

1- Projektowanie w bezpieczeństwie: informacje ogólne

Każdy produkt lub maszyna musi stosować się do Dyrektywy 73/23/ EEC oraz kolejnych modyfikacji oraz uzupełnień, aby można było go sprzedawać w krajach Wspólnoty Europejskiej. Dyrektywa ta ustala fundamentalne wymagania dotyczące jakości i bezpieczeństwa produktów. W sposób szczególny Dyrektywa Urządzeń Mechanicznych 89/392/CEE oraz jej kolejne modyfikacje i uzupełnienia ustalają cechy, jakie są wymagane, by urządzenie posiadało stopień bezpieczeństwa wystarczający, by zagwarantować bezpieczeństwo pracownikom. Zgodność urządzenia jest certyfikowana wydaniem przez producenta Deklaracji Zgodności oraz aplikacją oznakowania **CE** na samym urządzeniu. W celu oceny ryzyka, jakie spowodować może maszyna, oraz aby odpowiednio zaimplementować systemy bezpieczeństwa, europejska organizacja CEN / CENELEC wydała serie norm, które przekładają na techniczne definicje zawartość wspomnianej wyżej dyrektywy ECC. Owe normy bezpieczeństwa (normy zharmonizowane) podzielone są na trzy grupy: A, B oraz C. Normy A zawierają podstawowe pojęcia i zasady projektowania konstrukcji wszystkich urządzeń. Normy B omawiają typowe cechy grup urządzeń i są podzielone na dwie podkategorie:

-B1 zawiera ogólne warunki bezpieczeństwa (sprzęt elektryczny i hydrauliczny, itp.)

-B2 odnosi się do urządzeń, którym przyporządkowano realizację obwodów bezpieczeństwa

Ostatnia grupa norm, C, odnosi się do specyficznych grup urządzeń, którym wydano przepisy dotyczące specyficznych standardów z powodu ich niebezpiecznej natury (np. prasa hydrauliczna, wylączarki, itp...).

Normy A

- EN 292-1 oraz-2:
- Ocena niebezpieczeństwa
- Bezpieczeństwo urządzenia - zasady projektowania
- Opis urządzeń ochronnych
- Wykrycie pozostałych niebezpieczeństw

- EN 1050:

- Stopień zagrożenia
- Czas trwania ryzyka
- Możliwość zapobiegania niebezpieczeństwu

Normy B1

- EN 954-1:
- kat.B zgodnie z podstawowymi regułami bezpieczeństwa
- kat.1 rzetelnie przetestowane komponenty i zasady
- kat.2 kontrola cykliczna
- kat.3 redundancja systemu

Normy B2

- EN 418 awaryjnego urządzenia do zatrzymania
- EN 1088 urządzenia do blokowania osłon
- EN 574 urządzenia oburęcznie sterowane
- EN 457 dźwiękowe sygnały
- EN 842 niebezpieczeństwa optyczne sygnały niebezpieczeństwa
- EN 60204-1 sprzęt elektryczny urządzeń

Normy C

- EN 693 prasa hydrauliczna
- EN 201 wylączarki
- EN 415 zawijarka
- EN 1175 wózki magazynowe

2 - Procedura wyboru i projektowania środków bezpieczeństwa

Cytując 5 kroków z normy EN 954-1 par. 4.3 dotyczącej poprawnego wyboru i projektowania środków bezpieczeństwa:

Krok 1 Analiza niebezpieczeństwa i wyliczenie ryzyka .

Krok 2 Dobór środków zmniejszania ryzyka (urządzenia sterujące) .

Krok 3 Specyfikacja wymagań bezpieczeństwa, mając na uwadze:

- wybór kategorii bezpieczeństwa
- realizację funkcji bezpieczeństwa

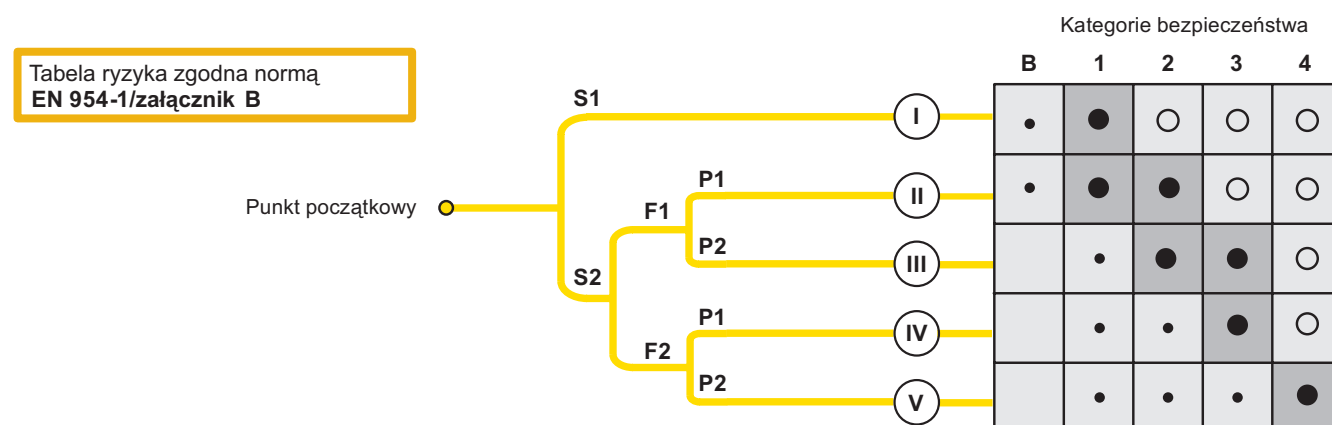
Krok 4 Zaprojektowanie i kontrola odpowiednich części do bezpieczeństwa układu sterowania

Krok 5 Atestacja funkcji oraz otrzymanych kategorii poprzez ich porównanie z tym, co poprzednio zdefiniowano w kroku 3

3 - Ocena ryzyka i kategorie bezpieczeństwa

Odpowiednim dla projektowania bezpieczeństwa jest ocena ryzyka (norma EN 1050), a więc i wybór kategorii bezpieczeństwa (norma EN 954-1).

Niektóre szacowane informacje dotyczące wyboru odpowiedniej kategorii bezpieczeństwa odpowiedniej dla urządzenia:



Legenda:

●	Punkt początkowy oceny ryzyka
S	Przypadkowa obrażenia: S1 = odwracalne (lekkie) obrażenia (np. małe cięcia, poparzenia, lekkie otarcia) S2 = nieodwracalne (poważne) obrażenia lub śmierć (np. trwałe kalectwo, utrata kończyn, uszkodzenia systemu oddechowego itp.)
F	Obecność obszaru niebezpiecznego F1 = od rzadkiej do całkiem częstej (raz na tydzień lub częściej, do raz na dzień) F2 = od częstej do ciągłej (np. pare razy dziennie w sposób ciągły)
P	Szansa, by uniknąć wypadku lub znaczeni zredukować jego skutki: P1 = possible under certain conditions (i.e. possibility of the worker to realize the imminent danger) P2 = niemal niemożliwe (np. niemożność robotnika uświadomienia sobie grożącego mu niebezpieczeństwa)
I-V	Szacowany poziom ryzyka
B, 1-4	Kategorie bezpieczeństwa układów sterujących
●	Preferencyjna kategoriap przewidziana na dany poziom ryzyka
○	Wybór wyższej kategorii
●	Wybór niższej kategorii

Możliwe jest użycie innych kategorii niż preferencyjne (duże kółko ●), jednak należy wówczas wziąć pod uwagę przewidziane zachowanie układu w razie awarii. Także powody zmiany kategorii powinny być wskazane przez wytwórcę maszyny. W przypadku wyboru kategorii wskazanych małym kółkiem (○), wymagane mogą się okazać dodatkowe środki, takie jak:
 - nadwymiarowość lub użycie technik eliminacji uszkodzeń
 - użycie dynamicznego nadzoru

4 - Tabela wymagań dla każdej kategorii zgodnie z normą EN 954-1 par. 6.2

Kat.	Podsumowanie wymagań	Zachowanie się systemu	Zasady zachowania bezpieczeństwa
B	Elementy systemu sterowania związane z bezpieczeństwem i/lub ich urządzenia ochronne, a także ich elementy składowe, powinny być tak zaprojektowane, zbudowane, dobrane, zmontowane i zestawione zgodnie z odpowiednimi normami, aby mogły wytrzymać przewidywane narażenia	Wystąpienie defektu może spowodować utratę funkcji bezpieczeństwa.	Charakteryzują się głównie doborem elementów składowych.
1	Powinny być spełnione wymagania dotyczące kategorii B. Powinny być stosowane wypróbowane elementy składowe i sprawdzone zasady bezpieczeństwa.	Wystąpienie defektu może spowodować utratę funkcji bezpieczeństwa, ale prawdopodobieństwo wystąpienia defektu jest mniejsze niż w przypadku kategorii B.	
2	Spełnione są wymagania kategorii B; użyto również odpowiednio sprawdzonych zasad bezpieczeństwa. Funkcja bezpieczeństwa powinna być od czasu do czasu sprawdzona przez układy sterujące, lub chociaż przy każdym uruchomieniu maszyny przed potencjalnie niebezpieczną sytuacją.	Występująca usterka może spowodować zanik funkcji bezpieczeństwa. Zanik funkcji bezpieczeństwa jest wykrywany poprzez kontrole	Charakteryzują się głównie doborem struktury
3	Powinny być spełnione wymagania dotyczące kategorii B i zastosowane sprawdzone zasady bezpieczeństwa. Elementy związane z bezpieczeństwem powinny być tak zaprojektowane, aby: - pojedynczy defekt w dowolnym elemencie nie powodował utraty funkcji bezpieczeństwa, oraz - jeśli jest to praktycznie uzasadnione, pojedynczy defekt powinien być wykryty	- Po wystąpieniu pojedynczego defektu funkcja bezpieczeństwa jest zawsze spełniona - Nie wszystkie defekty są wykrywane - Nagromadzenie niewykrytych defektów może powodować utratę funkcji bezpieczeństwa	
4	Powinny być spełnione wymagania dotyczące kategorii B i zastosowane sprawdzone zasady bezpieczeństwa. Elementy związane z bezpieczeństwem powinny być tak zaprojektowane, aby: - pojedynczy defekt w dowolnym elemencie nie powodował utraty funkcji bezpieczeństwa, oraz - pojedynczy defekt był wykrywany natychmiast lub przed następnym przywołaniem funkcji bezpieczeństwa. Jeśli nie jest to możliwe, to nagromadzenie defektów nie powinno spowodować utraty funkcji bezpieczeństwa	- Po wystąpieniu pojedynczego defektu funkcja bezpieczeństwa jest zawsze spełniona. - Wykryte w odpowiednim czasie defekty zapobiegają utracie funkcji bezpieczeństwa	

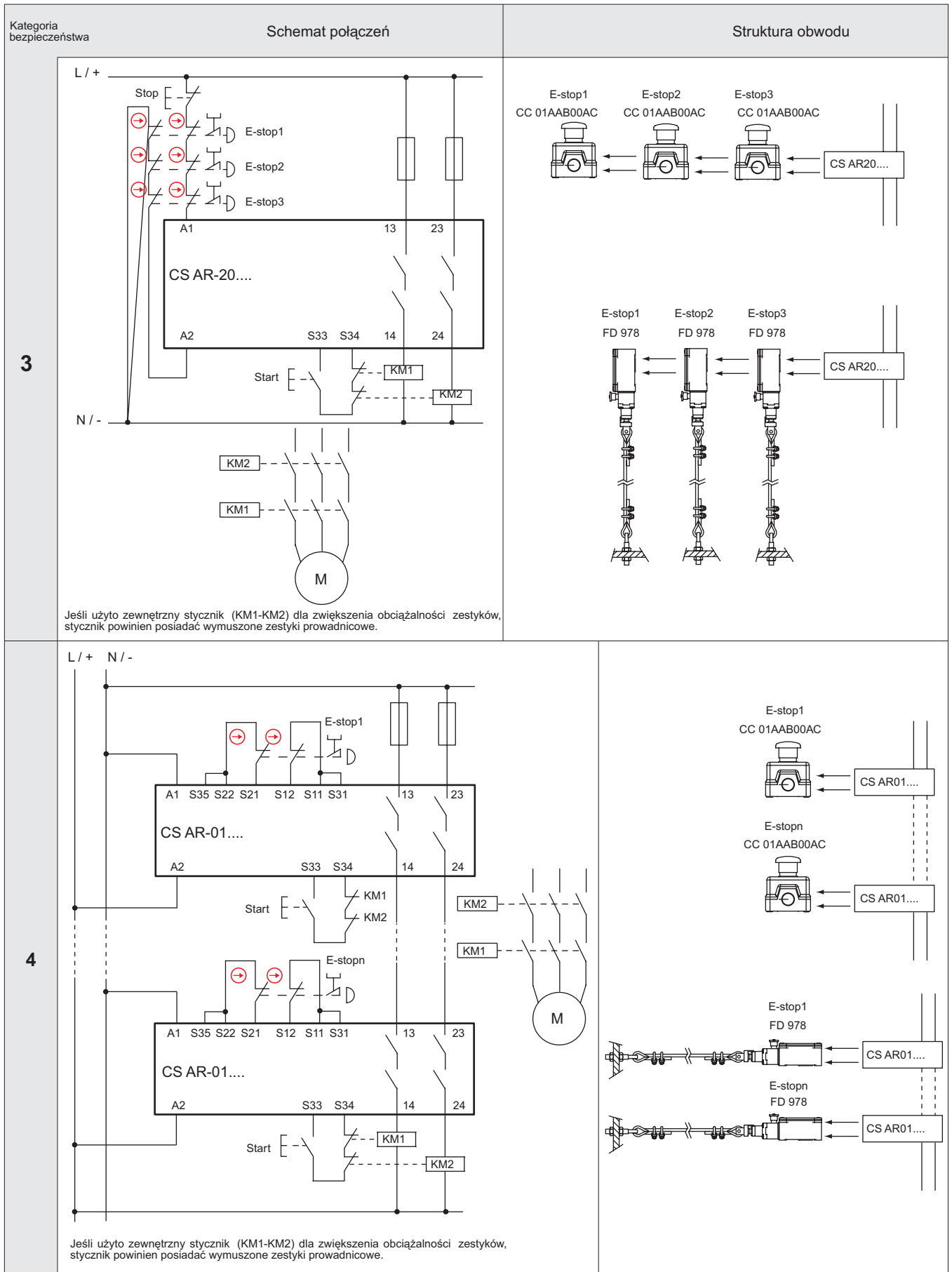
5 - Przykłady połączeń zgodnie z normą EN 954-1 (wymagania minimalne)

Przycisk awaryjnego zatrzymania oraz linkowe wyłączniki bezpieczeństwa dla instalacji awaryjnego zatrzymania.

Kategoria bezpieczeństwa	Schemat połączeń	Struktura obwodu
B-1		
2		

Jeśli użyto zewnętrzny stycznik (KM1) dla zwiększenia obciążalności zestyków, stycznik powinien posiadać wymuszone zestyki przewodnicowe.

Przycisk awaryjnego zatrzymania oraz linkowe wyłączniki bezpieczeństwa dla instalacji awaryjnego zatrzymania.



© 2005 Copyright Pizzato Elettrica

Uwaga: wspomniane wyżej przykłady są czysto opisowe i dają tylko poglądowe pojęcie na temat tego, jak ustawić obwód bezpieczeństwa zgodnie z kategoriami przewidzianymi w normie EN 954-1. Odpowiedzialność za sprawdzenie, czy odpowiednie obwody są stosowane w danej maszynie ciąży na wytwórcy.

5 - Przykłady połączeń zgodnie z normą EN 954-1 (wymagania minimalne)

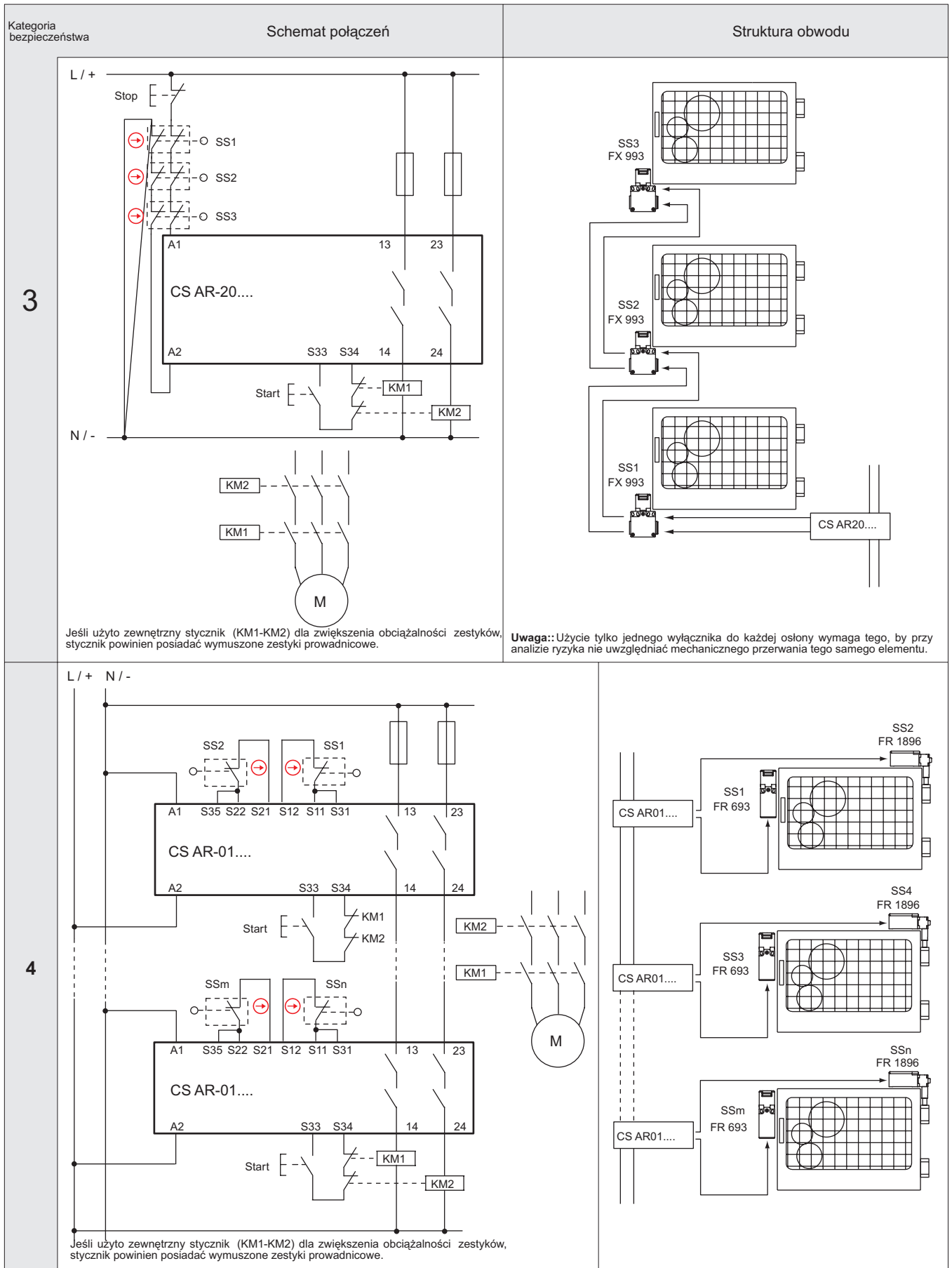
Zastosowania z wyłącznikami przy monitoringu bramkowym.

Kategoria bezpieczeństwa	Schemat połączeń	Struktura obwodu
B-1	<p>The schematic shows a power supply with L/+ and N/- lines. A stop button is connected to the L/+ line. Three safety switches (SS1, SS2, SS3) are connected in series to the L/+ line. A start button and a contactor (KM1) are connected in series to the L/+ line. The motor (M) is connected to the N/- line through the contactor (KM1).</p>	<p>The structural diagram shows three safety switch units (SS1, SS2, SS3) connected to a contactor (KM1) and a motor (M). The units are labeled SS1 FX 693, SS2 FX 693, and SS3 FX 693.</p>
2	<p>The schematic shows a power supply with L/+ and N/- lines. A stop button is connected to the L/+ line. Three safety switches (SS1, SS2, SS3) are connected in series to the L/+ line. A contactor (KM1) and a circuit breaker (CS AR-40....) are connected in series to the L/+ line. The motor (M) is connected to the N/- line through the contactor (KM1). The circuit breaker (CS AR-40....) is connected to the L/+ line between the safety switches and the contactor.</p>	<p>The structural diagram shows three safety switch units (SS1, SS2, SS3) connected to a contactor (KM1) and a circuit breaker (CS AR40....). The units are labeled SS1 FX 693, SS2 FX 693, and SS3 FX 693.</p>

Jeśli użyto zewnętrzny stycznik (KM1) dla zwiększenia obciążalności zestyków, stycznik powinien posiadać wymuszone zestyki przewodnicowe.

Wyłączniki bezpieczeństwa stosowane w aplikacjach maszyn z osłonami zabezpieczającymi (ruchomymi)

Zastosowania z wyłącznikami bezpieczeństwa przy monitoringu bramkowym.



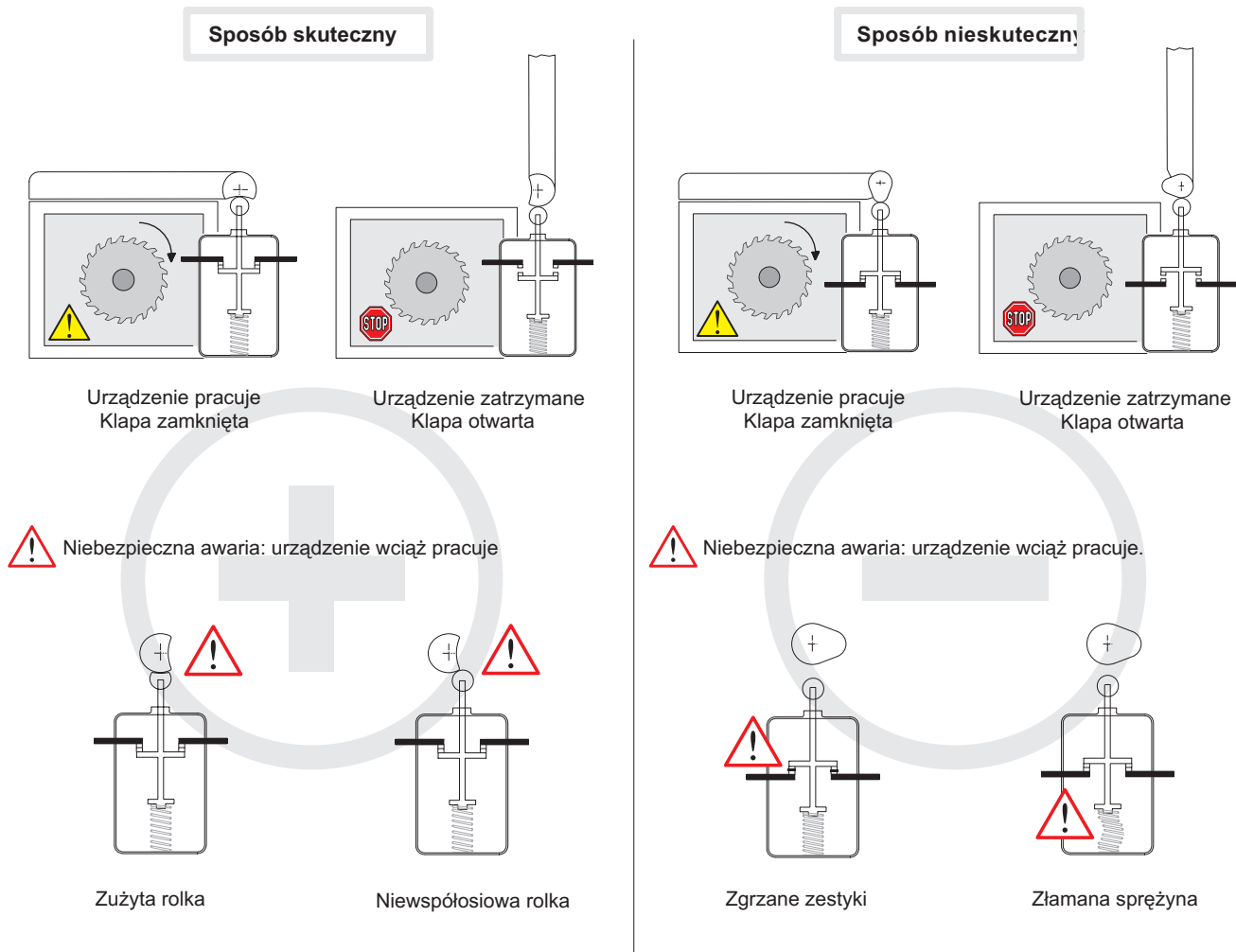
© 2005 Copyright Pizzato Elettrica

Uwaga: wspomniane wyżej przykłady są czysto opisowe i dają tylko poglądowe pojęcie na temat tego, jak ustawić obwód bezpieczeństwa zgodnie z kategoriami przewidzianymi w normie EN 954-1. Odpowiedzialność za sprawdzenie, czy odpowiednie obwody są stosowane w danej maszynie ciąży na wytwórcy.

6 - Skuteczne otwarcie, nadmiarowość, różnicowanie i samonadzorowanie

Sposób skuteczny i sposób nieskuteczny

Zgodnie z normą EN 292-2 punkt 3.5, jeśli komponent mechaniczny w ruchu porusza bezpośrednio inny komponent, poprzez kontakt fizyczny lub sztywne mechaniczne połączenie, takie połączenie nazywane jest **sposobem skutecznym**. W przeciwnym wypadku, jeśli ruch mechanicznego komponentu umożliwia dowolny ruch innego komponentu przy braku sił bezpośrednich (np. poprzez grawitację, sprężynę, itp.), połączenie nazywane jest sposobem **nieskutecznym**.




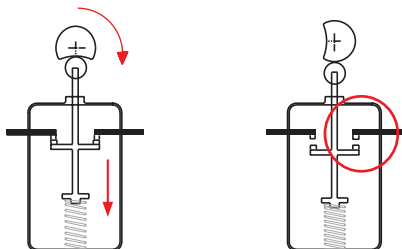
Sposób skuteczny unika, przy stosowaniu prewencyjnej konserwacji, niebezpiecznych awarii wskazanych powyżej. Warto jednak zaznaczyć, iż awarie sposobu nieskutecznego mają miejsce wewnątrz wyłącznika i przez to są trudne do wykrycia.

Stosując sposób skuteczny, awarie wewnętrzne (zgrzane zestyki lub złamane sprężyny) powodują otwarcie zestyków i dzięki temu następuje zatrzymanie pracy urządzenia.



Użycie wyłączników w zastosowaniach bezpieczeństwa

Gdy użyty jest pojedynczy wyłącznik do funkcji bezpieczeństwa, musi być pobudzany sposobem skutecznym. Otwierający się zestyk (NC) musi być ze „skutecznym otwarciem”, by mógł być używany w zastosowaniach bezpieczeństwa. Wszystkie wyłączniki z  wyposażone są w zestyki NC ze skutecznym otwarciem.



Szttywne, nieelastyczne połączenie między zestykami ruchomymi a siłownikiem, na którym stosowana jest siła pobudzająca.

Jeśli zastosowano dwa lub więcej wyłączniki, sugeruje się, by działały w sposób odwrotny, na przykład:

- Jeden z zestykiem rozwiernym (zestyk otwierający) pobudzany przez osłonę w sposób skuteczny
- Drugi z zestykiem zwiernym (zestyk zamykający), pobudzany przez osłonę w sposób nieskuteczny

Jest to typowy zabieg, jednak nie uwzględnia on, jeśli jest to uzasadnione, użycia dwóch wyłączników pobudzanych sposobem skutecznym (patrz zróżnicowanie).

Zróżnicowanie

Bezpieczeństwo w układzie rezerwowym jest zwiększane poprzez **zróżnicowanie**. Jego osiągnięcie jest możliwe poprzez użycie dwóch wyłączników krańcowych zbudowanych w oparciu o różne technologie, by uniknąć awarii na skutek tych samych przyczyn. Niektórymi przykładami zróżnicowania są: użycie wyłącznika pracującego w sposób skuteczny wraz z wyłącznikiem pracującym w sposób nieskuteczny; wyłącznik pobudzany w sposób mechaniczny i niemechaniczny (np. Czujnik elektroniczny); dwa wyłączniki pobudzone mechanicznie pracujące ze skutecznym sposobem, jednak pod różnymi warunkami pobudzenia (np. jeden siłownik obsługiwany przez FR 693 oraz jeden przegub obsługiwany przez FR 1896).

Nadmiarowość

Nadmiarowość jest użyciem więcej niż jednego urządzenia lub układu, by zagwarantować w przypadku awarii jednego z nich, że inne urządzenie/układ jest w stanie wykonać funkcje bezpieczeństwa. Jeśli nie wykryto pierwszej awarii, ewentualna awaria drugiego urządzenia może być przyczyną zaniku funkcji bezpieczeństwa.

Samokontrolowanie

Samokontrolowanie polega na automatycznym sprawdzaniu funkcji każdego urządzenia pracującego w cyklu pracy maszyny. Tak więc kolejny cykl pracy może być albo przyjęty lub odrzucony.

Nadmiarowość i samokontrolowanie

Użycie obu układów, nadmiarowości i samokontrolowania, powoduje, że pierwsza awaria obwodu bezpieczeństwa nie powoduje zaniku funkcji bezpieczeństwa. Pierwsza awaria zostanie wykryta przy kolejnym wznowieniu lub jakkolwiek przed drugą awarią, która może spowodować zanik funkcji bezpieczeństwa.