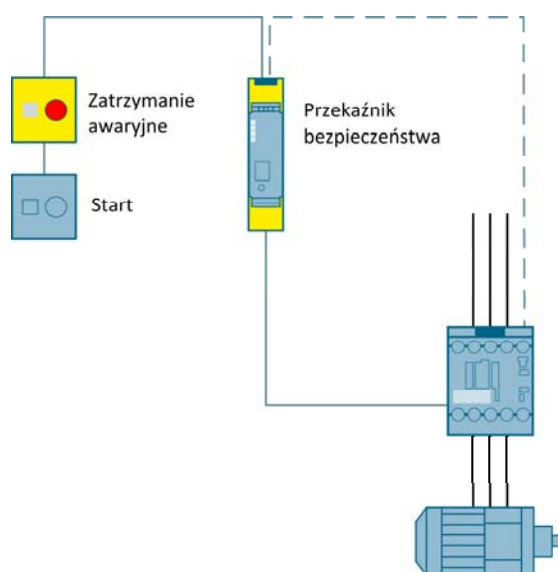
Dodatkowe informacje dotyczące łączenia szeregowego przycisków zatrzymania awaryjnego (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35444028>)

### 3.2.2 Zatrzymanie awaryjne SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony jednokanałowo do przekaźnika bezpieczeństwa 3SK1, jeden stycznik.

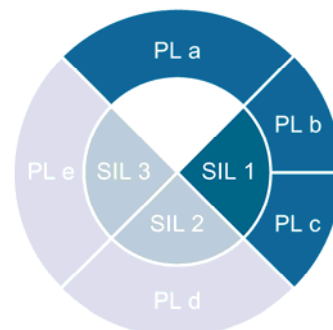
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-2 Zatrzymanie awaryjne SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Przełącznik bezpieczeństwa kontroluje obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostaje wciśnięty, przełącznik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłącza stycznik. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego pod warunkiem, że pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Przełącznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

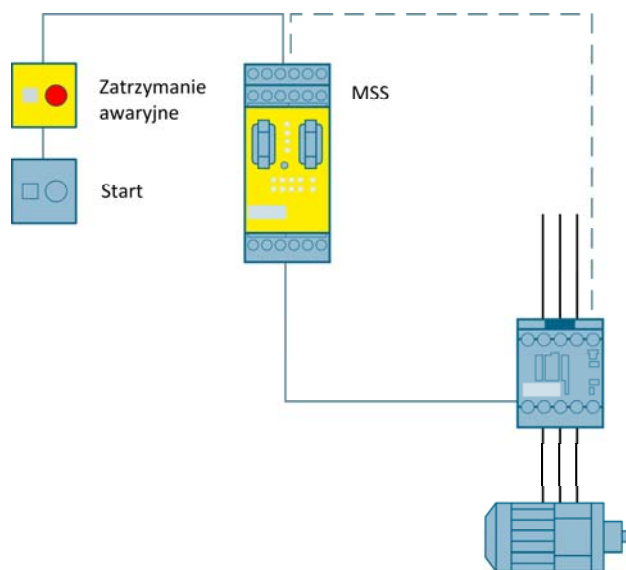
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73134129>)

### 3.2.3 Zatrzymanie awaryjne SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony jednokanałowo do programowalnego przekaźnika bezpieczeństwa 3RK1, jeden stycznik.

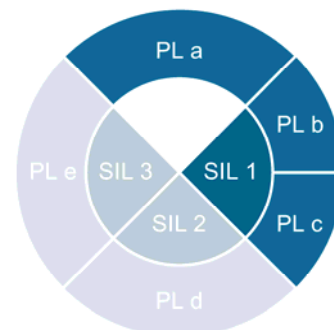
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-3 Zatrzymanie awaryjne SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostaje wciśnięty, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłącza stycznik. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego pod warunkiem, że pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

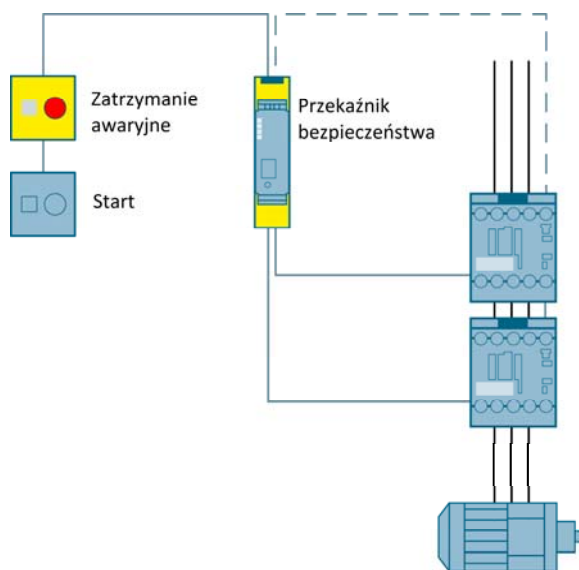
Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064058>)

### 3.2.4 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony dwukanałowo do przekaźnika bezpieczeństwa 3SK1, dwa styczniki.

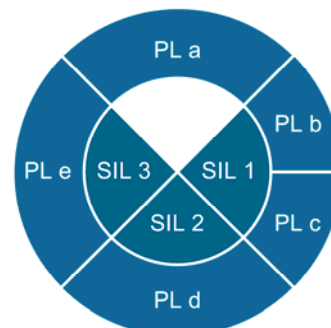
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-4 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Przełącznik bezpieczeństwa kontroluje dwukanałowy obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostaje wciśnięty, przełącznik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłącza styczniki. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego pod warunkiem, że pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Przełącznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73136378>)

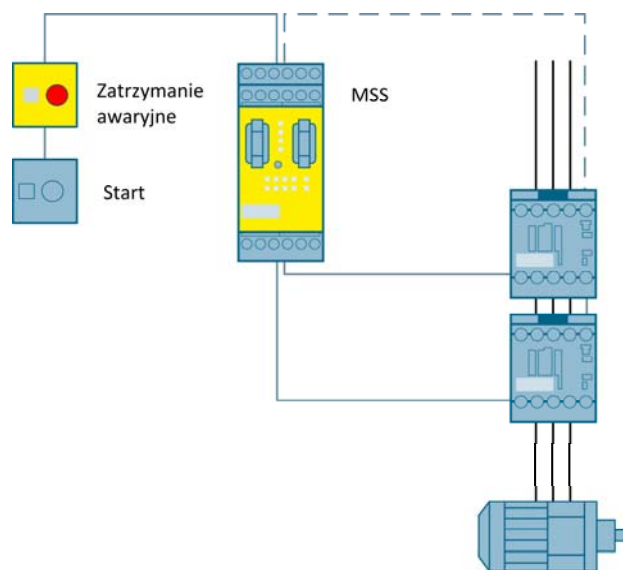


### 3.2.5 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony dwukanałowo do programowalnego przekaźnika bezpieczeństwa 3RK1, dwa styczniki.

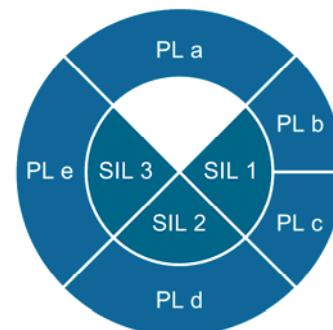
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-5 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje dwukanałowy obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostanie wciśnięty, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłącza styczniki. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego pod warunkiem, że pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

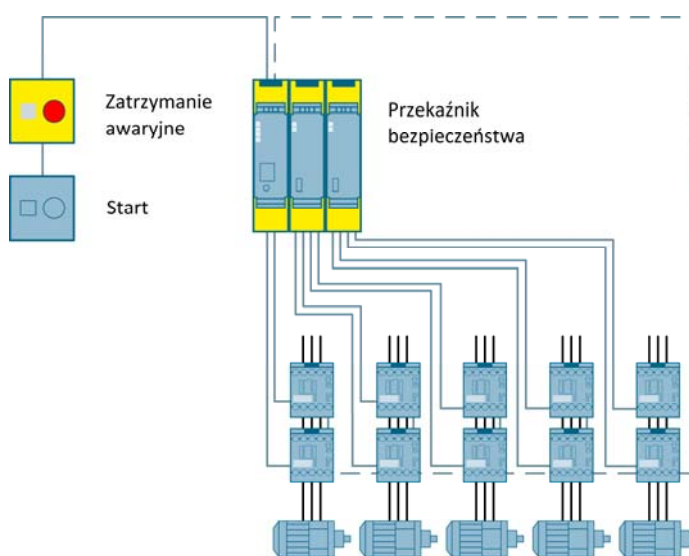
Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064698>)

### 3.2.6 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przełącznika bezpieczeństwa i hybrydowego układu rozruchowego

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony dwukanałowo do przełącznika bezpieczeństwa 3SK1, jako element wykonawczy wykorzystany został hybrydowy układ rozruchowy w wersji dedykowanej do realizacji funkcji związanych z bezpieczeństwem.

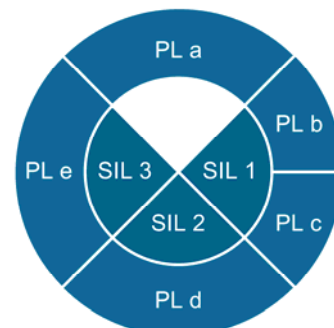
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-6 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przełącznika bezpieczeństwa i hybrydowego układu rozruchowego

## Zasada działania

Przełącznik bezpieczeństwa kontroluje dwukanałowy obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostaje wciśnięty, przełącznik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłączane są hybrydowe układy rozruchowe. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego.



### Uwaga

W przykładzie założono, że zagrożenie wynika z ruchu jednego napędu, natomiast przycisk zatrzymania awaryjnego wyłącza grupę napędów. Z tego powodu tylko jeden hybrydowy układ rozruchowy jest wzięty pod uwagę przy obliczeniach niezawodnościowych.

Jeśli zagrożenie wynika z ruchu kilku napędów, wszystkie hybrydowe układy rozruchowe podłączone do tych napędów powinny być wzięte pod uwagę przy obliczeniach niezawodnościowych.

## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Przełącznik bezpieczeństwa	Hybrydowy układ rozruchowy
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RM1 ( <a href="http://www.siemens.com/motor-starter/3rm1">http://www.siemens.com/motor-starter/3rm1</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/88411471>)

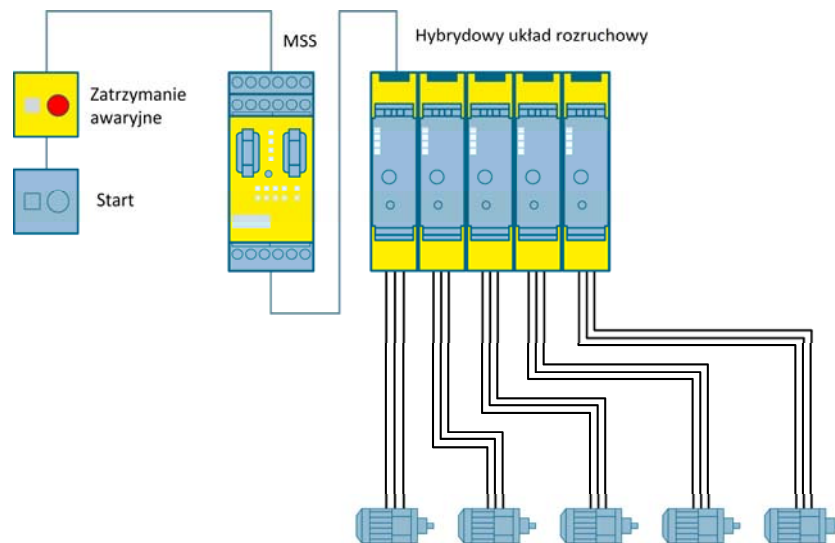
Więcej informacji dotyczących zatrzymania awaryjnego z wykorzystaniem hybrydowych układów rozruchowych  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67478946>)

### 3.2.7 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przełącznika programowalnego i hybrydowego układu rozruchowego

#### Architektura

Przycisk zatrzymania awaryjnego podłączony dwukanałowo do programowalnego przełącznika bezpieczeństwa 3RK1, jako element wykonawczy wykorzystany został hybrydowy układ rozruchowy w wersji dedykowanej do realizacji funkcji związanych z bezpieczeństwem.

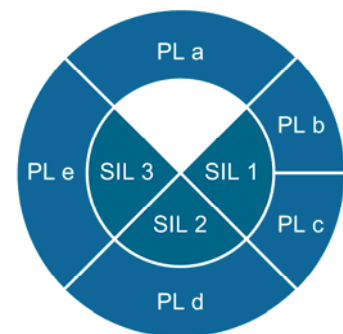
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-7 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przełącznika programowalnego i hybrydowego układu rozruchowego

#### Zasada działania

Programowalny przełącznik bezpieczeństwa kontroluje dwukanałowy obwód przycisku zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostaje wciśnięty, przełącznik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłączane są hybrydowe układy rozruchowe. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego.



### Uwaga

W przykładzie założono, że zagrożenie wynika z ruchu jednego napędu, natomiast przycisk zatrzymania awaryjnego wyłącza grupę napędów. Z tego powodu tylko jeden hybrydowy układ rozruchowy jest wzięty pod uwagę przy obliczeniach niezawodnościowych.

Jeśli zagrożenie wynika z ruchu kilku napędów, wszystkie hybrydowe układy rozruchowe podłączone do tych napędów powinny być wzięte pod uwagę przy obliczeniach niezawodnościowych.

### Uwaga

Niniejszy przykład odnosi się do konfiguracji wewnątrz szafy sterowniczej. Jeśli przekaźniki bezpieczeństwa i urządzenia wykonawcze nie znajdują się w tej samej szafie sterowniczej, trzeba przedsięwziąć inne środki ostrożności, takie jak prowadzenie sygnału w sposób chroniący przed zwarciami między kanałami.

## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Hybrydowy układ rozruchowy
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RM1 ( <a href="http://www.siemens.com/motorstarter/3rm1">http://www.siemens.com/motorstarter/3rm1</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/88822643>)

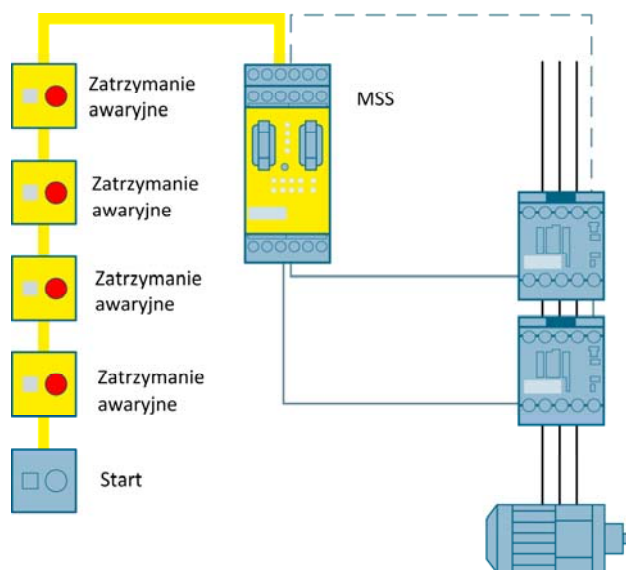
Więcej informacji dotyczących zatrzymania awaryjnego z wykorzystaniem hybrydowych układów rozruchowych  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67478946>)

### 3.2.8 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i

#### Architektura

Nadzorowanie wielu przycisków zatrzymania awaryjnego z wykorzystaniem programowalnego przekaźnika bezpieczeństwa 3RK3 i sieci AS-i.

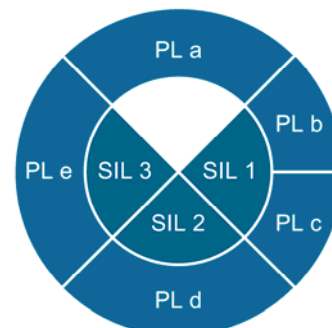
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-8 Zatrzymanie awaryjne SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i

## Wytyczne operacyjne

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje dwukanałowy obwód przycisków zatrzymania awaryjnego podłączonych z wykorzystaniem sieci AS-i. Gdy przycisk zatrzymania awaryjnego zostanie wciśnięty, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe w wyniku czego wyłączane są styczniki. Obwód bezpieczeństwa można zresetować po odblokowaniu przycisku zatrzymania awaryjnego pod warunkiem, że pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

### Uwaga

Sieć AS-i do poprawnego działania wymaga również zasilacza i modułu master.

## Zobacz także

Przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73133559>)



## 3.3 Kontrola osłon

### 3.3.1 Wprowadzenie

Sekcja ta opisuje aplikacje związane z kontrolą osłon ruchomych. Najczęściej używanym rozwiązaniem w obszarze zakładów oraz maszyn jest ochrona niebezpiecznych stref za pomocą osłon, które zapewniają mechaniczną separację. Celem jest monitorowanie nieautoryzowanego dostępu do części zakładu lub sprzętu oraz zapobieganie niebezpiecznym funkcjom maszyn gdy urządzenie ochronne nie znajduje się w pozycji zamkniętej. Wyposażenie ochronne może być monitorowane zarówno mechanicznymi wyłącznikami pozycyjnymi, jak również bezkontaktowymi wyłącznikami opartych na magnesie lub technologii RFID.

Często stosuje się funkcję ryglowania łącznie z kontrolą osłon. Urządzeń blokujących z rygłem używa się do ochrony stref zagrożenia przed niepożądanym wejściem. Zazwyczaj występują dwa tego powody:

1. By chronić personel przed przekroczeniem strefy bezpiecznego zakresu ruchu maszyny, przed wysokimi temperaturami, itp. EN-PN ISO 14119:2014 (Bezpieczeństwo maszyn – Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami – Zasady projektowania i doboru) dostarcza wskazówek do projektowania i doboru urządzeń blokujących. Powyższa norma stanowi, że strefa zagrożenia nie może być dostępna bez wcześniejszego zatrzymania groźnego ruchu maszyny.
2. Rygiel może być użyteczny ze względu na bezpieczeństwo procesu. Taka sytuacja występuje, gdy zagrożenie ustaje po otwarciu osłony, ale nadal może wystąpić uszkodzenie maszyny lub obrabianego przedmiotu. W takim przypadku maszyna jest doprowadzana do kontrolowanego przestoju zanim umożliwiony będzie dostęp.

### Wyłączniki pozycyjne

Wyłączników pozycyjnych zazwyczaj montowane są w ten sposób, że w pozycji zamkniętej osłony, stan wyłącznika jest normalny – tj. styki NC są zamknięte, styki NO są otwarte. Jeśli drzwi ochronne są otwarte, wyłącznik pozycyjny zostaje uruchomiony, a styki zostaną otwarte (sprawdź podstawowa terminologia: "Wymuszone prowadzenie").

### Wyłączniki pozycyjne z oddzielnym napędem

W odróżnieniu od standardowych wyłączników pozycyjnych, wyłączników pozycyjnych z oddzielnym członem uruchamiającym są mniej podatne na manipulację. Wyłączniki pozycyjne z oddzielnym członem uruchamiającym mogą współpracować tylko ze skojarzonym kluczem.

### Wyłączniki pozycyjne zawiasowe

W niektórych aplikacjach wygodniej zastosować wyłącznik pozycyjny zawiasowy przymocowany do zawiasu lub w inny sposób do obrotowej osłony.

### **Wyłączniki pozycyjne z rygłem**

Wyłączniki pozycyjne z rygłem są specjalnymi urządzeniami, które zapobiegają przypadkowym lub celowym otwarciom osłon lub innych środków ochrony podczas trwania niebezpiecznego stanu. Niezależnie od rygla, zastosowana jest również detekcja pozycji za pomocą wbudowanego wyłącznika pozycyjnego.

### **Bezkontaktowe magnetyczne wyłączniki pozycyjne**

Przeznaczone są do instalacji na ruchomych osłonach. Ich budowa czyni je szczególnie odpowiednimi, przeznaczone są do stref podlegających ciężkiemu zanieczyszczeniu bądź kontaktowi ze środkami czystości lub dezynfekującymi.

### **Bezkontaktowe wyłączniki pozycyjne RFID**

Bezkontaktowe wyłączniki pozycyjne RFID składają się z dwóch elementów. Czytnika przyłączonego do systemu i kodowanego znacznika RFID. Są one niezwykle wszechstronne, zwłaszcza w zastosowaniu w strefach podlegających ekstremalnym warunkom środowiskowym. Ich konstrukcja czyni je idealnymi do maszyn związanych z obróbką metali. Wyłączniki mają większy interwał przełączeniowy niż mechaniczne wyłączniki, większą tolerancję montażową oraz szeroki zakres zdolności diagnostycznych. Oferują również najwyższą ochronę przed ingerencją dzięki indywidualnemu kodowaniu.

### Typowa aplikacja

Oślony są kontrolowane przez przełącznik/sterownik bezpieczeństwa przy użyciu wyłącznika pozycyjnego ze stykami NC z wymuszonym prowadzeniem. Jeśli drzwi ochronne są otwarte, przełącznik/sterownik bezpieczeństwa wyłącza urządzenia podrzędne poprzez bezpieczne wyjścia zgodnie z Kategorią Zatrzymania 0 w EN-PN 60204-1. Jeśli drzwi ochronne są zamknięte, automatyczny start ma miejsce po sprawdzeniu wyłączników pozycyjnych i styczników. W przypadku ręcznego startu, nie wydarzy się to, póki nie zostanie wciśnięty przycisk startu.

---

#### Uwaga

- Wyłączniki pozycyjne powinny być umieszczone w takiej pozycji, żeby nie zostały uszkodzone. Z tego powodu nie jest dozwolone używanie ich jako mechanicznego ogranicznika.
- Przewody czujnika muszą być chronione; można używać jedynie wyłączników pozycyjnych ze stykami o wymuszonym prowadzeniu.
- Rygiel reprezentuje pojedynczą, osobną funkcję bezpieczeństwa równoległą do funkcji kontroli osłon za pomocą wyłącznika pozycyjnego. Sterowanie może mieć wymaganą poziom bezpieczeństwa o jeden poziom niżej niż ten wynikający z oceny ryzyka dla drzwi ochronnych. (Powód: Prawdopodobieństwo, że obie funkcje bezpieczeństwa zawiodą jednocześnie, można właściwie wykluczyć.)

Przykład:

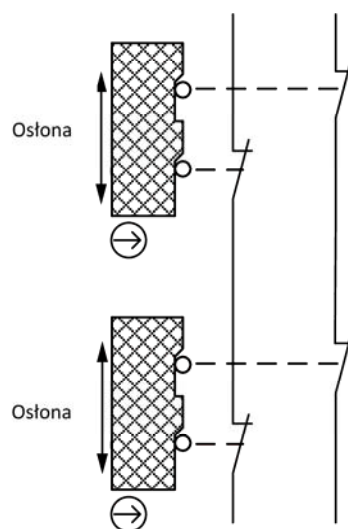
Monitorowanie drzwi ochronnych jest wymagane w PL d (z Kategorią 3) / SIL 2, sterowanie rygla może być zaimplementowane w PL c (z Kategorią 1) / SIL 1.

Jednak finalnie o konkretnych wartościach PL r / SIL decyduje proces oceny ryzyka.

---

## Łączenie szeregowe










Wyłączniki pozycyjne mogą być łączone szeregowo do Kat. 3 (w PN-EN ISO 13849-1) lub SIL 2 (w PN-EN 62061), o ile można zapewnić, że kilka osłon nie będzie otwartych jednocześnie w normalnych warunkach (w przeciwnym przypadku nie będzie się dało wykryć awarii). Połączenie szeregowe w PL e / Kat. 4 (w PN-EN ISO 13849-1) lub SIL 3 (w PN-EN 62061) nie jest możliwe.



**Możliwe kombinacje wyłączników pozycyjnych**

Przykłady aplikacji w tym rozdziale pokrywają jedynie ułamek możliwych kombinacji. Jednakże, poniższe tabele pokazują w prostej formie maksymalny poziom bezpieczeństwa, jaki można osiągnąć dzięki danej metodzie detekcji pozycji.

Tabela 3- 1 Monitorowanie bezpiecznej pozycji za pomocą mechanicznych pozycyjnych

Przełącznik bezpieczeństwa		Wyłączniki pozycyjne	Wyłączniki pozycyjny zawiasowy	Wyłączniki pozycyjny z oddzielnym elementem ur.	Wyłączniki pozycyjny z rygłem
					
Osiągalny poziom bezpieczeństwa z JEDNYM wyłącznikiem pozycyjnym	Monitorowanie styku NC	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c
	Monitorowanie 2 styków NC lub 1 styku NC + 1 styku NO	SIL 1 / PL c	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d
Osiągalny poziom bezpieczeństwa z DWOMA wyłącznikami pozycyjnymi	Wyłączniki pozycyjne 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Wyłączniki pozycyjny zawiasowy 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Wyłączniki pozycyjny z oddzielnym elementem ur. 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Wyłączniki pozycyjny z rygłem 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e





**Przykład 1:**

Poziom PL e / SIL 3 można osiągnąć poprzez połączenie dwóch wyłączników pozycyjnych z oddzielnym elementem uruchamiającym.

**Przykład 2:**

Poziom PL d / SIL 2 można osiągnąć poprzez użycie zawiasowego wyłącznika pozycyjnego.

Tabela 3- 2 Ryglowanie osłon

Przełącznik bezpieczeństwa	Ryglowany wyłącznik pozycyjny	
		
 Programowalny przełącznik bezpieczeństwa 3RK3	SIL 2 / PL d	SIL 3 / PL e
 Przełącznik bezpieczeństwa 3TK2845	SIL 2 / PL d	SIL 3 / PL e

#### Uwaga

Biorąc pod uwagę pewne wykluczenia awarii (np. uszkodzenie klucza), użycie tylko jednego wyłącznika zawiasowego lub wyłącznika z oddzielnym elementem uruchamiającym do SIL 2 lub PL d jest możliwe, tak jak opisano to w tabeli. Jako że wytwórca maszyn musi zapewnić dowód wykluczenia awarii, wytwórca komponentów nie jest w stanie przeprowadzić ostatecznej oceny podjętych środków.

Dalsze informacje:

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35443942>

#### Uwaga

Przy dwukanałowym wyłączniku elektromechanicznym, SIL 3 lub PL e można osiągnąć jedynie, gdy czujniki wyposażone są w jednostki oceny. Tylko to gwarantuje odpowiednią diagnostykę.

Tabela 3- 3 Bezkontaktowe wyłączniki pozycyjne

Przełącznik bezpieczeństwa	Wyłączniki pozycyjne	
	Magnetyczny wyłącznik pozycyjny 3SE66 / 3SE67	Wyłącznik pozycyjny RFID 3SE63
 Przełącznik bezpieczeństwa 3SK1	 SIL 3 / PL e	 SIL 3 / PL e
 Programowalny przełącznik bezpieczeństwa 3RK3	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e

**Uwaga**

Osiągalny poziom bezpieczeństwa zależy również od użytego przełącznika bezpieczeństwa.

**Zobacz także**

Monitorowanie i ryglowanie osłon z wykorzystaniem programowalnego przełącznika bezpieczeństwa

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/62837891>)

Osiągalny poziom bezpieczeństwa przy użyciu jedynie jednego wyłącznika pozycyjnego

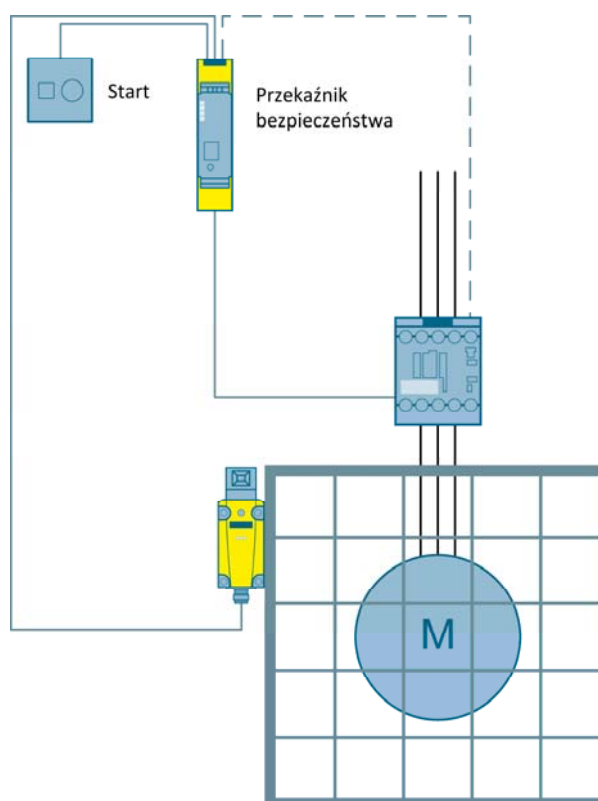
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35443942>)

### 3.3.2 Kontrola osłony SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Oslona często jest stosowane do odgródnienia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli znajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano jednocanalowe połączenie wyłącznika pozycyjnego.

#### Schemat poglądowy

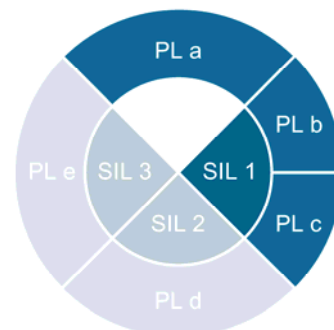


Ilustracja 3-9 Kontrola osłony SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa



### Zasada działania

Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styków wyłącznika pozycyjnego. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



### Komponenty wykorzystane w przykładzie

Wyłącznik pozycyjny	Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

### Zobacz także

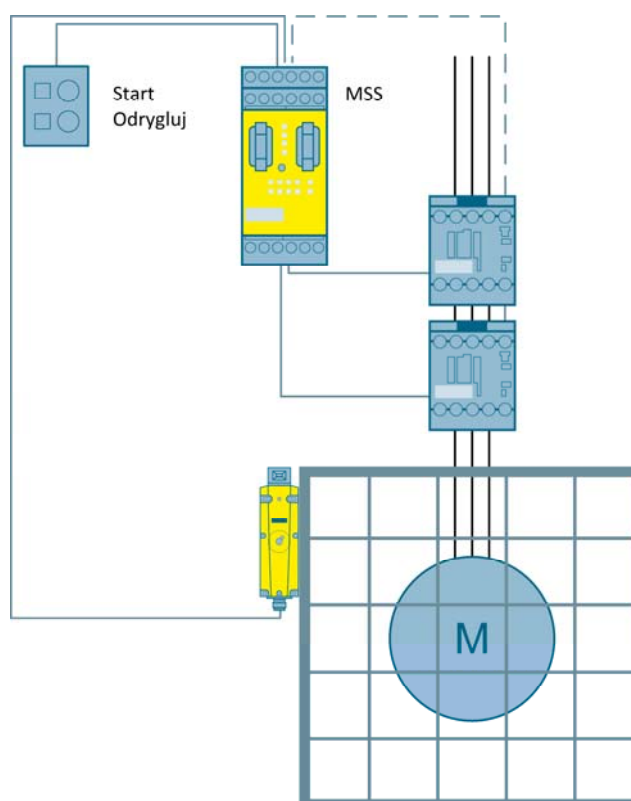
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73135973>)

### 3.3.3 Kontrola osłony SIL 1 / PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Oslona często jest stosowana do odgródenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano jednocanalowe połączenie wyłącznika pozycyjnego.

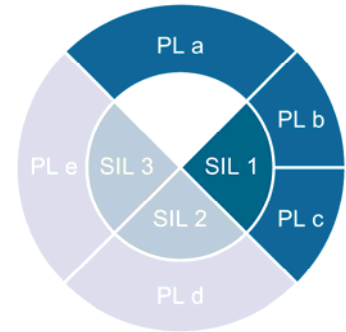
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-10 Kontrola osłony SIL1/ PL c z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

**Zasada działania**

Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styku wyłącznika pozycyjnego. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłącznik pozycyjny	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SE5 <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a>	3RK3 <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a>	3RT20 <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a>

**Zobacz także**

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

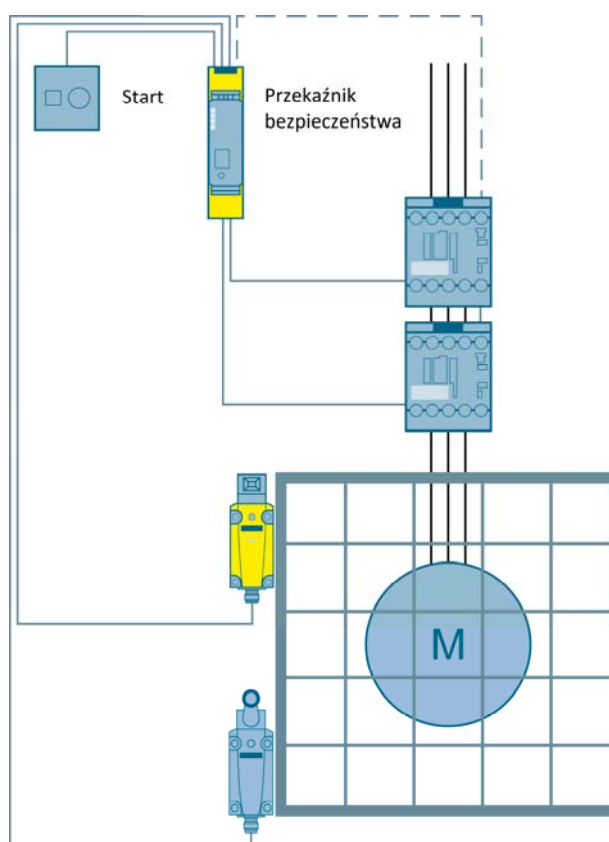
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064060>

### 3.3.4 Kontrola osłoy SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Oslona często jest stosowana do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłączników pozycyjnych.

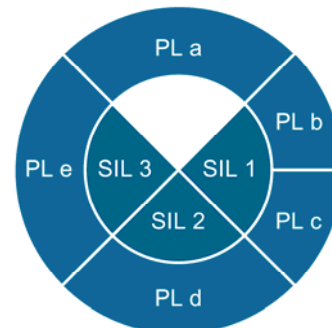
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-11 Kontrola osłoy SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

### Zasada działania

Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styków wyłączników pozycyjnych. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



### Komponenty wykorzystane w przykładzie

Wyłączniki pozycyjne		Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
			
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )		3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

### Zobacz także

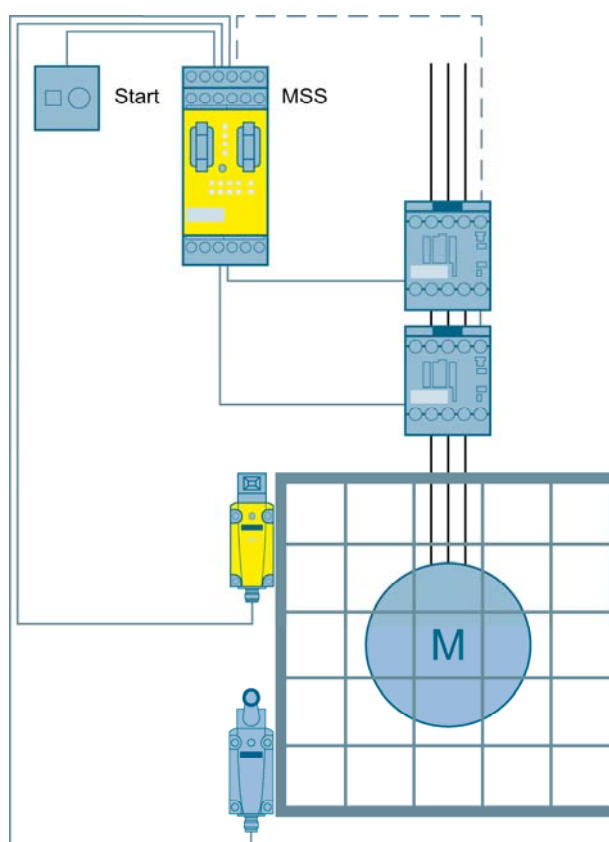
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73135309>)

### 3.3.5 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Oslona często jest stosowane do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli znajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłączników pozycyjnych.

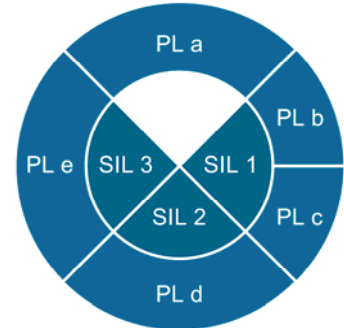
#### Schemat poglądowy





Ilustracja 3-12 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

**Zasada działania**

Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styków wyłączników pozycyjnych. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłączniki pozycyjne		Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
			
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )		3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

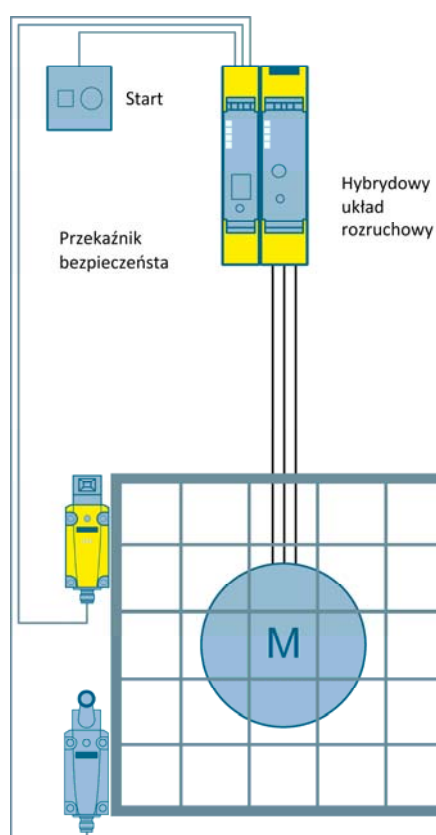
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064861>)

### 3.3.6 Kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i hybrydowych układów rozruchowych

#### Architektura

Osłona jest często stosowane do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłączników pozycyjnych.

#### Schemat poglądowy

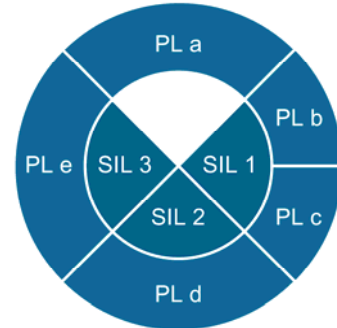


Ilustracja 3-13 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i hybrydowych układów rozruchowych



**Zasada działania**

Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styków wyłączników pozycyjnych. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłącznik pozycyjne		Przekaźnik bezpieczeństwa	Hybrydowy układ rozruchowy
			
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )		3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RM1 ( <a href="http://www.siemens.com/motorstarter/3rm1">http://www.siemens.com/motorstarter/3rm1</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/88822953>)

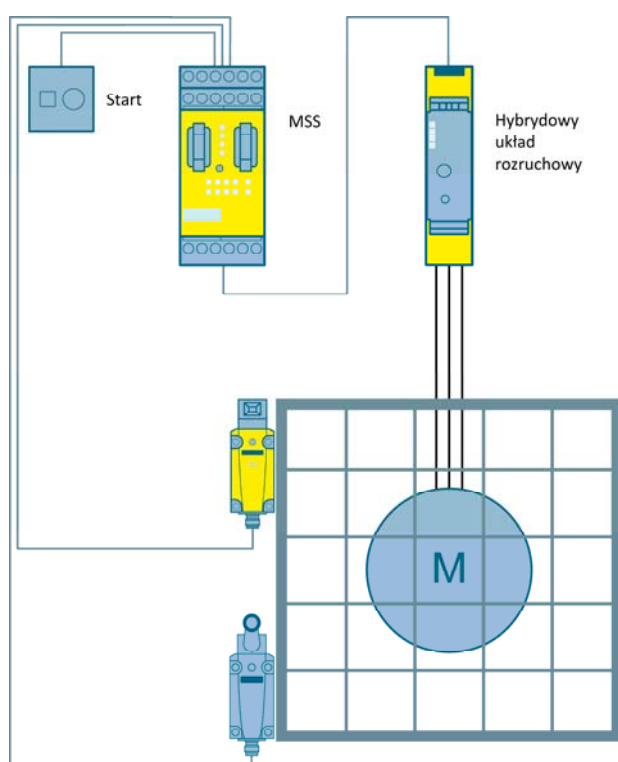
Więcej informacji dotyczących zatrzymania awaryjnego z wykorzystaniem hybrydowych układów rozruchowych  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67478946>)

### 3.3.7 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i hybrydowych układów rozruchowych

#### Architektura

Osłona jest często stosowana do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłączników pozycyjnych.

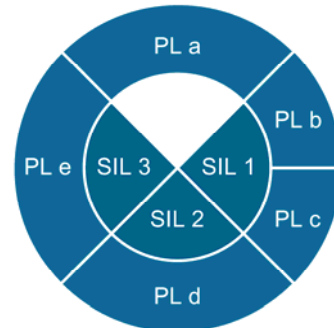
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-14 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i hybrydowych układów rozruchowych

**Zasada działania**





Położenie osłony jest kontrolowane poprzez nadzór stanu styków wyłączników pozycyjnych. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe. Jeśli osłona zostanie zamknięta, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



**Notka**

Niniejszy przykład odnosi się do konfiguracji wewnątrz szafy sterowniczej. Jeśli przekaźniki bezpieczeństwa i urządzenia wykonawcze nie znajdują się w tej samej szafie sterowniczej, trzeba przedsięwziąć inne środki ostrożności, takie jak prowadzenie sygnału w sposób chroniący przed zwarciami między kanałami.

**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłączniki pozycyjny		Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Hybrydowy układ rozruchowy
			
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )		3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RM1 ( <a href="http://www.siemens.com/motor-starter/3rm1">http://www.siemens.com/motor-starter/3rm1</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/88822778>

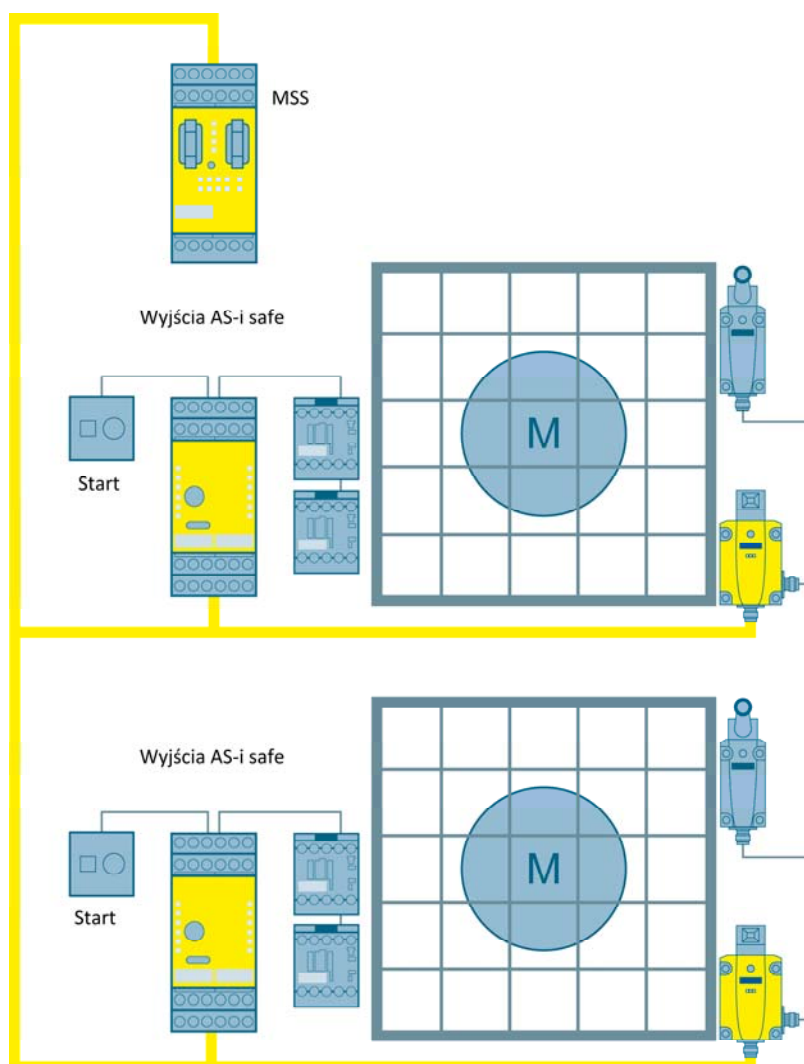
Więcej informacji dotyczących zatrzymania awaryjnego z wykorzystaniem hybrydowych układów rozruchowych  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67478946>

### 3.3.8 Kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i

#### Architektura

Monitorowanie wielu osłon z wykorzystaniem programowalnego przekaźnika bezpieczeństwa i wyłączników pozycyjnych przyłączonych po sieci AS-i.

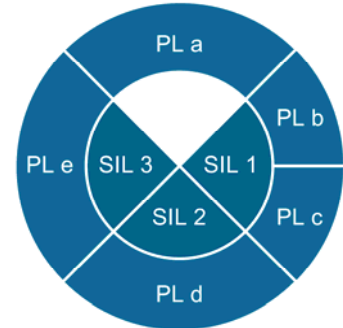
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-15 Kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i sieci AS-i

**Zasada działania**

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa 3RK3 sprawdza położenie osłon za pośrednictwem wyłączników pozycyjnych wpiętych do sieci AS-i. Sterowanie poszczególnymi stycznikami odbywa się również z wykorzystaniem sieci AS-i i wpiętych w nią modułów wyjściowych.



Sygnały z przycisków start i pętli sprzężenia zwrotnego od styczników są wysyłane również po sieci AS-i w wyniku czego istnieje możliwość oceny stanu obwodu i zresetowania konkretnej funkcji bezpieczeństwa.

**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłączniki pozycyjne	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Moduł wyjść AS-i	Stycznik
<p>2x 3SE5  <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a></p>	<p>3RK3  <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a></p>	<p>3RK1405  <a href="http://www.siemens.com/as-interface">www.siemens.com/as-interface</a></p>	<p>2x 3RT20  <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a></p>

**Uwaga**

Sieć AS-i do poprawnego działania wymaga również zasilacza i modułu master.

**Zobacz także**

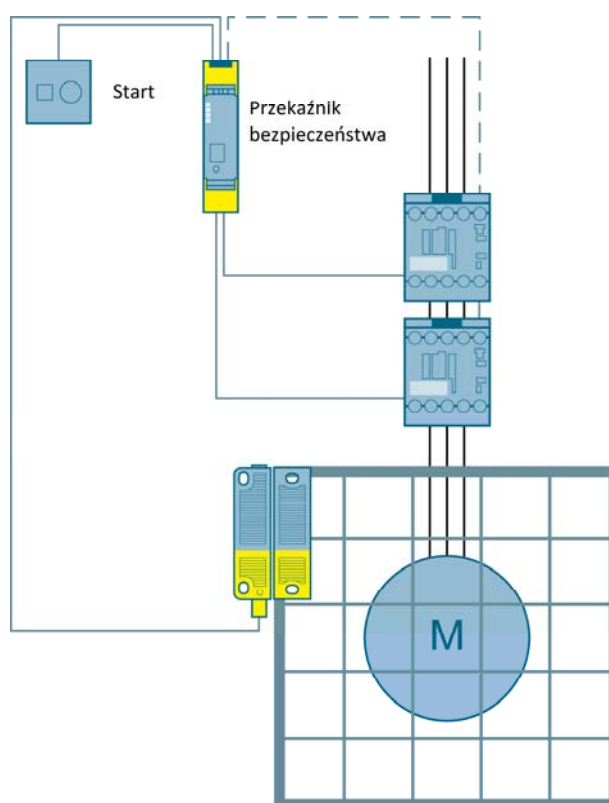
Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73135311>

### 3.3.9 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i bezkontaktowego wyłącznika pozycyjnego

#### Architektura

Osłona jest często stosowana do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłącznika pozycyjnego wykorzystującego technologię RFID.

#### Projekt

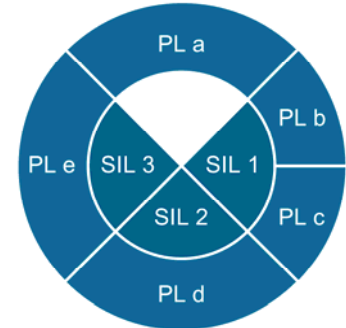


Ilustracja 3-16 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa i bezkontaktowego wyłącznika pozycyjnego

**Zasada działania**

Położenie osłony jest monitorowane poprzez bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe, wyłączając styczniki. Jeśli drzwi oraz obwód sprzężenia zwrotnego są zamknięte, można ponownie użyć przycisku startu.

Bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny 3SE6315 posiada dwa wewnętrzne kanały oraz własną zdolność diagnostyczną. Z tego powodu oraz dlatego, że jest odporny na ingerencje z zewnątrz dzięki technologii RFID, drugi wyłącznik bezpieczeństwa nie jest wymagany by osiągnąć kategorię PL e lub SIL 3.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny	Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SE6315 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

**Zobacz także**

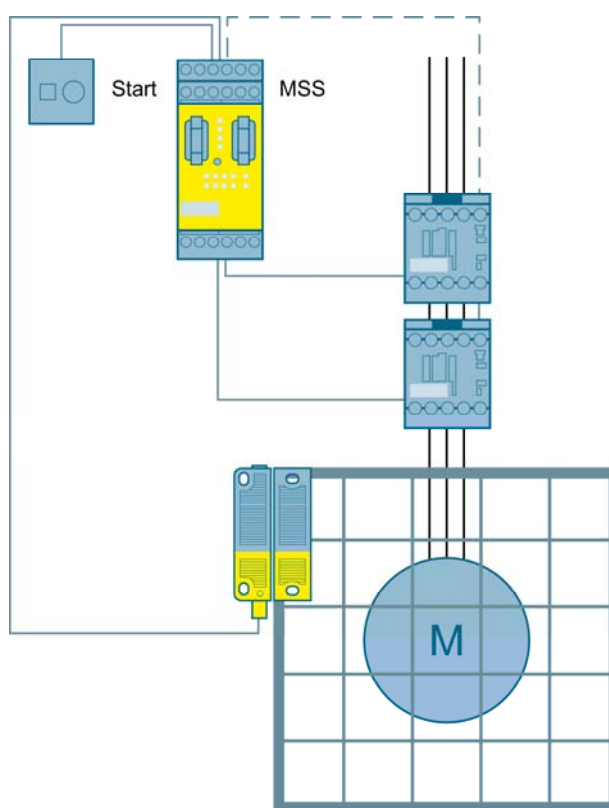
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73134150>)

### 3.3.10 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i bezkontaktowego wyłącznika pozycyjnego

#### Architektura

Osłona jest często stosowana do odgrózenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. W poniższym przykładzie wykorzystano dwukanałowe połączenie wyłącznika pozycyjnego wykorzystującego technologię RFID.

#### Schemat poglądowy



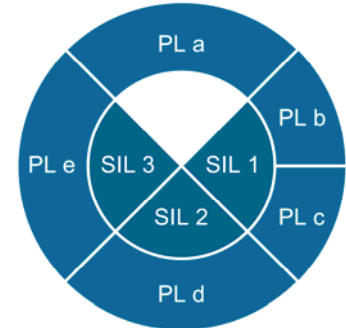
Ilustracja 3-17 Kontrola osłony SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego i bezkontaktowego wyłącznika pozycyjnego



**Zasada działania**

Położenie osłony jest monitorowane poprzez bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny. Gdy osłona jest otwarta, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe, wyłączając styczniki. Jeśli drzwi oraz obwód sprzężenia zwrotnego są zamknięte, można ponownie użyć przycisku startu.

Bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny 3SE6315 posiada dwa wewnętrzne kanały oraz własną zdolność diagnostyczną. Z tego powodu oraz dlatego, że jest odporny na ingerencje z zewnątrz dzięki technologii RFID, drugi wyłącznik bezpieczeństwa nie jest wymagany by osiągnąć kategorię PL e lub SIL 3.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Bezkontaktowy wyłącznik pozycyjny	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SE6315 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

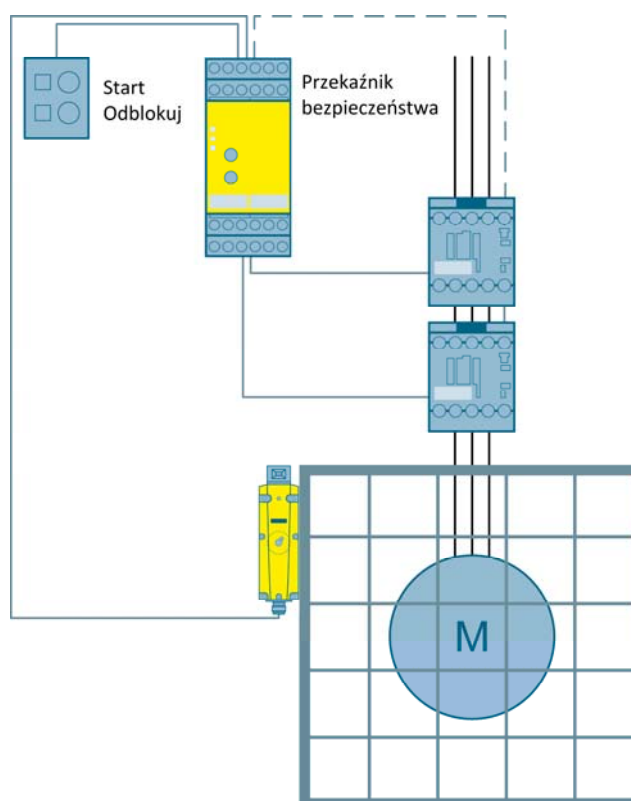
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064862>)

### 3.3.11 Kontrola osłony SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa z funkcją ryglowania

#### Architektura

Osłona jest często stosowana do odgródzenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. Jeżeli element obrotowy charakteryzuje się długim czasem wybiegu, należy zastosować ryglowanie osłony w celu zabezpieczenia się przed zagrożeniem.

#### Schemat poglądowy



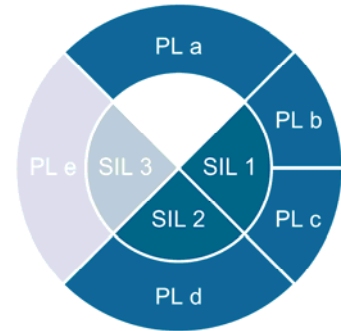
Ilustracja 3-18 Kontrola osłony SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa z funkcją ryglowania

**Zasada działania**

Położenie osłony jest monitorowane poprzez jeden wyłącznik pozycyjny. Oprócz tego osłona jest zaryglowana. Jeśli zostało wydane polecenie otwarcia osłony, przekaźnik bezpieczeństwa wyłącza swoje wyjścia, co skutkuje wyłączeniem napędów. Rygiel zostaje otworzony po upływie określonego czasu. Jeśli osłona oraz obwód sprężenia są zamknięte, można zresetować funkcję bezpieczeństwa.

Funkcja bezpieczeństwa "Kontrola osłony" oraz funkcja bezpieczeństwa "Ryglowanie osłony" spełniają wymagania dla kategorii SIL 2 / PL d.

Uwzględniając wykluczenia awarii, dozwolone jest użycie jednego wyłącznika bezpieczeństwa z lub bez rygla do SIL 2 lub PL d. Informacje poniżej.



**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłącznik pozycyjny z rygłem	Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3TK2845 ( <a href="http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28">http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń, i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73136328>)

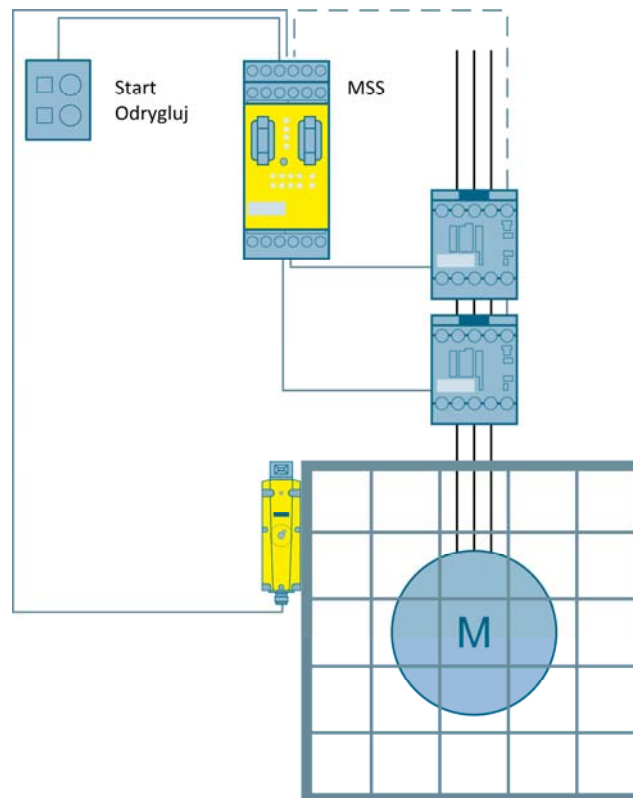
Informacje dodatkowe dotyczące realizacji aplikacji SIL 2 / PL d z wykorzystaniem jednego wyłącznika pozycyjnego  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35443942>)

### 3.3.12 Kontrola osłony SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego z funkcją ryglowania

#### Architektura

Oslona jest często stosowana do odgródzenia niebezpiecznych stref. Jest monitorowana pod kątem położenia i, jeśli znajdzie konieczność, wyłącza się funkcje stanowiące zagrożenie w strefie, do której uzyskano dostęp. Jeżeli element obrotowy charakteryzuje się długim czasem wybiegu, należy zastosować ryglowanie osłony w celu zabezpieczenia się przed zagrożeniem.

#### Schemat poglądowy



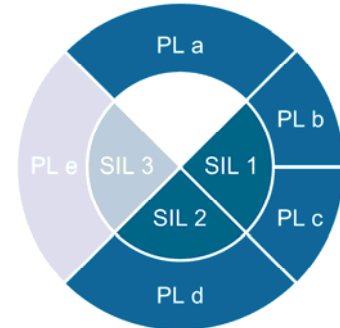
Ilustracja 3-19 Kontrola osłony SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego z funkcją ryglowania

### Wytyczne operacyjne

Położenie osłony jest monitorowane poprzez jeden wyłącznik pozycyjny. Oprócz tego osłona jest zaryglowana. Jeśli zostało wydane polecenie otwarcia osłony, przekaźnik bezpieczeństwa wyłącza swoje wyjścia, co skutkuje wyłączeniem napędów. Rygiel zostaje otworzony po upływie określonego czasu. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można zresetować funkcję bezpieczeństwa.

Funkcja bezpieczeństwa "Kontrola osłony" oraz funkcja bezpieczeństwa "Ryglowanie osłony" spełniają wymagania dla kategorii SIL 2 / PL d.

Uwzględniając wykluczenia awarii, dozwolone jest użycie jednego wyłącznika bezpieczeństwa z lub bez rygla do SIL 2 lub PL d. Informacje poniżej.



### Komponenty związane z bezpieczeństwem

Wyłącznik bezpieczeństwa z rygłem	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

### Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73137468>)

Informacje dodatkowe dotyczące realizacji aplikacji SIL 2 / PL d z wykorzystaniem jednego wyłącznika pozycyjnego

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35443942>)

## 3.4 Kontrola otwartych stref niebezpiecznych

### 3.4.1 Wprowadzenie

W obrębie zakładu przemysłowego często pojawiają się strefy, w których trzeba uniemożliwić dostęp personelu w pewnych okresach czasu ze względu na wysoki poziom zagrożenia. Przykładowo, niedozwolone jest, by jakiegokolwiek części ciała znajdowały się we wnętrzu prasy podczas ruchu w dół. Monitorowanie takich zagrożeń odbywa się często za pomocą kurtyn świetlnych.

W pewnych sytuacjach może być koniecznym wyłączenie funkcji bezpieczeństwa. Przysłanianie funkcji bezpieczeństwa jest celowym i chwilowym wyłączeniem funkcji bezpieczeństwa. Tryb ten wyzwalany jest przez dodatkowe czujniki (np. podczas transportu materiału do niebezpiecznej strefy).

---

#### Notka

Kurtyny świetlne mogą spełniać swoje funkcje tylko wtedy, gdy zostaną zainstalowane w odpowiednim miejscu. Informacje dotyczące miejsca instalacji kurtyn znajdują się w normie PN-EN ISO 13855:2010 „Bezpieczeństwo maszyn – Umiejscowienie wyposażenia ochronnego ze względu na prędkość zbliżania części ciała człowieka.”

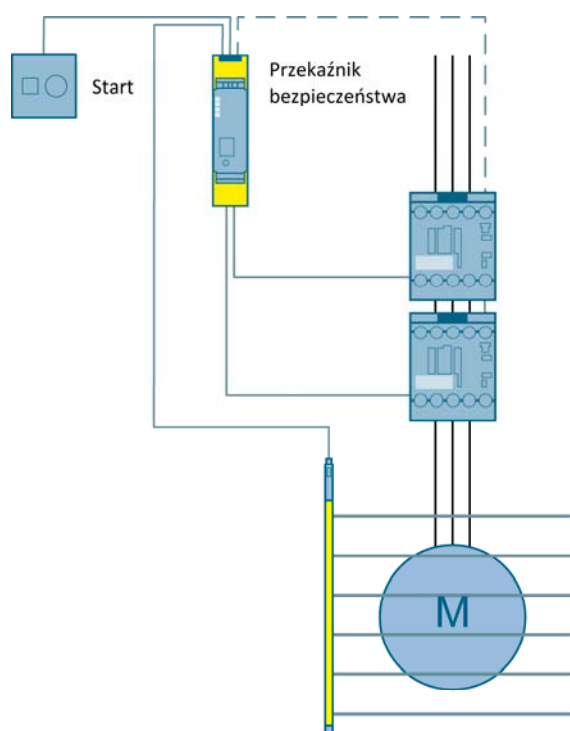
---

### 3.4.2 Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

By monitorować dostęp do otwartych stref zagrożenia, można użyć tak zwanych bezkontaktowych urządzeń ochronnych, takich jak kurtyny świetlne. Przy zakłóceniu wiązki światła wyzwalany jest funkcja bezpieczeństwa.

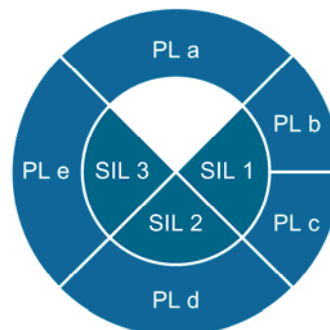
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-20 Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Kurtyna świetlna składa się z dwóch współpracujących ze sobą elementów. Pomiędzy nimi znajduje się strefa kontrolowana. Jeśli wiązka promieniowania zostanie zakłócona, nastąpi zmiana stanu wyjść OSSD1 i OSSD2. W wyniku czego nastąpi wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa. Jeśli kurtyna nie wykryje żadnego obiektu w jej zasięgu oraz pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta możliwe jest zresetowanie funkcji bezpieczeństwa. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Kurtyna świetlna	Przełącznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
SICK C4000	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73136329>)

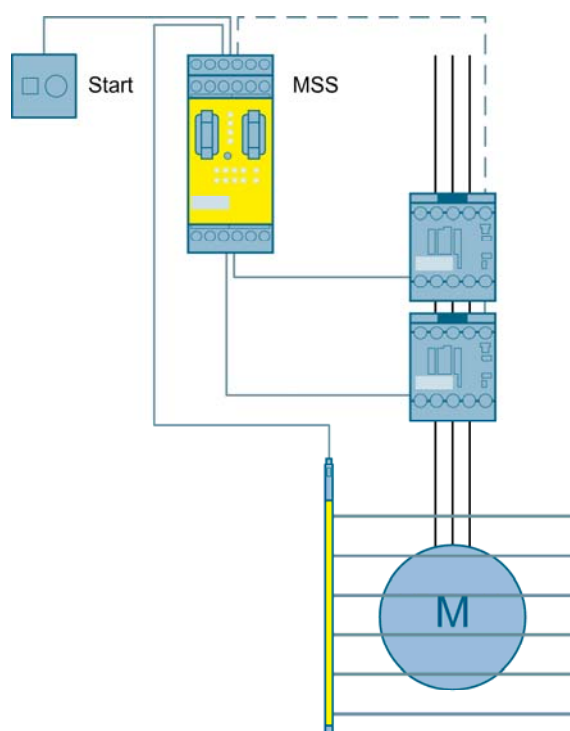


### 3.4.3 Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

By monitorować dostęp do otwartych stref zagrożenia, można użyć tak zwanych bezkontaktowych urządzeń ochronnych, takich jak kurtyny świetlne. Przy zakłóceniu wiązki światła wyzwalany jest funkcja bezpieczeństwa.

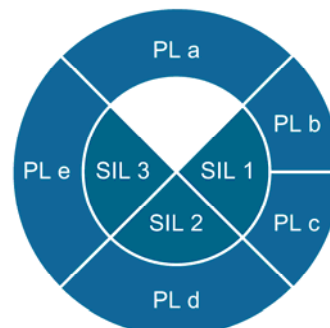
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-21 Kontrola dostępu przy użyciu kurtyny świetlnej SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Wytyczne operacyjne

Kurtyna świetlna składa się z dwóch współpracujących ze sobą elementów. Pomiędzy nimi znajduje się strefa kontrolowana. Jeśli wiązka promieniowania zostanie zakłócona, nastąpi zmiana stanu wyjść OSSD1 i OSSD2. W wyniku czego nastąpi wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa. Jeśli kurtyna nie wykryje żadnego obiektu w jej zasięgu oraz pętla sprzężenia zwrotnego jest zamknięta możliwe jest zresetowanie funkcji bezpieczeństwa. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Kurtyna świetlna	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
SICK C4000	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

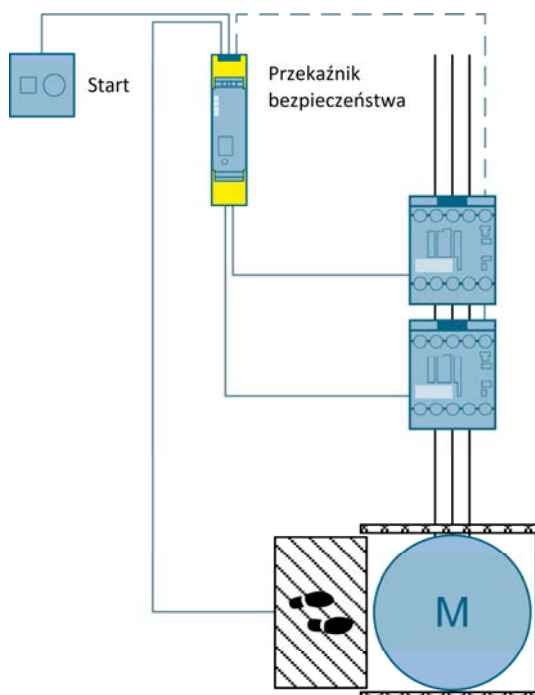
Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064070>)

### 3.4.4 Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Maty bezpieczeństwa wywołujące sygnał wyłączenia w przypadku nastąpienia na nie, mogą być użyte do monitorowania dostępu do otwartych stref zagrożenia.

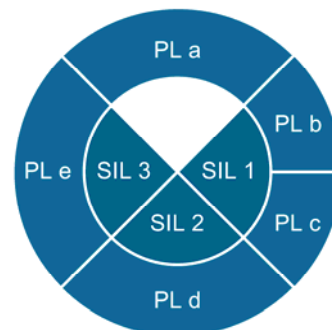
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-22 Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Maty bezpieczeństwa z wyjściami 2xNC lub NC/NO mogą zostać podłączone do przekaźnika bezpieczeństwa. Po zadziałaniu maty, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe, wyłączając elementy stanowiące zagrożenie. Jeśli mata bezpieczeństwa jest nieobciążona a obwód sprzężenia jest zamknięty, można zresetować funkcję bezpieczeństwa. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Mata bezpieczeństwa	Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

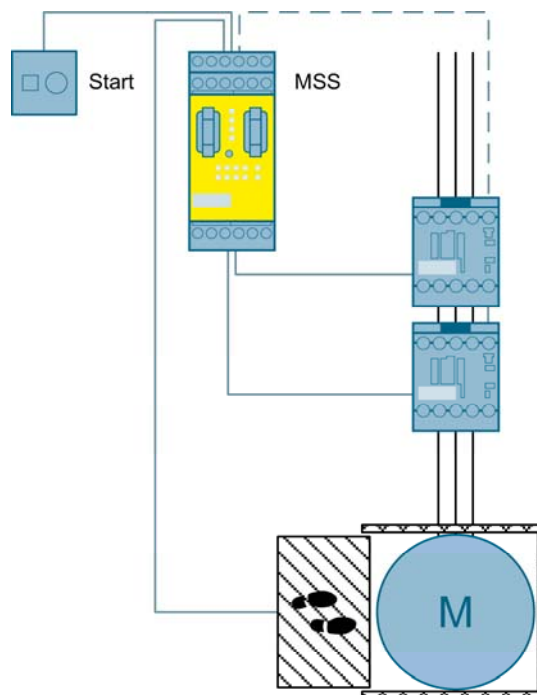
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77262359>)

### 3.4.5 Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Maty bezpieczeństwa wywołujące sygnał wyłączenia w przypadku nastąpienia na nie, mogą być użyte do monitorowania dostępu do otwartych stref zagrożenia.

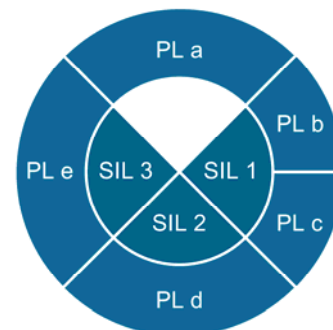
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-23 Kontrola dostępu przy użyciu maty bezpieczeństwa SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Maty bezpieczeństwa z wyjściami 2xNC lub NC/NO mogą zostać podłączone do przekaźnika bezpieczeństwa. Po zadziałaniu maty, przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe, wyłączając elementy stanowiące zagrożenie. Jeśli mata bezpieczeństwa jest nieobciążona a obwód sprzężenia jest zamknięty, można zresetować funkcję bezpieczeństwa. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Mata bezpieczeństwa	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
		
	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

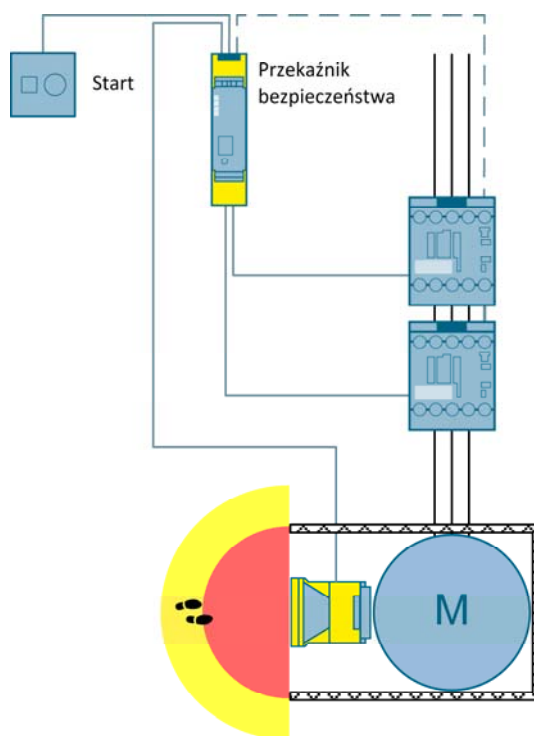
Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77262361>)

### 3.4.6 Kontrola stref przy użyciu skanera laserowego SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Skanerów laserowych często używa się do kontroli obszarów pod kątem nieupoważnionego dostępu. Pozwalają na skuteczną kontrolę oraz wykrywanie nieupoważnionego dostępu do strefy niebezpiecznej, montowane są np. w obszarze pracy robota.

#### Schemat poglądowy

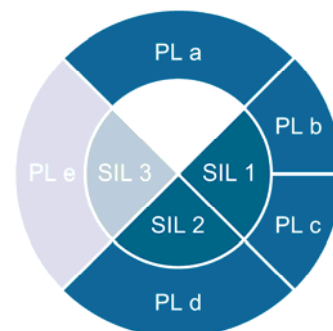


Ilustracja 3-24 Kontrola stref przy użyciu skanera laserowego SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Skaner laserowy umożliwia monitorowanie szerokiego obszaru. Zazwyczaj obszar taki dzieli się na strefę ostrzeżenia oraz strefę zagrożenia. Gdy ktoś wejdzie do strefy ostrzeżenia, sygnałem ostrzegawczym może być na przykład wskaźnik świetlny. Jeśli jednak ktoś wkroczy do strefy zagrożenia, nastąpi wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa.

Skannery laserowe są często wyposażane w wyjścia OSSD. Przekaznik bezpieczeństwa kontroluje wartość sygnału na wyjściach skanera i na tej podstawie wyzwala funkcje bezpieczeństwa. Jeśli wiązka laserowa jest niezakłócona a obwód sprzężenia zwrotnego jest zamknięty, można ponownie włączyć obwód. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Skaner laserowy	Przekaznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
SICK S3000	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77262367>)

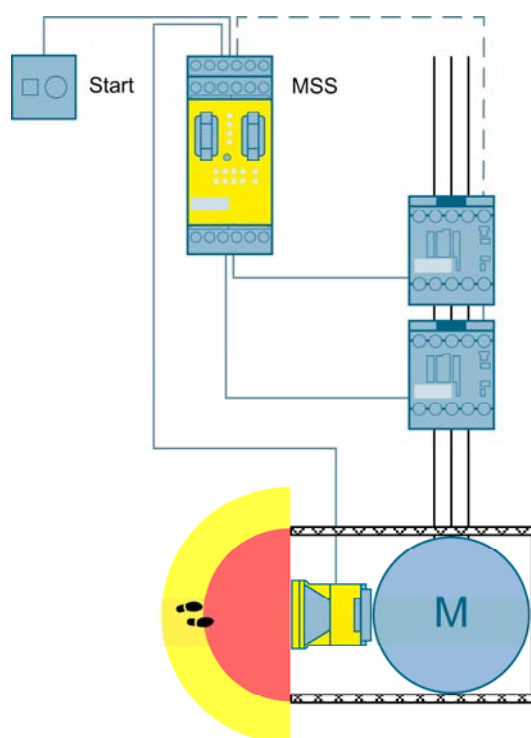


### 3.4.7 Kontrola stref przy użyciu skanera laserowego SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Skanerów laserowych często używa się do kontroli obszarów pod kątem nieupoważnionego dostępu. Pozwalają na skuteczną kontrolę oraz wykrywanie nieupoważnionego dostępu do strefy niebezpiecznej, montowane są np. w obszarze pracy robota.

#### Schemat poglądowy

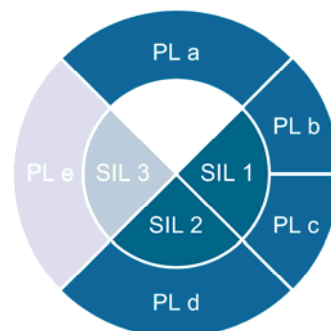


Ilustracja 3-25 Kontrola stref przy użyciu skanera laserowego SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Skaner laserowy umożliwia monitorowanie szerokiego obszaru. Zazwyczaj obszar taki dzieli się na strefę ostrzeżenia oraz strefę zagrożenia. Gdy ktoś wejdzie do strefy ostrzeżenia, sygnałem ostrzegawczym może być na przykład wskaźnik świetlny. Jeśli jednak ktoś wkroczy do strefy zagrożenia, nastąpi wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa.

Skanery laserowe są często wyposażane w wyjścia OSSD. Przekaznik bezpieczeństwa kontroluje wartość sygnału na wyjściach skanera i na tej podstawie wyzwala funkcje bezpieczeństwa. Jeśli wiązka laserowa jest niezakłócona a obwód sprzężenia zwrotnego jest zamknięty, można ponownie włączyć obwód. Dzieje się to automatycznie lub poprzez wciśnięcie przycisku startu, w zależności od aplikacji.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Skaner laserowy	Programowalny przekaznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
SICK S3000	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekazywnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77284304>)

## 3.5 Kontrola bezpiecznej prędkości oraz postoju

### 3.5.1 Wprowadzenie

Kontrola bezpiecznej prędkości oraz postoju jest często stosowane w maszynach w których ruch maszyny lub ruchomych części może stwarzać zagrożenie dla ludzi oraz sprzętu.

Aplikacje te często stosowane są w połączeniu z dodatkowymi zabezpieczeniami (osłony) oraz funkcją ryglowania.

Urządzeń blokujących z rygłem używa się do ochrony przed niepożądanym wejściem do stref niebezpiecznych. Zazwyczaj występują dwa tego powody:

3. By chronić personel przed przekroczeniem strefy bezpiecznego zakresu ruchu maszyny, przed wysokimi temperaturami, itp. EN-PN ISO 14119:2014 (Bezpieczeństwo maszyn – Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami – Zasady projektowania i doboru) dostarcza wskazówek do projektowania i doboru urządzeń blokujących. Powyższa norma stanowi, że strefa zagrożenia nie może być dostępna bez wcześniejszego zatrzymania groźnego ruchu maszyny.
4. Rygiel może być użyteczny ze względu na bezpieczeństwo procesu. Taka sytuacja występuje, gdy zagrożenie ustaje po otwarciu osłony, ale nadal może wystąpić uszkodzenie maszyny lub obrabianego przedmiotu. W takim przypadku maszyna jest doprowadzana do kontrolowanego przestoju zanim umożliwiony będzie dostęp.

Przy monitorowaniu prędkości rygiel drzwi ochronnych jest otwarty tylko gdy, na przykład, ruchoma część się zatrzymała lub porusza się z bezpieczną prędkością.

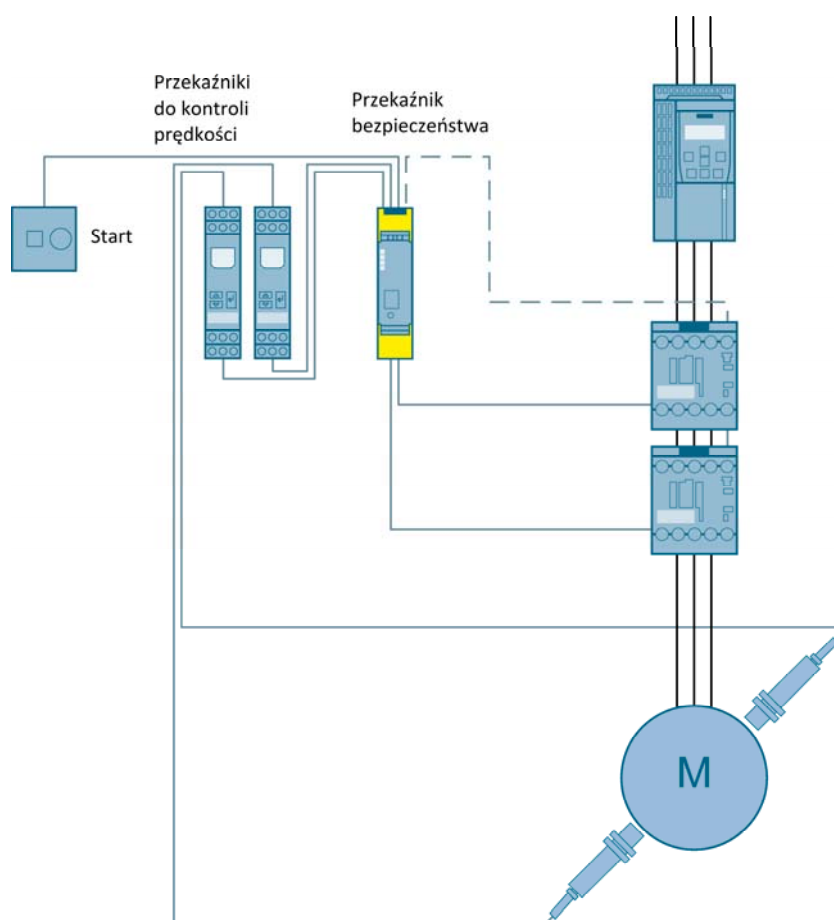
Przy monitorowaniu stanu spoczynkowego, w odróżnieniu od monitorowania prędkości, rygiel drzwi ochronnych otwarty jest, tylko przy osiągnięciu stanu spoczynkowego.

### 3.5.2 Kontrola bezpiecznej prędkości SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przełącznika bezpieczeństwa oraz przełączników kontroli prędkości

#### Architektura

By zagwarantować, że prędkość silnika jest ograniczona nawet w przypadku awarii, a personel jest chroniony przed możliwością narażenia, prędkość jest monitorowana za pomocą dwóch przełączników kontroli prędkości oraz przełącznika bezpieczeństwa.

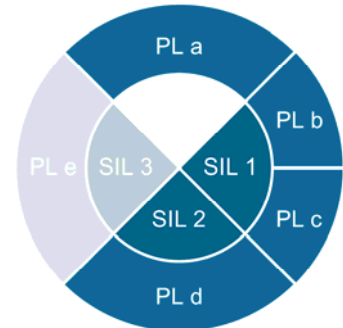
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-26 Kontrola bezpiecznej prędkości SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przełącznika bezpieczeństwa oraz przełączników kontroli prędkości

## Zasada działania

Kontrola prędkości bezpiecznej do SIL 2 / PL d za pomocą przekaźnika bezpieczeństwa oraz przekaźników kontroli prędkości. Określona prędkość lub zakres prędkości (górną i dolną granicę) jest ustawiony na obu przekaźnikach kontrolujących prędkość. Monitorują one prędkość silnika w sposób ciągły i sygnalizują za pomocą wyjść przekaźnikowych przekroczenie zakresu.



Przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje sygnały z przekaźnika kontroli prędkości pod kątem rozbieżności oraz zwarć krzyżowych.

Jeśli prędkość silnika przekracza limit prędkości lub wychodzi poza zakres, silnik zostaje bezzwłocznie wyłączony.

Jeśli prędkość silnika spadła poniżej limitu, jest w obrębie założonego zakresu lub w stanie zatrzymania a obwód sprzężenia jest zamknięty, silnik można ponownie załączyć przyciskiem startu.

### Uwaga

Zastosowanie w obwodzie dwóch przekaźników pomiarowych, może doprowadzić do sytuacji w której przekroczenie limitu zostanie wykryte przed jeden z przekaźników wcześniej niż przez drugi. Rozbieżność taka może być spowodowana błędem pomiarowym, niedokładną nastawą lub błędnym działaniem jednego z czujników.

Sytuacja taka może mieć również miejsca gdy jeden przekaźnik kontrolny wykrywa przekroczenie limitu na krótko przed drugim w przypadku ciągłego wzrostu prędkości. Gdy to nastąpi, odcinane jest zasilanie napędu. Z powodu detekcji rozbieżności zadziałania poszczególnych kanałów, na przekaźniku bezpieczeństwa sygnalizowany jest błąd. Aplikację można włączyć tylko po przejściu przez zero obu kanałów. W takim przypadku trzeba sprawdzić przekaźniki monitorujące i zresetować je ręcznie.

Aby uniknąć błędów rozbieżności zadziałania kanałów:

- Doświadczalnie wybrać nastawy przekaźników kontrolnych
- Zastosowanie identycznych czujników w obwodzie pomiarowym (czujniki tego samego typu, ta sama długość przewodów, itp.)

Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przełącznik kontroli prędkości	Przełącznik bezpieczeństwa	Stycznik
		
2x 3UG4651 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-monitoring">http://www.siemens.com/sirius-monitoring</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

Zobacz także

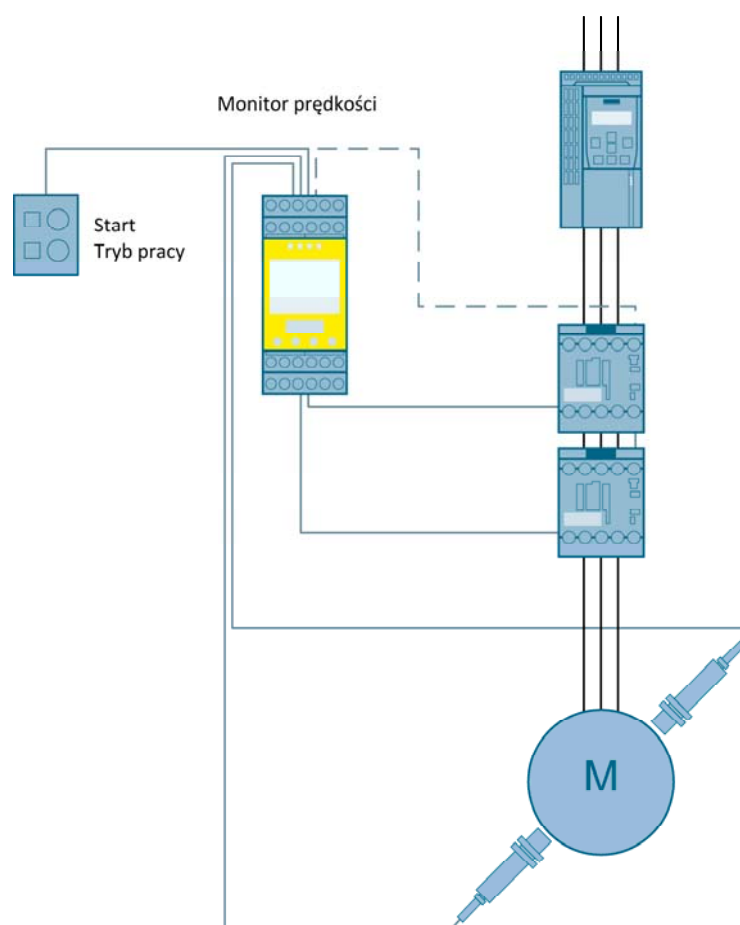
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69065516>)

### 3.5.3 Kontrola bezpiecznej prędkości SIL 3 / PL e z wykorzystaniem monitora prędkości

#### Architektura

By zagwarantować, że prędkość silnika jest ograniczona nawet w przypadku awarii, a personel jest chroniony przed możliwością narażenia, prędkość jest monitorowana za pomocą monitora prędkości.

#### Schemat poglądowy

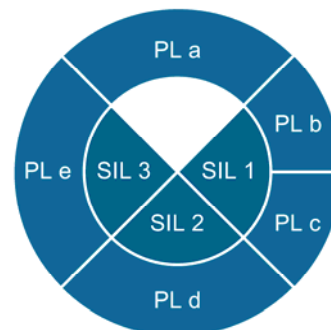


Ilustracja 3-27 Kontrola bezpiecznej prędkości SIL 3 / PL e z wykorzystaniem monitora prędkości



## Zasada działania

Określoną prędkość lub zakres prędkości (górny i dolny limit) ustawia się na monitorze prędkości. Można przełączać pomiędzy trybem ręcznym a automatycznym z indywidualnymi zakresami prędkości przy pomocy przełącznika trybu. Jeśli konkretne okno prędkości zostanie przekroczone lub nieosiągnięte, styczniki zostają wyłączone.

Gdy tylko urządzenia wykonawcze zostaną wyłączone oraz obwód sprzężenia zamknięty, można ponownie użyć przycisku startu.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Monitor prędkości	Stycznik
	
<p>3TK2810-1 (<a href="http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28">http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28</a>)</p>	<p>2x 3RT20 (<a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a>)</p>

## Zobacz także

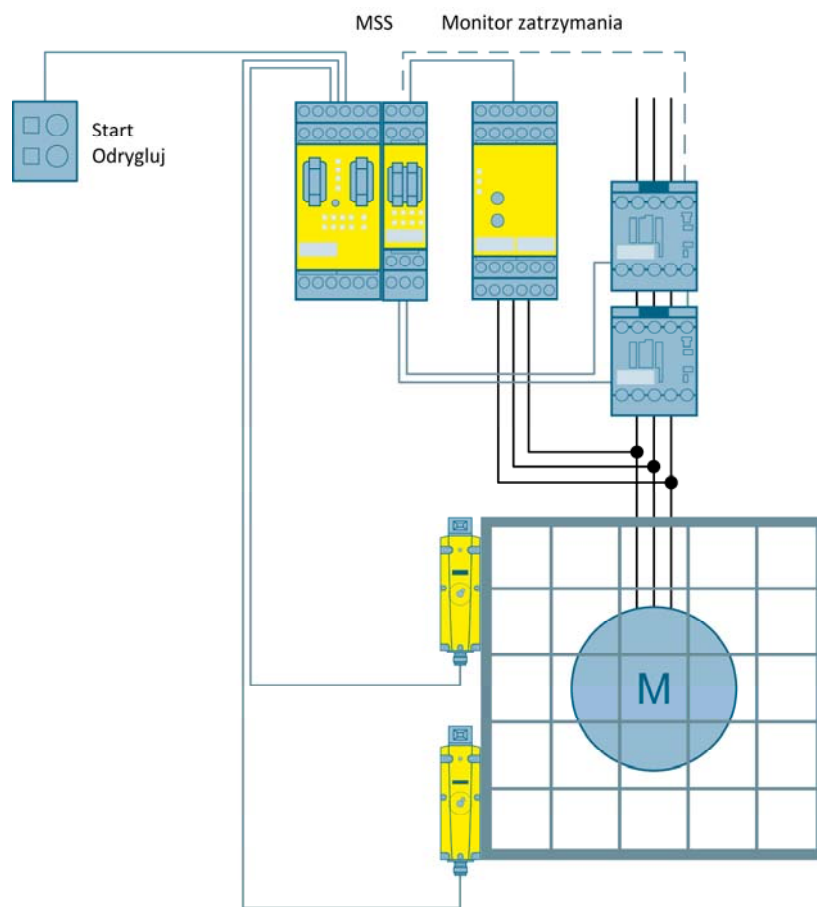
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69065043>)



### 3.5.4 Kontrola zatrzymania i ryglowanie osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje osłony. Monitor zatrzymania podłączony do przekaźnika bezpieczeństwa zapewnia, że nie jest dozwolony dostęp do ruchomych, niebezpiecznych maszyn podczas ich działania.



Ilustracja 3-28 Kontrola zatrzymania i ryglowanie osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

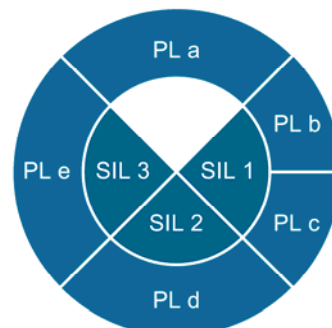
Monitor zatrzymania 3TK2810-0 mierzy napięcie resztkowe na zaciskach silnika (indukowane dzięki remanencji magnetycznej i obrotom wirnika). Jeśli napięcie indukcji osiąga 0, oznacza to, iż osiągnięty został stan spoczynku dla urządzenia.

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa monitoruje sygnały z monitora zatrzymania, jak również z dwóch wyłączników pozycyjnych.

Jeśli zostanie wykryte zatrzymanie, a przycisk do otwierania zostanie wciśnięty, rygiel zostanie odblokowany, umożliwiając otwarcie osłon. W tym samym czasie wyłączane są styczniki, co zapobiega nieprzewidzianemu uruchomieniu silnika.

Jeśli drzwi oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można ponownie użyć przycisku startu.

Zatrzymanie awaryjne jest funkcją dodatkową bezpieczeństwa i nie jest tutaj brane pod uwagę.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Wyłączniki pozycyjny z rygłem	Monitor zatrzymania	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Moduł rozszerzeń	Stycznik
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3TK2810-0 ( <a href="http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28">http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

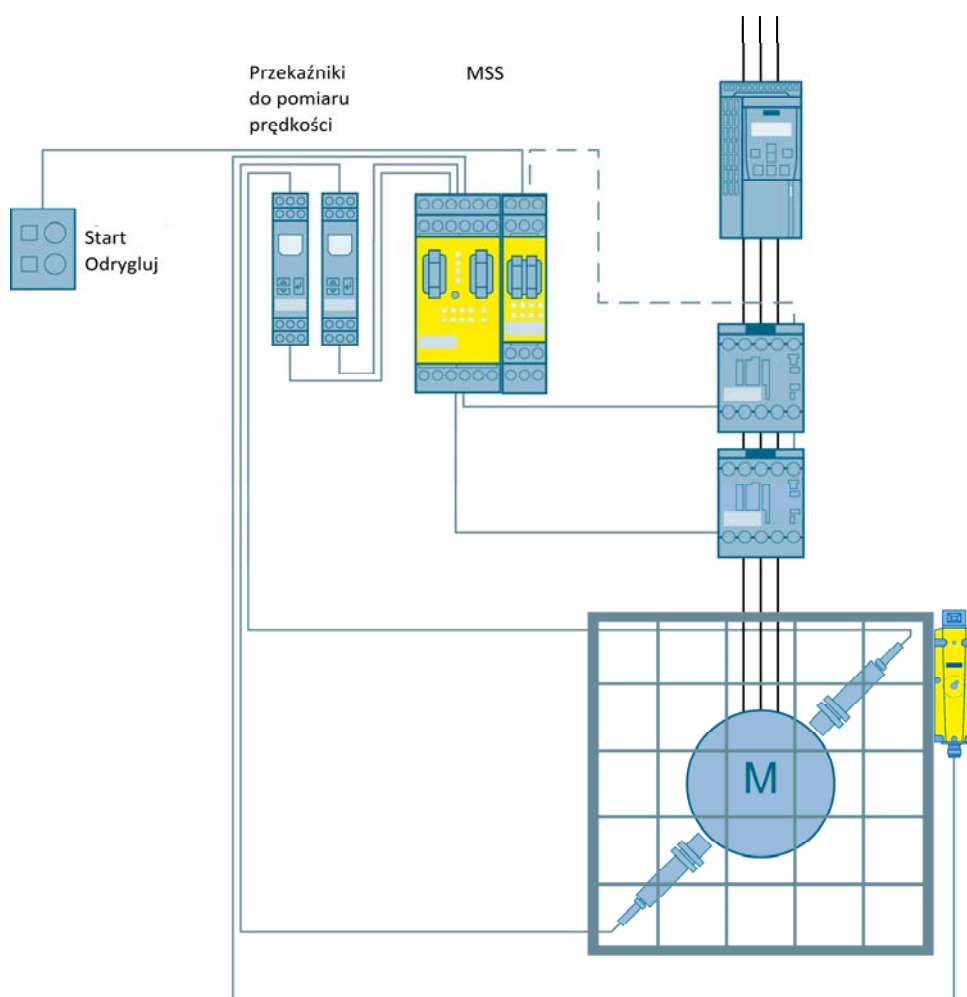
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69065515>)

### 3.5.5 Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego oraz przekaźników kontroli prędkości

#### Architektura

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa kontroluje osłony. Monitor zatrzymania podłączony do przekaźnika bezpieczeństwa zapewnia, że nie jest dozwolony dostęp do ruchomych, niebezpiecznych maszyn podczas ich działania.

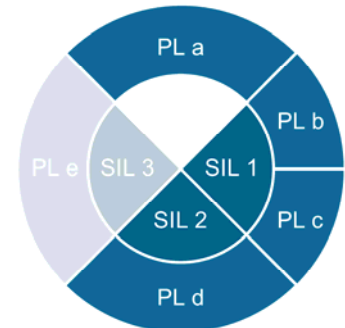
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-29 Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL 2 / PL d z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego oraz przekaźników kontroli prędkości

## Zasada działania

Kontrola prędkości bezpiecznej do SIL 2 / PL d za pomocą przekaźnika bezpieczeństwa oraz przekaźników kontroli prędkości. Określona prędkość lub zakres prędkości (górnny i dolny limit) jest ustawiony na obu przekaźnikach kontrolujących prędkość. Monitorują one prędkość silnika w sposób ciągły i sygnalizują za pomocą wyjść przekaźnikowych przekroczenie zakresu. Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa dodatkowo nadzoruje położenie osłony za pośrednictwem wyłącznika pozycyjnego z oddzielnym kluczem.



Gdy prędkość wejdzie w bezpieczne okno, można odryglować osłonę za pomocą przycisku otwierającego. Jeśli prędkość silnika przekracza limit prędkości przy otwartej osłonie, silnik zostaje natychmiastowo wyłączony. Jeśli osłona oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można ponownie użyć przycisku startu.

W tym przykładzie, funkcja bezpieczeństwa „Monitorowanie osłon” oraz funkcja bezpieczeństwa „Rygiel osłon” są zaprojektowane zgodnie z wymaganiami SIL 2 / PL d.

Uwzględniając wykluczenia awarii, dozwolone jest użycie jednego wyłącznika pozycyjnego z rygłem lub bez do SIL 2 / PL d.

---

### Uwaga

Zastosowanie w obwodzie dwóch przekaźników pomiarowych, może doprowadzić do sytuacji w której przekroczenie limitu zostanie wykryte przed jeden z przekaźników wcześniej niż przez drugi. Rozbieżność taka może być spowodowana błędem pomiarowym, niedokładną nastawą lub błędnym działaniem jednego z czujników.

Sytuacja taka może mieć również miejsca gdy jeden przekaźnik kontrolny wykrywa przekroczenie limitu na krótko przed drugim w przypadku ciągłego wzrostu prędkości. Gdy to nastąpi, odcinane jest zasilanie napędu. Z powodu detekcji rozbieżności zadziałania poszczególnych kanałów, na przekaźniku bezpieczeństwa sygnalizowany jest błąd. Aplikację można włączyć tylko po przejściu przez zero obu kanałów. W takim przypadku trzeba sprawdzić przekaźniki monitorujące i zresetować je ręcznie.

Aby uniknąć błędów rozbieżności zadziałania kanałów:

- Doświadczalnie wybrać nastawy przekaźników kontrolnych
  - Zastosowanie identycznych czujników w obwodzie pomiarowym (czujniki tego samego typu, ta sama długość przewodów, itp.)
-

Komponenty wykorzystane w przykładzie

Wyłącznik pozycyjny z rygłem	Przełączniki kontroli prędkości	Programowalny przełącznik bezpieczeństwa	Moduł rozszerzeń	Stycznik
				
3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	2x 3UG4651 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-monitoring">http://www.siemens.com/sirius-monitoring</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przełącznika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77284310>)

Informacje dodatkowe dotyczące realizacji aplikacji SIL 2 / PL d z wykorzystaniem jednego wyłącznika pozycyjnego

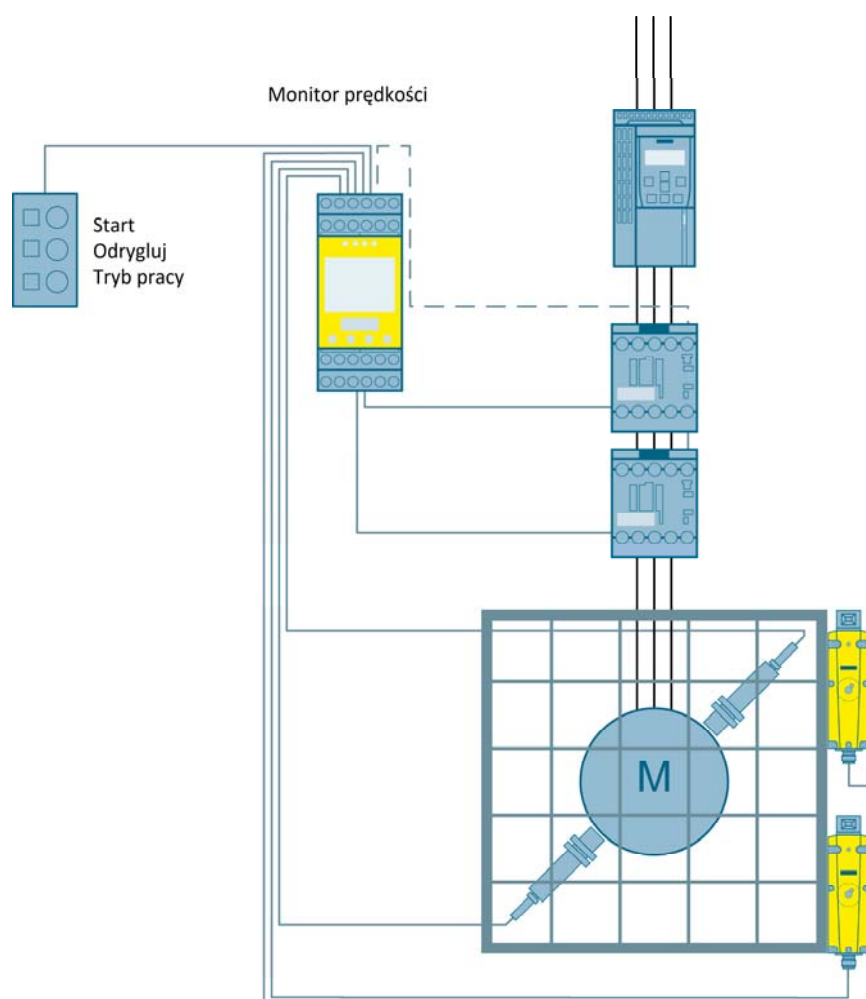
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/35443942>)

### 3.5.6 Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL 3 / PL e za pomocą monitora prędkości

#### Architektura

Kontroler prędkości zapewnia brak możliwości dostępu do ruchomych, niebezpiecznych części maszyny poruszających się z prędkością powyżej prędkości bezpiecznej. Aplikacja wykorzystuje dwa ryglowane wyłączniki pozycyjne, oraz dwa styczniki połączone szeregowo.

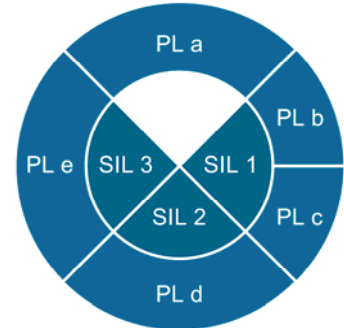
#### Schemat poglądowy



Ilustracja 3-30 Kontrola bezpiecznej prędkości, osłon oraz ryglowanie SIL 3 / PL e za pomocą monitora prędkości

**Zasada działania**




Określoną prędkość lub zakres prędkości (górny i dolny limit) ustawia się na monitorze prędkości.  
 Można przełączać pomiędzy trybem ręcznym a automatycznym z indywidualnymi zakresami prędkości przy pomocy przełącznika trybu.  
 Jeśli konkretne okno prędkości zostanie przekroczone lub nieosiągnięte, styczniki zostają wyłączone.  
 Monitor prędkości steruje również i kontroluje ryglowane wyłączniki pozycyjne.



W trybie automatycznym osłony pozostają zamknięte dopóki nie zostanie wykryte zatrzymanie. Jeśli automatyczne okno prędkości zostanie przekroczone lub nieosiągnięte, styczniki zostają wyłączone.  
 W trybie ręcznym osłony są otwarte. Jeśli zadane okno prędkości zostanie przekroczone lub nieosiągnięte, styczniki zostają wyłączone.

Jeśli osłony są otwarte, monitor prędkości uniemożliwia uruchomienie silnika. Jeśli drzwi oraz obwód sprzężenia są zamknięte, można ponownie użyć przycisku startu.

**Komponenty wykorzystane w przykładzie**

Wyłącznik pozycyjny z rygłem	Monitor prędkości	Stycznik
		
2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3TK2810-1 ( <a href="http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28">http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/en/safety-systems/3tk28</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

**Zobacz także**

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77284316>)

## 3.6 Bezpieczna praca operatora

### 3.6.1 Wprowadzenie

Jeśli operator musi pracować w niebezpiecznej strefie, np. przy ustawianiu lub usuwaniu obrabianego przedmiotu w prasach, wylączarkach lub podobnych maszynach, konieczne jest zaimplementowanie odpowiednich funkcji bezpieczeństwa. Rozpoczęcie niebezpiecznego ruchu może być dozwolone tylko gdy, na przykład, żadna część ciała operatora nie znajduje się w strefie zagrożenia. Jedną z metod osiągnięcia tego jest używanie obsługi dwuręcznej. Wymaga to naciśnięcia przez operatora dwóch przycisków niemal jednocześnie obiema rękoma by włączyć maszynę lub rozpocząć niebezpieczny ruch. Zwolnienie któregośkolwiek z przycisków skutkuje wyłączeniem maszyny lub ruchu.

Niniejszy rozdział zawiera przykłady aplikacji z obsługą oburęczną.

---

#### **Uwaga**

Wybór urządzenia obsługi oburęcznej jako wyposażenia bezpieczeństwa zależy od oceny ryzyka.

---

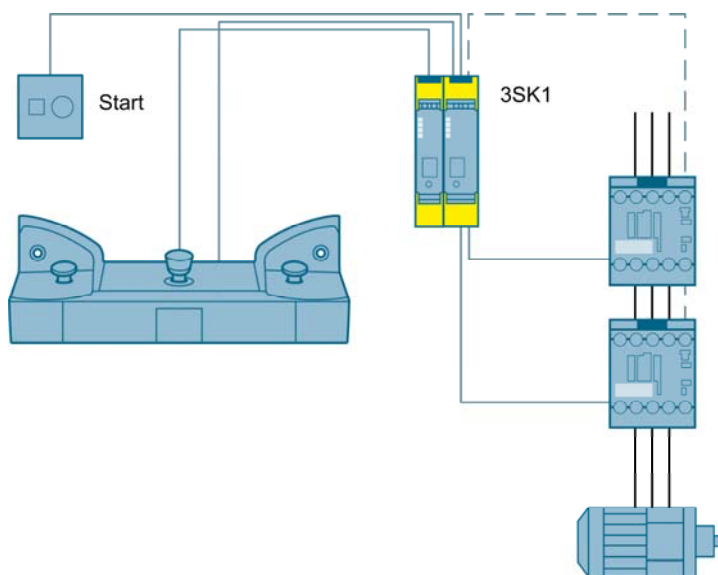


### 3.6.2 Obsługa oburęczna SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Pulpit do obsługi oburęcznej podłączony jest jako urządzenie dwukanałowe do przekaźnika bezpieczeństwa, tylko jednoczesne wciśnięcie przycisków umożliwia uruchomienie maszyny. W pulpicie zazwyczaj zainstalowany jest przyciska zatrzymania awaryjnego.

#### Schemat poglądowy



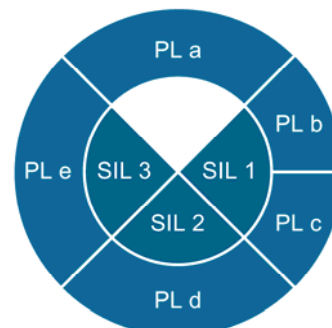
Ilustracja 3-31 Obsługa oburęczna SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania





Przez narzucenie warunku jednoczesnego wciskania obu przycisków, operator jest ograniczony do dwuręcznej obsługi konsoli i przez to niezdolny do sięgnięcia do strefy zagrożenia. Przełącznik bezpieczeństwa włącza obwód jedynie wtedy, gdy oba sygnały zostaną aktywowane w przeciągu 500 ms przy zamkniętym obwodzie sprzężenia.

Jeśli jeden z przycisków zostanie zwolniony, przełącznik bezpieczeństwa niezwłocznie wyłącza maszynę.

Po wywołaniu zatrzymania awaryjnego, do ponownego uruchomienia konieczne jest użycie przycisku startu.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Konsola oburęczna	Przełącznik bezpieczeństwa	Moduł wejść	Stycznik
			
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

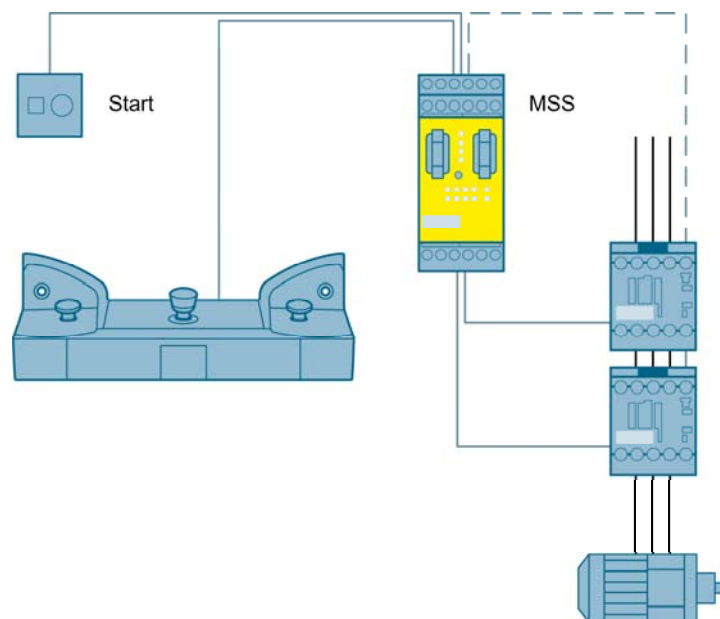
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/74562494>)

### 3.6.3 Obsługa oburęczna SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Pulpit do obsługi oburęcznej podłączony jest jako urządzenie dwukanałowe do programowalnego przekaźnika bezpieczeństwa, tylko jednoczesne wciśnięcie przycisków umożliwia uruchomienie maszyny. W pulpicie zazwyczaj zainstalowany jest przyciska zatrzymania awaryjnego.

#### Schemat poglądowy



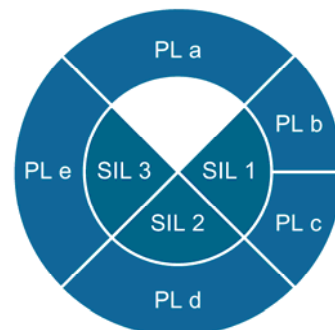
Ilustracja 3-32 Obsługa oburęczna SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Przez narzucenie warunku jednoczesnego wciskania obu przycisków, operator jest ograniczony do dwuręcznej obsługi konsoli i przez to niezdolny do sięgnięcia do strefy zagrożenia. Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa włącza obwód jedynie wtedy, gdy oba sygnały zostaną aktywowane w przeciągu 500 ms przy zamkniętym obwodzie sprężenia.

Jeśli jeden z przycisków zostanie zwolniony, programowalny przekaźnik bezpieczeństwa niezwłocznie wyłącza maszynę.

Po wywołaniu zatrzymania awaryjnego, do ponownego uruchomienia konieczne jest użycie przycisku startu.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Konsola oburęczna	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/69064071>)

## 3.7 Łączenie funkcji bezpieczeństwa

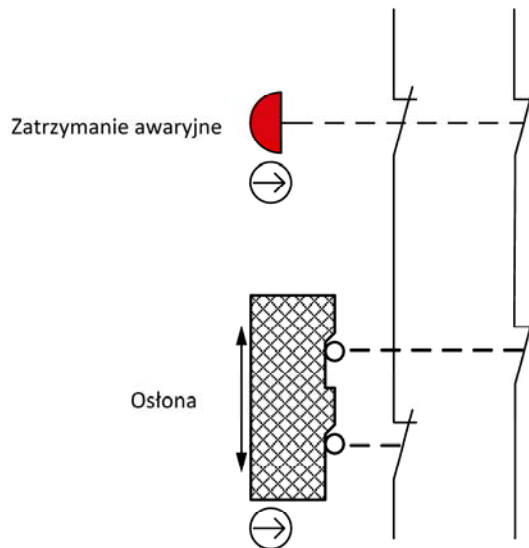
### 3.7.1 Wprowadzenie

Tylko w bardzo nielicznych przypadkach wystarczające jest zaimplementowanie jedynie jednej funkcji bezpieczeństwa w maszynie. Różne funkcje bezpieczeństwa z poprzednich rozdziałów często są stosowane przy jednej maszynie by osiągnąć wymagany poziom redukcji ryzyka.

Poniższy rozdział zawiera przykłady aplikacji zawierające typowe zestawienie funkcji bezpieczeństwa.

#### Warunki do połączenia szeregowego urządzeń sterujących zatrzymaniem awaryjnym oraz wyłącznika pozycyjnego.

Urządzenia sterujące zatrzymaniem awaryjnym oraz wyłączniki pozycyjne mogą być łączone szeregowo do Kat. 3 (ISO 13849-1) lub SIL 2 (IEC 62061), o ile można zapewnić, że urządzenia sterujące zatrzymaniem awaryjnym oraz drzwi ochronne nie będą załączane jednocześnie (w przeciwnym przypadku nie będzie się dało wykryć awarii).



## Łączenie lub kaskadowanie funkcji bezpieczeństwa

Jeśli dwie lub więcej części maszyn są razem połączone, innymi słowy, jeśli wymagania co do funkcji bezpieczeństwa w jednej części maszyny pociągają za sobą wymóg odnośnie funkcji bezpieczeństwa w innej części, przenoszenie sygnału musi spełniać te same wymagania funkcji bezpieczeństwa co w strefie oddziaływań.

### Przykład:

Urządzenie sterujące zatrzymaniem awaryjnym znajduje się w obu sekcjach maszyny. Funkcja zatrzymania awaryjnego w pierwszej sekcji jest zaprojektowana zgodnie z SIL 3 / PL e, a druga sekcja zgodnie z SIL 2 / PL d.

Choć sterowanie zatrzymaniem awaryjnym w drugiej sekcji wpływa tylko na tą część, zatrzymanie awaryjne użyte w pierwszej sekcji musi wyłączyć obie sekcje zakładu.

Jako że ocena ryzyka dla drugiej sekcji wymaga realizacji aplikacji zgodnej dla SIL 2 / PL d, przeniesienie sygnału zatrzymania awaryjnego w pierwszej sekcji wymaga odpowiadania co najmniej takiemu poziomowi bezpieczeństwa. Linia sygnałowa musi być zatem odporna na zakłócenia bądź sygnał musi być przenoszony z wykorzystaniem bezpiecznej komunikacji (np. ASIsafe).

Strefa niebezpieczna musi zawsze być widoczna z pozycji, z której dokonuje się komendy startu/restartu. To, czy każda sekcja wymaga swojego własnego przycisku startu, zależy od instalacji oraz oceny ryzyka.

---

### Uwaga

Łączenie może być zapewnione w obrębie szafy sterowniczej w konfiguracji jednokanałowej. Jest to nawet dopuszczalne do SIL 3 / PL e, ponieważ prowadzenie kabli wewnątrz szafy sterowniczej jest postrzegane jako odporne na zwieranie do potencjału (wykluczenie awarii zgodnie z EN-PN ISO 13849-2).

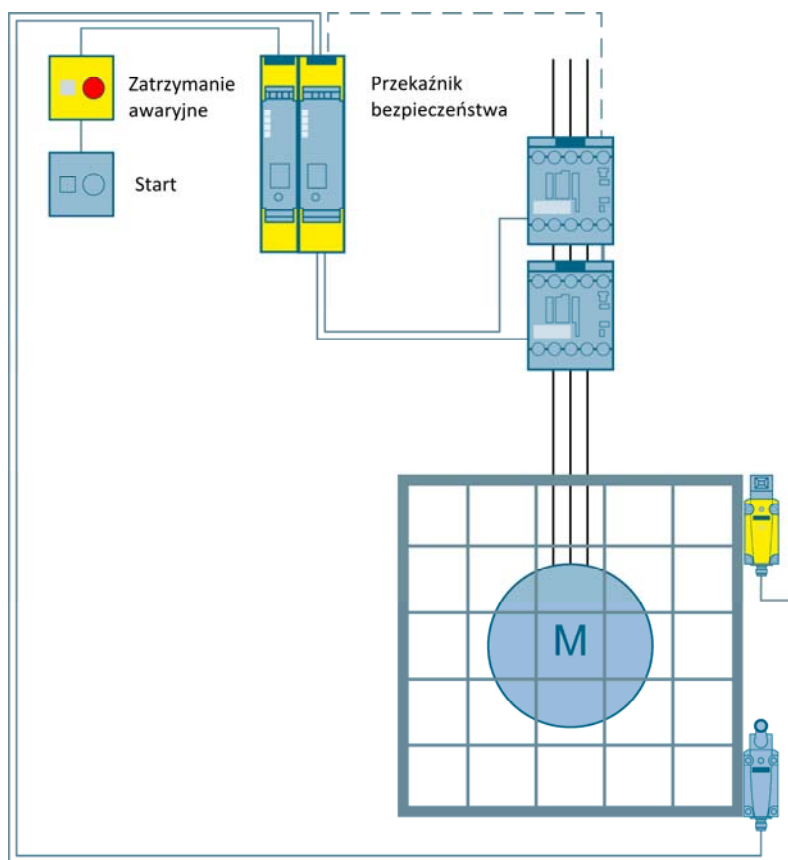
---

### 3.7.2 Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Osłony często są stosowane do odgradzenia niebezpiecznych stref. Są one monitorowane pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się źródło zagrożenia w strefie. Urządzenie sterujące zatrzymaniem awaryjnym jest dodatkowo monitorowane pod kątem wyłączenia maszyny w razie zagrożenia.

#### Schemat poglądowy

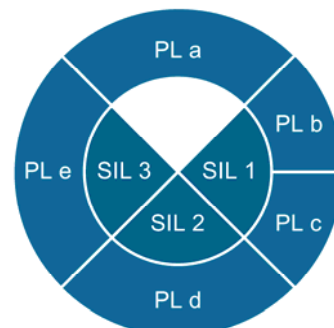


Ilustracja 3-33 Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Przełącznik bezpieczeństwa monitoruje dwa wyłączniki pozycyjne, jak również dwa styki przycisku zatrzymania awaryjnego przez dodatkowy moduł rozszerzenia wejść. Gdy wciśnięty zostanie przycisk zatrzymania awaryjnego lub otworzona zostanie osłona, przełącznik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe przez co wyłącza styczniki.

Jeśli osłona jest zamknięta, przycisk zatrzymania awaryjnego odbezpieczony, a obwód sprzężenia zamknięty, można ponownie użyć przycisku startu w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Wyłączniki pozycyjne	Przełącznik bezpieczeństwa	Rozszerzenia wejścia	Stycznik
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/74562495>)

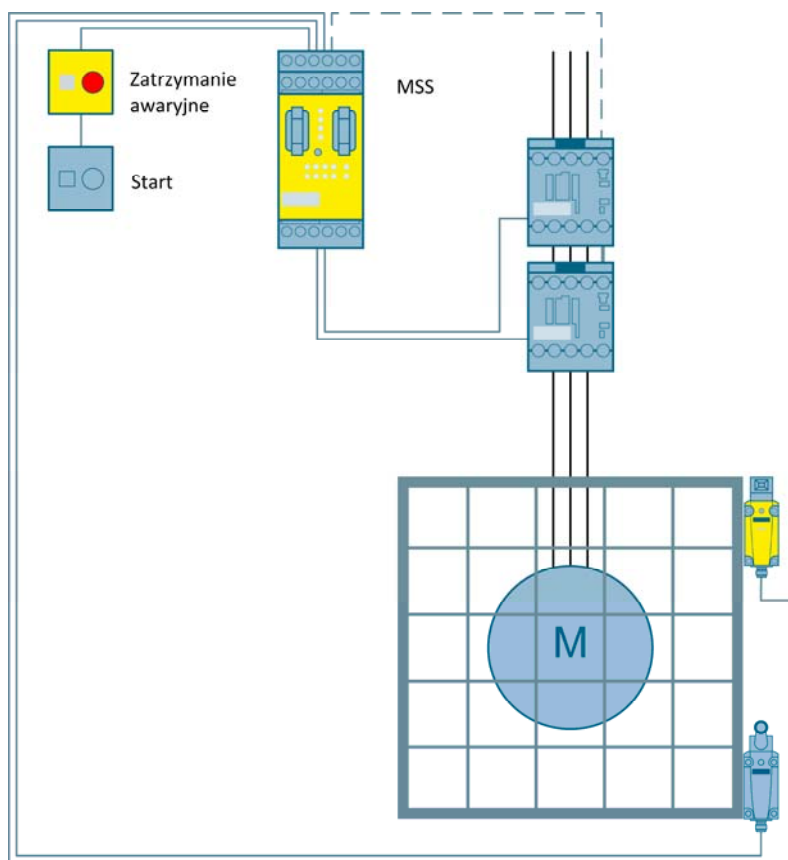


### 3.7.3 Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

#### Architektura

Osłony często są stosowane do odgrózenia niebezpiecznych stref. Są one monitorowane pod kątem położenia i, jeśli zajdzie konieczność, wyłącza się źródło zagrożenia w strefie. Urządzenie sterujące zatrzymaniem awaryjnym jest dodatkowo monitorowane pod kątem wyłączania maszyny w razie zagrożenia.

#### Schemat poglądowy

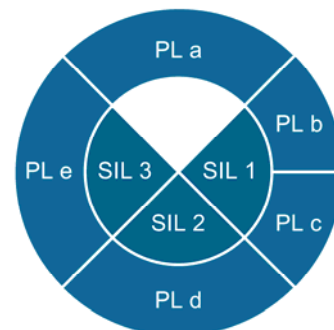


Ilustracja 3-34 Zatrzymanie awaryjne oraz kontrola osłon SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika programowalnego

## Zasada działania

Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa monitoruje dwa wyłączniki pozycyjne, jak również dwa styki przycisku zatrzymania awaryjnego przez dodatkowy moduł rozszerzenia wejść. Gdy wciśnięty zostanie przycisk zatrzymania awaryjnego lub otworzona zostanie osłona, programowalny przekaźnik bezpieczeństwa otwiera obwody wyjściowe przez co wyłącza styczniki.

Jeśli osłona jest zamknięta, przycisk zatrzymania awaryjnego odbezpieczony, a obwód sprzężenia zamknięty, można ponownie użyć przycisku startu w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Wyłączniki pozycyjne	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

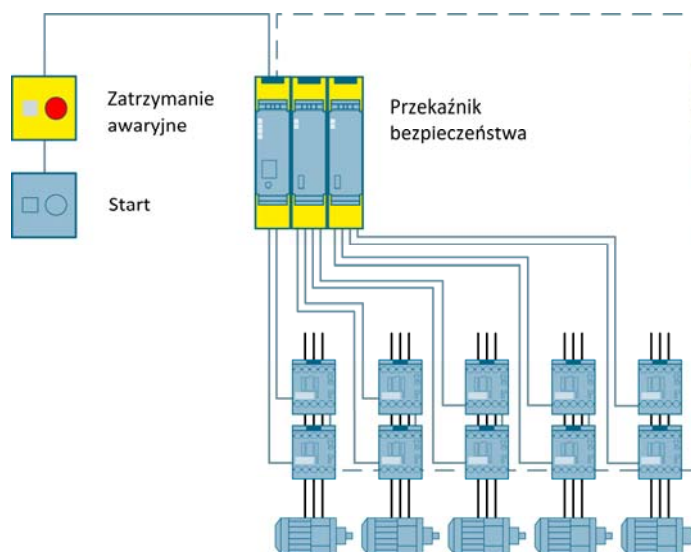
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/74563943>)

### 3.7.4 Zatrzymanie awaryjne wielu silników SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

#### Architektura

Jeśli istnieje wymóg by wyłączyć jednocześnie więcej niż jeden napęd, można to zrobić przy pomocy dodatkowych wyjść znajdujących się na modułach rozszerzających.

#### Schemat poglądowy

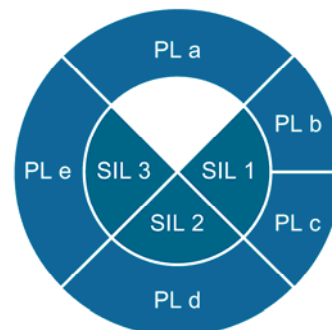


Ilustracja 3-35 Zatrzymanie awaryjne wielu silników SIL 3 / PL e z wykorzystaniem przekaźnika bezpieczeństwa

## Zasada działania

Przełącznik bezpieczeństwa nadzoruje przycisk zatrzymania awaryjnego. Gdy przycisk zostanie wciśnięty, przełącznik bezpieczeństwa wraz z modułami wyjściowymi otwiera obwody wyjściowe i wyłącza styczniki. Jeśli przycisk zatrzymania awaryjnego nie jest wciśnięty a pętla sprzężenia zwrotnego nie przerwana, można użyć przycisku start w celu zresetowania funkcji bezpieczeństwa.

Wyłączenie pojedynczych napędów realizowane jest w każdym przypadku jako osobna funkcja bezpieczeństwa, nawet jeśli powodowane jest wciśnięciem jednego przycisku zatrzymania awaryjnego i realizowane jest przez ten sam przełącznik bezpieczeństwa.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Przełącznik bezpieczeństwa	Moduł rozszerzeń wyjść	Stycznik
			
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

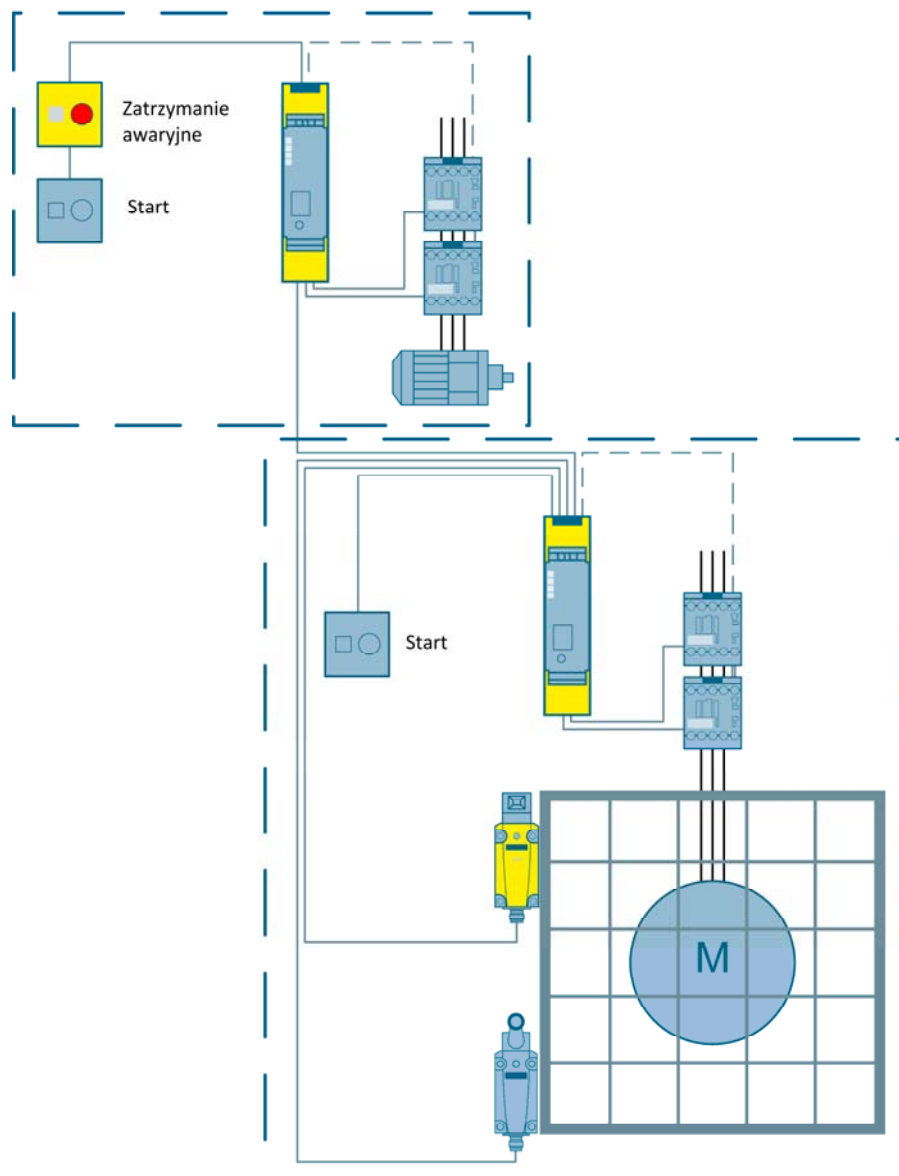
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/74563681>)

### 3.7.5 Połączenie kaskadowe przekaźników bezpieczeństwa SIL 3 / PL e

#### Architektura

Połączenie kaskadowe przekaźników bezpieczeństwa używane jest do wyzwalania kilku przekaźników bezpieczeństwa w ramach jednej funkcji bezpieczeństwa. Kilka funkcji bezpieczeństwa można logicznie podłączyć do wspólnej ścieżki wyłączenia. Zarazem można stworzyć kilka obwodów włączających do selektywnego wyłączania elementów napędowych.

#### Schemat poglądowy

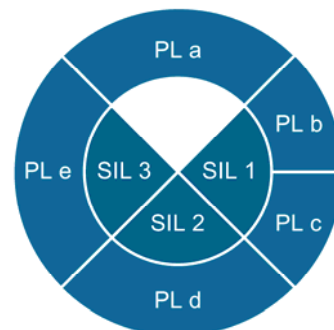


Ilustracja 3-36 Połączenie kaskadowe przekaźników bezpieczeństwa SIL 3 / PL e

## Zasada działania

Dwa przedstawione przekaźniki bezpieczeństwa są logicznie połączone przez wejście kaskadowe. Jeśli przycisk zatrzymania awaryjnego zostanie wciśnięty na pierwszym przekaźniku, oba przekaźniki wyłączają przypisane im urządzenia wykonawcze. Zaś gdy otwarta jest osłona, wyłączone są tylko odbiorniki przypisane do drugiego przekaźnika bezpieczeństwa.

Jeśli zatrzymanie awaryjne zostanie wyzwolone przez przekaźnik bezpieczeństwa wyższego poziomu, przekaźnik niższego poziomu trzeba włączyć ręcznie poprzez wciśnięcie przycisk startu. Globalny przycisk startu jest możliwy tylko w przypadku, gdy wszystkie strefa zagrożenia są widoczne z miejsca zamontowania tego przycisku.



## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Wyłącznik pozycyjny	Przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
			
3SB3 (2-kanalowy) ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	2x 3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3SK1 ( <a href="http://www.siemens.com/safety-relays">http://www.siemens.com/safety-relays</a> )	2x 3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

## Zobacz także

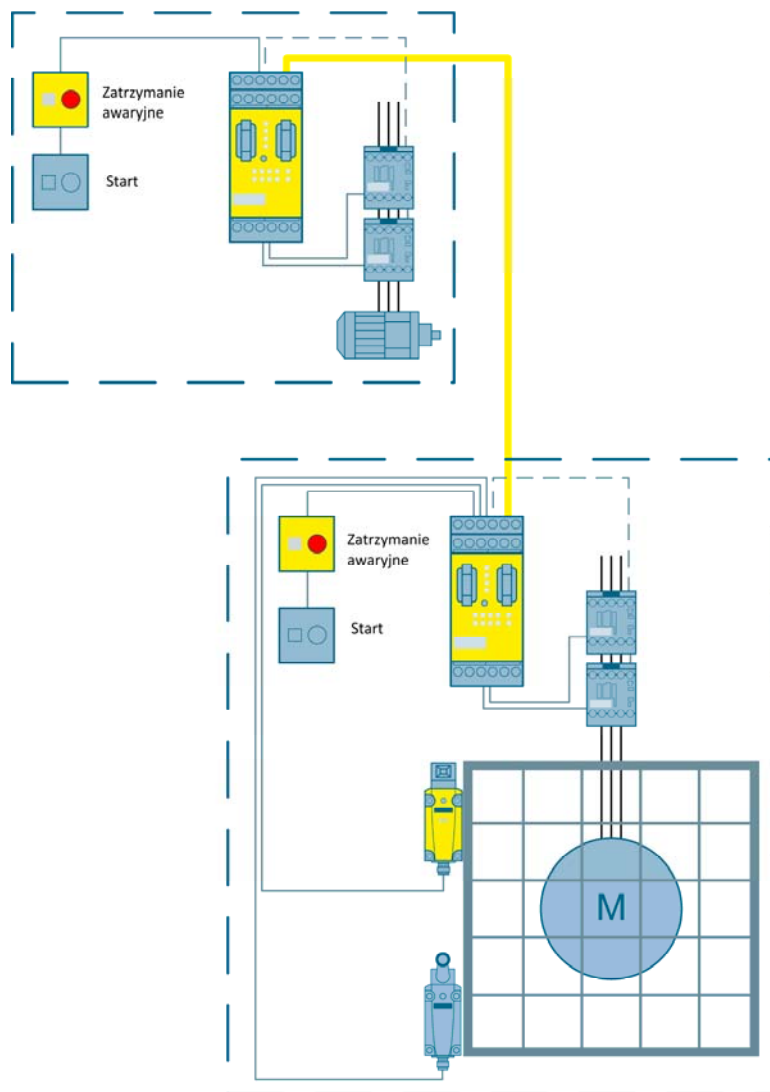
Schemat połączeń i obliczenia niezawodnościowe  
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/77282496>)

### 3.7.6 Bezpieczna komunikacja slave-to-slave SIL 3 / PL e z wykorzystaniem sieci AS-i

#### Architektura

Aby w łatwy sposób zrealizować połączenia kaskadowe w przypadku bardziej rozbudowanych układów warto zastosować rozwiązania sieciowe. Poniższy przykład bazuje na komunikacji slave-to-slave z wykorzystaniem sieci AS-i.

#### Schemat poglądowy

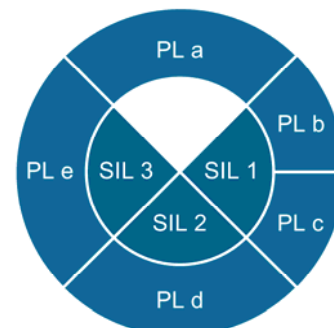


Ilustracja 3-37 Bezpieczna komunikacja slave-to-slave SIL 3 / PL e z wykorzystaniem sieci AS-i

## Zasada działania

Obie sekcje maszyny są od siebie niezależne z punktu widzenia procesu. Jeśli maszyna zostanie wyłączona w jednej z sekcji, polecenie wyłączenia zostaje przekazane do modułowego systemu bezpieczeństwa w innej sekcji maszyny za pomocą komunikacji slave-to-slave przez AS-i.

Co więcej, informacje diagnostyczne oraz sygnały alarmowe można wymieniać pomiędzy dwiema sekcjami maszyny.



### Uwaga

To, czy obie sekcje można ponownie włączyć przyciskiem startu bądź czy każda sekcja wymaga swojego własnego przycisku startu, zależy od instalacji oraz oceny ryzyka.

## Komponenty wykorzystane w przykładzie

Przycisk zatrzymania awaryjnego	Wyłączniki pozycyjny	Programowalny przekaźnik bezpieczeństwa	Stycznik
			
3SU1 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-commanding">http://www.siemens.com/sirius-commanding</a> )	3SE5 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-detecting">http://www.siemens.com/sirius-detecting</a> )	3RK3 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-mss">http://www.siemens.com/sirius-mss</a> )	3RT20 ( <a href="http://www.siemens.com/sirius-switching">http://www.siemens.com/sirius-switching</a> )

### Uwaga

Sieć AS-i wymaga dodatkowo do działania odpowiedniego zasilacza i modułu typu master.

## Zobacz także

Schemat połączeń, przykładowy program do przekaźnika bezpieczeństwa i obliczenia niezawodnościowe

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/88823146>)

Bardziej szczegółowe opis komunikacji slave-to-slave

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/58512565>)





## Normy i Standardy

### 4.1 Normy i standardy w Unii Europejskiej

#### 4.1.1 Bezpieczeństwo maszyn w Europie

##### 4.1.1.1 Podstawy prawne

#### Dyrektywa maszynowa (2006/42/EC)

Gdy powstał europejski wspólny rynek, podjęto decyzję by ujednoczyć standardy krajowe i normy wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej odnośnie technicznych wymagań co do maszyn. Oznacza to, że jako dyrektywa wewnętrznego rynku, zawartość Dyrektywy Maszynowej musi być wprowadzona przez konkretne państwo członkowskie jako prawodawstwo krajowe. Dla Dyrektywy Maszynowej zostało to zrealizowane by osiągnąć cele standardów bezpieczeństwa, i przez to zniesienie technicznych barier handlowych. Zgodnie z definicją maszyny („zbiór połączonych elementów, z których co najmniej jeden się porusza”), ta dyrektywa ma bardzo szeroki zakres. Obszar aplikacji również się zwiększa by objąć wymienny sprzęt, elementy bezpieczeństwa, urządzenia odbiorcze, łańcuchy, pasy, liny, zdejmowane półosie oraz niekompletne maszyny.

„Maszyna” odnosi się również do zbioru maszyn, które by osiągnąć ten sam cel, są ułożone i sterowane tak, żeby funkcjonowały jako integralna całość.

Oznacza to, że Dyrektywa Maszynowa ma zastosowanie od podstawowych maszyn do całych instalacji.

Trzeba spełnić podstawowe wymagania bezpieczeństwa oraz wymogi zdrowotne określone w załączniku I. W przypadku integracji bezpieczeństwa, producent musi uważnie przestrzegać wytycznych wyszczególnionych w Załączniku I, Rozdział 1.1.2.

Założenia bezpieczeństwa muszą być wprowadzone odpowiedzialnie by zapewnić zgodność z Dyrektywą. Wytwórcy maszyn muszą sprawdzać, czy ich maszyny spełniają podstawowe wymogi. Weryfikacja przeprowadzana jest za pomocą zharmonizowanych norm. W przypadku maszyn stwarzających zwiększone potencjalne zagrożenie, takich jak wyszczególnionych w załączniku IV Dyrektywy Maszynowej, wymagana jest procedura certyfikacyjna. (Zalecenie: maszynie nie wyszczególnione w załączniku IV również mogą stwarzać istotne potencjalne zagrożenie i trzeba się z nimi odpowiednio zająć.)



Ilustracja 4-1 Europejska Dyrektywa Maszynowa

## **Normy**

Zanim maszyny lub instalacje można wprowadzić na rynek lub uruchomić, muszą one spełnić podstawowe wymogi bezpieczeństwa dyrektyw unijnych. Normy mogą być niezwykle pomocne w osiągnięciu zgodności z tymi wymogami bezpieczeństwa. W UE trzeba rozróżnić normy zharmonizowane z dyrektywami oraz normy, które zostały ratyfikowane, ale nie ujednolicone w konkretnej dyrektywie, jak również inne przepisy techniczne, uwzględnione w dyrektywach jak „normy krajowe”.

Normy opisują zaakceptowane nowości techniczne. Innymi słowy, poprzez stosowanie ratyfikowanych norm, wytwórcy mogą udowodnić, że zostały zastosowane najnowocześniejsze rozwiązania.

Wszystkie normy ratyfikowane jako normy europejskie muszą zasadniczo być wdrożone bez zmian jako normy krajowe państw członkowskich, niezależnie od tego, czy normy zostały ujednolicone w dyrektywie, czy też nie. Trzeba więc odwołać istniejące normy krajowe dotyczące tego samego zagadnienia. Celem jest więc stworzenie jednolitej (spójnej) treści norm w Europie.

### **Ujednolicone normy europejskie**

Ujednolicone normy europejskie (normy EN) są publikowane z Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich i muszą być zawarte w normach krajowych bez żadnych korekt.

Są one zaprojektowane, by spełnić podstawowe wymagania bhp, jak również cele bezpieczeństwa określone w załączniku I Dyrektywy Maszynowej.

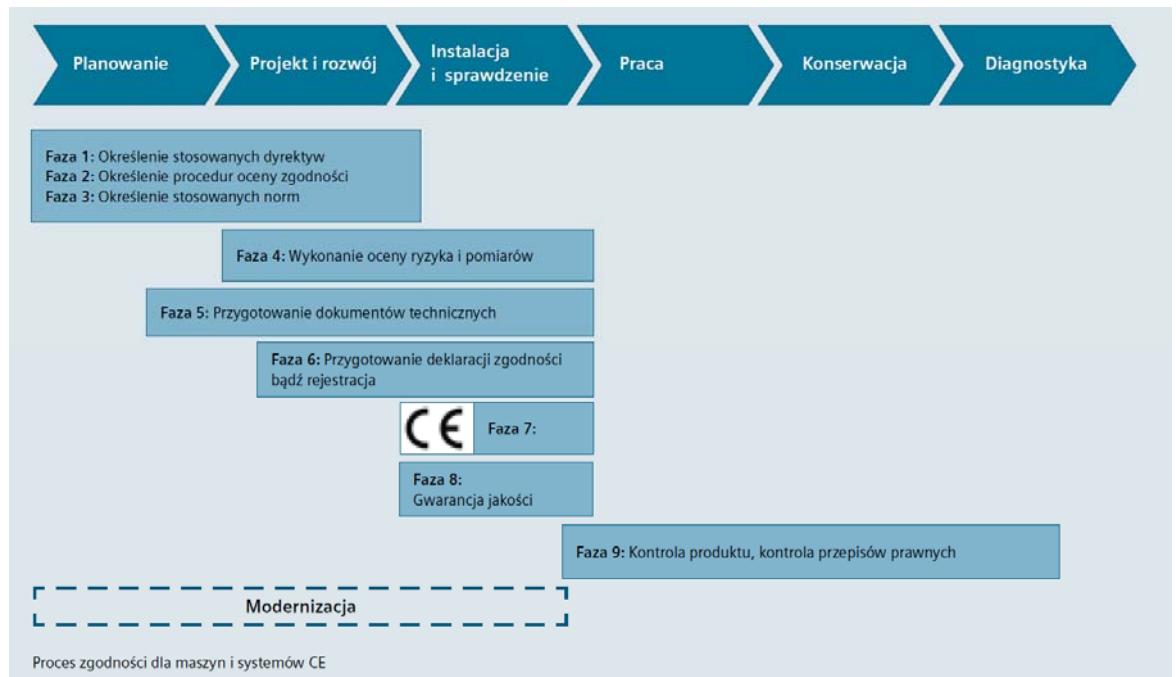
Gdy stosowane są ujednolicone normy, można domniemać, że dyrektywa jest spełniona, innymi słowy, wytwórcy mogą być pewni, że spełnili aspekty bezpieczeństwa dyrektywy o tyle, o ile wprowadzono je z odpowiednimi normami. Jednakże, nie każda norma europejska jest tak ujednolicana. Listy w Dzienniku Urzędowym są decydujące. Listy te można obejrzeć, zawsze aktualne, w internecie (<http://www.newapproach.org/>).

### 4.1.1.2 Proces zgodności CE

#### Proces zgodności CE

#### Fazy procesu zgodności CE

Proces zgodności CE jest podzielony na różne fazy, które trzeba przeprowadzić poprzez cały cykl życia (planowanie, projektowanie, instalacja, działanie i konserwacja).



Ilustracja 4-2 Proces zgodności CE dla maszyn i systemów

Obowiązujące dyrektywy muszą być ustalone w Fazie 1, zaraz po etapie planowania. Może to wiązać się z jedną lub więcej dyrektywą, bądź z żadną. (np. Dyrektywa Maszynowa, patrz Rozdział 2.2.1)

W Fazie 2, procedura oceny zgodności jest przyjęta zgodnie z obowiązującymi dyrektywami z Fazy 1.

Definicja obowiązujących norm pojawia się w Fazie 3.

Faza 4 zawiera więc ocenę ryzyka, zmniejszanie ryzyka oraz legalizację. Zawiera ona również ocenę elementów związanych z bezpieczeństwem w sterowaniu maszyny. Poszczególne kroki Fazy 4 są wytłumaczone w poniższej sekcji.

Dokumentacja techniczna tworzona jest w równoległym planowaniu, rozwoju i odbiorze technicznym. Zwane jest to też Fazą 5. Dokumentacja techniczna musi być dostępna w całości podczas wsparcia technicznego maszyny. Zawiera to dokumentację techniczną (załącznik VII Dyrektywy Maszynowej), atestowanie, protokoły potwierdzenia (jeśli są wymagane), dokumentację transportową, itp.

Jeśli procedura zatwierdzania zostanie pomyślnie ukończona, deklaracja zgodności lub deklaracja włączenia może zostać sporządzona w Fazie 6, a w Fazie 7 można dołączyć do maszyny znak CE.

Wszyscy producenci mają obowiązek nadzorowania produktów na okoliczność możliwych ukrytych wad po wypuszczeniu ich na rynek. Pokrywa to zapewnienie jakości Fazy 8 oraz monitorowanie produktu w Fazie 9. Na przykład, trzeba zgromadzić informacje o tym, czy produkt jest w rzeczywistości używany zgodnie z założeniem i jak zachowuje się podczas cyklu życia.

W szczególności, przy użyciu odpowiednich środków, trzeba zapobiec niebezpiecznym wadom oraz niewłaściwemu użyciu bądź błędnej obsłudze produktu. Jeśli zostaną odkryte ukryte wady, koniecznym jest poinformowanie użytkownika.

### Ocena ryzyka

Ryzyko jest nieodłączną częścią maszyn ze względu na ich projekt i funkcjonalność. Z tego powodu Dyrektywa Maszynowa wymaga, by ocena ryzyka była przeprowadzana dla każdej maszyny, oraz, jeśli to konieczne, zredukowany został poziom zagrożenia do chwili, aż ryzyko szacunkowe będzie mniejsze niż tolerowalne ryzyko. Standard PN-EN ISO 12100 „Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszenie ryzyka” winna być użyta podczas procesu oceny tych zagrożeń.

PN-EN ISO 12100 opisuje głównie zagrożenia oraz wytyczne projektowe, na które należy zwrócić uwagę, oraz iteracyjny proces przy ocenie i redukcji zagrożeń do osiągnięcia odpowiedniego stopnia bezpieczeństwa.

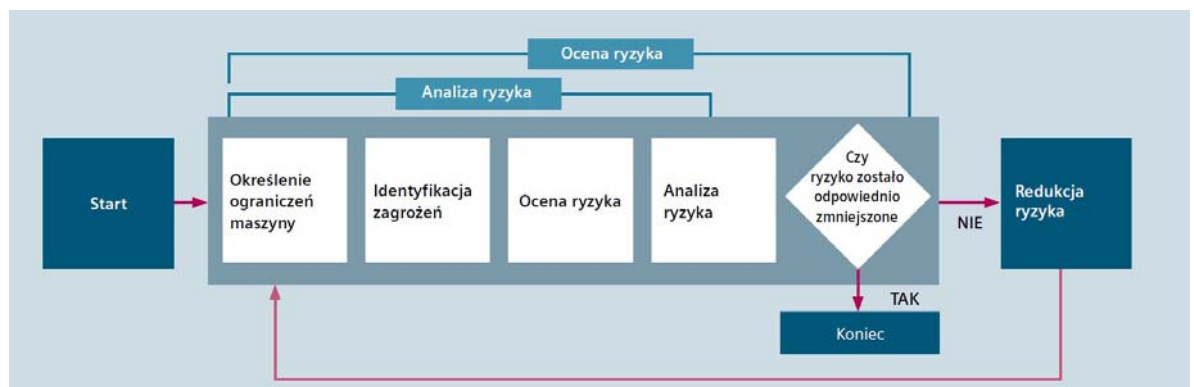
Ocena ryzyka jest procedurą pozwalającą na systematyczne badanie zagrożeń wynikających z maszyn. Gdzie niezbędna, po ocenie ryzyka następuje procedura redukcji ryzyka. Przy powtórzeniu operacji mówi się o tym jako procesie iteracyjnym. Może to pomóc w eliminowaniu zagrożeń (o ile to możliwe) oraz może działać jako podstawa do zaimplementowania odpowiednich środków ochronnych.

Ocena ryzyka zawiera następujące kroki:

- Analiza ryzyka
  - Określenie limitów maszyny
  - Identyfikacja zagrożeń
  - Oszacowanie ryzyka
- Ocena ryzyka

Jako część procesu iteracyjnego do osiągnięcia wymaganego poziomu bezpieczeństwa, ocena ryzyka jest przeprowadzana po oszacowaniu ryzyka. W tym miejscu trzeba podjąć decyzję, czy konieczne jest zredukowanie ryzyka szacunkowego. Jeśli ryzyko trzeba nadal zmniejszać, trzeba wybrać i zastosować odpowiednie środki ochronne. Trzeba więc ponowić ocenę ryzyka.

Redukcja ryzyka odbywa się przez właściwe projektowanie oraz implementowanie maszyny (np. za pomocą kontrolerów środków ochronnych odpowiednich funkcji związanych z bezpieczeństwem).



Ilustracja 4-3 Iteratywna procedura do oceny ryzyka zgodnie z PN-EN ISO 12100

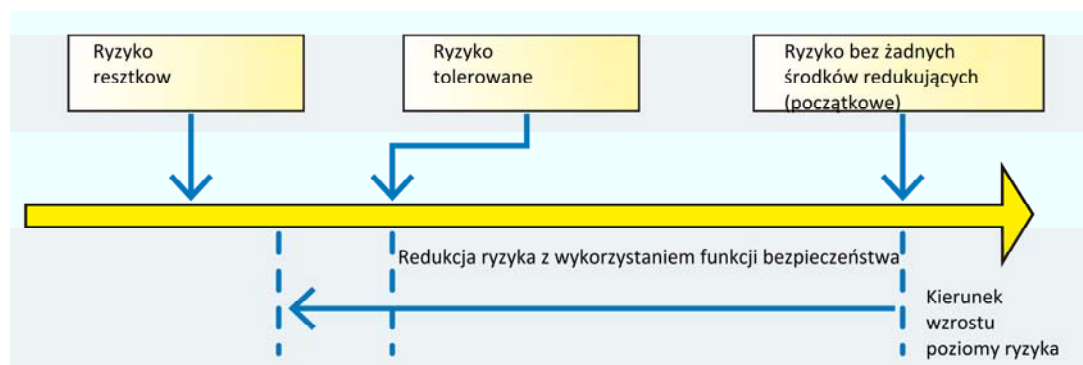
## Redukcja ryzyka

Jeśli oszacowane ryzyko wydaje się zbyt duże, musi zostać zredukowane, dopóki ryzyko szacunkowe nie będzie mniejsze od tolerowanego ryzyka. Aby to osiągnąć, trzeba najpierw podjąć próbę zabezpieczenia maszyny poprzez modyfikację projektu. Jeśli nie jest to możliwe, redukcja ryzyka musi odbyć się za pomocą odpowiednich środków ochronnych.

- Powagę możliwych urazów można zredukować, na przykład, poprzez zmniejszenie prędkości ruchu lub poziomów mocy części maszyn, przy których obecny jest personel.
- Częstość przebywania personelu w strefach zagrożenia można zredukować przy pomocy barier.
- Zawsze istnieje pewna możliwość, że maszyna nie będzie zachowywać się tak jak powinna, bądź że wyposażenie ochronne zawiedzie. Może to być spowodowane awarią w jakiegokolwiek części maszyny. Redukcji czynnika ryzyka można dokonać poprzez odpowiedni projekt części związanych z bezpieczeństwem. Części związane z bezpieczeństwem to również sterowanie maszyny, o ile jego awaria może doprowadzić do stworzenia zagrożenia. Ryzyko spowodowane przez awarię sterowania można zredukować przez wprowadzenie sterowania zgodnie z PN-EN 62061 lub PN-EN ISO 13849-1.
- Możliwość uniknięcia obrażeń ciała można zwiększyć, jeśli stany zagrożenia uda się wykryć przez operatora we właściwym czasie na przykład dzięki sygnalizacji.

Wspólnym parametrem w tych wszystkich elementach jest prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń. Zmniejszenie tego prawdopodobieństwa może zmniejszyć ryzyko.

Wykonaj poniższe kroki by zredukować ryzyko:



Ilustracja 4-4 Redukcja ryzyka



### Krok 1: Projekt bezpieczny z założenia

Projekt bezpieczny z założenia usuwa ryzyko lub redukuje ryzyko powiązane przez wybór odpowiednich cech projektu samej maszyny i/lub wzajemne oddziaływanie pomiędzy personelem a maszyną.

Bezpieczny projekt można zapewnić, na przykład, przez wbudowanie zabezpieczeń w maszynę (obudowy, osłony, itp.). Te kroki mają najwyższy priorytet w obszarze redukcji ryzyka. Muszą one:

- Zabezpieczać miejsca niebezpieczne
- Zapobiegać porażeniom
- Zawierać koncepcje dotyczące zatrzymań w sytuacji awaryjnej
- Zawierać koncepcje dla działania i konserwacji

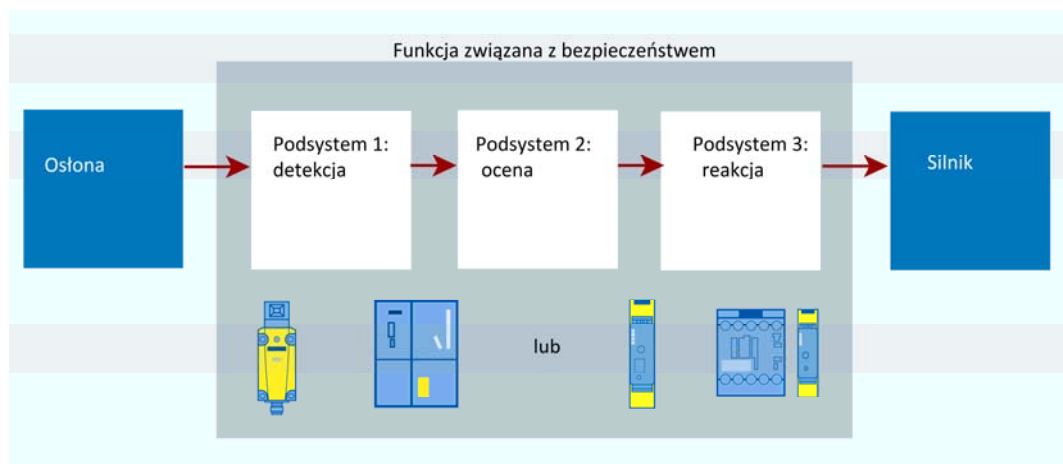
### Krok 2: Środki ochrony technicznej i/lub dodatkowe środki ochronne

Biorąc pod uwagę zamierzone zastosowanie i rozsądnie przewidywalne niewłaściwe użycie, wybrane techniczne i dodatkowe środki ochronne można łatwo zastosować do zredukowania ryzyka o ile niemożliwe jest wyeliminowanie zagrożenia, lub jeśli powiązane ryzyko nie może zostać zredukowane przez projekt bezpieczny z założenia.

Krok 2 zawiera również wszystkie funkcje sterujące maszyny związane z bezpieczeństwem. Odnoszą się do nich specjalne wymagania. Niezbędne jest przetestowanie zgodności z tymi wymaganiami.

Typowy projekt funkcji sterującej związanej z bezpieczeństwem:

- Odczyt (pozycja wyłącznika krańcowego, zatrzymanie awaryjne, kurtyna świetlna, itp.)
- Ocena (sterowniki fail-safe, przekaźnik zabezpieczeniowy, itp.)
- Reakcja (stycznik, przekształtnik częstotliwości, itp.)



Ilustracja 4-5 System bezpieczeństwa dla funkcji zabezpieczeniowych

**Krok 3: Informacje użytkownika**

Jeśli ryzyko nie znika pomimo bezpiecznego projektu oraz użycia technicznych i dodatkowych środków ochronnych, informacje użytkownika muszą zwracać uwagę na wszystkie zagrożenia szczątkowe.

Ten typ informacji użytkownika zawiera:

- Ostrzeżenia w instrukcji obsługi
- Specjalne instrukcje pracy
- Piktogramy
- Informacje o użyciu osobistych środków ochrony

Wymagania dotyczące związanych z bezpieczeństwem części sterowania są stopniowane według wielkości ryzyka oraz poziomu, do którego trzeba zredukować ryzyko. PN-EN ISO 13849-1 używa do oceny hierarchicznie stopniowanego poziomu zapewnienia bezpieczeństwa (Performance Level, PL). PN-EN 62061 używa poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa (Safety Integrity Level, SIL) do tego typu klasyfikacji. Oba są środkami związanego z bezpieczeństwem działania funkcji sterującej.

Zawsze jest ważne - niezależnie od tego, która norma została zastosowana - żeby wszystkie części sterowania maszyny zaangażowane we wdrażanie tych związanych z bezpieczeństwem funkcji jasno spełniały wymagania.

Przy planowaniu i wdrażaniu sterowania niezbędnym jest sprawdzenie, czy spełnione są wymagania wybranego PL lub SIL. Jako że wymagania do osiągnięcia niezbędnego wykonania bezpieczeństwa wg PN-EN ISO 13849 i PN-EN 62061 są inaczej sformułowane, różnią się również wymagania co do kontroli.

Dla projektu wg PN-EN ISO 13849-2 podaje szczegóły zatwierdzenia i opisuje, na co trzeba zwrócić uwagę. Wymagania do zatwierdzenia projektu zgodnie z PN-EN 62061 opisane są w samych normach.

## Zatwierdzenie

Zatwierdzenie oznacza test szacujący bezpieczeństwo zorientowane na funkcjonalność. Celem jest potwierdzenie definicji oraz poziomu zgodności związanych z bezpieczeństwem części sterowania w obrębie całkowitej definicji wymagań bezpieczeństwa dla maszyny. Zatwierdzenie musi również pokazywać, że związane z bezpieczeństwem części spełniają wymagania odpowiednich norm. Następujące aspekty są opisane poniżej:

- Lista błędów
- Zatwierdzenie funkcji bezpieczeństwa
- Zatwierdzenie wymaganego i osiągniętego poziomu działania (kategoria, poziom integralności bezpieczeństwa lub poziom wykonania)
- Zatwierdzenie wymogów środowiskowych
- Zatwierdzenie wymogów eksploatacyjnych

Plan zatwierdzenia musi opisywać wymagania do przeprowadzania zatwierdzenia zdefiniowanych funkcji bezpieczeństwa.

Cele zatwierdzania:

Ustanowienie zgodności z wymaganiami

- dyrektyw europejskich,
- które wynikają z zamówienia klienta, użycia maszyny, oraz, jeśli stosowne, dalszych wymagań narodowych odnoszących się do maszyny.

Wszystkie informacje związane z maszyną muszą być dostępne w czasie, gdy maszyna jest dostępna. Obejmuje to: zamówienie klienta, dokumentację techniczną (załącznik VII Dyrektywy Maszynowej), atestowanie, certyfikat odbioru (jeśli potrzebny), dokumenty wysyłkowe, itp.

## 4.2 Normy i standardy poza Unią Europejską (UE)

### 4.2.1 Normy i standardy poza Unią Europejską (UE) - Omówienie

Poniższy opis ma na celu zapewnienie przeglądu norm pewnych państw poza Unią Europejską. Nie można tego uważać za pełen opis. Precyzyjne wymogi, jak również narodowe i lokalne zasady na temat specjalnych aplikacji, trzeba sprawdzić szczegółowo w każdym przypadku. Bliższe informacje odnośnie specyfikacji techniki bezpieczeństwa pracy w innych krajach dostępne są u konkretnych lokalnych organów udzielających homologacji.

### 4.2.2 Wymogi prawne w USA

Odnosnie wymogów prawnych co do bezpieczeństwa przy pracy, kluczową różnicą pomiędzy USA a Europą jest to, że w Stanach Zjednoczonych nie istnieje jednolita legislacja bezpieczeństwa maszynowego na poziomie federalnym, która definiowałaby obowiązki producenta/dostawcy. Zamiast tego istnieje ogólny wymóg, by pracodawcy musieli zapewnić bezpieczeństwo przy pracy. Normowane jest to przez ustawę o Bezpieczeństwie i Higienie Pracy (Occupational Safety and Health Act, OSHA). Przepisy porządkowe OSHA, odnoszące się do bezpieczeństwa przy pracy są opisane w OSHA 29 CFR 1910.xxx („Normy OSHA (29 CFR) CZĘŚĆ 1910 Bezpieczeństwo i Higiena Pracy”). (CFR: Code of Federal Regulations, Kodeks Norm Federalnych).

Oprócz Norm OSHA, ważne jest by uważnie śledzić najnowsze standardy organizacji takich jak NFPA oraz ANSI, jak również rozległą legislację odpowiedzialności za produkty w USA. Dwa szczególnie ważne standardy dla bezpieczeństwa w przemyśle to NFPA 70 (znana jako Narodowy Kodeks Elektryczny (NEC) oraz NFPA 79 (Standardy Elektryczne dla Maszyn Przemysłowych). Oba opisują podstawowe wymagania odnośnie właściwości i wdrożenia wyposażenia elektrycznego. Narodowy Kodeks Elektryczny (NFPA 70) skupia się głównie na budynkach, ale również i na połączeniach elektrycznych maszyn i części maszyn. NFPA 79 odnosi się do maszyn. Tworzy to szarą strefę pomiędzy dwoma standardami gdy chodzi o duże maszyny złożone z części maszynowych. Duże systemy przenośnikowe mogą być na przykład postrzegane jako część budynku, umożliwiając zastosowanie NFPA 70 lub NFPA 79.

### **4.2.3 Wymogi prawne w Brazylii**

Nowa wersja Brazylijskiej Dyrektywy Bezpieczeństwa Maszynowego Nr 12 (Norma Regulamentadora N° 12) została opublikowana w grudniu 2010. Ta nowa regulacja odnosi się zarówno do nowych, jak i istniejących maszyn i ma na celu podniesienie bezpieczeństwa maszyn do najnowszej generacji. Oparta na Europejskiej Dyrektywie Maszynowej, Brazylijska Dyrektywa bierze również pod uwagę kompletny cykl życia maszyny. Zawiera to projekt, transport, działanie, serwis oraz utylizację.

### **4.2.4 Wymogi prawne w Australii**

Bezpieczeństwo i higiena pracy gra podstawową rolę również w Australii. Poprawka dyrektyw ze stycznia 2013 skutkowałą nowymi wymogami dla maszyn. Dyrektywy „Ustawa 2012 Bezpieczeństwo i Higiena Pracy” oraz „Normy 2012 Bezpieczeństwo i Higiena Pracy” mają decydującą rolę w połączeniu z odpowiednimi Kodeksami Postępowania. Dyrektywy definiują środki do określonych zagrożeń (takie jak ogrodzenia ochronne) w celu zagwarantowania bezpiecznego miejsca pracy. Kodeksy Postępowania zawierają również praktyczne wdrożenia i wskazówki odnośnie użycia dyrektyw, ale same w sobie nie są wiążące.

# Specyfikacja i projekt układów sterowania związanych z bezpieczeństwem

# 5

## 5.1 Elementy układu sterowania związane z bezpieczeństwem

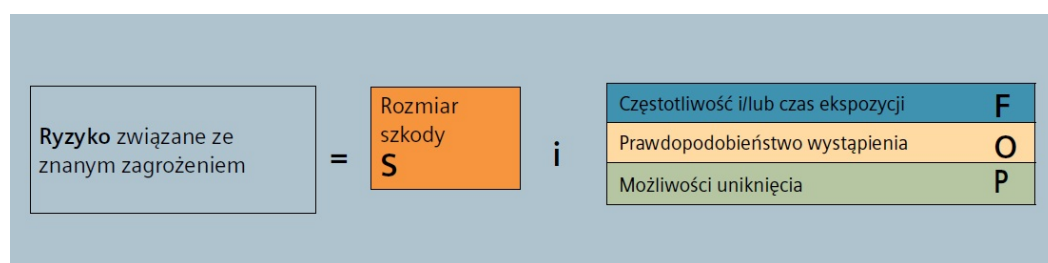
### 5.1.1 Cztery elementy ryzyka

#### Cztery elementy ryzyka

Ocena ryzyka pozwala określić zagrożenie za pomocą czterech elementów ryzyka:

- Powaga możliwego urazu
- Częstotliwość, z którą personel jest narażony na zagrożenie
- Prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznych zdarzeń
- Możliwość uniknięcia albo zminimalizowania urazu

Te elementy ryzyka określają warunki brzegowe do implementowania związanych z bezpieczeństwem funkcji sterujących: Umożliwiają ocenę ryzyka wedle wymagań związanego z bezpieczeństwem sterowania. Z tego powodu PN-EN 62061 oferuje procedury do szacowania elementów ryzyka i stopniowania bezpieczeństwa działania.



Ilustracja 5-1 Ryzyko związane ze znanym zagrożeniem

### **Określenie niezbędnego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa**

Jeśli podczas oceny ryzyka ustalimy, że nieprawidłowe działanie sterownika lub awaria sprzętu może skutkować nadmiernie wysokim ryzykiem, ich prawdopodobieństwo musi zostać zmniejszone do poziomu, w którym tolerowane będzie ryzyko szcążkowe. Innymi słowy, sterownik musi osiągnąć wystarczającą pewność zadziałania.

PN-EN 62061 zapewnia procedurę używającą systemu stopniowania bezpieczeństwa działania opartego na prawdopodobieństwie, mierzalnego i przez to hierarchicznego. Wynikiem analizy ryzyka jest więc poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL) dla odpowiednich funkcji bezpieczeństwa.

PN-EN ISO 13849-1 zawiera podobnie mierzalne i hierarchiczne stopniowanie poziomu zapewnienia bezpieczeństwa (PL).

Poprzez zastosowanie m.in. norm PN-EN ISO 13849-1 oraz PN-EN 62061, wytwórcy maszyn spełniają Dyrektywę Maszynową i zarazem osiągają zdolność eksportową oraz zabezpieczenie odpowiedzialności. Te standardy wprowadziły aspekty ilościowe, jak również czynniki jakościowe. Środki ochronne do redukcji ryzyka poprzez stosowanie odpowiednich funkcji bezpieczeństwa wyprowadzone są z procesu oceny ryzyka. Rozwiązanie funkcji ochronnych jest później sprawdzane i szacowane z pomocą sprzętu, oraz, jeśli są wymagane, z komponentami oprogramowania, do czasu osiągnięcia poziomu zdefiniowanego w ocenie ryzyka.

---

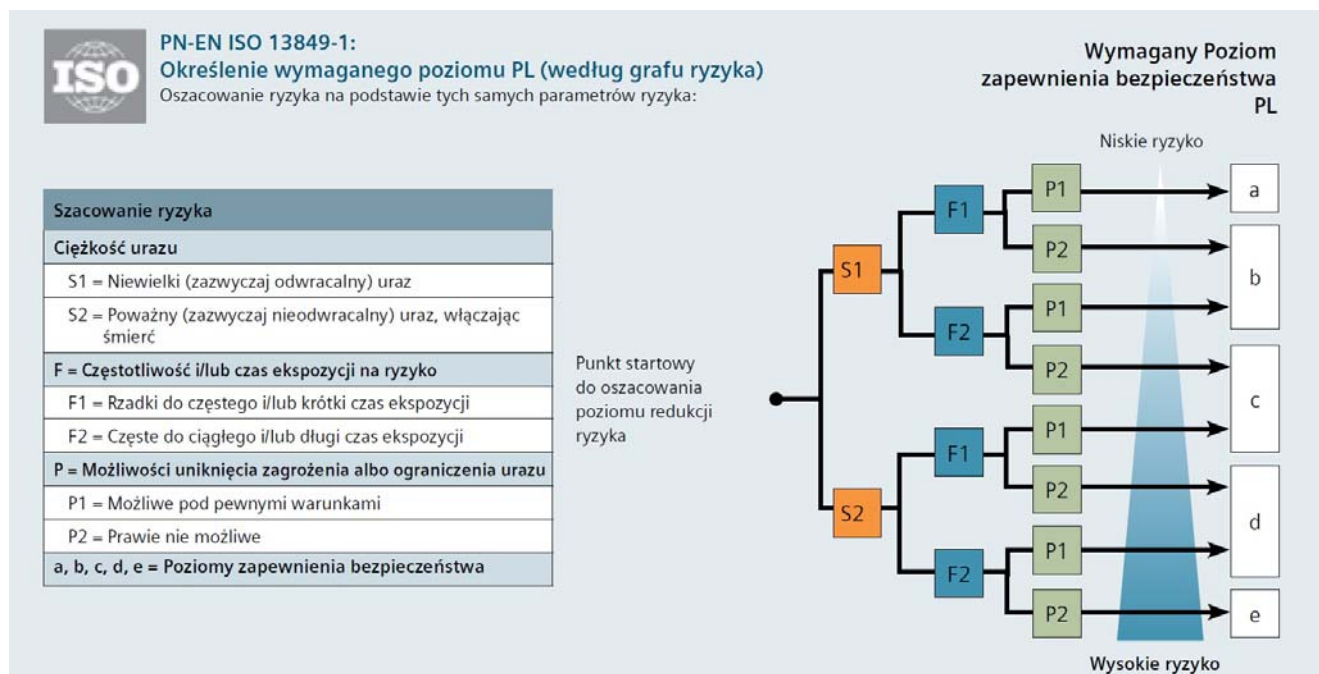
#### **Uwaga**

Jeśli istnieje norma typu C dla danego typu maszyny, opisane w niej środki ochronne mają pierwszeństwo. Jednakże, trzeba dokonać sprawdzenia, czy specyfikacja jest aktualna z obecnym rozwojem technicznym.

---

## Graf ryzyka wg. PN-EN ISO 13849-1

Celem jest użycie elementów ryzyka by wyliczyć wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa PL<sub>r</sub>, innymi słowy, prawdopodobieństwa niebezpiecznej awarii systemu.



Ilustracja 5-2 Graf ryzyka zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 do określenia wymaganego poziomu zapewnienia bezpieczeństwa

By określić niezbędny poziom zapewnienia bezpieczeństwa, stosowane są parametry **S** (powaga urazu), **F** (częstotliwość/czas trwania ekspozycji na zagrożenie) oraz **P** (możliwość uniknięcia zagrożenia).

Powaga urazu (S) dzieli się na odwracalne (np. zmiążdżenie lub rany powierzchowne) oraz nieodwracalne (amputacje, śmierć).

Nie istnieją ogólne zakresy co do częstotliwości oraz trwania wystawienia na zagrożenie (F). Jeśli człowiek narażony jest na zagrożenia częściej niż raz na godzinę (np. przy instalacji obrabianych przedmiotów), trzeba wybrać F2 (często do ciągle). Nieistotne jest również to, czy na zagrożenie wystawiona jest ta sama osoba czy różne. Jeśli dostęp potrzebny jest od czasu do czasu, można wybrać F1 (rzadko do mniej często).

Na możliwość uniknięcia (P) wpływają różne aspekty. W tym miejscu trzeba wziąć pod uwagę szkolenia i poziom wiedzy operatora, jak również możliwości uniknięcia za pomocą, na przykład, ucieczki lub działania z nadzorem lub bez niego. Parametr **P1** (możliwe pod pewnymi warunkami) można wybrać tylko wtedy, gdy naprawdę istnieje możliwość uniknięcia wypadku lub znaczącego zredukowania poziomu spowodowanego urazu.

Poziomy zapewnienia bezpieczeństwa (PL) są ilościowymi środkami bezpieczeństwa wykonania, tak jak poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL) w PN-EN 61508 oraz PN-EN 62061.



### Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa zgodnie z PN-EN 62061

Procedura opisana w PN-EN 62061, Załącznik A używa tabel, które można wykorzystać do dokumentacji przeprowadzonej oceny ryzyka oraz przydzielania poziomu SIL.

Do indywidualnych parametrów ryzyka wybiera się powiązanego obciążenia przy użyciu danych wartości w nagłówku tabeli. Całkowite obciążenia wszystkich parametrów zapewnia klasę prawdopodobieństwa urazu.

$$C = F + Pr + P$$

Częstotliwość i trwanie ekspozycji wyrażone są w parametrze "F". Konieczność dostępu do niebezpiecznej strefy może się różnić w indywidualnych trybach działania (automatyczny, serwisowy, itp.). Rodzaj dostępu (narzędzia nastawcze, dostarczanie materiałów, itp.) również jest tu istotny i trzeba go ująć w tym aspekcie. Odpowiednią częstotliwość i czas trwania wybiera się ze skojarzonej tabeli. Jeśli czas ekspozycji jest mniejszy niż 10 minut, można zredukować wartość do kolejnego niższego poziomu. Jednakże, wartości częstotliwości  $\leq 1$  h nigdy nie można redukować.

Prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia wyrażone jest parametrem "Pr". Musi być ono oszacowane niezależnie od innych parametrów. Ludzkie zachowanie (warunkowane, na przykład, przez presję czasu, brak świadomości zagrożenia, itp.) również trzeba wziąć pod uwagę. W normalnych warunkach produkcji, zakładając najgorszy wypadek, prawdopodobieństwo jest „niezwykle wysokie”. Przy użyciu niskiej wartości trzeba zapewnić szczegółowy powód (np. bardzo wysokie zdolności operatora).

Możliwość uniknięcia lub ograniczenia urazu jest wyrażana parametrem "P". Trzeba wziąć tu pod uwagę to, że aspekty dotyczą tutaj zarówno maszyny (np. możliwość usunięcia kogoś z sytuacji zagrożenia), jak i możliwości wykrycia zagrożenia (np. detekcja niemożliwa ze względu na wysoki poziom hałasu otoczenia). Stopniowanie przeprowadza się zgodnie z tabelą (prawdopodobne, możliwe, niemożliwe).

Przy pomocy tej klasy prawdopodobieństwa oraz potencjalnej powagi urazu rozważanego zagrożenia można odczytać z tabeli odpowiedni SIL dla towarzyszących funkcji bezpieczeństwa.

Celem jest określenie wymaganego poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa SIL systemu z elementów ryzyka.

Częstotliwość i/lub czas ekspozycji <b>F</b>		Prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznego zdarzenia <b>O</b>		Możliwość uniknięcia <b>P</b>	
≤ 1 godziny	5	Częste	5		
> 1 godziny do ≤ 1 dnia	5	Prawdopodobne	4		
> 1 dzień do ≤ 2 tygodni	4	Możliwe	3	Niemożliwe	5
> 2 tygodnie do ≤ 1 roku	3	Rzadkie	2	Możliwe	3
> 1 roku	2	Znikome	1	Prawdopodobne	1

Powaga urazu	Ciężkość <b>S</b>	Klasa $C = F + O + P$				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Śmierć, utrata oka lub ręki	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Trwała, utrata palców	3	Inne działania			SIL 2	SIL 3
Odwracalna, leczenie medyczne	2	Inne działania			SIL 1	SIL 2
Odwracalna, pierwsza pomoc	1	Inne działania				SIL 1

Przykładowe wyliczenie: 5 + 4 + 3 = 12 (zaliczone do 11-13)

Ilustracja 5-3 Określenie wymaganego poziomu SIL

## **5.2 Specyfikacja wymogów bezpieczeństwa**

### **Specyfikacja wymogów bezpieczeństwa**

Jeśli funkcje sterowania zostały określone jako związane z bezpieczeństwem, lub jeśli środki ochronne mają być realizowane przy pomocy sterownik PLC, precyzyjne wymagania dla tych funkcji bezpieczeństwa (funkcji sterujących związanych z bezpieczeństwem) muszą zostać zdefiniowane w specyfikacji wymogów bezpieczeństwa. Ta specyfikacja zawiera dla każdej funkcji związanej z bezpieczeństwem następujące opisy:

- jej funkcjonalność, to znaczy wszystkie wymagane informacje wejściowe, jej łączenie logiczne oraz połączone stany wyjścia, jak również częstość użycia
- niezbędne czasy reakcji
- wymagany poziom PL/SIL

Specyfikacja wymogów bezpieczeństwa zawiera wszystkie informacje wymagane do projektowania i wdrażania układu sterowania.

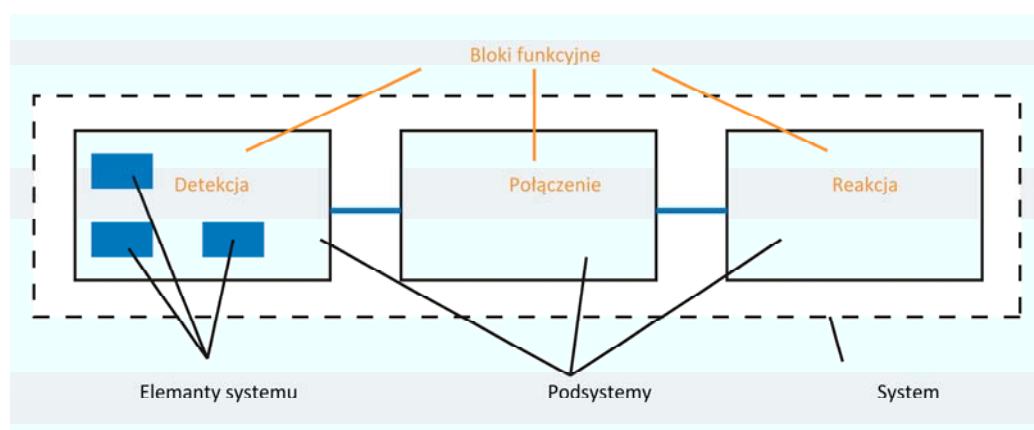
## 5.3 Projekt i realizacja związanego z bezpieczeństwem sterowania zgodnie z PN-EN 62061

### 5.3.1 Założenia

#### Wytyczne do projektowania systemów sterowniczych związanych z bezpieczeństwem

Właściwy projekt jest niezbędnym warunkiem wstępnym do prawidłowego i zamierzonego funkcjonowania układu sterowania. By osiągnąć ten cel, PN-EN 62061 definiuje systematyczny proces projektowania:

Elektryczny system sterowniczy związany z bezpieczeństwem (SRECS) ujmuję wszystkie komponenty, od detekcji, przez ocenę, aż do reakcji. By włączyć prostą systematyczną procedurę do projektu, ocenę związaną z bezpieczeństwem oraz implementację SRECS mając na celu spełnić wymogi PN-EN 61508, PN-EN 62061 używa wytycznych konstrukcyjnych opartych na następujących elementach strukturalnych (poniższa ilustracja).



Ilustracja 5-4 Elementy konstrukcyjne architektury systemu

Początkowo rozróżnia się widoki „wirtualny” (czyli funkcjonalny) oraz „realny” (czyli systemu). Widok funkcjonalny obejmuje tylko funkcjonalne aspekty, niezależnie od implementacji sprzętu i oprogramowania. Widok wirtualny obejmuje, na przykład, wymagane informacje, sposób ich połączenia oraz jaka akcja ma być skutkiem. Nie ma jednak mowy o tym, czy, na przykład, wymagane są czujniki nadmiarowe do zbierania informacji, bądź jak zrealizowano urządzenia wykonawcze. Tylko przy „realnym widoku” brana jest pod uwagę implementacja ze SRECS. Musi więc zostać podjęta decyzja czy, na przykład, wymagany jest jeden bądź dwa czujniki do gromadzenia konkretnych informacji potrzebnych do osiągnięcia określonego bezpieczeństwa wykonania. Następujące warunki zostały zdefiniowane.

### Pojęcia dla konstruowania funkcji (widok funkcjonalny)

- **Blok funkcyjny**  
Najmniejsza jednostka funkcji sterowania związanej z bezpieczeństwem (SRCF), których awaria skutkuje awarią funkcji sterowniczej związanej z bezpieczeństwem.  
**Komentarz:** W PN-EN 62061, SRCF (F) jest uważana za iloczyn logiczny „and”, łączący bloki funkcyjne (FB), np.  $F = FB1 \& FB2 \& \dots \& FBn$ . Definicja bloku funkcyjnego różni się od definicji użytej w PN-EN 61131 oraz innych standardów.
- **Element bloku funkcyjnego**  
Część bloku funkcyjnego.

### Warunki dla konstruowania realnego systemu (widok systemowy)

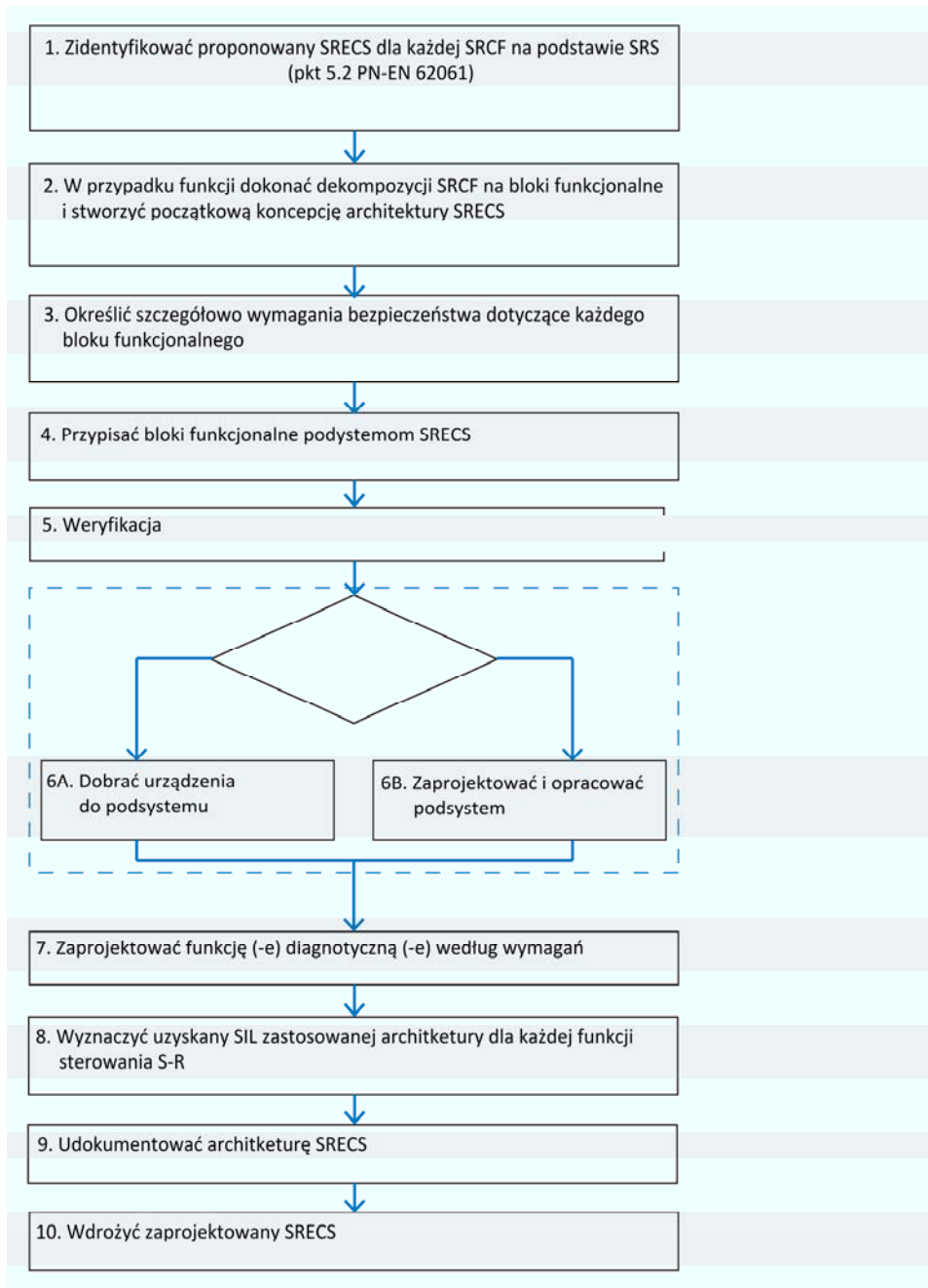
- **Elektryczny system sterowniczy związany z bezpieczeństwem**  
Elektryczny system sterowniczy maszyny, którego awaria prowadzi do bezpośredniego zwiększenia ryzyka.  
**Komentarz:** SRECS obejmuje wszystkie części elektrycznego systemu sterowniczego, którego awaria może prowadzić do redukcji lub utraty bezpieczeństwa funkcjonalnego. Może to dotyczyć zarówno obwodów zasilających jak i sterowniczych.
- **Podsystem**  
Część projektu architektury SRECS na najwyższym poziomie. Awaria któregośkolwiek z podsystemów prowadzi do awarii funkcji sterowniczej związanej z bezpieczeństwem.  
**Komentarz:** W odróżnieniu od powszechnego użycia, zgodnie z którym „podsystem” może oznaczać dowolną podległą jednostkę, pojęcie „podsystem” w PN-EN 62061 stoi w jasno określonej hierarchii terminologii. „Podsystem” oznacza mniejszą jednostkę na najwyższym poziomie. Części wynikające z dalszego podziału podsystemu zwane są „elementami podsystemu”.
- **Element podsystemu**  
Część podsystemu obejmująca pojedyncze elementy lub grupę komponentów. Mając te elementy konstrukcyjne, funkcje sterownicze można zbudować zgodnie z przejrzystą procedurą w taki sposób, żeby określone części funkcji (bloki funkcyjne) mogły być przypisane do określonych komponentów sprzętowych, podsystemów. Wynikają z tego jasno określone wymagania dla indywidualnych podsystemów tak, żeby mogły być one zaprojektowane i wprowadzone niezależnie od siebie. Architektura do implementowania pełnego systemu sterowniczego wynika z ułożenia podsystemów w tak samo, jak bloki funkcyjne są ułożone (logicznie) w obrębie funkcji.

### **5.3.2      Proces projektowy systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem (SRECS)**

#### **Proces projektowy**

Jeśli dostępna jest specyfikacja wymagań, można zaprojektować i zaimplementować określony system sterowania. System sterowania spełniający określone wymagania określonej aplikacji zasadniczo nie może być kupiony od ręki, zamiast tego musi być zaprojektowany i zbudowany z dostępnych urządzeń, indywidualnie dla konkretnej maszyny.

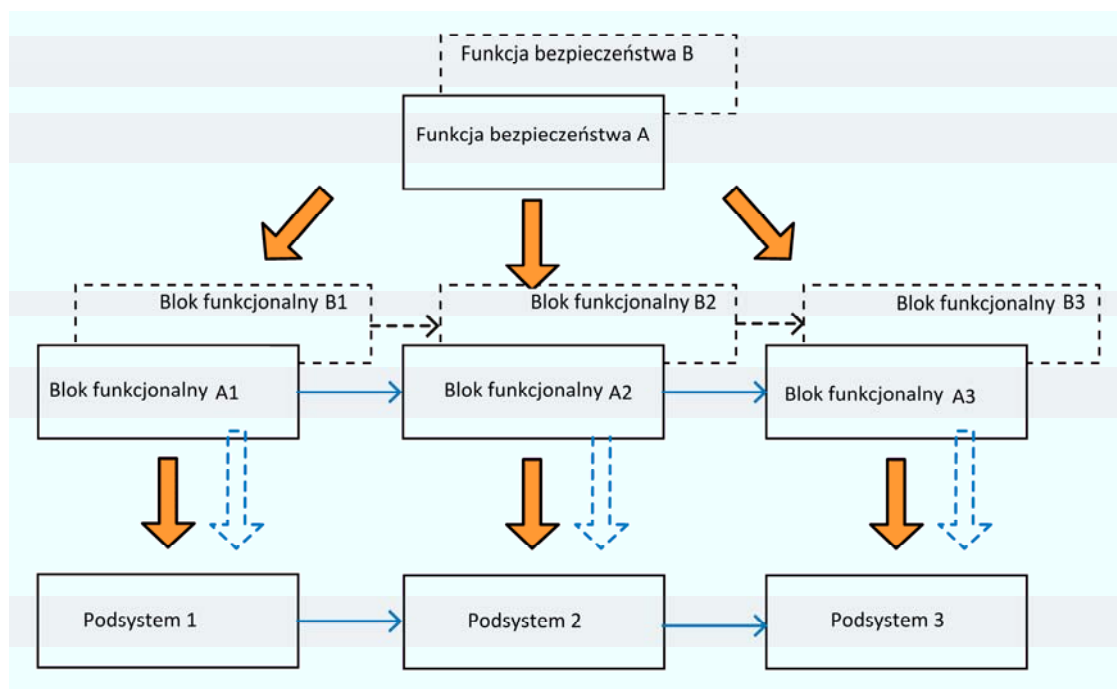
Proces projektowy zakłada stopniowe podejście i zaczyna się od znalezienia odpowiedniej architektury systemu sterowniczego dla każdej funkcji bezpieczeństwa. Architektury wszystkich funkcji bezpieczeństwa omawianej maszyny mogą zostać więc zintegrowane do formy systemu sterowniczego.



Ilustracja 5-5 Proces projektowy systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem

## Strukturyzacja funkcji bezpieczeństwa

Podstawowa zasada projektu strukturalnego zakłada podzielenie każdej funkcji sterowniczej na (pojęciowe) bloki funkcyjne w taki sposób, by mogły zostać one przypisane do konkretnych podsystemów. Podziału na pojedyncze bloki funkcyjne dokonuje się tak, by były w pełni wykonywalne przez konkretne podsystemy. Ważne jest tutaj, żeby każdy blok funkcyjny reprezentował jednostkę logiczną, która musi działać poprawnie dla prawidłowego wykonania całkowitej funkcji bezpieczeństwa.



Ilustracja 5-6 Podział funkcji bezpieczeństwa na bloki funkcyjne i przydzielenie do podsystemów



### Bezpieczeństwo wykonania dla podsystemu zgodnie z PN-EN 62061

Konkretny poziom nienaruszalności bezpieczeństwa zgodnie z PN-EN 62061 wymaga spełnienia trzech podstawowych wymogów stopniowanych według SIL:

1. Systematycznej integralności
2. Więzi strukturalnych, czyli inaczej tolerancji błędów, oraz
3. Ograniczonego prawdopodobieństwa niebezpiecznych, przypadkowych awarii (sprzętu) (PFH<sub>D</sub>).

Systematyczna integralność (1) systemu wymagana jest dla całej funkcji, a więzi strukturalne (2) odnoszą się do poszczególnych podsystemów na równi z całym systemem. Innymi słowy, jeśli każdy pojedynczy podsystem spełnia wymaganą systematyczną integralność oraz więzi strukturalne konkretnego SIL, system również je spełnia. Jednakże, jeśli podsystem spełnia tylko wymagania niższego poziomu SIL, ogranicza to SIL jaki system może osiągnąć. Odnosimy się zatem do „Deklarowanego poziomu SIL” (SIL claim limit, SIL CL) podsystemu.

- Systematyczna integralność:  $SIL_{SYS} \leq SIL_{CL_{najni\text{ższy}}}$
- Więzi strukturalne:  $SIL_{SYS} \leq SIL_{CL_{najni\text{ższy}}}$

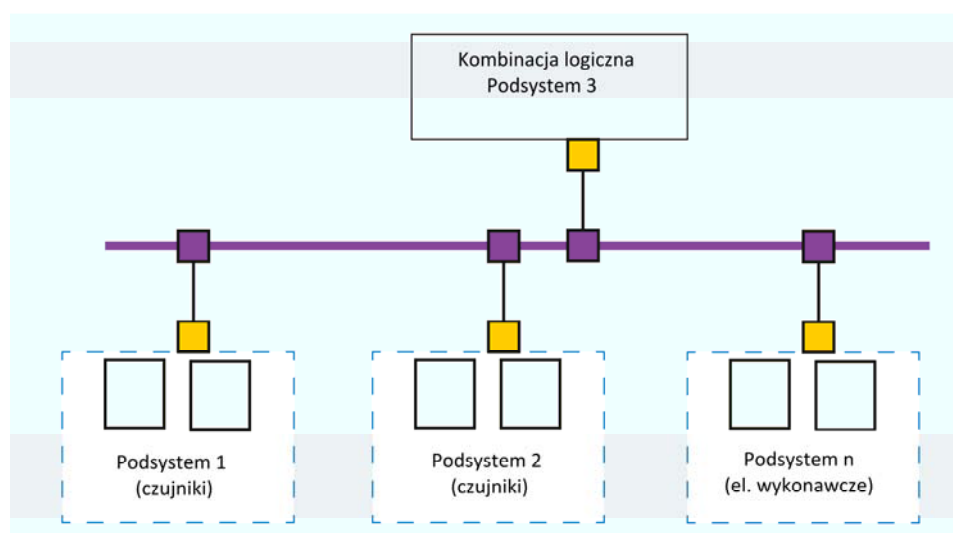
Ograniczenie prawdopodobieństwa niebezpiecznych, przypadkowych awarii (3) odnosi się do całościowej funkcji; innymi słowy, nie może być ono przekroczone przez wszystkie podsystemy łącznie. Wygląda to następująco:

$$PFH_D = PFH_{D1} + \dots + PFH_{Dn}$$

### 5.3.3 Projekt systemu do realizacji funkcji bezpieczeństwa

Architektura systemu dla konkretnej funkcji bezpieczeństwa odpowiada w swej strukturze logicznej poprzednio określonej strukturze funkcji bezpieczeństwa. By zdefiniować rzeczywistą strukturę systemu, bloki funkcyjne funkcji bezpieczeństwa są przypisane do konkretnych podsystemów. Podosystemy są więc powiązane w taki sposób, by były ustanowione połączenia określone przez strukturę funkcji. Fizyczne powiązanie odbywa się zgodnie z właściwościami wybranej technologii, np. za pomocą pojedynczego okablowania (punkt-do-punktu) lub połączenia magistralnego.

Takiej samej procedury używa się do dalszych funkcji bezpieczeństwa maszyny lub zakładu. Jednakże, robiąc to, bloki funkcyjne odpowiadające blokom w innych funkcjach bezpieczeństwa można przypisać do tych samych podsystemów. Tak więc, na przykład, jeśli tą samą informację trzeba zastosować w dwóch różnych funkcjach (przykładowo położenie tych samych drzwi ochronnych), można do tego celu użyć tych samych czujników.



Ilustracja 5-7 Przykład architektury systemu funkcji bezpieczeństwa

### Wybór odpowiednich urządzeń

Podsystem mający być użyty do implementowania funkcji bezpieczeństwa musi posiadać wymaganą funkcjonalność oraz spełniać stosowne wymagania zgodnie z PN-EN 62061. Podsystemy oparte na mikroprocesorach muszą być zgodne z PN-EN 61508 dla odpowiedniego poziomu SIL.

Poszczególne podsystemy muszą spełniać parametry bezpieczeństwa (SIL CL oraz PFH<sub>D</sub>) określone w specyfikacji.

W wielu przypadkach urządzenia wymagają dodatkowych środków detekcji awarii (diagnostyki) by w pełni osiągnąć poziom bezpieczeństwa określony dla ich użycia jako podsystemów. Ta detekcja awarii może, na przykład, odbywać się za pomocą dodatkowych urządzeń (takich jak przekaźniki bezpieczeństwa SIRIUS 3SK1) lub odpowiednich bloków oprogramowania diagnostycznego w przetwarzaniu logicznym. W takich przypadkach opis urządzenia musi zawierać stosowną informację.

Jeśli odpowiednie urządzenie, spełniające wymagania podsystemu określone w ten sposób, nie jest dostępne, trzeba je złożyć poprzez łączenie dostępnych urządzeń. Wymaga to dalszych kroków w projektowaniu.

### 5.3.4 Realizacja systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem

System sterowania związany z bezpieczeństwem musi być wdrożony w taki sposób, by spełniał wszystkie wymagania zgodnie z określonym SIL. Celem jest dostateczne zredukowanie prawdopodobieństwa wystąpienia systematycznych i przypadkowych usterek, które mogą skutkować niebezpiecznymi awariami funkcji bezpieczeństwa. Trzeba zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- Integralność sprzętowa, czyli inaczej więzy architektoniczne, (tolerancja błędów) oraz określone prawdopodobieństwo uszkodzenia
- Systematyczna integralność, innymi słowy, wymagania odnośnie unikania i kontrolowania awarii
- Zachowanie przy wykryciu awarii oraz projekt oprogramowania

## Integralność sprzętowa

Każdy podsystem musi posiadać odpowiednią tolerancję błędów dla konkretnego poziomu SIL. Zależy to od proporcji awarii dążących do stanu bezpiecznego do prawdopodobieństwa wszystkich możliwych awarii w podsystemie. Potencjalnie niebezpieczne awarie podsystemu wykryte we właściwym czasie przez diagnostykę są pośród awarii dążących do stanu bezpiecznego.

Dozwolone prawdopodobieństwo awarii funkcji bezpieczeństwa jest ograniczone przez SIL określony w specyfikacji.

## Systematyczna integralność

Trzeba zastosować środki do zarówno unikania systematycznych awarii, jak i kontrolowania usterek pozostających w systemie.

### Unikanie systematycznych awarii:

- System musi być zainstalowany zgodnie z planem bezpieczeństwa
- Trzeba przestrzegać specyfikacji producenta odnośnie sprzętu
- Instalacja elektryczna musi być wykonana zgodnie z PN-EN 60204-1 (7.2, 9.1.1 i 9.4.3)
- Sprawdzenie projektu pod kątem zdatności i poprawności
- Użycie narzędzi wspomaganych komputerowo używających prekonfigurowanych i sprawdzonych elementów.

### Kontrolowanie systematycznych awarii:

- Użycie zasad wyłączania energii
- Środki do kontroli czasowych awarii podsystemu z powodu, na przykład, zakłóceń napięcia
- Przy łączeniu podsystemów za pomocą magistrali, trzeba spełnić wymagania dla komunikacji zgodnie z PN-EN 61508-2 (np. PROFIsafe i ASIsafe).
- W wypadku awarii w okablowaniu oraz interfejsie podsystemów konieczne jest wykrycie i zastosowanie odpowiedniej odpowiedzi. W systematycznej obsłudze, interfejs oraz okablowanie traktowane są jako części składowe konkretnego podsystemu.

Szczegóły w PN-EN 62061 6.4

### **Zachowanie przy wykryciu awarii**

Jeśli awaria podsystemu może skutkować niebezpieczną usterką funkcji bezpieczeństwa, konieczne jest wykrycie jej we właściwym czasie oraz przedsięwzięcie odpowiednich środków do zażegnania zagrożenia. Rozmiar, do jakiego należy rozciągnąć automatyczną detekcję awarii (diagnostykę), zależy od wskaźnika awaryjności używanego urządzenia oraz wymaganego SIL (bądź określonego PFH podsystemu).

To, jak system lub podsystem ma się zachowywać w przypadku wykrycia awarii zależy od tolerancji błęd konkretnego podsystemu. Jeśli wykryty defekt nie skutkuje bezpośrednio awarią funkcji bezpieczeństwa, innymi słowy, tolerancja błęd  $> 0$ , odpowiedź na błąd nie musi przebiegać natychmiastowo, ale tylko wtedy, gdy prawdopodobieństwo wystąpienia drugiej awarii staje się wysokie (zazwyczaj po godzinach lub dniach). Jeśli wykryty defekt skutkuje bezpośrednio awarią funkcji bezpieczeństwa, innymi słowy, tolerancja błęd  $= 0$ , odpowiedź na błąd musi przebiegać natychmiastowo, czyli zanim pojawi się ryzyko.

### 5.3.4.1 Osiągnięcie poziomu bezpieczeństwa

Specyfikacja każdej funkcji bezpieczeństwa definiuje poziom prawdopodobieństwa działania wymagane dla funkcji.

To, jaki poziom działania osiąga system musi być określone dla każdej funkcji bezpieczeństwa. Osiąga się to przy użyciu architektury systemu oraz parametrów bezpieczeństwa podsystemów zaangażowanych w wykonywanie funkcji bezpieczeństwa.

#### Projekt według PN-EN 62601

Osiągnięty SIL jest określony przez realizowane poziomy dla podsystemów funkcji podsystemów. Najniższa wartość użytych podsystemów ogranicza SIL systemu do tej wartości. (Łańcuch jest tak silny, jak silne jest jego najsłabsze ogniwo.)

- Systematyczna integralność:  $SIL_{SYS} \leq SIL_{CL_{najniższy}}$
- Więzy strukturalne:  $SIL_{SYS} \leq SIL_{CL_{najniższy}}$

Te same wymagania muszą być spełnione przy łączeniu razem podsystemów. W tym przypadku, indywidualne łączenie jest uważane za część składową każdych dwóch połączonych podsystemów. W przypadku połączenia magistralnego, sprzęt oraz oprogramowanie wysyłające i odbierające są częściami składowymi podsystemów.

Oprócz tej podstawowej elastyczności, trzeba uwzględnić prawdopodobieństwo niebezpiecznego uszkodzenia każdej funkcji bezpieczeństwa. Wartość ta jest wyprowadzona z prostego dodania prawdopodobieństwa awarii podsystemów biorących udział w funkcji:

$$PFH_D = PFH_{D1} + \dots + PFH_{Dn}$$

W przypadku połączeń magistralnych, trzeba dodać też możliwe błędy transmisji danych (PTE).

Określona w ten sposób wartość konkretnej funkcji bezpieczeństwa musi być mniejsza (lub równa) niż wartość określona przez powiązany SIL.

Tabela 5-1 Ograniczenia prawdopodobieństw niebezpiecznych awarii funkcji bezpieczeństwa

Prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii na godzinę (PFH <sub>D</sub> )			
	SIL 1	SIL 2	SIL 3
PFH <sub>D</sub>	< 10 <sup>-5</sup>	< 10 <sup>-6</sup>	< 10 <sup>-7</sup>

### 5.3.5 Integracja systemu realizująca wiele funkcji bezpieczeństwa

Po zaprojektowaniu architektury wszystkich funkcji bezpieczeństwa, kolejnym krokiem jest integracja tych architektur określonej funkcji do formy kompletnego systemu sterowania związanego z bezpieczeństwem.

Gdziekolwiek kilka funkcji bezpieczeństwa ma identyczne bloki funkcyjne, do ich implementacji można użyć wspólnych podsystemów:

- Przykładowo, potrzeba tylko jednego (w zależności od aplikacji) PLC fail-safe by zrealizować logikę wszystkich funkcji bezpieczeństwa.
- Jeśli status jednej osłony musi być wykrywany do eliminacji kilku różnych zagrożeń (innymi słowy, do różnych funkcji bezpieczeństwa), wystarczy do tego tylko jeden czujnik zainstalowany w drzwiach.

Nie wpływa to na integralność bezpieczeństwa, które zostało wcześniej określone dla poszczególnych funkcji. Istotne jest to tylko przy określaniu częstotliwości przełączania elektromechanicznych urządzeń.

### 5.3.6 Projekt i realizacja podsystemów

Alternatywnie do wyboru istniejącego podsystemu, da się go również złożyć z urządzeń, które same nie spełniają wymogów bezpieczeństwa, ale zyskują wymagany poziom bezpieczeństwa, gdy zostaną połączone. Jest to deklarowany poziom SIL (SIL CL), podyktowany przez SIL funkcji bezpieczeństwa odnośnie systematycznej integralności oraz ograniczeń strukturalnych. Dla prawdopodobieństwa niebezpiecznej, losowej awarii (PFH<sub>0</sub>), maksymalne wartości PFH dla każdego podsystemu zostały określone przy projektowaniu architektury systemu.

Zazwyczaj wymagana jest redundancja, przynajmniej do SIL 2 i SIL 3, zarówno do osiągnięcia wymaganej tolerancji błędów, jak również do umożliwienia detekcji usterki (diagnostyka). Jednakże, połączenie dwóch urządzeń w jeden podsystem może być wymagane do zredukowania prawdopodobieństwa poważnego uszkodzenia.

Precyzyjne wymogi odnośnie projektowania i wprowadzania podsystemów są opisane w PN-EN 62061, Ustęp 6.7 i 6.8. Poniższy opis przedstawia ogólny zarys.

## Projekt architektoniczny podsystemu

Konieczny jest projekt specjalnej architektury podsystemu, gdy poziom nienaruszalności bezpieczeństwa nie da się osiągnąć bezpośrednio z urządzeniami wyznaczonymi do określonego zadania (podfunkcja, „blok funkcyjny”). Na ogół, cechy związane z bezpieczeństwem:

- Niskie prawdopodobieństwo uszkodzenia,
- Tolerancja błędów, kontrola usterki,
- Detekcja awarii,

można osiągnąć za pomocą specjalnej architektury. Pole, w jakim są potrzebne specjalne środki, zależy od wymaganego poziomu SIL.

Konkretna (pod)funkcja, blok funkcyjny (np. ryglowanie drzwi) jest przydzielona do podsystemu. Ten blok funkcyjny jest początkowo podzielony na pojedyncze elementy (elementy bloku funkcyjnego), które można w ten sposób przydzielić do określonych urządzeń, elementów podsystemu. Zasadniczo, taką samą funkcję można przypisać do dwóch elementów bloku funkcyjnego (funkcja została efektywnie podwojona). Jeśli te elementy bloku funkcyjnego zostaną następnie zaimplementowane przy użyciu oddzielnych urządzeń, podsystem będzie miał pojedynczą tolerancję błędów.

## Wykrywanie awarii w podsystemie (diagnostyka)

Dla systemu bez tolerancji błędów, każda awaria skutkuje utratą funkcji. Uszkodzenie funkcji może wpływać na bezpieczny stan maszyny, w zależności od rodzaju awarii. Awarie pociągające za sobą niebezpieczny stan maszyny są kluczowe. Nazywa się je niebezpiecznymi awariami. By uniknąć niebezpiecznych awarii, w istocie skutkujących zagrożeniem, można wykryć pewne uszkodzenia za pomocą diagnostyki i przełączyć maszynę w bezpieczny stan zanim wystąpi zagrożenie. Niebezpieczna awaria wykryta przez diagnostykę może być więc przekształcona w bezpieczną awarię.

W wielokanałowym podsystemie pierwsza awaria nie skutkuje niepowodzeniem funkcji. Tylko dalsza awaria może spowodować utratę funkcji. By uniknąć uszkodzenia podsystemu, pierwsza awaria musi zatem zostać wykryta przed wystąpieniem drugiej. Wykrycie awarii musi być, rzecz jasna, połączone z odpowiednią odpowiedzią systemu. W najprostszym przypadku, maszyna została zatrzymana by sprowadzić ją do bezpiecznego stanu, który nie wymaga (uszkodzonej) funkcji bezpieczeństwa.

Na skutek wykrycia awarii (diagnostyka) połączonej z odpowiednią odpowiedzią, prawdopodobieństwo uszkodzenia istotnej funkcji bezpieczeństwa zostaje zredukowane w obu przypadkach. Stopień, do którego zostaje zredukowany zależy między innymi od tego, jak wiele możliwych niebezpiecznych awarii zostało wykryte. Środkiem do przeprowadzenia tego jest sprawozdanie diagnostyczne (diagnostic coverage, DC).

Wykrycie awarii w podsystemie może odbywać się w samym podsystemie lub przez inne urządzenie, np. PLC w wersji fail-safe.



### Systematyczna integralność podsystemu

Przy projektowaniu i wprowadzaniu podsystemu, trzeba podjąć środki do unikania i kontroli systematycznych awarii, na przykład:

- Stosowane urządzenia muszą spełniać odpowiednie normy międzynarodowe,
- Równie istotne są warunki użytkowania dostarczone przez producenta,
- Projekt i zastosowane materiały muszą wytrzymać wszystkie spodziewane warunki środowiskowe,
- Trzeba wstępnie określić zachowanie w odpowiedzi na wpływ środowiskowy, żeby można było utrzymać bezpieczny stan maszyny,
- Wykrywanie awarii on-line.

Wymagania opisane w PN-EN 62061 odnoszą się jedynie do projektu elektrycznych podsystemów o niskim poziomie złożoności, innymi słowy, nie do podsystemów z mikroprocesorami. Wymagane środki mają zastosowanie w równym stopniu do wszystkich SIL.

### Prawdopodobieństwo uszkodzenia (PFH<sub>D</sub>) podsystemu

Możliwe uszkodzenia są zróżnicowane względem tego, czy są bezpieczne czy niebezpieczne. Niebezpieczne uszkodzenia podsystemu są zdefiniowane w niniejszy sposób.

### Uszkodzenia niebezpieczne

Uszkodzenie SRECS, podsystemu lub elementu podsystemu z potencjalnym zagrożeniem lub spowodowaniem нефunkcjonalnego funkcji.

To, czy wystąpi taki stan zależy od architektury systemu; w systemach z kilkoma kanałami do zwiększenia bezpieczeństwa, prawdopodobieństwo niebezpiecznej awarii sprzętu skutkującej ogólnym niebezpiecznym stanem lub awarią funkcjonalności, jest niewielkie.

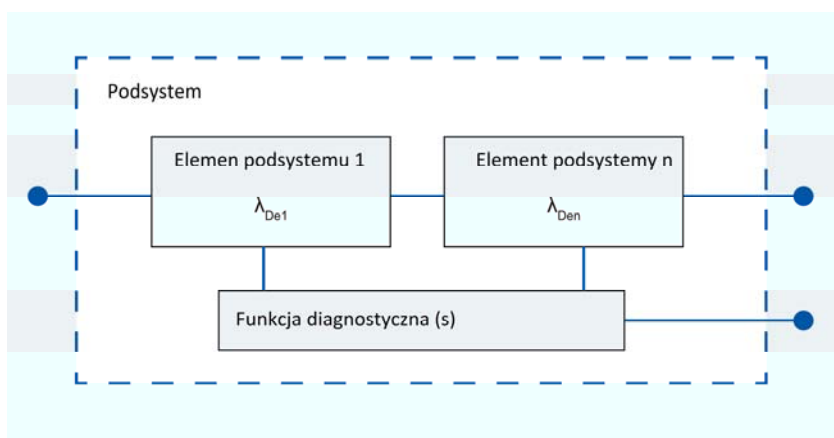
Oznacza to, na przykład: W redundantnym podsystemie (czyli przy tolerancji błędu 1), awaria w kanale jest określana jako niebezpieczna, jeśli jest potencjalnie niebezpieczna, innymi słowy, jeśli może skutkować niebezpiecznym stanem maszyny w przypadku braku drugiego kanału.

Dla wymogów bezpieczeństwa istotne jest tylko prawdopodobieństwo niebezpiecznych uszkodzeń. Choć bezpieczne awarie nadwyrężają dostępność systemu, nie powodują zagrożenia.

Prawdopodobieństwo uszkodzenia podsystemu zależy od wskaźnika awaryjności urządzeń tworzących podsystem, architektury oraz środków diagnostycznych. Dla dwóch najczęściej używanych architektur, wzory są określone w PN-EN 62061.

### Struktura bez tolerancji błędów z diagnostyką

Przy tej strukturze (na ilustracji poniżej), podsystem ulega awarii, gdy jakkolwiek z jego elementów ulega awarii, to znaczy, pojedyncza usterka skutkuje awarią bieżącej funkcji bezpieczeństwa. Nie musi to jednak oznaczać niebezpiecznej utraty funkcji bezpieczeństwa. Zależnie od typu usterki, maszyna może przejść w bezpieczny albo niebezpieczny stan, innymi słowy, podsystem doznaje bezpiecznej albo niebezpiecznej awarii. Jeśli prawdopodobieństwo niebezpiecznych awarii na godzinę (PFHd) jest większe niż to określone w specyfikacji, usterki te muszą zostać wykryte przy pomocy diagnostyki, a odpowiedź na usterkę musi zostać uruchomiona przed wystąpieniem zagrożenia. Zmienia to niebezpieczne awarie w bezpieczne, w konsekwencji prawdopodobieństwo niebezpiecznego uszkodzenia zostaje zredukowane, więc da się osiągnąć prawdopodobieństwo uszkodzenia dozwolone w specyfikacji.



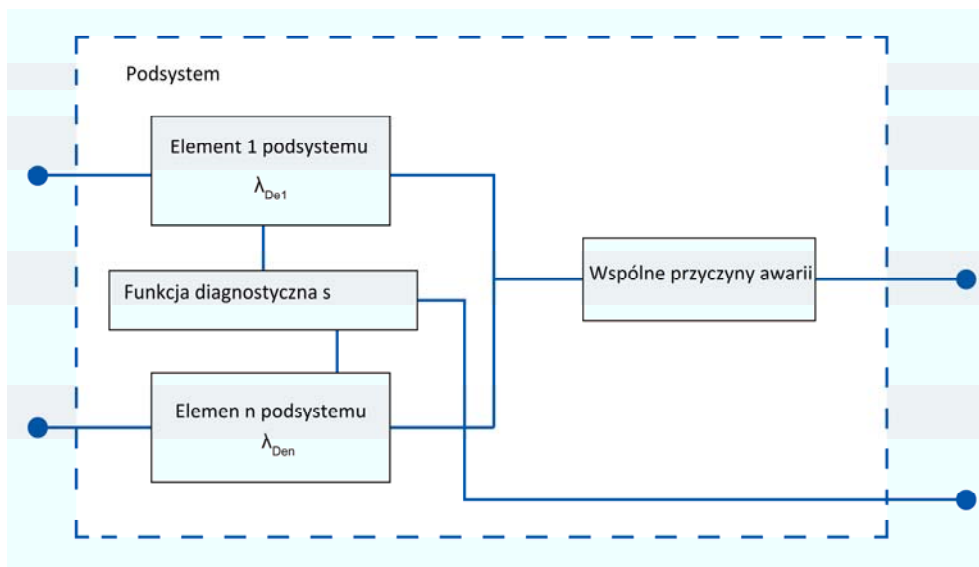
Ilustracja 5-8 Logiczna struktura podsystemu bez tolerancji błędów z diagnostyką

### Struktura z podstawową tolerancją błędów i diagnostyką

Z tą strukturą (sprawdź poniższą ilustrację), pierwsza awaria nie skutkuje niepowodzeniem funkcji. Niemniej jednak, usterka musi zostać wykryta przed prawdopodobieństwem wystąpienia drugiej awarii, czyli awaria podsystemu przekracza limity zadane w specyfikacji.

Tak samo jak niezależne, losowe awarie, w podsystemach redundantnych trzeba wziąć pod uwagę możliwość wielokrotnych usterek. Jednolita redundancja nie pomaga w takich przypadkach. Na poziomie projektowym trzeba zatem przedsięwziąć systematyczne środki by znacząco obniżyć prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Jako że nigdy nie da się wykluczyć wielokrotnych usterek, trzeba je wziąć pod uwagę przy wyliczaniu prawdopodobieństwa uszkodzenia podsystemu. Odbywa się to za pomocą czynnika wielokrotności ( $\beta$ ), pozwalającego na ocenę efektywności zastosowanych środków. Załącznik F z PN-EN 62061 zawiera tabelę do określania osiągniętego czynnika wielokrotności.

Z tą strukturą, pojedyncza awaria jakiegokolwiek elementu podsystemu nie skutkuje niepowodzeniem funkcji związanej z bezpieczeństwem.



Ilustracja 5-9 Logiczna struktura podsystemu z podstawową tolerancją błędów z diagnostyką

### Więzy strukturalne podsystemu

Więzy strukturalne wymagają minimalnej tolerancji błędów zależącej od typu możliwych awarii podsystemu. Im większa proporcja bezpiecznych awarii, tym niższa wymagana tolerancja błędów dla konkretnego SIL.

Poniższa tabela pokazuje odnośne limity. Bezpieczne awarie w tym kontekście są również potencjalnie niebezpiecznymi awariami wykrytymi przez diagnostykę.

Tabela 5-2 Więzy strukturalne podsystemu

Pokrycie diagnostyczne	Sprzętowa tolerancja błędów	
	0	1
< 60 %	Niedopuszczalna	SIL 1
60% do < 90%	SIL 1	SIL 2
90% do < 99%	SIL 2	SIL 3
≥ 99 %	SIL 3	SIL 3

Notka: Sprzętowa tolerancja błędów N oznacza N+1 awarii, które mogą skutkować utratą funkcji.

Więc dla podsystemu, przykładowo, mającego działać z SIL 2, nie wymagana jest tolerancja błędów (FT = 0), jeśli proporcja jego awarii zmierzających do bezpiecznego stanu jest wyższa niż 90%. Większość urządzeń nie osiąga samodzielnie tej wartości. Niemniej, można zredukować proporcję niebezpiecznych awarii przez wykrywanie usterek za pomocą diagnostyki i rozpoczynanie właściwej odpowiedzi we właściwym czasie.

Ułamek bezpiecznych awarii podsystemu jest proporcją awarii pociągających za sobą bezpieczny stan maszyny jako procent wszystkich awarii podsystemu ważonego wedle prawdopodobieństwa występowania.

## **5.4 Projekt i realizacja układów zgodnie z PN-EN ISO 13849-1**

### **Zastosowanie**

System (sterowniczy) związany z bezpieczeństwem musi wykonywać funkcję bezpieczeństwa prawidłowo. Nawet w przypadku awarii, musi zachowywać się tak, by maszyna lub instalacja pozostała lub została sprowadzona do bezpiecznego stanu.

### **Określenie wymaganego poziomu zapewnienia bezpieczeństwa**

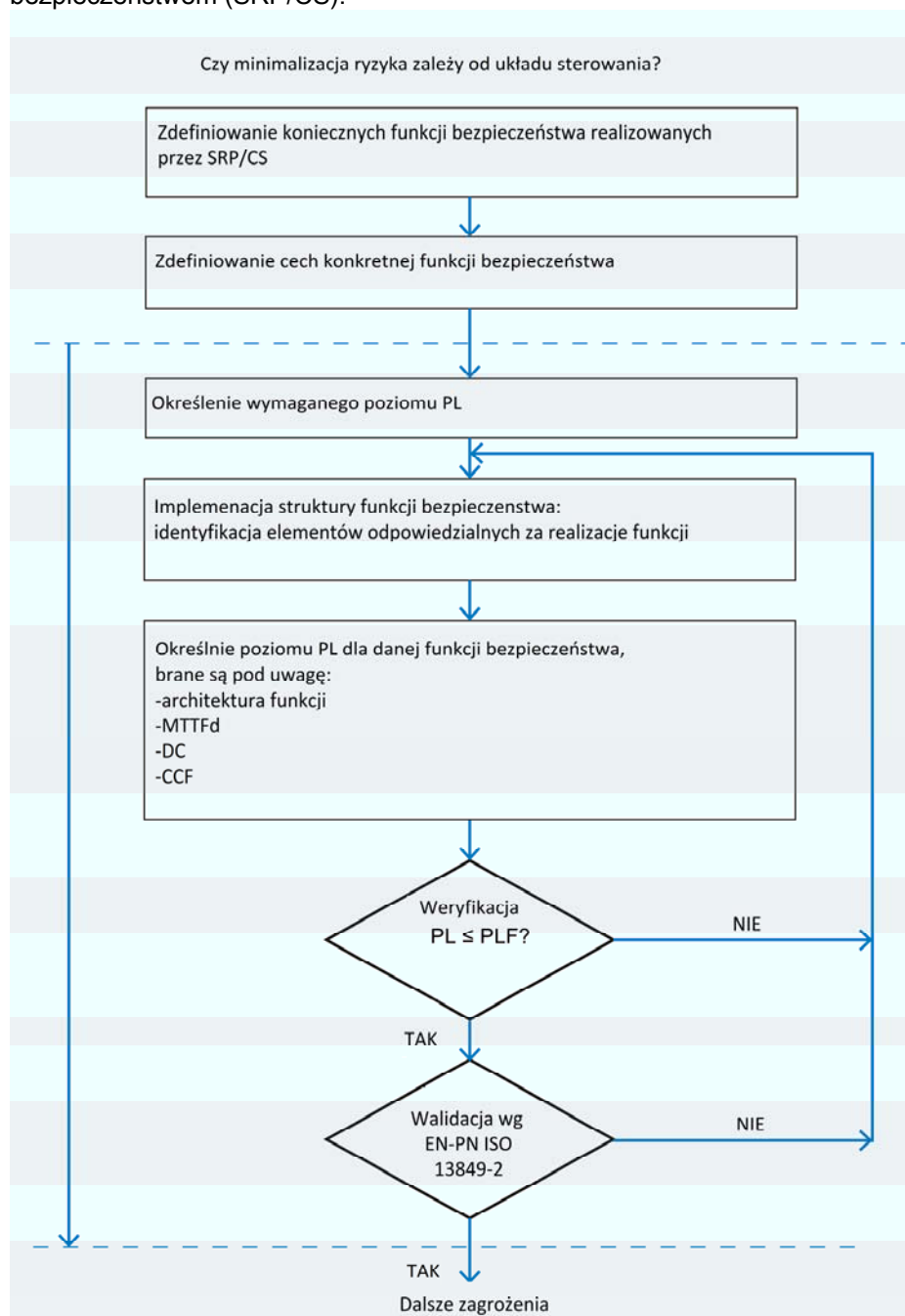
Wymagania co do funkcji bezpieczeństwa zostały określone za pomocą procesu oceny ryzyka.

### **Proces projektowy związanego z bezpieczeństwem układu sterowania**

Kategorie zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 odnoszą się równomiernie do systemu (funkcja bezpieczeństwa) oraz jego podsystemów. Przy implementowaniu zgodnym z PN-EN ISO 13849-1, można użyć tych samych wytycznych konstruowania systemu związanego z bezpieczeństwem, które są opisane w PN-EN 62061. Każdy podsystem rozdzielony w ten sposób musi zatem spełniać poziom działania wymagany dla funkcji ochronnej. Wymagania istotnej kategorii odnoszą się również do łączenia razem podsystemów.

W PN-EN ISO 13849-1, poziom  $PL_r$  jest dodatkowo wprowadzany na poziomie projektu jako zmienna ilościowa dla prawdopodobieństwa uszkodzenia wraz z kategoriami.

Ilustracja poniżej pokazuje proces iteracyjny dla budowy części związanych z bezpieczeństwem (SRP/CS):



Ilustracja 5-10 Proces iteracyjny dla budowy części związanych z bezpieczeństwem

## Projekt zgodnie z PN-EN ISO 13849-1

Architektura projektu opiera się na wymaganym poziomie PL.

Koncepcja projektowa PN-EN ISO 13849-1 jest oparta na specjalnie wcześniej zdefiniowanej architekturze części związanych z bezpieczeństwem.

Funkcja bezpieczeństwa może zawierać jedną lub więcej części związaną z bezpieczeństwem (SRP/CS).

Funkcja bezpieczeństwa może być również funkcją operacyjną, taką jak dwuręczne urządzenie sterownicze do inicjowania procesu.

Typowa funkcja bezpieczeństwa zawiera następujące części związane z bezpieczeństwem:

- Wejście (SRP/CS<sub>a</sub>)
- Logika / przetwarzanie (SRP/CS<sub>b</sub>)
- Wyjście / element transmisji energii (SRP/CS<sub>b</sub>)
- Połączenia (i<sub>ab</sub>, i<sub>ac</sub>) (np. elektryczne, optyczne)

Uwaga: Części związane z bezpieczeństwem zawierają jeden lub więcej komponent; komponenty mogą zawierać jeden lub więcej element.

Wszystkie elementy łączeniowe są zawarte w częściach związanych z bezpieczeństwem.

Jeśli funkcje bezpieczeństwa kontrolera zostały określone, części kontrolera związane z bezpieczeństwem muszą zostać zidentyfikowane. Ich udział w procesie redukcji ryzyka (PN-EN ISO 12100) również trzeba oszacować.

## Poziom zapewnienia bezpieczeństwa PL

Przy używaniu PN-EN ISO 13849, zdolność części związanych z bezpieczeństwem do wykonywania funkcji bezpieczeństwa jest wyrażana przez określenie poziomu zapewnienia bezpieczeństwa.

PL musi być oszacowany dla każdego wybranego SRP/CS i/lub kombinacji SRP/CS, która wykonuje funkcję bezpieczeństwa.

PL SRP/CS-u trzeba określić za pomocą oceny następujących aspektów:

- $MTTF_d$  (mean time to dangerous failure, średni czas do niebezpiecznego uszkodzenia),
- DC (diagnostic coverage, pokrycie diagnostyczne),
- CCF (common cause failure, wspólne przyczyny awarii),
- Struktura,
- Zachowanie funkcji bezpieczeństwa w warunkach usterki,
- Oprogramowanie związane z bezpieczeństwem,
- Systematyczne błędy.

## Średni czas do niebezpiecznego uszkodzenia ( $MTTF_d$ )

Wartość  $MTTF_d$  każdego kanału jest określana dla każdego z ogniw systemu i każdego kanału.

$MTTF_d$	
Niski	$3 \text{ lata} \leq MTTF_d < 10 \text{ lat}$
Średni	$10 \text{ lat} \leq MTTF_d < 30 \text{ lat}$
Wysoki	$30 \text{ lat} \leq MTTF_d < 100 \text{ lat}$

### Pokrycie diagnostyczne (DC)

Do określenia DC w większości przypadków można użyć analizy rodzajów i przyczyn błędów (failure mode and effects analysis, FMEA). W tym przypadku, wszystkie istotne usterki i/lub awarie trzeba wziąć pod uwagę oraz przetestować PL kombinacji SRP/CS wykonującej funkcję bezpieczeństwa pod kątem wymaganego poziomu działania ( $PL_r$ ). Dla uproszczonego podejścia do szacowania DC, sprawdź PN-EN ISO 13849-1, Załącznik E.

Pokrycie diagnostyczne (DC)	
Brak	$DC < 60\%$
Niski	$60\% \leq DC < 90\%$
Średni	$90\% \leq DC < 99\%$
Wysoki	$99\% \leq DC$



## 5.4.1 Projekt i realizacja kategorii

### Kategoria B

Do osiągnięcia Kategorii B wymagane jest spełnienie przez części układu sterowania związaną z bezpieczeństwem poniższych wymagań:

- zastosowanie podstawowych zasad bezpieczeństwa
- zdolność do wytrzymania spodziewanych warunków pracy, włączając w to zdolność przełączeniową lub częstotliwość działań komponentów
- odporność na warunki środowiskowe, włącznie z, na przykład, substancjami takimi jak oleje, środki czystości, natryski solne
- odporność pod względem innych istotnych zewnętrznych wpływów, włączając mechaniczne wibracje, zakłócenia elektromagnetyczne oraz przerwy w dostawie energii.

W systemie Kategorii B,  $MTTF_d$  każdego kanału może zostać obniżony do wartości średniej. Nie rozpatruje się pokrycia diagnostycznego (DC avg = brak). Jako że struktura zazwyczaj jest jednokanałowa, CCF-y nie są uwzględnione w tej kategorii ze względu na brak istotności.

Maksymalny osiągalny poziom dla Kategorii B to  $PL = b$ .

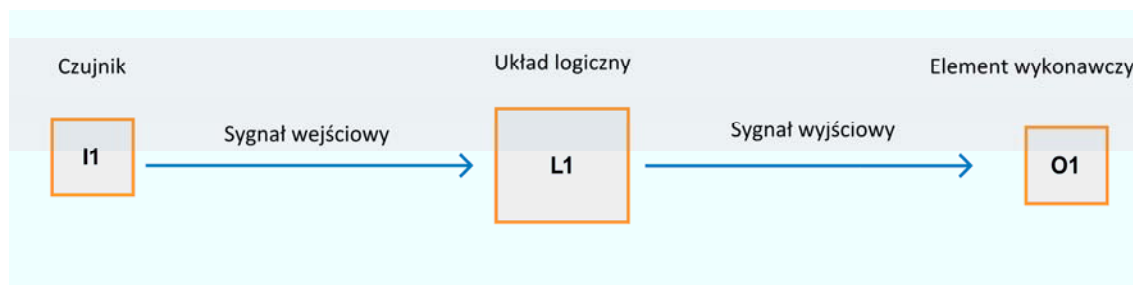
Projekt jednokanałowy oznacza, że usterka może skutkować utratą funkcji bezpieczeństwa.

#### Przykład architektury wskazanej Kategorii B:

- I1: Czujnik 1 (np. wyłącznik pozycyjny)
- L1: Jednostka logiczna 1 (np. przekaźnik bezpieczeństwa)
- O1: Urządzenie wykonawcze 1 (np. stycznik)

Cechy konstrukcyjne to:

- Jednokanałowość



Ilustracja 5-11 Przykład architektury dla Kategorii B

## Kategoria 1

By osiągnąć Kategorię 1, trzeba spełnić wymagania Kategorii B.  
Co więcej, trzeba spełnić dodatkowe wymagania:

Wymaga się stosowania komponentów o sprawdzonym działaniu, trzeba również przestrzegać sprawdzonych zasad bezpieczeństwa (patrz PN-EN ISO 13849-2).

W systemie Kategorii 1, MTTFd każdego kanału musi być wysoki.

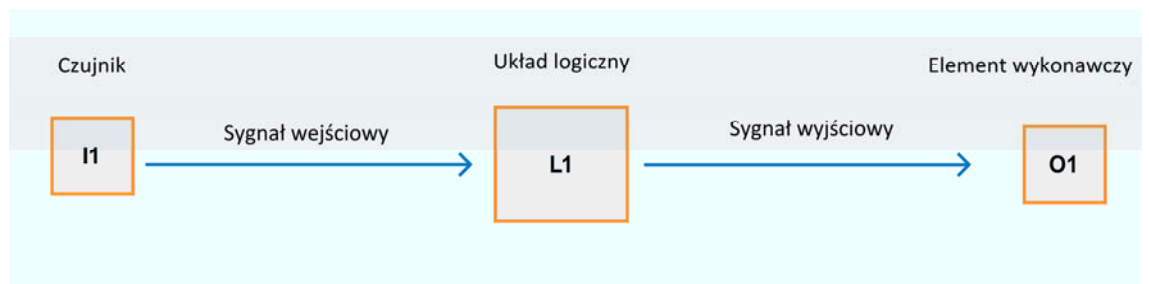
Maksymalny osiągalny poziom to  $PL = c$ .

### Przykład architektury Kategorii 1:

- I1: Czujnik 1 (np. wyłącznik pozycyjny)
- L1: Jednostka logiczna 1 (np. przekaźnik bezpieczeństwa)
- O1: Urządzenie wykonawcze 1 (np. stycznik)

Cechy konstrukcyjne to:

- Jednokanałowość
- Użycie sprawdzonych komponentów



Ilustracja 5-12 Przykład architektury dla Kategorii 1

## Kategoria 2

By osiągnąć Kategorię 2, trzeba spełnić wymagania Kategorii B. Trzeba również realizować sprawdzone wytyczne bezpieczeństwa. Wymogi zawierają ponadto:

Części układu sterowania związane z bezpieczeństwem trzeba sprawdzać w odpowiednich odstępach. Test funkcji bezpieczeństwa maszyny trzeba przeprowadzić:

- Podczas rozruchu maszyny oraz
- Przed rozpoczęciem każdej potencjalnie niebezpiecznej czynności, np. podczas startu nowego cyklu maszynowego, bądź przy inicjacji innych ruchów, itp.

Jako wynik testu:

- Przy wykryciu usterki trzeba wywołać odpowiednią funkcję,
- Działanie jest niedozwolone, jeśli została wykryta usterka.

Odpowiedź na błąd musi inicjować, gdy to możliwe, bezpieczny stan. Tylko po usunięciu usterki można wznowić normalne działanie. Jeśli nie da się osiągnąć bezpiecznego stanu (np. styki się zespawały), trzeba zapewnić ostrzeżenie przed zagrożeniem.

W systemie Kategorii 2, MTTFd każdego kanału musi być od niskiego do wysokiego w zależności od wymaganego PLr. Części systemu sterowania związane z bezpieczeństwem muszą posiadać niską do średniej wartość pokrycia diagnostycznego. Zarazem, konieczne jest rozpatrzenia współczynnika CCF (patrz PN-EN ISO 13849-1, Załącznik F).

Co więcej, sam test nie może stwarzać kolejnych zagrożeń. Aparatura testująca może być jedną z części systemu kontrolnego związaną z bezpieczeństwem, bądź też wprowadzona osobno.

Maksymalny osiągalny poziom działania systemu Kategorii 2 to PL = d.

---

### Uwaga

Kategoria 2 jest jednokanałowym sprawdzanym systemem, określonym w uproszczonej procedurze PN-EN ISO 13849-1: jeśli pojawi się niebezpieczna usterka, detekcja błędu jest jedynie (znacząco) efektywna, jeśli testy wykrywające błędy przebiegają przed następnym zapotrzebowaniem na funkcję bezpieczeństwa. W tym kontekście, wymagane jest, by szybkość testu była stukrotnie większa niż wymagana prędkość funkcji bezpieczeństwa.

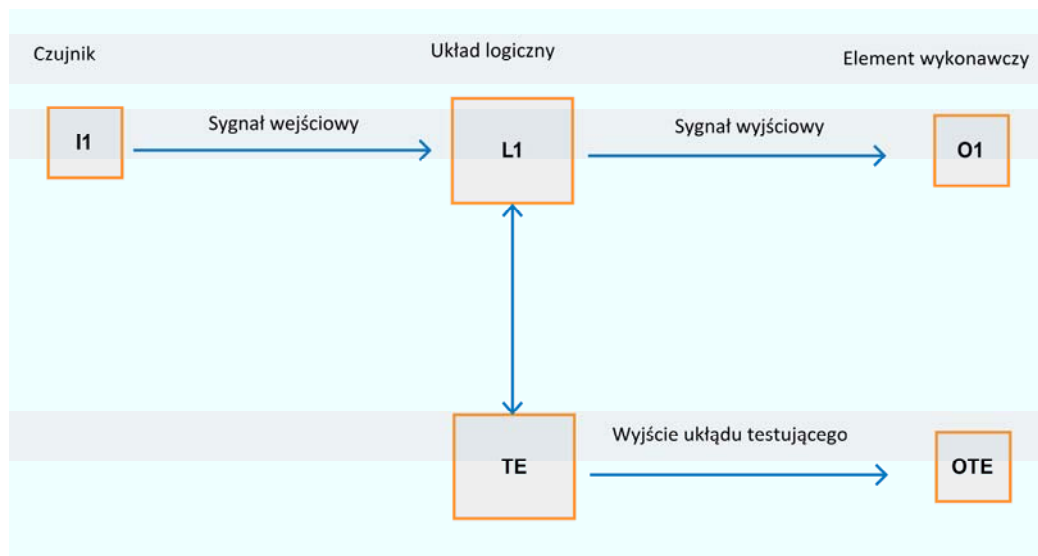
---

**Przykład architektury wskazanej Kategorii 2**

- I1: Czujnik 1 (np. wyłącznik pozycyjny)
- L1: Jednostka logiczna 1 (np. przekaźnik bezpieczeństwa)
- O1: Urządzenie wykonawcze 1 (np. stycznik)
- TE: Aparatura Badawcza (test equipment)

Cechy konstrukcyjne to:

- Jednokanałowość
- Monitorowanie za pomocą aparatury kontrolnej



Ilustracja 5-13 Przykład architektury dla Kategorii 2

### Kategoria 3

By osiągnąć Kategorię 3, trzeba spełnić wymagania Kategorii B. Trzeba również realizować sprawdzone wytyczne bezpieczeństwa. Wymogi zawierają ponadto:

Części systemu sterowania związane z bezpieczeństwem Kategorii 3 muszą być tak zaprojektowane, by nie utracić funkcji bezpieczeństwa w przypadku pojedynczej usterki. Pojedyncza usterka musi zostać wykryta w trakcie lub przed następnym wymaganiem użycia funkcji bezpieczeństwa, kiedy to tylko możliwe.

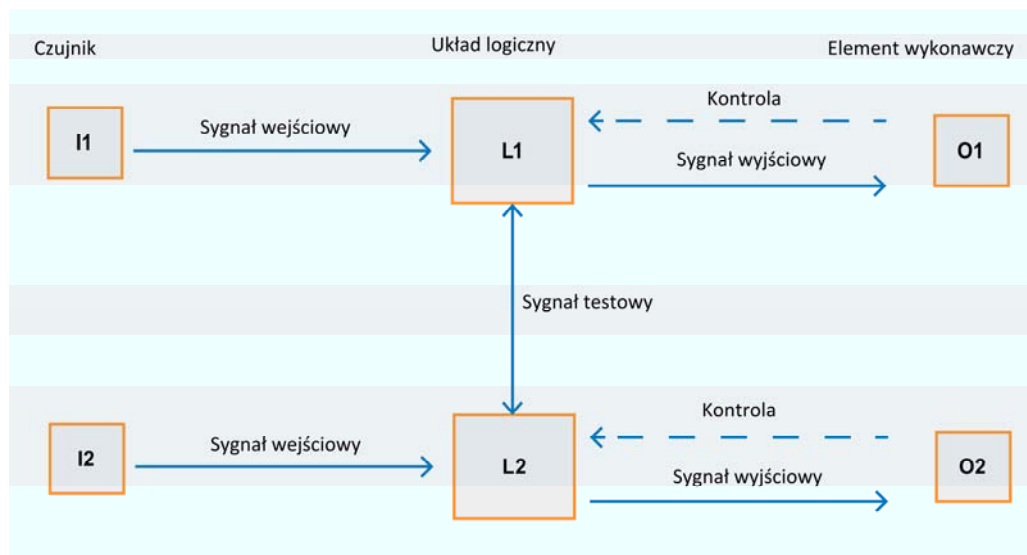
W systemie Kategorii 3, MTTFd każdego z kanałów musi być od niskiego do wysokiego w zależności od wymaganego PLr. Części systemu sterowniczego związane z bezpieczeństwem muszą posiadać niski do średniego zakres pokrycia diagnostycznego. Zarazem, konieczne jest rozpatrzenie CCF (patrz PN-EN ISO 13849-1, Załącznik F).

#### Przykład architektury Kategorii 3:

- I1 oraz I2: Czujnik 1 i 2 (np. dwa wyłączniki pozycyjne)
- L1 oraz L2: Jednostka logiczna 1 oraz 2 (przełącznik bezpieczeństwa, przykładowo, już zawiera dwie takie jednostki)
- O1 oraz O2: Urządzenie wykonawcze 1 oraz 2 (np. dwa styczniki)

Cechy konstrukcyjne to:

- Nadmiarowość
- Monitorowanie czujników (monitorowanie niezgodności)
- Monitorowanie obwodów włączających (monitorowanie, kontrola sprzężenia)



Ilustracja 5-14 Przykład architektury dla Kategorii 3

## Kategoria 4

By osiągnąć Kategorię 4, trzeba spełnić wymagania Kategorii B. Trzeba również realizować sprawdzone wytyczne bezpieczeństwa. Wymogi zawierają ponadto:

Części systemu sterowniczego związane z bezpieczeństwem Kategorii 4 muszą być tak zaprojektowane, by nie utracić funkcji bezpieczeństwa w przypadku pojedynczej usterki. Pojedyncza usterka musi zostać wykryta w trakcie lub przed następnym wymaganiem funkcji bezpieczeństwa. Jeśli usterek nie da się wykryć, ich nagromadzenie nie może powodować utratą funkcji bezpieczeństwa.

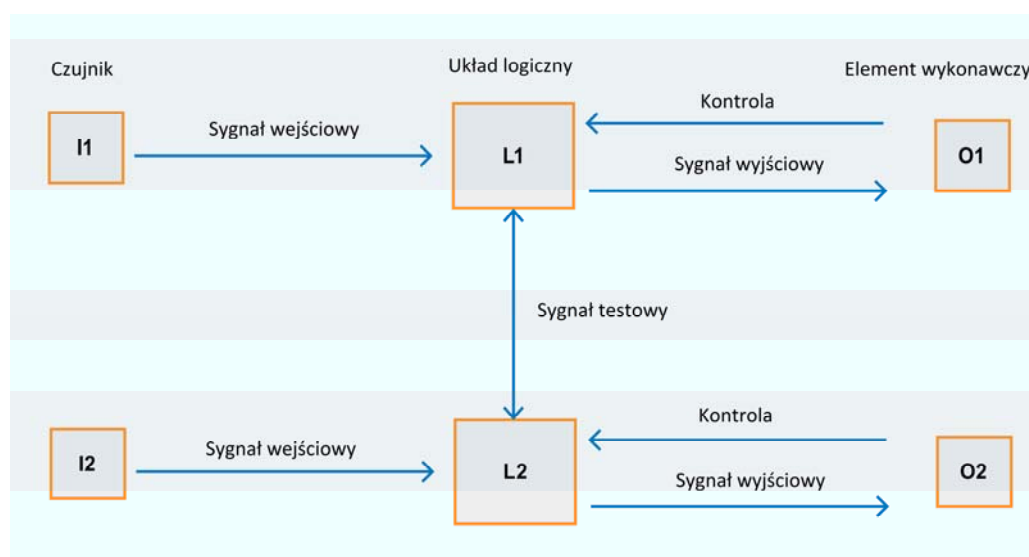
W systemie Kategorii 4, MTTFd każdego z kanałów musi być wysokie. Części systemu sterowania związane z bezpieczeństwem muszą posiadać wysokie pokrycie diagnostyczne. Zarazem, konieczne jest rozpatrzenie współczynnika CCF (sprawdź PN-EN ISO 13849-1, Załącznik F).

### Przykład architektury Kategorii 4:

- I1 oraz I2: Czujnik 1 i 2 (np. dwa wyłączniki pozycyjne)
- L1 oraz L2: Jednostka logiczna 1 oraz 2 (przełącznik bezpieczeństwa, przykładowo, już zawiera dwie takie jednostki)
- O1 oraz O2: Urządzenie wykonawcze 1 oraz 2 (np. dwa styczniki)

Cechy konstrukcyjne to:

- Nadmiarowość
- Monitorowanie czujników (monitorowanie niezgodności)
- Monitorowanie obwodów włączających (monitorowanie, kontrola sprzężenia)
- Wysokie pokrycie diagnostyczne we wszystkich podsystemach



Ilustracja 5-15 Przykład architektury dla Kategorii 4

### **Szacowanie funkcji bezpieczeństwa**

Każda przewidziana funkcja bezpieczeństwa i jej implementacja musi zostać udokumentowana zgodnie ze specyfikacją standardu.

Szybkość i prostota użycia SIEMENS Safety Evaluation Tool zapewnia cenne wsparcie przy szacowaniu funkcji bezpieczeństwa w maszynie i instalacji.

Narzędzie online testowane przez TÜV prowadzi użytkownika krok po kroku od definiowania struktury systemu bezpieczeństwa, poprzez wybór komponentów, aż do wycień osiągniętej kategorii zgodnie z PN-EN ISO 13849-1 oraz PN-EN 62061.

Tu też dostępne jest wsparcie zintegrowanych i rozległych bibliotek. Użytkownicy otrzymują raport zgodności z normami, który może być załączony do dokumentacji.

Dostęp online do Safety Evaluation Tool zapewnia, że obliczenia zawsze przeprowadzane są zgodnie z obecnymi normami oraz uzyskany jest dostęp do najnowszych danych technicznych dla wszystkich komponentów związanych z bezpieczeństwem.

Safety Evaluation Tool dostępny jest w internecie (<http://www.siemens.com/safety-evaluation-tool>)

Twój lokalny partner:



## Informacje dodatkowe

Wyszukiwarka produktów:  
[www.siemens.pl/radarproduktow](http://www.siemens.pl/radarproduktow)

Wsparcie techniczne:  
tel.: +48 22 870 82 00  
e-mail: [sirius.pl@siemens.com](mailto:sirius.pl@siemens.com)

Siemens Sp. z o.o.  
Sektor Industry IA CE  
ul. Żupnicza 11  
03-821 Warszawa

Podręcznik aplikacyjny 201( PL  
Wszelkie zmiany zastrzeżone.  
© Siemens Sp. z o.o. 2014

[www.siemens.pl/sirius](http://www.siemens.pl/sirius)

Prawa do oznaczeń produktów zawartych w katalogu są własnością firmy Siemens AG lub jednego z jej poddostawców i są prawnie chronione. Informacje zawarte w niniejszym katalogu zawierają jedynie ogólny opis względnie cechy jakościowe, które w konkretnym przypadku w opisanej formie nie zawsze będą odpowiadały rzeczywistości lub mogą się zmienić w następstwie dalszego rozwoju produktu. Pożądane cechy jakościowe będą obowiązujące tylko przy pisemnym ich potwierdzeniu w kontrakcie. Załączone zdjęcia nie są wiążące. Przy montażu, użytkowaniu oraz konserwacji należy przestrzegać instrukcji obsługi oraz wskazówek umieszczonych na urządzeniach. Siemens zastrzega sobie prawo do wprowadzenia zmian oraz do wystąpienia błędów w druku.