

**ROBOCHALLENGE**

**Stanowisko  
weryfikacji safety**

# 1. Wprowadzenie

Jak sądzicie, czy integrując maszynę dbacie o wszystkie aspekty związane z bezpieczeństwem? Czy pamiętacie o wszystkich wymaganiach norm? Waszym zadaniem jest zweryfikowanie poprawności zainstalowanych funkcji bezpieczeństwa.

## 2. Opis zadania

Zadaniem uczestników jest zweryfikowanie poprawności zainstalowanych funkcji bezpieczeństwa dla stanowiska robota szlifującego detal. Na stanowisku znajdują się:

- skaner bezpieczeństwa SICK MicroScan3 Pro,
- kurtyna bezpieczeństwa SICK deTec4 core,
- sterownik bezpieczeństwa SICK Flexi Soft,
- przycisk zatrzymania awaryjnego,
- przycisk reset,
- robot M-10iD12 z kontrolerem M-30iB plus i systemem DCS,
- pneumatyczna szlifierka mimośrodowa Schunk AOV,
- laptop z oprogramowaniem Safety Designer SICK.

Na stanowisku przy montażu oraz programowaniu środków bezpieczeństwa popełniono błędy. Zadaniem uczestników jest wykrycie wszystkich usterek. Na stanowisku znajduje się łącznie 18.

## 3. Wymagania norm prawnych

Zadanie ma na celu sprawdzenie wiedzy uczestników o wymaganiach stawianych przez normy poszczególnym elementom układów bezpieczeństwa, w związku z czym, do prawidłowego wykonania zadania należy wykorzystać wiedzę z norm:

Norma typu A: PN-EN ISO 12100;

### Normy typu B:

- PN-EN ISO 13850 - Bezpieczeństwo maszyn -- Funkcja zatrzymania awaryjnego -- Zasady projektowania,
- PN-EN ISO 13855 - Bezpieczeństwo maszyn -- Umieszczenie technicznych środków ochronnych ze względu na prędkości zbliżania części ciała człowieka,
- PN-EN ISO 13857 - Bezpieczeństwo maszyn -- Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych
- PN-EN ISO 14120 - Bezpieczeństwo maszyn -- Osłony -- Ogólne wymagania dotyczące projektowania i budowy osłon stałych i ruchomych,
- PN-EN ISO 13849-1 - Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania,
- PN-EN ISO 13849-2 - Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 2: Walidacja,
- PN-EN ISO 14118 - Bezpieczeństwo maszyn -- Zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu,

- PN-EN 60204-1:2010- Bezpieczeństwo maszyn -- Wyposażenie elektryczne maszyn -- Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN ISO 4414:2011 - Napędy i sterowania pneumatyczne -- Ogólne zasady i wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów i ich elementów;

#### **Normy typu C:**

- PN-EN ISO 10218-1 - Roboty i urządzenia dla robotyki -- Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych -- Część 1: Roboty,
- PN-EN ISO 10218-2 - Roboty i urządzenia dla robotyki -- Wymagania bezpieczeństwa dla robotów przemysłowych -- Część 2: System robotowy i integracja.

Niezbędna do wykonania zadania wiedza z poszczególnych norm została przedstawiona poniżej.

#### **Ostony stałe:**

- Ostony stałe powinny być stabilne i odpowiednio wytrzymałe pod względem mechanicznym – PN-EN ISO 14120,
- Demontaż osłon stałych powinien być możliwy jedynie przy użyciu narzędzia – PN-EN ISO 14120,
- Ostony stałe powinny być odpowiednio zdystansowane względem strefy niebezpiecznej ze względu na sięganie nad osłonami (patrz tabela 1 załącznika) oraz sięganie przez otwory (patrz tabela 2 załącznika) – PN-EN ISO 13857.
- Maksymalna wysokość dolnej krawędzi osłony stałej wynosi 180 mm – PN-EN ISO 13857;

#### **Ostony ruchome:**

- Ostony ruchome powinny być odpowiednio wytrzymałe pod względem mechanicznym – PN-EN ISO 14120,
- Ostony ruchome powinny być odpowiednio zdystansowane względem strefy niebezpiecznej ze względu na sięganie nad osłonami (patrz tabela 1 załącznika) oraz sięganie przez otwory (patrz tabela 2 załącznika) – PN-EN ISO 13857,
- Ostony ruchome powinny być wyposażone w elementy ryglujące lub blokujące sprzężone z systemem bezpieczeństwa – PN-EN ISO 14119,
- Poziom niezawodności funkcji blokowania powinien wynosić co najmniej PLd – PN-EN ISO 10128-1, PN-EN ISO 13849-1;
- Ostony ruchome powinny być odpowiednio zdystansowane względem strefy niebezpiecznej ze względu na czas zatrzymania elementów niebezpiecznych po otwarciu osłony – PN-EN ISO 13855.
- Maksymalna wysokość dolnej krawędzi osłony ruchomej wynosi 180 mm – PN-EN ISO 13857;

#### **Kurtyna bezpieczeństwa:**

- Kurtyna bezpieczeństwa powinna być odpowiednio zdystansowane względem strefy niebezpiecznej ze względu na sięganie nad kurtyną oraz pomiędzy wiązkami kurtyny (patrz rozdział 4. Obliczenia) – PN-EN ISO 13855,
- Maksymalna wysokość na jakiej powinna znajdować się dolna wiązka kurtyny wynosi 300 mm – PN-EN ISO 13855,
- Poziom niezawodności funkcji kurtyny bezpieczeństwa powinien wynosić co najmniej PLd – PN-EN ISO 10128-1, PN-EN ISO 13849-1;

### **Skaner bezpieczeństwa:**

- Wysokość wiązki skanera bezpieczeństwa powinna wynosić maksymalnie 300 mm – PN-EN ISO 13855,
- Nie powinno być możliwości pozostania w strefie niebezpiecznej i zresetowania funkcji bezpieczeństwa – PN-EN ISO 14118,
- Poziom niezawodności funkcji skanera bezpieczeństwa powinien wynosić co najmniej PLd – PN-EN ISO 10128-1, PN-EN ISO 13849-1;

### **Zatrzymanie awaryjne:**

- Na stanowisku powinna być umieszczona odpowiednia liczba przycisków zatrzymania awaryjnego – PN-EN ISO 13850,
- Przycisk zatrzymania awaryjnego powinien mieć odpowiednią barwę i tło – PN-EN ISO 13850,
- Przyciski zatrzymania awaryjnego jak i inne przyciski sterownicze powinny znajdować się na wysokości od 90 do 190 cm – PN-EN ISO 60204-1,
- Poziom niezawodności funkcji zatrzymania awaryjnego powinien wynosić co najmniej PLd – PN-EN ISO 10128-1, PN-EN ISO 13849-1;

### **Zapobieganie niespodziewanemu uruchomieniu:**

- Po wyzwoleniu funkcji bezpieczeństwa, wymagany jest ręczny reset funkcji – PN-EN ISO 14118,
- Wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa powinno zatrzymać wszystkie elementy niebezpieczne i nie stwarzać dodatkowych zagrożeń,
- Wyzwolenie funkcji bezpieczeństwa powinno powodować odpowietrzenie układu pneumatycznego – PN-EN ISO 4414;

### **Wyposażenie elektryczne i pneumatyczne:**

- Wszystkie urządzenia elektryczne, zawory pneumatyczne i siłowniki powinny być oznaczone zgodnie ze schematami elektrycznymi i pneumatycznymi – PN-EN ISO 60204-1, PN-EN ISO 4414,
- Obsługa wyposażenia elektrycznego i pneumatycznego nie powinna stwarzać zagrożeń dla operatora – PN-EN ISO 60204-1, PN-EN ISO 4414,
- Elementy sterownicze powinny być umieszczone na wysokości od 60 do 190 cm nad poziomem obsługi – PN-EN ISO 60204-1,
- Wszystkie elementy przewodzące dostępne powinny być odpowiednio uziemione – PN-EN 60204-1.

## **4. Obliczenia**

W celu poprawnego wykonania zadania, jedną z niezbędnych czynności jest wyznaczenie minimalnego dystansowania kurtyny. W tym celu należy skorzystać ze wzoru wskazanego w normie PN-EN ISO 13855:  $S = K * T + C$ , a

gdzie:

S – minimalne dystansowanie kurtyny,

K – prędkość zbliżania człowieka (w zależności od sytuacji przyjmowane jest 1600 mm/s lub 2000 mm/s),

T – czas zatrzymania elementu niebezpiecznego,

C – wartość dodatkowa, zależna od rozdzielczości kurtyny i możliwości sięgania nad kurtyną (wybiera się większą z wartości).

Wartość dodatkowa zależna od rozdzielczości obliczana jest ze wzoru:  $C = 8(d-14)$ , gdzie d to rozdzielczość kurtyny.

Tabela wartości dodatkowych zależnych od sięgania nad kurtyną została przedstawiona w tabeli 3 załącznika.

Do wyznaczenia czasu zatrzymania danego elementu niebezpiecznego należy wykorzystać specjalistyczne urządzenie, jednak w celu wykonania zadania należy przyjąć:

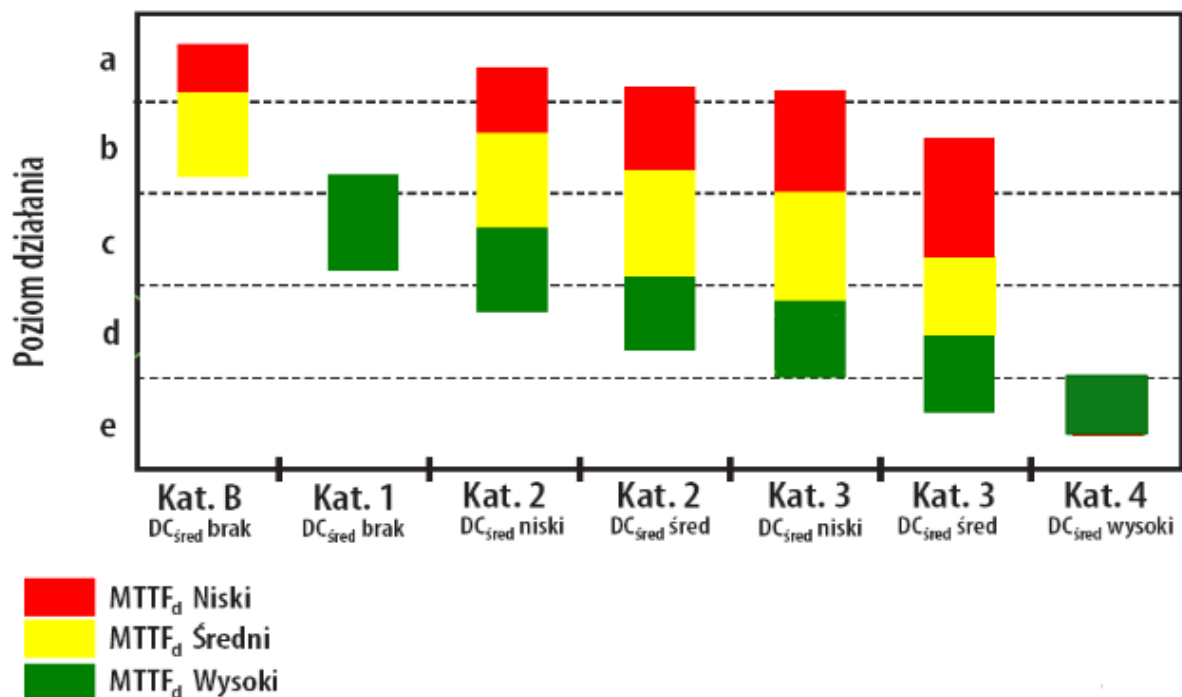
- czas zatrzymania robota (po otrzymaniu sygnału): 360 ms,
- czas reakcji kurtyny świetlnej: 30 ms,
- czas komunikacji sterownika bezpieczeństwa z robotem: 10 ms.

## 5. Wyznaczanie poziomu niezawodności

Na potrzeby zadania, w celu wyznaczenia poziomu niezawodności danej funkcji bezpieczeństwa, należy skorzystać z przedstawionego poniżej grafu.

Do wyznaczenia poziomu niezawodności, przyjąć:

- pokrycie diagnostyczne (DC): średnie
- średni czas wystąpienia awarii (MTTF): wysoki,
- kategorię na potrzeby zadania należy wyznaczyć pomijając wszystkie istotne dla tego elementu czynniki, uwzględniając jedynie występujące w obwodzie elementy i połączenia:
  - o jeśli w układzie bezpieczeństwa zastosowano nieprzeznaczone do tego celu elementy – KAT. B
  - o jeśli w układzie bezpieczeństwa zastosowano przeznaczone do tego celu elementy i występują połączenia 1-kanalowe – KAT. 1,
  - o jeśli w układzie bezpieczeństwa zastosowano przeznaczone do tego celu elementy i występują połączenia 2-kanalowe – KAT. 3.



## 6. Punktacja

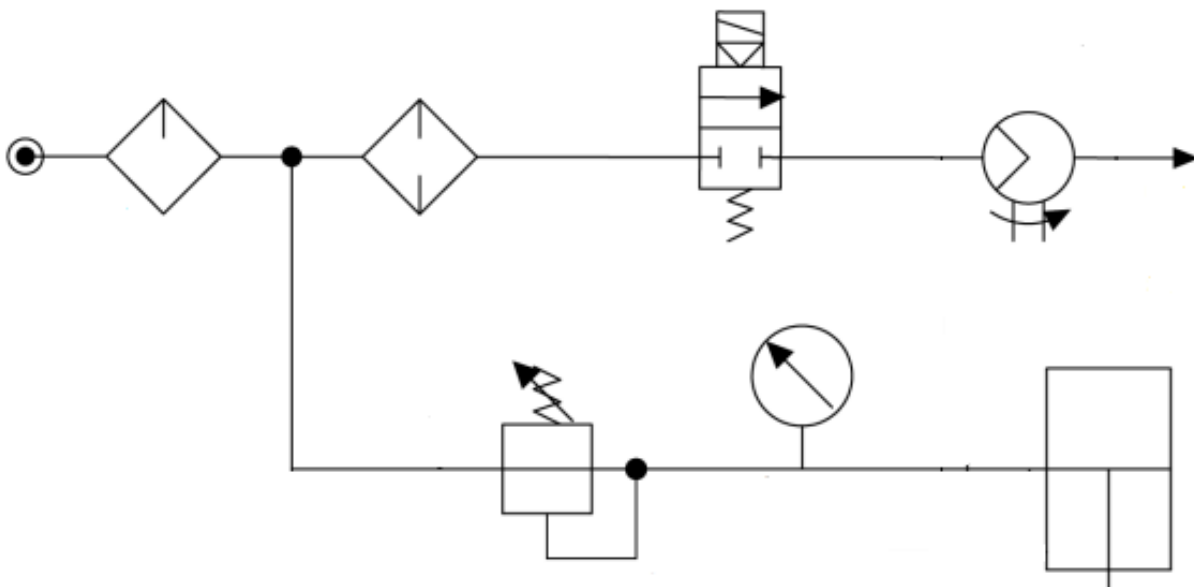
Za poprawne wykonanie zadania można otrzymać maksymalnie **8 punktów**, w tym:

- do 5 punktów za ilość wykrytych usterek – 1 pkt za każde 3 poprawnie wykryte usterki,
- do 3 punktów za czas wykonania zadania\*:
  - o 3 punkty za ukończenie zadania w ciągu 25 minut
  - o 2 punkty za ukończenie zadania w ciągu 30 minut
  - o 1 punkt za ukończenie zadania w ciągu 35 minut

\*Aby zadanie uznać za ukończone należy znaleźć co najmniej 15 usterek.

### Załącznik1

#### Schemat pneumatyczny



## Załącznik 2

Wybrane informacje z norm zharmonizowanych  
z Dyrektywą Maszynową 2006/42/WE.

Wysokość strefy niebezpiecznej	Wysokość konstrukcji ochronnej									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2700
	Pozioma odległość do strefy niebezpiecznej									
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	0
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	0	0
2000	1400	1300	1100	900	700	600	400	0	0	0
1800	1500	1400	1100	900	700	600	0	0	0	0
1600	1500	1400	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1500	1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1500	1400	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1500	1400	1000	800	0	0	0	0	0	0
800	1500	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1400	1300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1400	1200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2 – sięganie przez otwory:

Wielkość otworu	Odległość bezpieczeństwa		
	Szczelina	Kwadrat	Koło
$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 25$	$\geq 20$
$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
$20 < e \leq 30$	$\geq 850$	$\geq 120$	$\geq 120$
$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 200$
$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

