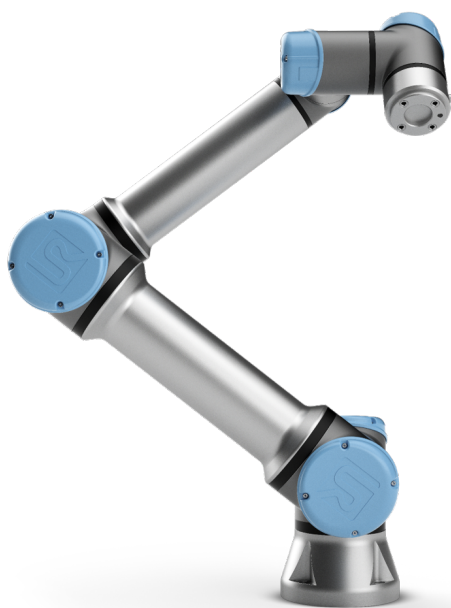




# UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots seria e  
Podręcznik użytkownika



UR5e

Tłumaczenie oryginalnych instrukcji (pl)





# UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots seria e  
Podręcznik użytkownika

UR5e

Wersja 5.5

Tłumaczenie oryginalnych instrukcji (pl)

Informacje przedstawione w niniejszym dokumencie stanowią własność firmy Universal Robots A/S i nie mogą być powielane ani w całości, ani w części bez uprzedniej pisemnej zgody firmy Universal Robots A/S. Niniejsze informacje mogą ulec zmianie bez uprzedzenia i nie stanowią zobowiązania firmy Universal Robots A/S. Ten podręcznik jest okresowo weryfikowany i aktualizowany.

Firma Universal Robots A/S nie ponosi odpowiedzialności za błędy i braki w tym dokumencie.

Copyright © 2009–2019, Universal Robots A/S

Logo Universal Robots jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy Universal Robots A/S.

# Spis treści

|                                                                          |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Przedmowa</b>                                                         | <b>ix</b>       |
| Zawartość opakowań . . . . .                                             | ix              |
| Ważna informacja o bezpieczeństwie . . . . .                             | x               |
| Jak czytać ten podręcznik . . . . .                                      | x               |
| Gdzie znaleźć więcej informacji . . . . .                                | x               |
| UR+ . . . . .                                                            | xi              |
| <br><b>I Podręcznik instalacji sprzętu</b>                               | <br><b>I-1</b>  |
| <b>1 Bezpieczeństwo</b>                                                  | <b>I-3</b>      |
| 1.1 Wprowadzenie . . . . .                                               | I-3             |
| 1.2 Walidacja i odpowiedzialność . . . . .                               | I-3             |
| 1.3 Ograniczenie odpowiedzialności . . . . .                             | I-4             |
| 1.4 Symbole ostrzegawcze w tym podręczniku . . . . .                     | I-4             |
| 1.5 Ogólne ostrzeżenia i przestrogi . . . . .                            | I-5             |
| 1.6 Przeznaczenie . . . . .                                              | I-8             |
| 1.7 Ocena ryzyka . . . . .                                               | I-9             |
| 1.8 Kontrola przed użyciem . . . . .                                     | I-11            |
| 1.9 Zatrzymanie awaryjne . . . . .                                       | I-11            |
| 1.10 Ruch bez napędu mechanicznego . . . . .                             | I-11            |
| <br><b>2 Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem</b>             | <br><b>I-13</b> |
| 2.1 Wprowadzenie . . . . .                                               | I-13            |
| 2.2 Kategorie zatrzymania . . . . .                                      | I-14            |
| 2.3 Konfigurowalne funkcje bezpieczeństwa . . . . .                      | I-14            |
| 2.4 Funkcja bezpieczeństwa . . . . .                                     | I-19            |
| 2.5 Tryby . . . . .                                                      | I-19            |
| <br><b>3 Transport</b>                                                   | <br><b>I-21</b> |
| <br><b>4 Interfejs mechaniczny</b>                                       | <br><b>I-23</b> |
| 4.1 Wprowadzenie . . . . .                                               | I-23            |
| 4.2 Przestrzeń robocza robota . . . . .                                  | I-23            |
| 4.3 Sposób montażu . . . . .                                             | I-23            |
| 4.4 Maksymalna ładowność . . . . .                                       | I-27            |
| <br><b>5 Interfejs elektryczny</b>                                       | <br><b>I-29</b> |
| 5.1 Wprowadzenie . . . . .                                               | I-29            |
| 5.1.1 Uchwyt skrzynki sterowniczej . . . . .                             | I-29            |
| 5.2 Ethernet . . . . .                                                   | I-29            |
| 5.3 Ostrzeżenia i przestrogi dotyczące elementów elektrycznych . . . . . | I-30            |
| 5.4 We/wy sterownika . . . . .                                           | I-32            |

|          |                                                                                   |             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 5.4.1    | Wspólne parametry dla wszystkich we/wy cyfrowych . . . . .                        | I-33        |
| 5.4.2    | We/wy bezpieczeństwa . . . . .                                                    | I-34        |
| 5.4.3    | Cyfrowe we/wy ogólnego przeznaczenia . . . . .                                    | I-39        |
| 5.4.4    | Wejścia cyfrowe z przycisku . . . . .                                             | I-39        |
| 5.4.5    | Komunikacja z innymi maszynami lub sterownikami PLC . . . . .                     | I-39        |
| 5.4.6    | Analogowe we/wy ogólnego przeznaczenia . . . . .                                  | I-40        |
| 5.4.7    | Zdalne sterowanie włączaniem i wyłączaniem . . . . .                              | I-41        |
| 5.5      | Połączenie zasilania sieciowego . . . . .                                         | I-42        |
| 5.6      | Połączenie robota . . . . .                                                       | I-43        |
| 5.7      | Narzędzie wejść/wyjść . . . . .                                                   | I-44        |
| 5.7.1    | Zasilanie narzędzia . . . . .                                                     | I-45        |
| 5.7.2    | Cyfrowe wyjścia narzędzia . . . . .                                               | I-46        |
| 5.7.3    | Cyfrowe wejścia narzędzia . . . . .                                               | I-47        |
| 5.7.4    | Analogowe wejścia narzędzia . . . . .                                             | I-48        |
| 5.7.5    | We/Wy narzędzia komunikacji . . . . .                                             | I-49        |
| <b>6</b> | <b>Konserwacja i naprawa</b>                                                      | <b>I-51</b> |
| 6.1      | Instrukcje bezpieczeństwa . . . . .                                               | I-51        |
| <b>7</b> | <b>Utylizacja i środowisko</b>                                                    | <b>I-53</b> |
| <b>8</b> | <b>Certyfikaty</b>                                                                | <b>I-55</b> |
| 8.1      | Certyfikaty organów niezależnych . . . . .                                        | I-55        |
| 8.2      | Certyfikaty dostawców niezależnych . . . . .                                      | I-56        |
| 8.3      | Certyfikat testów producenta . . . . .                                            | I-56        |
| 8.4      | Deklaracje według dyrektyw UE . . . . .                                           | I-56        |
| <b>9</b> | <b>Gwarancje</b>                                                                  | <b>I-57</b> |
| 9.1      | Gwarancja na produkt . . . . .                                                    | I-57        |
| 9.2      | Zastrzeżenie . . . . .                                                            | I-58        |
| <b>A</b> | <b>Czas zatrzymania i odległość zatrzymania</b>                                   | <b>I-59</b> |
| <b>B</b> | <b>Deklaracje i świadectwa</b>                                                    | <b>I-63</b> |
| B.1      | EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010 . . . . . | I-63        |
| B.2      | Deklaracja zgodności dla podzespołu CE/EU (tłumaczenie oryginału) . . . . .       | I-65        |
| B.3      | Certyfikat systemu bezpieczeństwa . . . . .                                       | I-67        |
| B.4      | Sprzęt elektryczny i elektroniczny (RoHS) w Chinach . . . . .                     | I-69        |
| B.5      | Bezpieczeństwo KCC . . . . .                                                      | I-70        |
| B.6      | Certyfikat badania środowiskowego . . . . .                                       | I-71        |
| B.7      | Certyfikat badania EMC . . . . .                                                  | I-72        |
| <b>C</b> | <b>Stosowne normy</b>                                                             | <b>I-73</b> |
| <b>D</b> | <b>Parametry techniczne</b>                                                       | <b>I-79</b> |
| <b>E</b> | <b>Tabele funkcji bezpieczeństwa</b>                                              | <b>I-81</b> |
| E.1      | Tabela 1 . . . . .                                                                | I-81        |
| E.2      | Tabela 2 . . . . .                                                                | I-86        |

|                                                                     |              |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>II Podręcznik PolyScope</b>                                      | <b>II-1</b>  |
| <b>10 Wprowadzenie</b>                                              | <b>II-3</b>  |
| 10.1 Podstawy interfejsu PolyScope . . . . .                        | II-3         |
| 10.1.1 Ikony/karty w górnym obszarze ekranu . . . . .               | II-3         |
| 10.1.2 Przyciski w dolnym obszarze ekranu . . . . .                 | II-5         |
| 10.2 Ekran Pierwsze kroki . . . . .                                 | II-6         |
| <b>11 Szybki start</b>                                              | <b>II-7</b>  |
| 11.1 Podstawowe informacje o ramieniu robota . . . . .              | II-7         |
| 11.1.1 Instalacja ramienia robota i skrzynki sterowniczej . . . . . | II-7         |
| 11.1.2 Włączanie/wyłączanie skrzynki sterowniczej . . . . .         | II-8         |
| 11.1.3 Włączanie/wyłączanie ramienia robota . . . . .               | II-8         |
| 11.1.4 Inicjowanie ramienia robota . . . . .                        | II-8         |
| 11.2 Szybki rozruch systemu . . . . .                               | II-9         |
| 11.3 Pierwszy program . . . . .                                     | II-10        |
| 11.4 Rejestracja robota i pliki licencji URCap . . . . .            | II-11        |
| <b>12 Wybór trybu pracy</b>                                         | <b>II-13</b> |
| 12.1 Tryby pracy . . . . .                                          | II-13        |
| 12.2 Trójpozycyjne urządzenie zezwalające . . . . .                 | II-15        |
| 12.2.1 Ręczny tryb wysokiej prędkości . . . . .                     | II-15        |
| <b>13 Konfiguracja bezpieczeństwa</b>                               | <b>II-17</b> |
| 13.1 Podstawy ustawień bezpieczeństwa . . . . .                     | II-17        |
| 13.1.1 Dostęp do konfiguracji bezpieczeństwa . . . . .              | II-17        |
| 13.1.2 Ustawianie hasła bezpieczeństwa . . . . .                    | II-18        |
| 13.1.3 Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa . . . . .                 | II-18        |
| 13.1.4 Zastosowanie nowej konfiguracji bezpieczeństwa . . . . .     | II-19        |
| 13.1.5 Suma kontrolna bezpieczeństwa . . . . .                      | II-19        |
| 13.2 Ustawienia menu bezpieczeństwa . . . . .                       | II-19        |
| 13.2.1 Limity robota . . . . .                                      | II-19        |
| 13.2.2 Tryby bezpieczeństwa . . . . .                               | II-21        |
| 13.2.3 Tolerancje . . . . .                                         | II-22        |
| 13.2.4 Limity przegubów . . . . .                                   | II-22        |
| 13.2.5 Płaszczyzny . . . . .                                        | II-23        |
| 13.2.6 Ruch swobodny . . . . .                                      | II-25        |
| 13.2.7 Jazda wstecz . . . . .                                       | II-26        |
| 13.2.8 Pozycja narzędzia . . . . .                                  | II-26        |
| 13.2.9 Kierunek narzędzia . . . . .                                 | II-28        |
| 13.2.10 We/wy . . . . .                                             | II-30        |
| 13.2.11 Sprzęt . . . . .                                            | II-32        |
| 13.2.12 Bezpieczna pozycja początkowa . . . . .                     | II-32        |
| <b>14 Karta uruchomienia</b>                                        | <b>II-35</b> |
| 14.1 Program . . . . .                                              | II-35        |
| 14.2 Zmienne . . . . .                                              | II-35        |
| 14.3 Wiek robota . . . . .                                          | II-36        |

|           |                                                   |              |
|-----------|---------------------------------------------------|--------------|
| 14.4      | Przesuń robota do pozycji . . . . .               | II-36        |
| <b>15</b> | <b>Karta Program . . . . .</b>                    | <b>II-39</b> |
| 15.1      | Drzewo programu . . . . .                         | II-39        |
| 15.1.1    | Wskazanie wykonywania programu . . . . .          | II-40        |
| 15.1.2    | Przycisk wyszukiwania . . . . .                   | II-40        |
| 15.1.3    | Pasek narzędzi drzewa programu . . . . .          | II-40        |
| 15.1.4    | Edytor wyrażeń . . . . .                          | II-41        |
| 15.1.5    | Uruchamianie programu z wybranego węzła . . . . . | II-41        |
| 15.2      | Karta poleceń . . . . .                           | II-42        |
| 15.3      | Karta Urządzenie graficzne . . . . .              | II-44        |
| 15.4      | Karta zmiennych . . . . .                         | II-45        |
| 15.5      | Podstawowe węzły programu . . . . .               | II-45        |
| 15.5.1    | Ruch . . . . .                                    | II-45        |
| 15.5.2    | Kierunek . . . . .                                | II-55        |
| 15.5.3    | Czekaj . . . . .                                  | II-58        |
| 15.5.4    | Ustaw . . . . .                                   | II-59        |
| 15.5.5    | Wyskakujące okno . . . . .                        | II-60        |
| 15.5.6    | Zatrzymaj . . . . .                               | II-60        |
| 15.5.7    | Komentarz . . . . .                               | II-61        |
| 15.5.8    | Folder . . . . .                                  | II-61        |
| 15.6      | Zaawansowane węzły programu . . . . .             | II-62        |
| 15.6.1    | Pętla . . . . .                                   | II-62        |
| 15.6.2    | Instrukcja warunkowa if . . . . .                 | II-62        |
| 15.6.3    | PodProgram . . . . .                              | II-64        |
| 15.6.4    | Przypisanie . . . . .                             | II-65        |
| 15.6.5    | Skrypt . . . . .                                  | II-65        |
| 15.6.6    | Zdarzenie . . . . .                               | II-66        |
| 15.6.7    | Wątek . . . . .                                   | II-66        |
| 15.6.8    | Wkręcanie/wykręcanie śrub . . . . .               | II-67        |
| 15.6.9    | Przełącznik . . . . .                             | II-70        |
| 15.6.10   | Licznik czasu . . . . .                           | II-70        |
| 15.6.11   | Pozycja początkowa . . . . .                      | II-71        |
| 15.7      | Szablony . . . . .                                | II-71        |
| 15.7.1    | Paletyzowanie . . . . .                           | II-71        |
| 15.7.2    | Wyszukaj . . . . .                                | II-78        |
| 15.7.3    | Siła . . . . .                                    | II-80        |
| 15.7.4    | Śledzenie przenośnika . . . . .                   | II-83        |
| 15.8      | URCaps . . . . .                                  | II-84        |
| 15.8.1    | Konfiguracja URCap zdalnego punktu TCP . . . . .  | II-84        |
| 15.8.2    | Konfigurowanie punktu RTCP z funkcji . . . . .    | II-84        |
| 15.8.3    | Rodzaje ruchów zdalnego punktu TCP . . . . .      | II-85        |
| <b>16</b> | <b>Karta Instalacja . . . . .</b>                 | <b>II-87</b> |
| 16.1      | Rejestry . . . . .                                | II-87        |
| 16.1.1    | Konfiguracja TCP . . . . .                        | II-87        |
| 16.1.2    | Obciążenie i środek ciężkości . . . . .           | II-89        |

|           |                                                                              |               |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 16.1.3    | Sposób montażu . . . . .                                                     | II-91         |
| 16.1.4    | Konfiguracja we/wy . . . . .                                                 | II-92         |
| 16.1.5    | Zmienne . . . . .                                                            | II-94         |
| 16.1.6    | Rozruch . . . . .                                                            | II-95         |
| 16.1.7    | Sygnały we/wy narzędzia . . . . .                                            | II-96         |
| 16.1.8    | Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa . . . . .                     | II-97         |
| 16.1.9    | Pozycja początkowa . . . . .                                                 | II-98         |
| 16.1.10   | Ustawienia śledzenia przenośnika . . . . .                                   | II-98         |
| 16.1.11   | Konfiguracja wkręcania/wykręcania śrub . . . . .                             | II-99         |
| 16.2      | Bezpieczeństwo . . . . .                                                     | II-102        |
| 16.3      | Funkcje . . . . .                                                            | II-102        |
| 16.3.1    | Korzystanie z funkcji . . . . .                                              | II-103        |
| 16.3.2    | Dodawanie punktu . . . . .                                                   | II-104        |
| 16.3.3    | Dodawanie linii . . . . .                                                    | II-104        |
| 16.3.4    | Funkcja płaszczyznowa . . . . .                                              | II-105        |
| 16.3.5    | Przykład: Ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu . . . . . | II-106        |
| 16.3.6    | Przykład: Dynamiczna aktualizacja postawy funkcji . . . . .                  | II-107        |
| 16.4      | Fieldbus . . . . .                                                           | II-108        |
| 16.4.1    | Konfiguracja we/wy klienta MODBUS . . . . .                                  | II-108        |
| 16.4.2    | Ethernet/IP . . . . .                                                        | II-111        |
| <b>17</b> | <b>Karta Ruch</b>                                                            | <b>II-113</b> |
| 17.1      | Porusz narzędzie . . . . .                                                   | II-113        |
| 17.2      | Robot . . . . .                                                              | II-113        |
| 17.3      | Pozycja narzędzia . . . . .                                                  | II-114        |
| 17.3.1    | Ekran edytora postawy . . . . .                                              | II-114        |
| 17.4      | Pozycja przegubu . . . . .                                                   | II-116        |
| <b>18</b> | <b>Karta we/wy</b>                                                           | <b>II-119</b> |
| 18.1      | Robot . . . . .                                                              | II-119        |
| 18.2      | MODBUS . . . . .                                                             | II-120        |
| <b>19</b> | <b>Karta rejestru</b>                                                        | <b>II-123</b> |
| 19.1      | Odczyty i obciążenie przegubu . . . . .                                      | II-123        |
| 19.2      | Rejestr dat . . . . .                                                        | II-123        |
| 19.3      | Zapisywanie raportów błędów . . . . .                                        | II-123        |
| <b>20</b> | <b>Menedżer programów i instalacji</b>                                       | <b>II-125</b> |
| 20.1      | Otwórz... . . . .                                                            | II-125        |
| 20.2      | Nowy... . . . .                                                              | II-126        |
| 20.3      | Zapisz... . . . .                                                            | II-127        |
| 20.4      | Menadżer plików . . . . .                                                    | II-128        |
| <b>21</b> | <b>Menu Hamburger</b>                                                        | <b>II-129</b> |
| 21.1      | Pomoc . . . . .                                                              | II-129        |
| 21.2      | Informacje . . . . .                                                         | II-129        |
| 21.3      | Ustawienia . . . . .                                                         | II-129        |
| 21.3.1    | Preferencje . . . . .                                                        | II-129        |

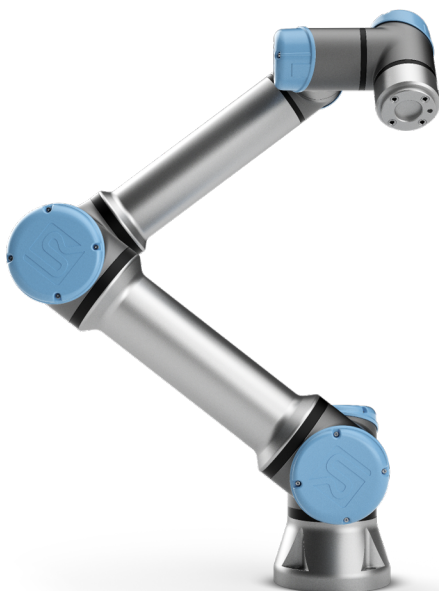


|        |                                                  |        |
|--------|--------------------------------------------------|--------|
| 21.3.2 | Hasło . . . . .                                  | II-130 |
| 21.4   | System . . . . .                                 | II-130 |
| 21.4.1 | Kopia zapasowa i przywracanie ustawień . . . . . | II-130 |
| 21.4.2 | Aktualizuj . . . . .                             | II-131 |
| 21.4.3 | Sieć . . . . .                                   | II-131 |
| 21.4.4 | Zarządzanie URCaps . . . . .                     | II-131 |
| 21.4.5 | Sterowanie zdalne . . . . .                      | II-132 |
| 21.5   | Wyłącz robota . . . . .                          | II-133 |

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| <b>Słowniczek</b> | <b>II-135</b> |
|-------------------|---------------|

|               |               |
|---------------|---------------|
| <b>Indeks</b> | <b>II-137</b> |
|---------------|---------------|

# Przedmowa



Gratulujemy zakupu nowego robota serii e firmy Universal Robots, UR5e.

Robota można zaprogramować do przemieszczania narzędzia oraz komunikowania się z innymi urządzeniami przy pomocy sygnałów elektrycznych. Sam robot to ramię zbudowane z przegubów oraz rur z wytłaczanego aluminium.

Dzięki naszemu opatentowanemu interfejsowi do programowania PolyScope można z łatwością zaprogramować robota tak, aby przemieszczał narzędzie wzdłuż pożądanej trajektorii.

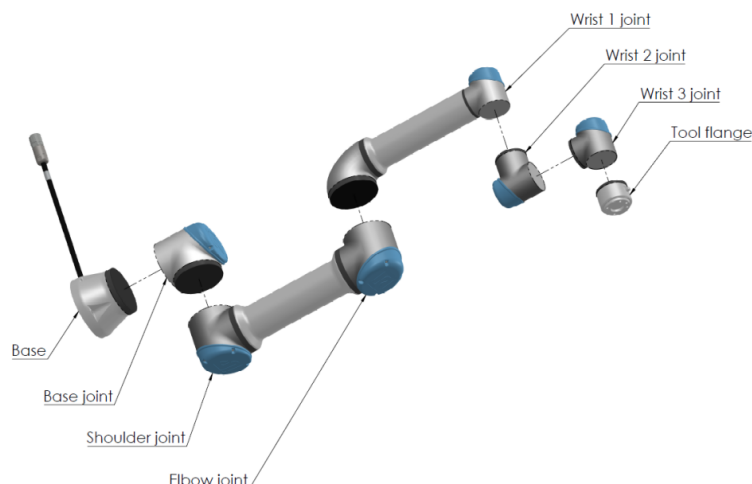
Współbieżne ramiona robota serii e firmy Universal Robots z sześcioma przegubami i o szerokim zakresie elastyczności zaprojektowano w celu odtwarzania zakresu ruchów ludzkiej ręki. Dzięki naszemu opatentowanemu interfejsowi do programowania PolyScope można z łatwością zaprogramować robota tak, aby przemieszczał narzędzia i komunikował się z innymi maszynami za pomocą sygnałów elektrycznych. Na rysunku 1 pokazano główne podzespoły ramienia robota. Może on służyć jako odniesienie w ramach całego podręcznika.

Copyright © 2009–2019, Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

## Zawartość opakowań

Po zamówieniu robota dostarczone zostaną dwa opakowania. Jedno zawiera ramię robota, a w drugim są poniższe elementy:

- Skrzynka sterownicza ze sterownikiem uczenia
- Wspornik montażowy do skrzynki sterowniczej
- Wspornik montażowy do sterownika uczenia



Rysunek 1: Przeguby, podstawa i kołnierz narzędzia ramienia robota.

- Klucz do otwierania skrzynki sterowniczej
- Kabel zasilania sieciowego lub kabel zasilania zgodny z regionem instalacji
- Niniejszy podręcznik

## Ważna informacja o bezpieczeństwie

Robot to **częściowo ukończona maszyna** (zob. 8.4) i dlatego każda instalacja robota wymaga oceny ryzyka. Należy przestrzegać wszystkich instrukcji bezpieczeństwa z rozdziału 1.

## Jak czytać ten podręcznik

Podręcznik zawiera instrukcje instalacji i programowania robota. Podręcznik dzieli się na dwie części:

*Podręcznik instalacji sprzętu:* Mechaniczna i elektryczna instalacja robota.

*Podręcznik PolyScope:* Programowanie robota.

Niniejszy podręcznik jest przeznaczony dla integratora robota, który posiada podstawowe przeszkolenie mechaniczne i elektryczne, a także zna podstawowe zagadnienia programowania.

## Gdzie znaleźć więcej informacji

Witryna internetowa pomocy technicznej (<http://www.universal-robots.com/support>) zawiera następujące elementy:

- Inne wersje językowe niniejszego podręcznika
- **Podręcznik PolyScope**
- **Podręcznik serwisowy** z instrukcjami rozwiązywania problemów, konserwacji i napraw
- **Podręcznik skryptów** dla zaawansowanych użytkowników

**UR+**

Witryna UR+ (<http://www.universal-robots.com/plus/>) to serwis internetowy oferujący najnowocześniejsze produkty do personalizacji zastosowań robota UR. Wszystko, co potrzebne można znaleźć w jednym miejscu – od chwytaków i akcesoriów, po kamery i oprogramowanie. Wszystkie produkty są testowane i zatwierdzone do integracji z robotami UR, zapewniając ich szybką konfigurację, niezawodne działanie, a także łatwą obsługę i programowanie. Witryna pozwala również przystąpić do programu dla deweloperów UR+. Dzięki temu można uzyskać dostęp do naszej nowej platformy oprogramowania służącej do opracowywania bardziej przyjaznych dla użytkownika produktów do robotów UR.



## **Część I**

# **Podręcznik instalacji sprzętu**



# 1 Bezpieczeństwo

## 1.1 Wprowadzenie

Ten rozdział zawiera ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa, które integrator robotów serii e firmy Universal Robots musi ze zrozumieniem przeczytać **przed** włączeniem robota po raz pierwszy.

Pierwsze podrozdziały tego rozdziału zawierają informacje ogólne. Dalsze podrozdziały zawierają bardziej szczegółowe dane inżynierskie dotyczące konfigurowania i programowania robota. Rozdział 2 opisuje i definiuje funkcje związane z bezpieczeństwem, w szczególności dotyczące zastosowań pracy współbieżnej.

Instrukcje i wskazówki zamieszczone w rozdziale 2 oraz w sekcji 1.7 są szczególnie ważne.

Bardzo ważne jest przestrzeganie wszystkich instrukcji montażowych oraz wytycznych podanych w innych rozdziałach i częściach niniejszego podręcznika.

Należy zwrócić szczególną uwagę na tekst oznaczony symbolami ostrzegawczymi.



### UWAGA:

Firma Universal Robots zrzeka się jakiegokolwiek odpowiedzialności w przypadku uszkodzenia lub wprowadzania dowolnych zmian bądź modyfikacji robota (skrzynki sterowniczej ramienia i/lub sterownika uczenia) przez użytkownika. Firma Universal Robots nie będzie odpowiedzialna za jakiegokolwiek uszkodzenia robota lub innego wyposażenia spowodowane przez błędy programistyczne lub awarię robota.

## 1.2 Walidacja i odpowiedzialność

Informacje podane w niniejszym podręczniku nie obejmują sposobu projektowania, instalacji i obsługi kompletnego układu z robotem ani nie opisują całego wyposażenia peryferyjnego, które może wpływać na bezpieczeństwo całego systemu. Cały system musi być zaprojektowany i zainstalowany zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa ustalonymi przez normy i przepisy kraju, w którym robot został zainstalowany.

Integratorzy robotów e-Series firmy Universal Robots są odpowiedzialni za przestrzeganie wszelkich przepisów i zasad dotyczących bezpieczeństwa i obowiązujących w kraju instalacji oraz za wyeliminowanie wszystkich znaczących zagrożeń w kompletnym układzie robota. Dotyczy to m.in. poniższych kwestii:

- wykonywanie oceny ryzyka dla kompletnego systemu robota,
- przyłączanie innych maszyn i dodatkowych urządzeń bezpieczeństwa, jeśli zostały określone w ocenie ryzyka,
- wyznaczenie właściwych ustawień bezpieczeństwa w oprogramowaniu,
- zapewnienie, że użytkownik nie będzie modyfikować żadnych środków bezpieczeństwa,

- zatwierdzenie prawidłowości projektu i instalacji całego systemu robota,
- stworzenie instrukcji obsługi,
- oznaczenie instalacji robota właściwymi znakami i informacjami kontaktowymi integratora,
- zebranie całej dokumentacji w katalogu technicznym, obejmującym także ocenę ryzyka i niniejszy podręcznik.

### 1.3 Ograniczenie odpowiedzialności

Żadne informacje dotyczące bezpieczeństwa podane w niniejszym podręczniku nie mogą być traktowane jako gwarancja firmy UR stanowiąca, że przemysłowy manipulator nie spowoduje obrażeń lub uszkodzeń nawet w przypadku zgodności z wszystkimi instrukcjami bezpieczeństwa.

### 1.4 Symbole ostrzegawcze w tym podręczniku

Poniższe symbole definiują oznaczenia, które wyznaczają poziomy zagrożenia i które są używane w całym podręczniku. Takie same znaki ostrzegawcze są stosowane na produkcie.



**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

Oznaczenie sytuacji bezpośredniego zagrożenia elektrycznego, która w przypadku wystąpienia może spowodować śmierć lub poważne obrażenia.



**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

Oznaczenie sytuacji bezpośredniego zagrożenia, która w przypadku wystąpienia może spowodować śmierć lub poważne obrażenia.



**OSTRZEŻENIE:**

Oznaczenie sytuacji potencjalnego zagrożenia elektrycznego, która w przypadku wystąpienia może spowodować obrażenia lub poważne uszkodzenia sprzętu.



**OSTRZEŻENIE:**

Oznaczenie sytuacji potencjalnego zagrożenia, która w przypadku wystąpienia może spowodować obrażenia lub poważne uszkodzenia sprzętu.



**OSTRZEŻENIE:**

Oznaczenie gorącej powierzchni stanowiącej potencjalne zagrożenie, której dotknięcie może spowodować obrażenia.

**PRZESTROGA:**

Oznaczenie sytuacji, która w przypadku wystąpienia może spowodować uszkodzenie sprzętu.

## 1.5 Ogólne ostrzeżenia i przestrogi

Ten rozdział zawiera ogólne ostrzeżenia i środki ostrożności, które mogły wystąpić kilkakrotnie w różnych częściach niniejszego podręcznika. Inne ostrzeżenia i przestrogi dotyczą całego podręcznika.

**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

Robota i wyposażenie elektryczne należy koniecznie instalować zgodnie ze specyfikacjami i ostrzeżeniami, znajdującymi się w rozdziałach 4 i 5.


**OSTRZEŻENIE:**

1. Ramię robota i narzędzie/chwytnik muszą być właściwie i bezpiecznie przykręcone we właściwym miejscu.
2. Ramię robota musi mieć przestrzeń wystarczającą do swobodnej pracy.
3. Środki bezpieczeństwa i/lub parametry konfiguracji bezpieczeństwa robota muszą być zastosowane, aby chronić programistów, operatorów i osoby postronne tak, jak przewiduje ocena ryzyka.
4. Podczas pracy przy robocie nie wolno nosić luźnych ubrań ani biżuterii. Podczas pracy przy robocie długie włosy muszą być upięte z tyłu głowy.
5. Zabrania się używania uszkodzonego robota, jeśli na przykład pokrywy przegubu są luźne, zepsute lub ich brakuje.
6. Jeśli oprogramowanie zgłasza wystąpienie błędu, należy natychmiast nacisnąć przycisk zatrzymania awaryjnego, zapisać warunki jakie doprowadziły do wystąpienia błędu, odszukać odpowiednie kody błędów na ekranie dziennika i skontaktować się z dostawcą.
7. Nie wolno podłączać wyposażenia bezpieczeństwa do standardowych wejść i wyjść. Wolno używać wyłącznie wejść i wyjść zgodnych z funkcjami bezpieczeństwa.
8. Koniecznie należy używać właściwych ustawień instalacji (np. kąt mocowania robota, ciężar w punkcie TCP, odsunięcie TCP, konfiguracja bezpieczeństwa). Plik instalacji należy zapisywać i ładować razem z programem.
9. Funkcji ruchu swobodnego wolno używać tylko w instalacjach, w których ocena ryzyka to dopuszcza.
10. Narzędzia/chwytniki i przeszkody nie powinny mieć ostrych krawędzi ani wprowadzać punktów zgniecenia.
11. Należy koniecznie ostrzec wszystkie osoby, aby trzymały głowy i twarze poza zasięgiem pracującego robota lub robota, który za chwilę rozpocznie pracę.
12. Podczas pracy ze sterownikiem uczenia należy pamiętać o ruchach robota.
13. Jeśli zostało to stwierdzone w ocenie ryzyka, nie wolno wchodzić do obszaru bezpieczeństwa robota ani go dotykać, kiedy system jest włączony.

13. Łączenie różnych maszyn może przyczynić się do wzrostu zagrożeń lub utworzyć nowe. Zawsze należy przeprowadzać całościową ocenę ryzyka dla całej instalacji. W zależności od oceny ryzyka, zastosowanie mogą mieć różne poziomy bezpieczeństwa i działania, np. jeśli wymagane są różne poziomy bezpieczeństwa i działania zatrzymania awaryjnego, zawsze należy wybierać najwyższy poziom. Należy przeczytać ze zrozumieniem wszystkie podręczniki dla całego wyposażenia wykorzystywanego w instalacji.
14. Nigdy nie wolno modyfikować robota. Modyfikacja może doprowadzić do powstania zagrożeń, których nie przewidzi integrator. Wszelki autoryzowany montaż należy wykonywać zgodnie z najnowszymi wersjami wszystkich właściwych podręczników serwisowych.
15. Jeśli robot został zakupiony z dodatkowym modulem (np. interfejsem euromap67), należy zapoznać się z tym modulem przez właściwy podręcznik.
16. Użytkownicy robota muszą znać miejsce zamieszczenia przycisku(ów) awaryjnego zatrzymania i zostać poinstruowani o konieczności ich aktywowania w przypadku sytuacji niebezpiecznej lub niestandardowej.

**OSTRZEŻENIE:**

1. Robot i jego skrzynka sterownika wytwarzają ciepło podczas pracy. Nie wolno manipulować ani dotykać robota, który pracuje lub tuż po zakończeniu pracy, ponieważ zbyt długi kontakt z robotem może wywoływać uczucie dyskomfortu. Temperaturę robota przed jego poruszeniem lub dotknięciem można sprawdzić na ekranie dziennika. Można również odłączyć robota od zasilania i odczekać jedną godzinę, aż jego temperatura spadnie.
2. Nie wolno wkładać palców za wewnętrzne pokrywy skrzynki sterownika.


**PRZESTROGA:**

1. Kiedy robot jest łączony lub współpracuje z innymi maszynami, które mogą go uszkodzić, stanowczo zaleca się osobne sprawdzenie wszystkich funkcji i programu robota.
2. Nie wolno wystawiać robota na działanie stałych pól magnetycznych. Bardzo silne pola magnetyczne mogą uszkodzić robota.

## 1.6 Przeznaczenie

Roboty e-Series firmy Universal Robots to roboty typu przemysłowego, przeznaczone do używania narzędzi/chwyteków i mocowań, obróbki i przenoszenia komponentów lub produktów. Szczegółowe informacje o warunkach środowiskowych, w których robot powinien pracować znajdują się w dodatkach B i D.

Roboty e-Series firmy Universal Robots są wyposażone w specjalne funkcje związane z bezpieczeństwem, zaprojektowane do pracy współbieżnej, kiedy system robota pracuje bez ogrodzenia i/lub razem z człowiekiem.

Praca współbieżna jest przewidziana wyłącznie w zastosowaniach bez zagrożeń, w których całościowe zastosowanie wyłącznie z narzędziem/chwytkiem, elementem obrabianym, przeszkodami i pozostałymi maszynami nie wnosi według oceny ryzyka żadnych istotnych zagrożeń dla danego zastosowania.

Wszelkie użytkowanie lub zastosowanie odbiegające od zakresu przeznaczenia będzie uznane za użycie niedozwolone. Dotyczy to m.in. poniższych kwestii:

- praca w potencjalnie wybuchowych środowiskach,
- praca w zastosowaniach medycznych i krytycznych dla życia,
- praca przed przeprowadzeniem oceny ryzyka,
- praca poza określonymi specyfikacjami,
- wykorzystanie jako pomoc przy wchodzeniu,
- praca poza dopuszczalnymi zakresami parametrów roboczych.



## OSTRZEŻENIE:

- Tego robota przemysłowego można używać wyłącznie z przeznaczeniem i z uwzględnieniem specyfikacji podanych w podręczniku użytkownika.
- Produkt nie został opracowany ani jest przeznaczony do stosowania w miejscach niebezpiecznych lub środowiskach z wybuchową atmosferą.
- Produkt nie został opracowany ani jest przeznaczony do zastosowań medycznych obejmujących kontakt lub bliskość pacjentów.
- Wszelkie użytkowanie lub zastosowanie odbiegające od zakresu przeznaczenia, specyfikacji lub certyfikacji jest zabronione, ponieważ może prowadzić do śmierci, obrażeń ciała i/lub uszkodzenia mienia.

FIRMA UNIVERSAL ROBOTS JEDNOZNACZNIE ZRZEKA SIĘ JAKICHKOLWIEK WYRAŻONYCH LUB DOROZUMIANYCH GWARANCJI PRZYDATNOŚCI W RAZIE NIEPRAWIDŁOWEGO UŻYTKOWANIA PRODUKTU.

## 1.7 Ocena ryzyka

Jednym z najważniejszych działań, jakie powinien przeprowadzić integrator jest dokonanie . W wielu krajach jest to wymagane prawnie. Sam robot należy do maszyn nieukończonych, ponieważ bezpieczeństwo instalacji robota zależy od sposobu jego zintegrowania (np. narzędzia/chwybaka, przeszkody i innych maszyn).

Zaleca się, aby w ocenie ryzyka integrator kierował się normami ISO 12100 i ISO 10218-2. Ponadto integrator może zastosować specyfikację techniczną ISO/TS 15066 jako źródło dodatkowych wskazówek.

Ocena ryzyka przeprowadzana przez integratora powinna uwzględniać wszystkie zadania robocze w całym cyklu eksploatacji robota na danym stanowisku, m.in.:

- uczenie robota podczas ustawiania i rozbudowy jego instalacji,
- rozwiązywanie problemów i konserwacja,
- normalna praca w instalacji robota.

Ocena ryzyka musi być przeprowadzona **przed** pierwszym uruchomieniem ramienia robota. Do oceny ryzyka przeprowadzonej przez integratora należy identyfikacja właściwych ustawień konfiguracji bezpieczeństwa, a także zapotrzebowania na dodatkowe przyciski zatrzymania awaryjnego i/lub inne środki ochrony wymagane przy danym zastosowaniu robota.

Identyfikacja właściwych ustawień konfiguracji bezpieczeństwa jest szczególnie ważna przy rozbudowie w zastosowaniach robota do pracy współbieżnej. Więcej szczegółowych informacji zawiera rozdział 2 i część II.

Niektóre funkcje dotyczące bezpieczeństwa są zaprojektowane szczególnie do zastosowań w pracy współbieżnej. Te funkcje konfiguruje się przez ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa i są

one szczególnie ważne przy zapobieganiu poszczególnym ryzykom zawartym w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora:

- **Ograniczanie siły i mocy:** Służy do ograniczania sił i nacisków zaciskających wywieranych przez robota w kierunku ruchu na wypadek kolizji robota z operatorem.
- **Ograniczanie pędu:** Służy do ograniczania wysokiej energii przenoszonej i sił uderzenia przez zmniejszenie szybkości robota na wypadek jego kolizji z operatorem.
- **Ograniczanie pozycji przegubu, łokcia i narzędzia/chwybaka:** Szczególnie przydatne do zmniejszania ryzyka dotyczącego pewnych części ciała. Np. zapobieganie ruchom w stronę głowy i szyi.
- **Ograniczanie orientacji narzędzia/chwybaka:** Szczególnie przydatne do zmniejszania ryzyka związanego z pewnymi obszarami oraz funkcjami narzędzia/chwybaka i elementu obrabianego. Jako przykład można podać unikanie skierowania ostrych krawędzi w kierunku operatora.
- **Ograniczanie szybkości:** Szczególnie przydatne do wymuszenia niskiej szybkości ramienia robota.

Integrator, poprzez zastosowanie ochrony hasłem, ma obowiązek uniemożliwić osobom nieupoważnionym dostęp do konfiguracji bezpieczeństwa.

Wymagana jest ocena ryzyka współbieżności w zastosowaniu robota dla przypadków celowego kontaktu z robotem i/lub niewłaściwego przewidywalnego użycia, która musi uwzględniać:

- skalę ciężkości poszczególnych potencjalnych kolizji,
- prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych potencjalnych kolizji,
- możliwość uniknięcia poszczególnych potencjalnych kolizji.

Jeśli robot jest zainstalowany w zastosowaniu bez współbieżności, gdzie nie ma rozsądnej możliwości wyeliminowania zagrożeń lub właściwego zmniejszenia ryzyka przez zastosowanie wbudowanych funkcji bezpieczeństwa (np. kiedy jest używane niebezpieczne narzędzie/chwybak), to ocena ryzyka przeprowadzona przez integratora musi kończyć się wnioskiem, że integrator musi wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa (np. urządzenie zezwalające, które chroni integratora podczas ustawiania i programowania).

Firma Universal Robots zidentyfikowała potencjalne zagrożenia podane poniżej jako zagrożenia, które integrator musi wziąć pod uwagę.

Uwaga: W danej instalacji robota mogą być obecne inne istotne zagrożenia.

1. Przebicie skóry przez ostre krawędzie i spiczaste zakończenia lub złącza narzędzia/chwybaka.
2. Przebicie skóry przez ostre krawędzie i spiczaste zakończenia na przeszkodach przy torze robota.
3. Siniaki spowodowane przez kontakt z robotem.
4. Zwichnięcia lub złamania kości z powodu uderzenia przez ciężki ładunek i o twardą powierzchnię.
5. Konsekwencje niedokręcenia śrub utrzymujących ramię robota lub narzędzie/chwybak.
6. Elementy wypadające z narzędzia/chwybaka, np. z powodu słabego uchwytu lub przerwy w zasilaniu.

7. Błędy z powodu istnienia różnych przycisków zatrzymania awaryjnego dla różnych urządzeń.
8. Błędy spowodowane nieupoważnionymi zmianami w parametrach konfiguracji bezpieczeństwa.

Informacje o czasach i odległościach zatrzymania zawiera rozdział 2 i dodatek A.

## 1.8 Kontrola przed użyciem

Przed pierwszym użyciem robota lub po wprowadzeniu modyfikacji należy przeprowadzić następujące testy. Sprawdzenie prawidłowości połączeń wszystkich wejść i wyjść bezpieczeństwa. Test, czy działają wszystkie podłączone wejścia i wyjścia bezpieczeństwa, łącznie z urządzeniami wspólnymi dla wielu maszyn lub robotów. Rozumie się przez to konieczność:

- Sprawdzenia przycisków awaryjnego zatrzymania, wejścia zatrzymania robota oraz działania hamulców.
- Sprawdzenie, czy wejście ochronne zatrzymuje ruch robota. Jeśli skonfigurowano reset zabezpieczeń, muszą one być aktywowane przed wprowadzeniem robota w ruch.
- Sprawdzenie ekranu inicjującego, aby przetestować, czy tryb ograniczony jest w stanie przełączyć tryb bezpieczny na tryb ograniczony.
- Przetestowanie, czy tryb operacyjny jest w stanie przełączyć tryb operacyjny, patrz ikona w górnym prawym rogu interfejsu użytkownika.
- 3-Pozycyjne urządzenie zezwalające musi być wciśnięte, aby umożliwić ruch w trybie manualnym. Należy również sprawdzić, czy robot posiada uruchomioną funkcję kontroli ograniczenia prędkości.
- Sprawdzenie, czy wyjścia systemu awaryjnego zatrzymania są zdolne przywrócić bezpieczny stan całego systemu.
- Przetestowanie, czy system powiązany z wyjściem Ruch robota, wyjściem Robot się nie zatrzymuje, wyjściem Ograniczony tryb lub Nieograniczony tryb rzeczywiście wykrywa zmiany poleceń

## 1.9 Zatrzymanie awaryjne

Uruchomienie przycisku zatrzymania awaryjnego spowoduje natychmiastowe zatrzymanie wszystkich ruchów robota.

Uwaga: Zgodnie z postanowieniami norm IEC 60204-1 i ISO 13850 urządzenia awaryjne nie są uznawane za zabezpieczenia. Są to dodatkowe środki ochronne i nie mają na celu zapobiegania obrażeniom.

Ocena ryzyka zastosowania robota musi stwierdzać, czy konieczne jest zainstalowanie większej liczby przycisków zatrzymania awaryjnego. Przyciski zatrzymania awaryjnego muszą być zgodne z normą IEC 60947-5-5 (zob. sekcję 5.4.2).

## 1.10 Ruch bez napędu mechanicznego

W mało prawdopodobnym przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej, w której konieczne jest przemieszczenie przegubów robota, jednak włączenie zasilania robota jest niemożliwe albo niepożądane, należy skontaktować się z dystrybutorem Universal Robots.



## 2 Interfejsy i funkcje związane z bezpieczeństwem

### 2.1 Wprowadzenie

Roboty serii e firmy Universal Robots są wyposażone w wiele wbudowanych funkcji bezpieczeństwa oraz we/wyj bezpieczeństwa i cyfrowe oraz analogowe sygnały kontrolne z elektrycznego interfejsu w celu połączenia z innymi maszynami lub dodatkowymi urządzeniami zabezpieczającymi. Każde we/wyj i funkcja właściwe dla bezpieczeństwa są monitorowane według normy EN ISO13849-1:2008 (zob. rozdział 8, certyfikacje) przy poziomie działania d (PLd) z wykorzystaniem architektury kategorii 3.

Rozdział 13 w części II opisuje konfigurację funkcji, wejść i wyjść związanych z bezpieczeństwem w interfejsie użytkownika. Rozdział 5 zawiera informacje, jak połączyć urządzenia bezpieczeństwa z we/wyj.



#### UWAGA:

1. Używanie i konfiguracja interfejsów i funkcji dotyczących bezpieczeństwa muszą być zgodne z oceną ryzyka dla każdego zastosowania robota. (patrz rozdział 1 podrozdział 1.7)
2. Jeśli robot wykryje awarię w systemie bezpieczeństwa (np. rozcięcie jednego z przewodów w obwodzie zatrzymania awaryjnego lub naruszenie limitu bezpieczeństwa) inicjowane jest zatrzymanie kategorii 0.
3. Czas zatrzymania należy uwzględnić w ocenie ryzyka



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Zastosowanie parametrów konfiguracji bezpieczeństwa innych niż zdefiniowane w procesie oceny ryzyka może prowadzić do zagrożeń, które nie są eliminowane w rozsądnym stopniu lub nieodpowiedniego ograniczania ryzyka
2. Należy sprawdzić, czy narzędzia oraz zaciski są właściwie podłączone, aby w przypadku przerwy w zasilaniu nie wywołać sytuacji zagrożenia.
3. Podczas posługiwania się napięciem 12 V należy zachować ostrożność, gdyż skutek błędu programisty może nastąpić zmiana napięcia na 24 V, co może doprowadzić do awarii urządzeń i pożaru
4. Chwytnik nie jest zabezpieczony systemem bezpieczeństwa UR. Działanie chwytaka i/lub przewodu łączącego nie jest monitorowane

## 2.2 Kategorie zatrzymania

W zależności od okoliczności, zgodnie z normą IEC 60204-1 robot ma możliwość wszczęcia trzech rodzajów kategorii zatrzymania. Kategorie zostały uwzględnione w tabeli.

| Kategoria zatrzymania | Opis                                                                                                                                          |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                     | Robot jest zatrzymywany przez natychmiastowe odcięcie jego zasilania.                                                                         |
| 1                     | Zatrzymanie robota w sposób kontrolowany, zgodnie z kolejnością. Zasilanie jest odcinane po zatrzymaniu robota.                               |
| 2                     | *Zatrzymanie robota poprzez zasilanie dostępne w napędach przy zachowaniu trajektorii. Zasilanie napędu jest utrzymane po zatrzymaniu robota. |

Uwaga: Zatrzymanie robotów firmy Universal Robots z kategorii 2 jest szczegółowo opisane jako typ SS1 i SS2, zgodnie z normą IEC 61800-5-2.

## 2.3 Konfigurowalne funkcje bezpieczeństwa

Wypisane w tabeli poniżej funkcje bezpieczeństwa robota Universal Robots są wbudowane w samym robocie, jednak służą do kontroli systemu, czyli robota i dołączonego narzędzia/chwybaka. Funkcje bezpieczeństwa robota służą do ograniczenia zagrożeń dla systemu uwzględnionych w ocenie ryzyka. Pozycje i prędkości są podane względem bazy robota.

| Funkcja bezpieczeństwa       | Opis                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Limit pozycji przegubów      | Ustala dolne i górne wartości graniczne dozwolonych pozycji przegubu.                                                                                                                                                                               |
| Limit prędkości przegubów    | Ustala górny limit prędkości przegubu.                                                                                                                                                                                                              |
| Płaszczyzny bezpieczeństwa   | Określa płaszczyzny w przestrzeni, które ograniczają pozycje robota. Płaszczyzny bezpieczeństwa ograniczają tylko samo narzędzie/chwytek lub narzędzie/chwytek oraz łokieć.                                                                         |
| Orientacja narzędzia         | Określa limity dla orientacji narzędzia.                                                                                                                                                                                                            |
| Limit prędkości              | Ogranicza maksymalną prędkość robota. Prędkość jest ograniczana przy łokciu, przy kołnierzu narzędzia/chwybaka oraz na środku zdefiniowanych przez użytkownika pozycji narzędzia/chwybaka.                                                          |
| Limit siły                   | Ogranicza maksymalną siłę wywieraną przez narzędzie/chwytek oraz łokieć robota w chwili zaciskania. Siła jest ograniczana przy narzędziu/chwytku, przy kołnierzu łokcia oraz na środku zdefiniowanych przez użytkownika pozycji narzędzia/chwybaka. |
| Limit pędu                   | Ogranicza maksymalny pęd ramienia robota.                                                                                                                                                                                                           |
| Limit mocy                   | Ogranicza maksymalną pracę mechaniczną wykonywaną przez robota.                                                                                                                                                                                     |
| Limit czasu zatrzymania      | Ogranicza maksymalny czas potrzebny robotowi na zatrzymanie po uruchomieniu awaryjnego zatrzymania.                                                                                                                                                 |
| Limit odległości zatrzymania | Ogranicza maksymalną odległość przebytą przez robota uruchomieniu awaryjnego zatrzymania.                                                                                                                                                           |

Przy wykonywaniu oceny ryzyka dla zastosowania należy wziąć pod uwagę ruch robota po uruchomieniu zatrzymania. Aby ułatwić ten proces, można użyć funkcji bezpieczeństwa *Limit czasu zatrzymania* oraz *Limit odległości zatrzymania*. Te funkcje bezpieczeństwa szybko zmniejszają prędkość robota w taki sposób, aby zawsze była możliwość zatrzymania go w ramach limitów. Należy zauważyć, że limity pozycji przegubów, płaszczyzn bezpieczeństwa oraz orientacji narzędzia/chwybaka uwzględniają oczekiwaną odległość zatrzymania, czyli robot zwolni aż do osiągnięcia limitu.

Bezpieczeństwo funkcjonalne można podsumować jako:

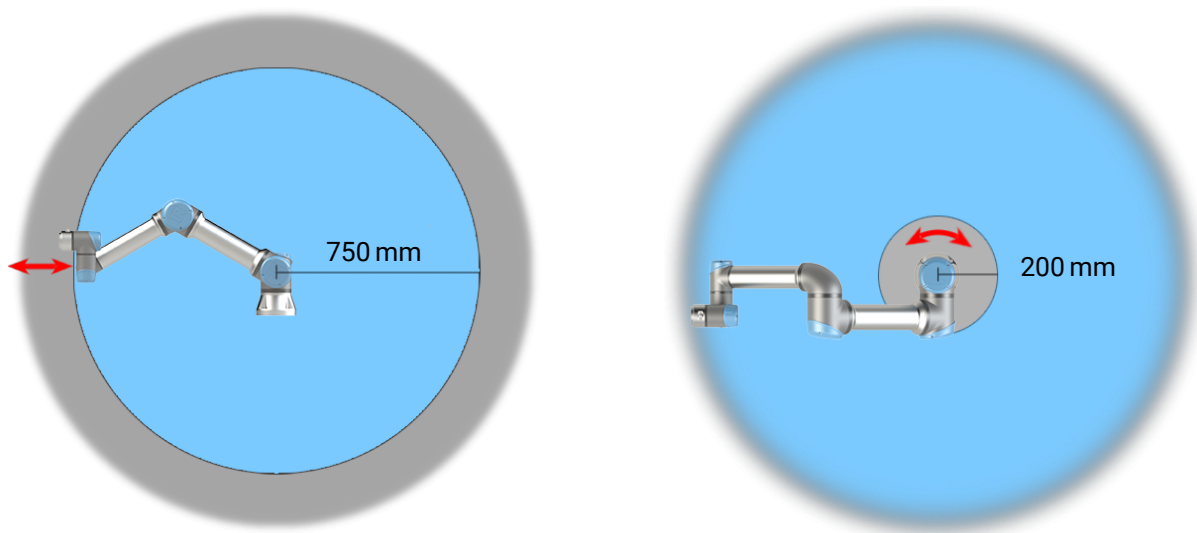
| Funkcja bezpieczeństwa              | Tolerancja | Poziom<br>działa-<br>nia | Kategoria |
|-------------------------------------|------------|--------------------------|-----------|
| Zatrzymanie awaryjne                | –          | d                        | 3         |
| Zatrzymanie przez<br>zabezpieczenie | –          | d                        | 3         |
| Limit pozycji przegubów             | 5 °        | d                        | 3         |
| Limit prędkości<br>przegubów        | 1.15 °/s   | d                        | 3         |
| Płaszczyzny<br>bezpieczeństwa       | 40 mm      | d                        | 3         |
| Orientacja narzędzia                | 3 °        | d                        | 3         |
| Limit prędkości                     | 50 mm/s    | d                        | 3         |
| Limit siły                          | 25 N       | d                        | 3         |
| Limit pędu                          | 3 kg m/s   | d                        | 3         |
| Limit mocy                          | 10 W       | d                        | 3         |
| Limit czasu zatrzymania             | 50 ms      | d                        | 3         |
| Limit odległości<br>zatrzymania     | 40 mm      | d                        | 3         |
| Bezpieczna pozycja<br>początkowa    | 1.7 °      | d                        | 3         |

**OSTRZEŻENIE:**

W funkcji limitu siły istnieją dwa wyjątki, o których trzeba pamiętać podczas projektowania zastosowania (Ryc. 2.1). Przy wysuwaniu robota staw kolanowy może wyrzucić dużą siłę w kierunku promieniowym (w kierunku od podstawy) przy małej szybkości. W podobny sposób występuje krótkie ramię dźwigni, kiedy narzędzie jest blisko podstawy i rusza się wokół bazy. Wtedy może pojawić się duża siła przy małej szybkości. Zagrożenia zmięśnieniem można unikać przez usunięcie przeszkód z tych obszarów, inne pozycjonowanie robota lub przez zastosowanie kombinacji płaszczyzn bezpieczeństwa i limitów przegubów. Zagrożenie może zostać w ten sposób usunięte przez zapobieganie ruchowi robota w tym obszarze przestrzeni roboczej.

**OSTRZEŻENIE:**

Jeśli robot jest używany do zastosowań z ręcznym prowadzeniem dłoni ruchami liniowymi, limit prędkości musi wynosić maksymalnie 250 mm/s dla narzędzia/chwybaka oraz łokcia, o ile ocena zagrożenia nie wykazuje, że możliwa jest praca z większą prędkością. Zapobieganie to szybkim ruchom łokcia robota w pobliżu osobiowości.



Rysunek 2.1: Niektóre obszary przestrzeni roboczej powinny być uznane za zagrożone zmiążdżeniem ze względu na fizyczne właściwości ramienia robota. Jeden z tych obszarów (lewy) jest zdefiniowany dla ruchów promieniowych, kiedy przegub nadgarstka 1 jest w odległości co najmniej 750 mm od podstawy robota. Drugi obszar (prawy) znajduje się w odległości 200 mm od podstawy robota podczas ruchu w kierunku stycznym.

Ponadto, robot posiada dodatkowe wejścia bezpieczeństwa:

| Wejście bezpieczeństwa                                  | Opis                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Przycisk zatrzymania awaryjnego                         | Wykonanie zatrzymania kategorii 1, informacja do innych maszyn przez wyjście <i>awaryjnego zatrzymania systemu</i> , jeśli wyjście zostało zdefiniowane.                                                                                                                                                    |
| Zatrzymanie awaryjne robota                             | Wykonanie zatrzymania kategorii 1 za pomocą wyjścia skrzynki sterowniczej, informacja do innych maszyn przez wyjście <i>awaryjnego zatrzymania systemu</i> , jeśli wyjście zostało zdefiniowane.                                                                                                            |
| Zatrzymanie awaryjne systemu                            | Wykonanie zatrzymania kategorii 1 tylko na robocie.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Zatrzymanie przez zabezpieczenie                        | Wykonanie zatrzymania kategorii 2.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Resetowanie zabezpieczeń                                | Przywraca robota ze stanu <i>zatrzymania przez zabezpieczenie</i> , kiedy wykryte zostanie zbocze narastające na wejściu resetowania zabezpieczeń.                                                                                                                                                          |
| Tryb ograniczony                                        | System bezpieczeństwa przechodzi do limitów <i>trybu ograniczonego</i> .                                                                                                                                                                                                                                    |
| Trójpozycyjne urządzenie zezwalające                    | Uruchamia <i>zatrzymanie przez zabezpieczenie</i> , jeśli urządzenie zezwalające jest w pełni naciśnięte lub w pełni zwolnione. Gdy sygnał wejściowy ma wartość niską, zostaje uruchomione zatrzymanie przez trójpozycyjne urządzenie zezwalające. Funkcja resetowania zabezpieczeń nie ma na niego wpływu. |
| Tryb pracy                                              | Przełączanie między trybami pracy. Robot jest w trybie automatycznym, kiedy stan wejścia jest niski i w trybie ręcznym, kiedy jest wysoki.                                                                                                                                                                  |
| Zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie automatycznym | Wykonanie zatrzymania kategorii 2 w trybie automatycznym.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Resetowanie zabezpieczenia w trybie automatycznym       | Przywraca robota ze stanu <i>zatrzymania przez zabezpieczenie w trybie automatycznym</i> , kiedy wykryte zostanie zbocze narastające na wejściu resetowania zabezpieczeń w trybie automatycznym.                                                                                                            |

W celu powiązania z innymi maszynami robot jest wyposażony z następującymi wyjściami bezpieczeństwa:

## 2.4 Funkcja bezpieczeństwa

| Wyjście bezpieczeństwa        | Opis                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zatrzymanie awaryjne systemu  | Stan logiczny niski, kiedy wejście <i>Zatrzymanie awaryjne robota</i> ma niski stan logiczny lub wciśnięty jest przycisk zatrzymania awaryjnego.                                                          |
| Robot się rusza               | Kiedy ten sygnał jest w wysokim stanie logicznym, żaden z przegubów ramienia robota nie rusza się o więcej niż 0,1 rad/s.                                                                                 |
| Robot się nie zatrzymuje      | Stan logiczny wysoki, kiedy robot jest zatrzymany lub w trakcie zatrzymywania spowodowanego przez zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie. W przeciwnym przypadku będzie w logicznym stanie niskim. |
| Tryb ograniczony              | Stan logiczny niski, kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie ograniczonym.                                                                                                                              |
| Poza trybem ograniczonym      | Stan logiczny niski, kiedy system nie jest w trybie ograniczonym.                                                                                                                                         |
| Bezpieczna pozycja początkowa | Stan logiczny wysoki, kiedy robot jest w skonfigurowanej bezpiecznej pozycji początkowej.                                                                                                                 |

Wszystkie wł/wył bezpieczeństwa są dwukanałowe, co znaczy że są bezpieczne przy stanie niskim (np. zatrzymanie awaryjne jest aktywne, kiedy sygnały są w stanie niskim).

## 2.4 Funkcja bezpieczeństwa

System bezpieczeństwa pracuje poprzez monitorowanie, jeśli którykolwiek z limitów bezpieczeństwa jest naruszony lub jeśli uruchomione jest zatrzymanie awaryjne lub zatrzymanie przez zabezpieczenie.

Istnieją następujące reakcje systemu bezpieczeństwa:

| Bodziec                          | Reakcja                 |
|----------------------------------|-------------------------|
| Zatrzymanie awaryjne             | Kategoria zatrzymania 1 |
| Zatrzymanie przez zabezpieczenie | Kategoria zatrzymania 2 |
| Naruszenie limitu                | Kategoria zatrzymania 0 |
| Wykrycie błędu                   | Kategoria zatrzymania 0 |



### UWAGA:

Gdy system bezpieczeństwa wykryje jakąkolwiek usterkę lub nieprawidłowość, wszystkie wyjścia bezpieczeństwa zostają ustawione do stanu niskiego.

## 2.5 Tryby

**Tryb normalny i ograniczony** System bezpieczeństwa obejmuje dwa konfigurowalne tryby bezpieczeństwa: **normalny** i **ograniczony**. Limity bezpieczeństwa można skonfigurować dla obu

trybów. Tryb ograniczony jest aktywny, kiedy narzędzie/chwytek robota znajduje się po stronie trybu ograniczonego funkcji **wyzwalania trybu ograniczonego** lub po wyzwoleniu przez wejściowy sygnał bezpieczeństwa.

**Wyzwalanie trybu ograniczonego za pomocą płaszczyzny:** Gdy robot przemieszcza się od strony trybu ograniczonego płaszczyzny wyzwalania z powrotem do strony trybu normalnego, wokół płaszczyzny wyzwalania jest obszar około 20 mm, w którym mają zastosowanie limity trybów normalnego i ograniczonego. Zapobiega to migotaniu w trybie bezpieczeństwa, gdy robot znajdzie się dokładnie w obszarze limitu.

**Wyzwalanie trybu ograniczonego za pomocą wejścia:** W przypadku używania wejścia (do uruchamiania lub wyłączania trybu ograniczonego) przez zastosowaniem nowych wartości limitów trybu może upłynąć do 500 ms. Może to mieć miejsce podczas zmiany z trybu ograniczonego na tryb normalny LUB z trybu normalnego na tryb ograniczony. Pozwala to robotowi dostosować np. prędkość do nowych limitów bezpieczeństwa.

**Tryb przywracania** W przypadku naruszenia limitu bezpieczeństwa konieczne jest ponowne uruchomienie systemu bezpieczeństwa. Jeśli w chwili uruchomienia system znajduje się poza limitem bezpieczeństwa (np. poza limitem pozycji przegubu), następuje przejście do specjalnego trybu przywracania. W trybie przywracania robot nie może wykonywać programów, ale ramię robota można ręcznie przesunąć do tyłu do granic limitów, używając albo trybu ruchu swobodnego, albo karty Ruch w oprogramowaniu PolyScope (zob. część II Podręcznik PolyScope). Limity bezpieczeństwa trybu przywracania są następujące:

| Funkcja bezpieczeństwa    | Limit     |
|---------------------------|-----------|
| Limit prędkości przegubów | 30 °/s    |
| Limit prędkości           | 250 mm/s  |
| Limit siły                | 100 N     |
| Limit pędu                | 10 kg m/s |
| Limit mocy                | 80 W      |

System bezpieczeństwa wykonuje zatrzymanie kategorii 0, jeśli nastąpi naruszenie tych limitów.



**OSTRZEŻENIE:**

W trybie przywracania limity dla pozycji przegubów, pozycji płaszczyzn oraz orientacji narzędzia/chwybaka są wyłączone. Należy zachować ostrożność podczas przesuwania ramienia robota w zakresie limitów.

## 3 Transport

Ze względu na transport na palecie robot i skrzynka sterownicza z robotem zostały skalibrowane jako zestaw. Nie należy ich rozdzielać, gdyż spowoduje to konieczność ponownej kalibracji.

Robota należy transportować w oryginalnym opakowaniu. Materiał opakowania należy zachować i przechowywać w suchym miejscu, ponieważ może zajść potrzeba ponownego przeniesienia robota.

Podczas przenoszenia robota z opakowania do miejsca instalacji należy go podnosić, trzymając za obie rury ramienia jednocześnie. Robota należy podtrzymywać w miejscu do czasu, aż zaciśnięte zostaną wszystkie śruby mocujące przy podstawie robota.

Skrzynkę sterowniczą należy podnosić za uchwyt.



### OSTRZEŻENIE:

1. Nie wolno dopuścić do nadwyrężenia kręgosłupa ani innych części ciała podczas podnoszenia sprzętu. Należy zastosować właściwy sprzęt do podnoszenia. Należy stosować się do wszystkich lokalnych i krajowych wytycznych dotyczących podnoszenia. Firma Universal Robots nie jest odpowiedzialna za żadne uszkodzenia wynikające z transportu wyposażenia.
2. Robot musi być zamontowany zgodnie z instrukcjami montażu podanymi w rozdziale 4.



## 4 Interfejs mechaniczny

### 4.1 Wprowadzenie

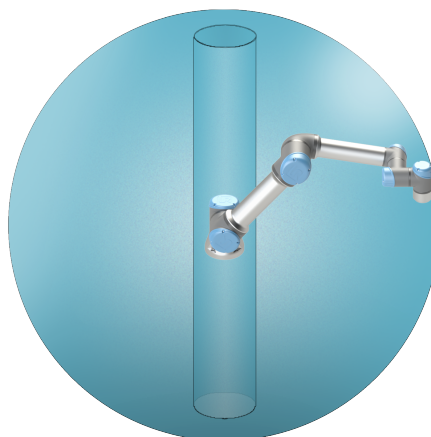
W rozdziale opisano podstawy montażu części systemu robota. Należy przestrzegać instrukcji instalacji elektrycznej z rozdziału 5.

### 4.2 Przestrzeń robocza robota

Przestrzeń robocza robota UR5e sięga 850 mm od przegubu podstawy. Podczas wyboru miejsca montażu robota ważne jest uwzględnienie cylindrycznej objętości bezpośrednio nad i pod podstawą robota. Należy unikać przesuwania narzędzia w pobliżu tej cylindrycznej objętości, ponieważ przeguby muszą wykonywać szybkie ruchy nawet przy wolnym ruchu narzędzia, co prowadzi do słabej wydajności pracy robota i utrudnia przeprowadzenie oceny ryzyka.



Widok z przodu

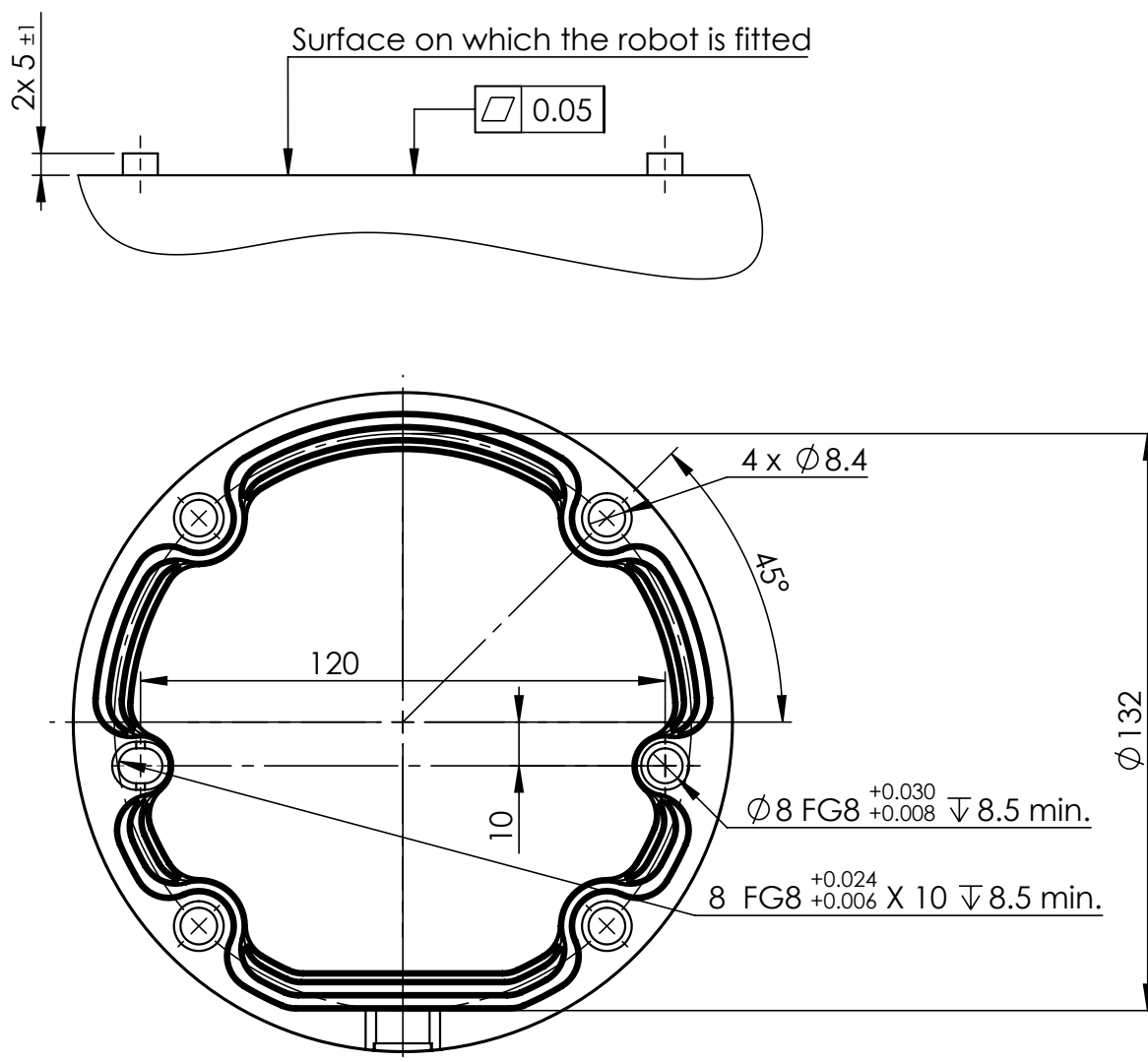


Widok pod kątem

### 4.3 Sposób montażu

**Ramię robota** Ramię robota jest montowane za pomocą czterech śrub montażowych M8 o wytrzymałości 8,8 i czterech otworów 8,5 mm w podstawie. Śruby należy dokręcić 20 N m kluczem. Należy wykorzystać dwa gotowe Ø8 otwory do kołków, aby idealnie dopasować ramię robota. Uwaga: Dostępny jest także dokładny odpowiednik podstawy jako wyposażenie dodatkowe. Rysunek 4.1 przedstawia miejsce, w którym należy wywiercić otwory i zamocować śruby.

Robota należy zamontować na podłożu stabilnym, nienarażonym na wstrząsy, aby utrzymać co najmniej dziesięciokrotność pełnego momentu obrotowego przegubu podstawowego i pięciokrotność masy ramienia robota. Jeśli robot ma być montowany na liniowym napędzie lub ruchomej platformie, to przyspieszenie ruchomej bazy montażowej powinno być bardzo małe. Duże przyspieszenie może doprowadzić do awaryjnego zatrzymania robota.



Rysunek 4.1: Otwory montażowe robota. Użyć czterech śrub M8. Wszystkie wymiary są podane w mm.



**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

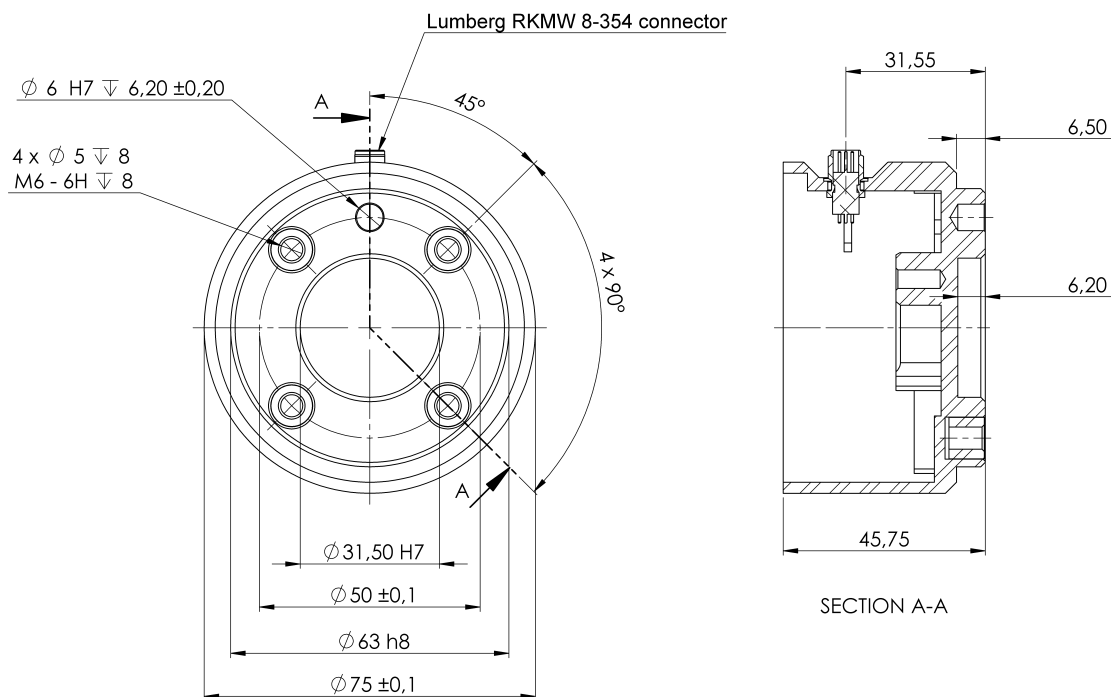
Ramię robota musi być mocno i bezpiecznie przykręcone. Niestabilny montaż może być przyczyną wypadków.



**PRZESTROGA:**

Montować robota w warunkach odpowiadających danemu poziomowi IP. Zabrania się uruchamiania robota w środowisku przewyższającym podany poziom IP dla robota (IP54), sterownika uczenia (IP54) oraz skrzynki kontrolnej (IP44)

**Narzędzie** Kołnierz narzędzia robota ma cztery otwory z gwintem M6, służące do mocowania narzędzia do robota. Śruby M6 należy dokręcić na poziomie 8 N m, klasa wytrzymałości 8,8. Jeśli jest wymagane bardzo dokładne pozycjonowanie narzędzia, należy zastosować kołek do otworu



Rysunek 4.2: Kołnierz wyjścia narzędzia (ISO 9409-1-50-4-M6) mieści się w miejscu montowania narzędzie przy zakończeniu robota. Wszystkie wymiary są podane w mm.

Ø6. Rycina 4.2 zawiera wymiary i wzór otworów na kołnierzu narzędzia. Zaleca się stosowanie promieniście wycięte otwory do kołka, aby zapobiec zbyt silnemu zacieśnieniu przy utrzymaniu dokładnej pozycji. Do montażu narzędzia nie należy stosować śrub wystających od spodu o ponad 8 mm. Bardzo długie śruby M6 mogą wywierać nacisk na dolną część kołnierza narzędzia i powodować zwarcie w obwodzie robota.



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Narzędzie musi być mocno i bezpiecznie przykręcone.
2. Narzędzie powinno być tak skonstruowane, aby nie stwarzało groźnych sytuacji przez nieoczekiwane upuszczenie części.
3. Mocowanie narzędzia w robocie przy użyciu śrub M6 wystających od ponad 8 mm może powodować nacisk na kołnierz narzędzia i być przyczyną nieodwracalnych uszkodzeń wymagających wymiany przegubu.

**Skrzynka sterownicza** Skrzynkę sterowniczą można zawiesić na ścianie lub umieścić na podłodze. Wymagane są odstępy 50 mm z każdej strony skrzynki sterowniczej umożliwiające odpowiedni przepływ powietrza.

**Sterownik uczenia** Sterownik uczenia można zawiesić na ścianie lub na skrzynce sterowniczej. Należy sprawdzić, czy nie istnieje ryzyko potknięcia się o przewód.

Uwaga: Dostępne są dodatkowe uchwyty montażowe do Skrzynki sterowniczej oraz Sterownika uczenia.

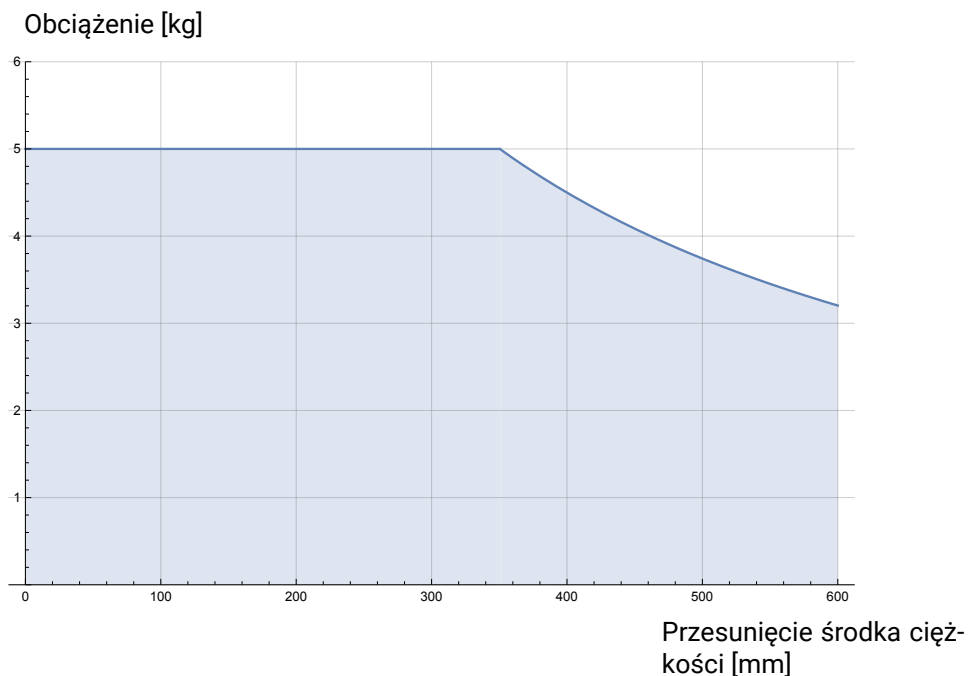


**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

1. Skrzynka sterownicza, sterownik uczenia ani kable nie mogą mieć kontaktu z cieczą. Mokra skrzynka sterownicza może być przyczyną śmierci.
2. Należy umieścić sterownik uczenia (IP54) i skrzynkę sterowniczą (IP44) w otoczeniu odpowiednim dla danego poziomu IP.

## 4.4 Maksymalna ładowność

Maksymalna dopuszczalna ładowność ramienia robota zależy od *przesunięcia środka ciężkości*, zob. rys. 4.3. Przesunięcie środka ciężkości to odległość między środkiem kołnierza wyjściowego narzędzia a środkiem ciężkości dla załączonego obciążenia.



Rysunek 4.3: Stosunek między maksymalną dopuszczalną ładownością a przesunięciem środka ciężkości.



## 5 Interfejs elektryczny

### 5.1 Wprowadzenie

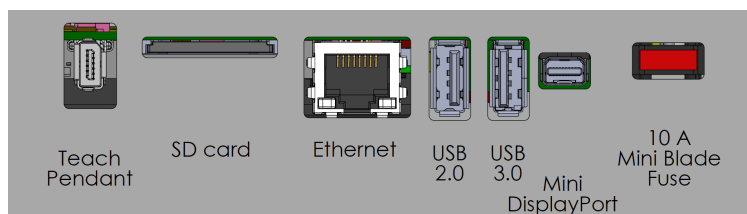
W tej sekcji opisano grupy elektrycznych interfejsów w ramieniu robota i w skrzynce sterowniczej. Dla większości rodzajów **we/wy** podano przykłady. Określenie **we/wy** opisuje sygnały sterowania cyfrowe oraz analogowe, wejściowe oraz wyjściowe uwzględnionych poniżej grup interfejsu elektrycznego.

- Połączenie zasilania sieciowego
- Połączenie robota
- We/wy sterownika
- Sygnały we/wy narzędzia
- Ethernet

#### 5.1.1 Uchwyt skrzynki sterowniczej

Pod spodem grup interfejsów wej/wyj zamieszczono uchwyt z portami służącymi do dodatkowych połączeń (jak na ilustracji poniżej). Na podstawie skrzynki sterowniczej zamieszczono zakryte otwory ułatwiające połączenie (patrz 5.2).

Złącze Mini Displayport obsługuje monitory z gniazdem Displayport i wymaga przetwornika aktywnego Mini Display do DVI lub HDMI w celu podłączenia monitorów do interfejsu DVI/HDMI. Przetworniki pasywne nie działają w przypadku gniazd DVI/HDMI.



Uwaga: Bezpiecznik musi posiadać oznaczenie UL, rodzaj mini płytkowy z maksymalnym natężeniem: 10 A i minimalnym napięciem: 32 V

### 5.2 Ethernet

Interfejs Ethernet może służyć do następujących celów:

- MODBUS, EtherNet/IP oraz PROFINET (patrz część II).
- Zdalny dostęp i sterowanie.

Połączyć kabel Ethernet, prowadząc go przez otwór w podstawie skrzynki sterowniczej i podłączenie do portu Ethernet pod uchwytem.

Wymienić pokrywę w podstawie skrzynki sterowniczej odpowiednim przepustem kablowym, aby połączyć przewód z portem Ethernet.



Parametry elektryczne przedstawiono w poniższej tabeli.

| Parametr             | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|----------------------|------|------|-------|-----------|
| Szybkość komunikacji | 10   | -    | 1000  | Mb/s      |

## 5.3 Ostrzeżenia i przestrogi dotyczące elementów elektrycznych

Należy zwracać uwagę, czy nie pojawiają się następujące ostrzeżenia dotyczące wymienionych wcześniej grup interfejsów, poza czasem projektowania i instalacji zastosowań robota.



## NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Nigdy nie należy podłączać sygnałów bezpieczeństwa do logicznego sterownika programowalnego (PLC), który nie jest sterownikiem PLC bezpieczeństwa o odpowiednim poziomie zabezpieczenia. Nieprzestrzeganie tego ostrzeżenia może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcje bezpieczeństwa mogą zostać nadpisane. Istotne jest, aby sygnały interfejsu bezpieczeństwa były odseparowane od sygnałów zwykłego interfejsu we/wy.
2. Wszystkie sygnały bezpieczeństwa są opracowane jako nadmiarowe (dwa niezależne kanały). Dwa kanały należy utrzymywać jako niepołączone, tak aby pojedyncza awaria nie prowadziła do utraty funkcji bezpieczeństwa.
3. Niektóre we/wy wewnątrz skrzynki sterowniczej można skonfigurować do pracy normalnej lub bezpieczeństwa. Należy przeczytać ze zrozumieniem całą sekcję 5.4.



## NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Całe wyposażenie, które nie jest przeznaczone do kontaktu z wodą, musi pozostawać suche. Jeśli woda przedostanie się do wnętrza produktu, należy odciąć i oznaczyć wszystkie źródła zasilania i wezwać serwisanta z punktu obsługi Universal Robots.
2. Należy używać wyłącznie oryginalnych kabli dostarczonych z robotem. Nie wolno używać robota do zastosowań, w których kable mogą ulegać napinaniu.
3. Połączenia ujemne są oznaczane jako Uziemienie GND i są połączone z osłoną robota i skrzynki sterownika. Wszystkie wymienione połączenia GND stosowane są wyłącznie w układach zasilania i sygnalizacji. W przypadku uziemienia ochronnego (PE) należy zastosować zaciski śrubowe M6 z symbolem uziemienia, znajdujące się wewnątrz skrzynki sterowniczej. Przewodnik uziemienia powinien mieć klasyfikację prądową co najmniej właściwą dla najwyższego natężenia w systemie.
4. Należy zachować ostrożność przy podłączaniu kabli interfejsu do wejść i wyjść robota. Metalowa płyta w dolnej części jest przeznaczona do złącz i kabli interfejsu. Płytę należy usunąć przed wierceniem otworów. Przed ponownym zamontowaniem płyty konieczne jest usunięcie wszystkich wiórów. Należy używać dławic kablowych o właściwych rozmiarach.



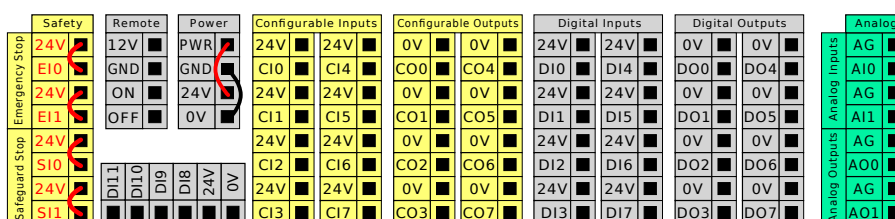
1. Robot został przebadany zgodnie z międzynarodowymi normami IEC dotyczącymi **kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)**. Sygnały zakłócające o poziomie przekraczającym poziom zdefiniowany we właściwych normach IEC mogą spowodować nieoczekiwane zachowanie robota. Bardzo wysokie poziomy sygnałów lub nadmierne narażenie mogą trwale uszkodzić robota. Problemy z kompatybilnością elektromagnetyczną zwykle występują w procesach spawalniczych i zwykle są opisywane w dzienniku komunikatami o błędach. Firma Universal Robots nie może być pociągnięta do odpowiedzialności za żadne problemy wynikające z kwestii kompatybilności elektromagnetycznej.
2. Długość kabli we/wy pomiędzy skrzynką sterowniczą a innymi maszynami i wyposażeniem fabrycznym nie może być większa niż 30 m, chyba że wykonano dodatkowe testy.



Wszystkie napięcia i natężenia są podane dla prądu stałego (DC), chyba że określono inaczej.

**We/wy** znajdujących się w skrzynce sterowniczej można używać do łączenia zróżnicowanego sprzętu, m.in. pneumatycznych przekaźników, sterowników PLC i przycisków zatrzymania awaryjnego.

Poniższa ilustracja przedstawia grupy interfejsów elektrycznych wewnątrz skrzynki sterowniczej.



Uwaga: Do kodowania kwadratury Śledzenia przenośnika dla tego typu wejść można użyć pokazanego poniżej poziomego bloku wejść cyfrowych (DI8-DI11) (patrz 5.4.1).



Należy przestrzegać znaczenia różnych kolorów, jak wymieniono poniżej.

|                           |                                        |
|---------------------------|----------------------------------------|
| Żółty z czerwonym tekstem | Specjalne sygnały bezpieczeństwa       |
| Żółty z czarnym tekstem   | Konfigurowalne jako bezpieczeństwa     |
| Szary z czarnym tekstem   | Cyfrowe we/wy ogólnego przeznaczenia   |
| Zielony z czarnym tekstem | Analogowe we/wy ogólnego przeznaczenia |

W GUI można ustawić **konfigurowalne wej/wyj** jako **we/wy z klasyfikowanym bezpieczeństwem** lub **we/wy ogólnego przeznaczenia** patrz część II).

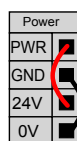
#### 5.4.1 Wspólne parametry dla wszystkich we/wy cyfrowych

W tej sekcji zdefiniowano parametry elektryczne dla poniższych we/wy cyfrowych 24 V ze skrzynki sterowniczej.

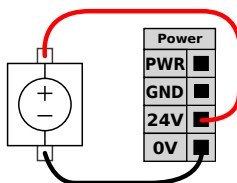
- Wejść/wyjść bezpieczeństwa.
- Konfigurowalne wejść/wyjść.
- We/wy ogólnego przeznaczenia.

Należy instalować roboty UR zgodnie ze specyfikacjami elektrycznymi, które są takie same dla wszystkich trzech wejść.

Zasilanie we/wy cyfrowych możliwe jest przez wewnętrzne źródło 24 V lub zewnętrzne źródło zasilania przez skonfigurowanie bloku zaciskowego opisanego jako **Power** (Zasilanie). Blok składa się z czterech zacisków. Dwa górne (PWR i GND) to 24 V oraz uziemienie wewnętrznego zasilania 24 V. Dwa niższe zaciski bloku (24V i 0V) to wejście 24 V źródła zasilania wejść i wyjść. Domyślna konfiguracja przewiduje wykorzystanie wewnętrznego źródła zasilania (zob. poniżej).



Uwaga: Jeśli konieczne jest zwiększenie prądu, w niżej pokazany sposób można podłączyć zewnętrzne źródło zasilania.



Parametry elektryczne dla wewnętrznego i zewnętrznego źródła zasilania przedstawiono poniżej.

| Zaciski                                    | Parametr | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|--------------------------------------------|----------|------|------|-------|-----------|
| <i>Wewnętrzne zasilanie 24 V</i>           |          |      |      |       |           |
| [PWR – GND]                                | Napięcie | 23   | 24   | 25    | V         |
| [PWR – GND]                                | Prąd     | 0    | -    | 2     | A         |
| <i>Wymagania zewnętrznego wejścia 24 V</i> |          |      |      |       |           |
| [24 V – 0 V]                               | Napięcie | 20   | 24   | 29    | V         |
| [24 V – 0 V]                               | Prąd     | 0    | -    | 6     | A         |

Cyfrowe we/wy są zbudowane zgodnie z normą IEC 61131-2. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

| Zaciski                | Parametr            | Min. | Typ.  | Maks. | Jednostka |
|------------------------|---------------------|------|-------|-------|-----------|
| <i>Wyjścia cyfrowe</i> |                     |      |       |       |           |
| [C0x / D0x]            | Natężenie prądu*    | 0    | -     | 1     | A         |
| [C0x / D0x]            | Spadek napięcia     | 0    | -     | 0,5   | V         |
| [C0x / D0x]            | Prąd upływu         | 0    | -     | 0,1   | mA        |
| [C0x / D0x]            | Funkcja             | -    | PNP   | -     | Typ       |
| [C0x / D0x]            | IEC 61131-2         | -    | 1 A   | -     | Typ       |
| <i>Wejścia cyfrowe</i> |                     |      |       |       |           |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | Napięcie            | -3   | -     | 30    | V         |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | Obszar WYŁ.         | -3   | -     | 5     | V         |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | Obszar WŁ.          | 11   | -     | 30    | V         |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | Natężenie (11–30 V) | 2    | -     | 15    | mA        |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | Funkcja             | -    | PNP + | -     | Typ       |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]      | IEC 61131-2         | -    | 3     | -     | Typ       |

\*Dla obciążeń rezystancyjnych lub indukcyjnych maksymalnie przy 1h.



**UWAGA:**

Słowo **konfigurowalne** oznacza we/wy, które można skonfigurować do pracy jako we/wy z klasyfikowanym bezpieczeństwem lub normalne. Są to żółte zaciski opisane czarnym tekstem.

## 5.4.2 We/wy bezpieczeństwa

W tej sekcji opisano wejścia bezpieczeństwa dedykowane (żółte zaciski z czerwonym tekstem) oraz konfigurowalne (żółte zaciski z czarnym tekstem), kiedy są skonfigurowane jako we/wy bezpieczeństwa. Należy przestrzegać ogólnych specyfikacji dla wszystkich cyfrowych wej/wyj w części 5.4.1.

Sprzęt i urządzenia bezpieczeństwa muszą być instalowane zgodnie z instrukcjami bezpieczeństwa i z oceną ryzyka, zob. rozdział 1.

Wszystkie we/wy występują w parach (są nadmiarowe) i muszą być zachowywane w dwóch osobnych gałęziach. Pojedyncza awaria nie powoduje utraty funkcji bezpieczeństwa.

Istnieją dwa rodzaje stałych wejść bezpieczeństwa:

- **Zatrzymanie awaryjne robota** wyłącznie do wyposażenia zatrzymania awaryjnego
- **Zatrzymanie przez zabezpieczenie** do innego wyposażenia ochronnego.

Poniżej przedstawiono różnice funkcjonalne.

|                                                      | <b>Zatrzymanie awaryjne</b> | <b>Zatrzymanie przez zabezpieczenie</b> |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| Robot przestaje się poruszać                         | Tak                         | Tak                                     |
| Wykonanie programu                                   | Przerwa                     | Pauza                                   |
| Zasilanie napędu                                     | Wył.                        | Wł.                                     |
| Resetowanie                                          | Ręcznie                     | Automatycznie lub ręcznie               |
| Częstotliwość użycia                                 | Sporadycznie                | W każdym cyklu do rzadko                |
| Wymaga ponownego zainicjowania                       | Tylko zwolnienie hamulca    | Nie                                     |
| Kategoria zatrzymania (IEC 60204-1)                  | 1                           | 2                                       |
| Poziom działania funkcji monitorowania (ISO 13849-1) | PLd                         | PLd                                     |

Konfigurowalnych wejść i wyjść można użyć do skonfigurowania dodatkowych funkcji we/wy bezpieczeństwa, np. wyjścia zatrzymania awaryjnego. Zestaw konfigurowalnych we/wy można ustawić jako funkcje bezpieczeństwa poprzez interfejs GUI (zob. część II).



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

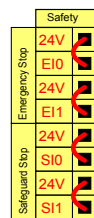
1. Nigdy nie należy podłączać sygnałów bezpieczeństwa do logicznego sterownika programowalnego (PLC), który nie jest sterownikiem PLC bezpieczeństwa o odpowiednim poziomie zabezpieczenia. Nieprzestrzeganie tego ostrzeżenia może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcje bezpieczeństwa mogą zostać nadpisane. Istotne jest, aby sygnały interfejsu bezpieczeństwa były odseparowane od sygnałów zwykłego interfejsu we/wy.
2. Wszystkie we/wy o klasyfikowanym bezpieczeństwie są opracowane jako nadmiarowe (dwa niezależne kanały). Dwa kanały należy utrzymywać jako niepołączone, tak aby pojedyncza awaria nie prowadziła do utraty funkcji bezpieczeństwa.
3. Działanie funkcji bezpieczeństwa musi być zweryfikowane, zanim robot rozpocznie pracę. Funkcje bezpieczeństwa należy regularnie kontrolować.
4. Instalacja robota powinna być zgodna z tymi parametrami. Zaniedbanie może prowadzić do poważnych obrażeń lub śmierci, ponieważ funkcja bezpieczeństwa może zostać nadpisana.

#### Filtrowanie sygnału OSSD

Wszystkie skonfigurowane i stałe wejścia bezpieczeństwa mają filtry, aby umożliwić zastosowanie wyposażenia bezpieczeństwa z długością impulsu poniżej 3 ms. Wejście bezpieczeństwa jest próbkowane co jedną milisekundę, a stan wejścia jest określany przez najczęściej obserwowany sygnał wejściowy w ciągu ostatnich 7 milisekund.

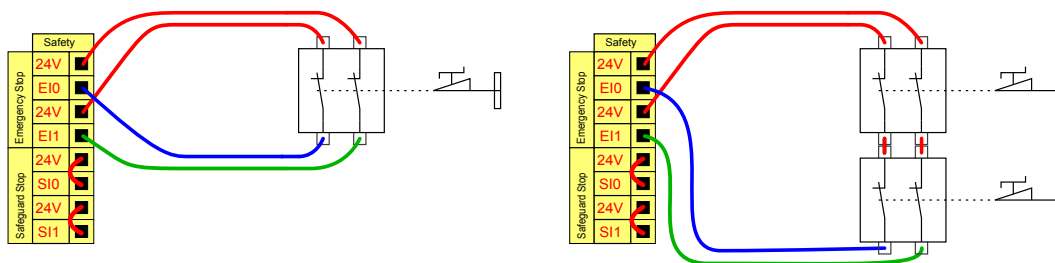
### Domyślna konfiguracja bezpieczeństwa

Robot jest dostarczany z konfiguracją domyślną, w której dozwolona jest praca bez żadnego dodatkowego wyposażenia bezpieczeństwa, zob. rysunek poniżej.



### Podłączenie przycisków zatrzymania awaryjnego

Większość zastosowań wymaga się przyłączenia jednego lub więcej dodatkowych przycisków zatrzymania awaryjnego. Na poniższym rysunku pokazano sposób przyłączenia jednego i więcej przycisków zatrzymania awaryjnego.

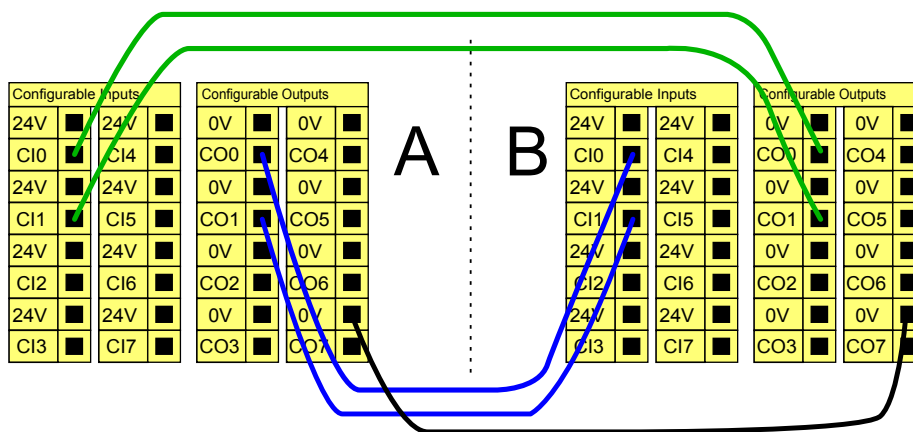


### Współdzielenie przycisku awaryjnego z innymi urządzeniami

Można ustawić wspólną funkcję awaryjnego zatrzymania dla robota i innych urządzeń poprzez konfigurację następujących funkcji wejść/wyjść za pomocą GUI. Wejście awaryjnego zatrzymania robota nie można używać do wielu urządzeń. Jeśli zachodzi konieczność połączenia dwóch robotów UR lub innych maszyn, do kontrolowania sygnałów zatrzymania awaryjnego wymagany jest sterownik PLC bezpieczeństwa.

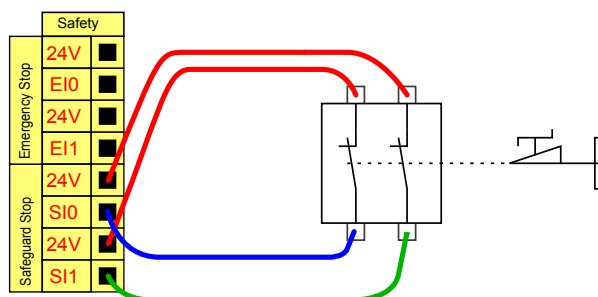
- Para wejść konfigurowalnych: Zewnętrzne zatrzymanie awaryjne.
- Para wyjść konfigurowalnych: Zatrzymanie awaryjne systemu.

Poniższa ilustracja pokazuje współdzielenie funkcji zatrzymania awaryjnego między dwoma robotami UR. W tym przykładzie wykorzystano skonfigurowane we/wy CI0-CI1 oraz CO0-CO1.



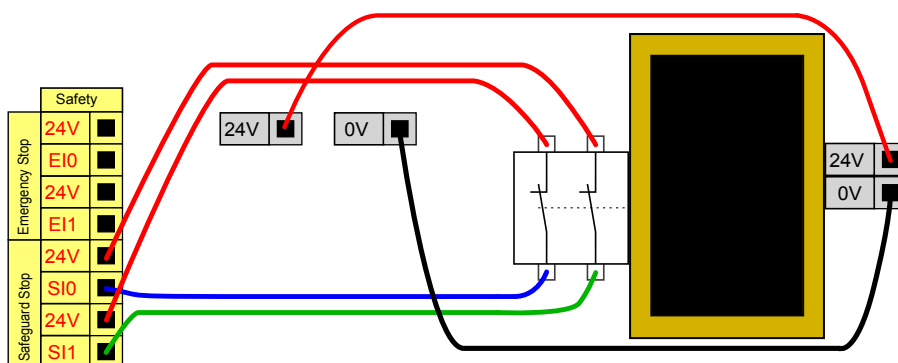
### Zatrzymanie przez zabezpieczenie z automatycznym wznowieniem

Przykładem podstawowego urządzenia zatrzymania awaryjnego jest przełącznik drzwiowy, który zatrzymuje robota po otwarciu drzwi, zob. rysunek poniżej.



Ta konfiguracja jest przeznaczona wyłącznie do zastosowań, w których operator nie może przejść przez drzwi i ich za sobą zamknąć. We/wy konfigurowalne służy do zainstalowania przycisku resetowania poza drzwiami, przywracającego ruch robota.

Innym przykładem, w którym automatyczne wznowienie jest przydatne jest zastosowanie maty lub laserowego skanera bezpieczeństwa, zob. poniżej.

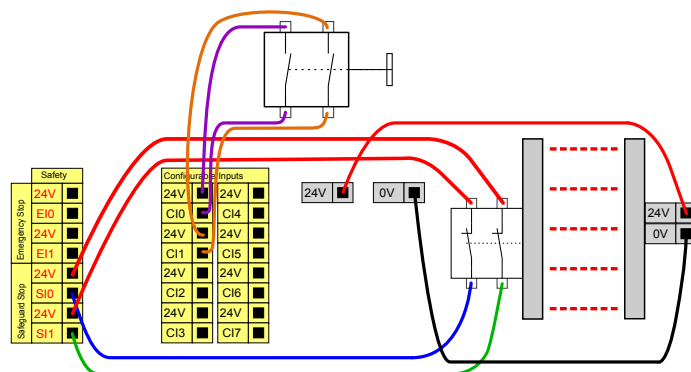


#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Robot wznowia ruch automatycznie po unormowaniu sygnału. Nie wolno używać takiej konfiguracji, jeśli sygnał może być przywrócony od wewnątrz obwodu bezpieczeństwa.

### Zatrzymanie przez zabezpieczenie z przyciskiem resetowania

Jeśli przez interfejs bezpieczeństwa podłączona jest kurtyna świetlna, wymagana jest funkcja resetowania znajdująca się poza obwodem bezpieczeństwa. Przycisk resetowania musi być typu dwukanałowego. W tym przykładzie we/wy skonfigurowane dla funkcji resetowania to CI0-CI1 (zob. poniżej).



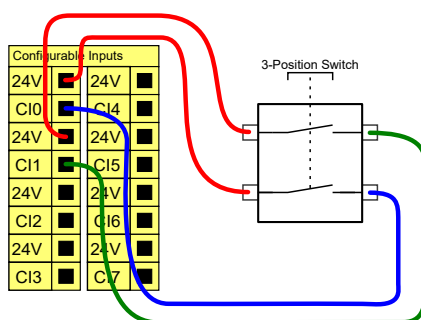
### Trójpozycyjne urządzenie zezwalające

Poniższy rysunek pokazuje sposób podłączenia 3-pozycyjnego urządzenia zezwalającego. Więcej informacji o trójpozycyjnym urządzeniu zezwalającym, patrz część 12.2.



UWAGA:

System zabezpieczeń firmy Universal Robots nie obsługuje wielu zewnętrznych trójpozycyjnych urządzeń zezwalających.

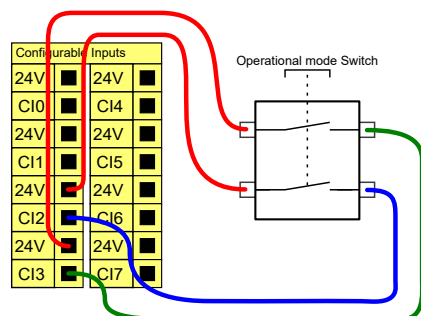


UWAGA:

Dwa kanały wejściowe dla sygnału wejściowego trójpozycyjnego urządzenia zezwalającego mają tolerancję rozbieżności wynoszącą 1 s.

### Przełącznik trybu pracy

Na poniższym rysunku pokazano włącznik trybu operacyjnego. Więcej informacji o trybach, patrz część 12.1.



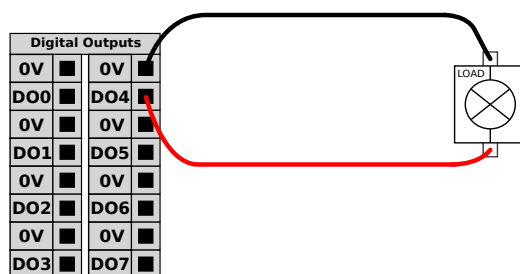
### 5.4.3 Cyfrowe we/wy ogólnego przeznaczenia

W tej sekcji opisano we/wy 24 V ogólnego przeznaczenia (szare zaciski) i konfigurowalne (żółte zaciski z czarnym tekstem), kiedy nie są skonfigurowane jako we/wy bezpieczeństwa. Należy przestrzegać wspólnych specyfikacji z sekcji 5.4.1.

We/wy ogólnego przeznaczenia można używać do bezpośredniego sterowania wyposażeniem, np. przekaźnikami pneumatycznymi lub do komunikacji z innymi systemami PLC. Cyfrowe wyjścia można automatycznie wyłączać po zatrzymaniu wykonywania programu, patrz część II. W tym trybie wyjście ma zawsze stan niski, gdy program nie działa. Przykłady zamieszczono w dalszych podsekcjach. W tych przykładach użyto zwykłych wyjść cyfrowych, lecz możliwe jest wykorzystanie dowolnych wyjść konfigurowalnych, jeśli nie są skonfigurowane do funkcji bezpieczeństwa.

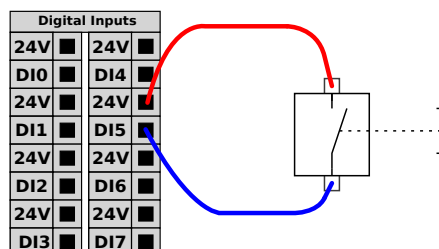
#### Obciążenie sterowane przez wyjścia cyfrowe

Ten przykład ilustruje, jak kontrolować obciążenie po połączeniu cyfrowych wyjść.



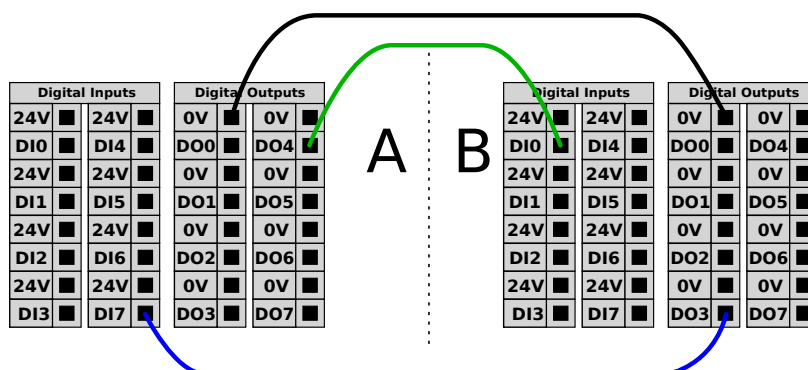
### 5.4.4 Wejścia cyfrowe z przycisku

Poniższy przykład pokazuje, w jaki sposób podłączyć prosty przycisk do wejść cyfrowych.



### 5.4.5 Komunikacja z innymi maszynami lub sterownikami PLC

Cyfrowych we/wy można używać do komunikacji z innym wyposażeniem, jeśli istnieje wspólna masa (GND, 0 V) i w maszynach wykorzystano technologię PNP, zob. poniżej.



### 5.4.6 Analogowe we/wy ogólnego przeznaczenia

Interfejs analogowych we/wy jest zielony. Służy do ustalenia lub pomiaru napięcia (0–10 V) lub natężenia (4–20 mA) od i do innego wyposażenia.

Aby uzyskać najwyższą dokładność, zaleca się spełnienie poniższych warunków.

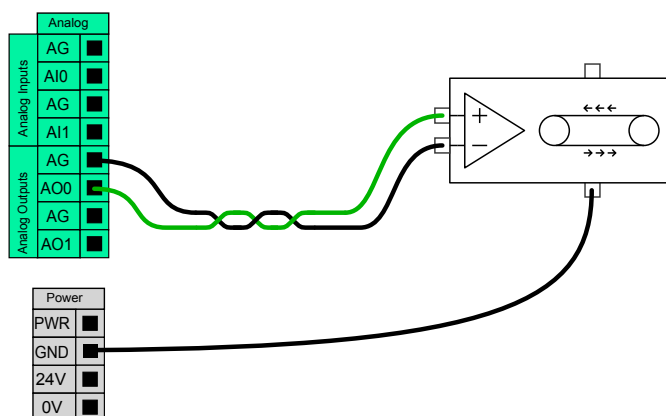
- Użyć zacisku AG najbliższego we/wy. Para dzieli filtr trybu wspólnego.
- Użyć tego samego uziemienia (GND, 0 V) dla sprzętu i skrzynki sterowniczej. Analogowe we/wy nie są galwanicznie izolowane od skrzynki sterowniczej.
- Użyć kabla ekranowanego lub par skręconych. Połączyć ekran z zaciskiem GND przy złączu oznaczonym **Power** (Zasilanie).
- Użyć sprzętu pracującego w trybie prądowym. Sygnały prądowe są mniej wrażliwe na zakłócenia.

W GUI można wybrać tryb wejścia (patrz część II). Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

| Zaciski                                       | Parametr      | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|-----------------------------------------------|---------------|------|------|-------|-----------|
| <i>Wejście analogowe w trybie prądowym</i>    |               |      |      |       |           |
| [AIx – AG]                                    | Prąd          | 4    | -    | 20    | mA        |
| [AIx – AG]                                    | Rezystancja   | -    | 20   | -     | om        |
| [AIx – AG]                                    | Rozdzielczość | -    | 12   | -     | bit       |
| <i>Wejście analogowe w trybie napięciowym</i> |               |      |      |       |           |
| [AIx – AG]                                    | Napięcie      | 0    | -    | 10    | V         |
| [AIx – AG]                                    | Rezystancja   | -    | 10   | -     | kom       |
| [AIx – AG]                                    | Rozdzielczość | -    | 12   | -     | bit       |
| <i>Wyjście analogowe w trybie prądowym</i>    |               |      |      |       |           |
| [AOx – AG]                                    | Prąd          | 4    | -    | 20    | mA        |
| [AOx – AG]                                    | Napięcie      | 0    | -    | 24    | V         |
| [AOx – AG]                                    | Rozdzielczość | -    | 12   | -     | bit       |
| <i>Wyjście analogowe w trybie napięciowym</i> |               |      |      |       |           |
| [AOx – AG]                                    | Napięcie      | 0    | -    | 10    | V         |
| [AOx – AG]                                    | Prąd          | -20  | -    | 20    | mA        |
| [AOx – AG]                                    | Rezystancja   | -    | 1    | -     | om        |
| [AOx – AG]                                    | Rozdzielczość | -    | 12   | -     | bit       |

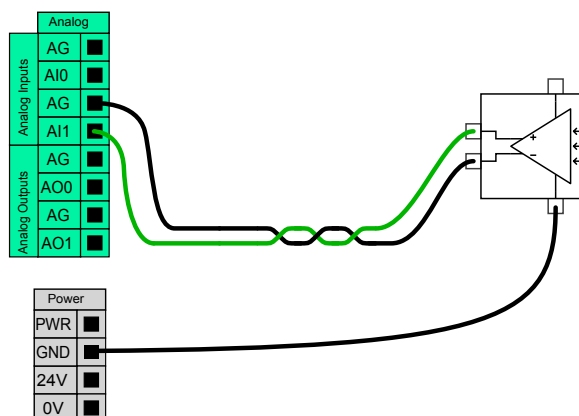
#### Użycie wyjścia analogowego

Poniższy przykład przedstawia, w jaki sposób kontrolować przenośnik pasowy przez analogowe wejście sterowania prędkością.



### Używanie analogowego wejścia

Poniższy przykład przedstawia połączenie czujnika analogowego.



### 5.4.7 Zdalne sterowanie włączaniem i wyłączaniem

Możliwe jest wykorzystanie zdalnego sterowania **WL./WYL.**, aby włączać i wyłączać skrzynkę sterowniczą bez sterownika uczenia. Zwykle jest to stosowane:

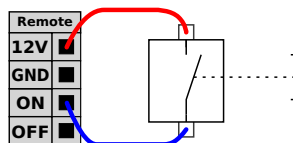
- kiedy sterownik uczenia jest niedostępny,
- kiedy konieczne jest utrzymanie pełnej kontroli przez system PLC,
- kiedy kilka robotów musi być włączanych i wyłączanych jednocześnie.

Zdalne sterowanie **WL./WYL.** udostępnia dodatkowe zasilanie 12 V małej mocy, które pozostaje aktywne kiedy skrzynka sterownika jest wyłączona. Wejście **WL** jest przeznaczone wyłącznie do krótkotrwałej aktywacji i działa w ten sam sposób, co przycisk **POWER (ZASILANIA)**. Wejście **WYL**. Można przyciskać, kiedy potrzeba. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej. Uwaga: Można wykorzystać funkcję oprogramowani do automatycznego ładowania i uruchamiania programów (patrz część II).

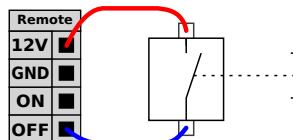
| Zaciski      | Parametr            | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|--------------|---------------------|------|------|-------|-----------|
| [12 V – GND] | Napięcie            | 10   | 12   | 13    | V         |
| [12 V – GND] | Prąd                | -    | -    | 100   | mA        |
| [ON / OFF]   | Napięcie nieaktywne | 0    | -    | 0,5   | V         |
| [ON / OFF]   | Napięcie aktywne    | 5    | -    | 12    | V         |
| [ON / OFF]   | Prąd wejściowy      | -    | 1    | -     | mA        |
| [ON]         | Czas aktywacji      | 200  | -    | 600   | ms        |

**Zdalny przycisk włączania**

Przykład pokazuje sposób podłączenia zdalnego przycisku **WŁ.**.


**Zdalny przycisk wyłączania**

Przykład pokazuje sposób podłączenia zdalnego przycisku **WYŁ.**.

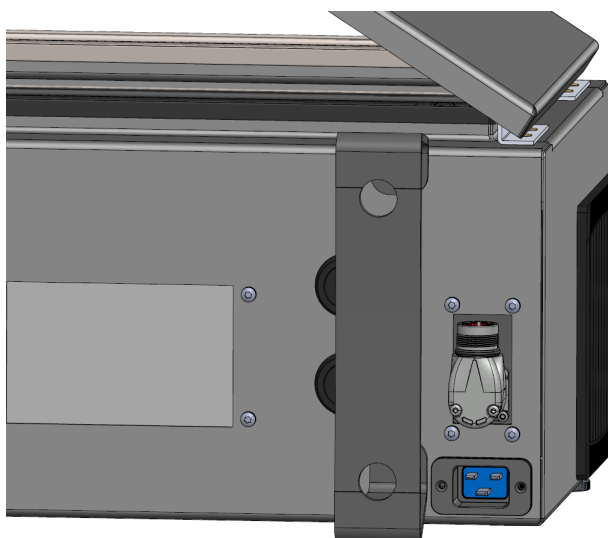

**PRZESTROGA:**

Nie wciskać i przytrzymywać wyjścia **WŁ** lub przycisku **ZASILANIE**, gdyż skrzynka sterownicza zostanie wyłączona bez zapisania danych. Do zdalnego wyłączania należy zawsze używać wejścia **WYŁ.**, ponieważ ten sygnał pozwala skrzynce sterowniczej na zapisanie, otwieranie plików i prawidłowe zamknięcie.

**5.5 Połączenie zasilania sieciowego**

Kabel zasilania ze skrzynki sterowniczej ma na końcu standardowy wtyk IEC. Do wtyku IEC należy podłączyć odpowiedni dla danego kraju wtyk lub kabel.

Aby robot był bardziej energiczny, skrzynka sterownicza musi być podłączona do zasilania poprzez standardową wtyczkę IEC C20 w dolnej części skrzynki sterowniczej i przez właściwy przewód IEC C19 (zob. ilustrację poniżej).



Połączenie sieciowe powinno być wyposażone w następujące funkcje:

- Uziemienie
- Bezpiecznik główny
- Wyłącznik różnicowo-prądowy

Zaleca się montaż przełącznika głównego, przez który zasilane jest całe wyposażenie z układu robota. Jest to wygodny sposób na odłączenie i oznaczenie (LOTO) na czas prac serwisowych. Parametry elektryczne przedstawiono w poniższej tabeli.

| Parametr                                         | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|--------------------------------------------------|------|------|-------|-----------|
| Napięcie wejściowe                               | 100  | -    | 265   | VAC       |
| Sieciowy bezpiecznik zewnętrzny (przy 100–200 V) | 8    | -    | 16    | A         |
| Sieciowy bezpiecznik zewnętrzny (przy 200-265V)  | 8    | -    | 16    | A         |
| Częstotliwość wejściowa                          | 47   | -    | 63    | Hz        |
| Moc w stanie gotowości                           | -    | -    | <1,5  | W         |
| Znamionowa moc robocza                           | 90   | 150  | 325   | W         |



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Robot musi być właściwie uziemiony (elektryczne połączenie z uziemieniem). Do utworzenia uziemienia wspólnego z pozostałym wyposażeniem systemu należy użyć niewykorzystanych śrub oznaczonych symbolami uziemienia wewnątrz skrzynki sterowniczej. Przewodnik uziemienia powinien mieć klasyfikację prądową co najmniej właściwą dla najwyższego natężenia w systemie.
2. Zasilanie doprowadzone do skrzynki sterownika musi być chronione przez wyłącznik różnicowo-prądowy (RCD) oraz właściwy bezpiecznik.
3. Podczas wszystkich prac instalacyjnych przy robocie konieczne jest odcięcie i oznaczenie (LOTO) wszystkich źródeł zasilania. Kiedy system jest odcięty, inne wyposażenie nie może zasilać elektrycznie układu we/wy robota.
4. Przed włączeniem zasilania skrzynki sterowniczej należy sprawdzić prawidłowość podłączenia wszystkich kabli. Zawsze należy używać oryginalnego przewodu zasilającego.

## 5.6 Połączenie robota

Przewód od robota musi być podłączony do złącza w dolnej części skrzynki sterowniczej (zob. ilustrację poniżej). Przed włączeniem ramienia robota należy się upewnić, że złącze jest właściwie zablokowane poprzez dwukrotny obrót złącza.

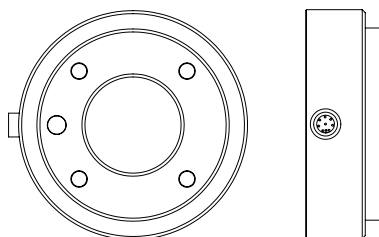
Należy obrócić złącze w prawo, aby ułatwić zablokowanie po podłączeniu przewodu.


**PRZESTROGA:**

1. Nie odłączać kabla robota przy włączonym ramieniu robota.
2. Nie przedłużać ani modyfikować oryginalnego kabla.

## 5.7 Narzędzie wejść/wyjść

Obok kołnierza narzędzia na nadgarstku #3 znajduje się złącze 8-pinowe przekazujące zasilanie oraz sygnały kontrolne różnym zaciskom i czujnikom, które można dołączyć do robota. Lumberg KKMV 8-354 jest odpowiednim kablem przemysłowym. Każda z ośmiu żył wewnątrz kabla ma różne kolory pełniące różne funkcje.



Przez to złącze podawane jest zasilanie oraz sygnały sterowania do zacisków i czujników używanych na danym narzędziu robota. Odpowiednie są poniższe kable przemysłowe:

- Lumberg RKM V 8-354.


**UWAGA:**

Złącze narzędzia należy ręcznie dokręcić maksymalnym momentem 0,4 Nm.

## 5.7 Narzędzie wejść/wyjść

Każda z ośmiu żył wewnątrz kabla ma różne kolory, które odpowiadają za różne funkcje. Patrz tabela poniżej:

| Kolor     | Sygnał       | Opis                                |
|-----------|--------------|-------------------------------------|
| Czerwony  | GND          | Uziemienie                          |
| Szary     | ZASILANIE    | 0 V/12 V/24 V                       |
| Niebieski | TO0/PWR      | Wyjścia cyfrowe 0 lub 0 V/12 V/24 V |
| Różowy    | TO1/GND      | Wyjścia cyfrowe 1 lub uziemienie    |
| Żółty     | TI0          | Wejścia cyfrowe 0                   |
| Zielony   | TI1          | Wejścia cyfrowe 1                   |
| Biały     | AI2 / RS485+ | Wejście analogowe 2 lub RS485+      |
| Brązowy   | AI3 / RS485- | Wejście analogowe 3 lub RS485-      |

Wewnętrzne źródło zasilania należy ustawić na poziomie 0 V, 12 V albo 24 V na karcie we/wy znajdującej się w interfejsie graficznym użytkownika GUI ( zob. część II). Parametry elektryczne przedstawiono poniżej:

| Parametr                        | Min. | Typ  | Maks.  | Jednostka |
|---------------------------------|------|------|--------|-----------|
| Napięcie zasilania w trybie 24V | 23,5 | 24   | 24,8   | V         |
| Napięcie zasilania w trybie 12V | 11,5 | 12   | 12,5   | V         |
| Prąd zasilania w obu trybach*   | -    | 1000 | 2000** | mA        |
| Dwustykowy obwód zasilania      | -    | 1500 | 2000** | mA        |

\*Zaleca się stosowanie ochronnej diody w przypadku obciążeń indukcyjnych

\*\*2000 mA maks. przez 1 sek. Maksymalny cykl pracy: 10%. Średnie natężenie nie może przekroczyć 1000 mA.

W dalszych sekcjach opisano różne wejścia i wyjścia narzędzia.



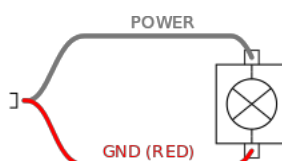
### UWAGA:

Kołnierz narzędzia jest podłączany do uziemienia GND (identycznie z przewodem koloru czerwonego).

### 5.7.1 Zasilanie narzędzia

#### Zasilanie

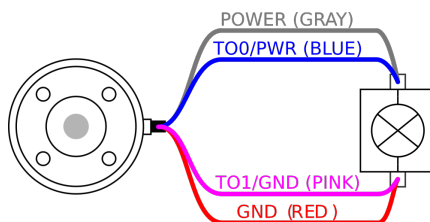
Wewnętrzne źródło zasilania należy ustawić na poziomie 0 V, 12 V albo 24 V na karcie we/wy w PolyScope (zob. część II).



## Dwustykowy obwód zasilania

W trybie dwustykowym prąd wyjściowy można zwiększyć zgodnie z informacjami w (5.7 tabela dwa).

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. Na liście po lewej stronie dotknąć pozycji **Ogólne**.
3. Dotknąć **We/wy narzędzia** i wybrać **Dwustykowy obwód zasilania**.
4. Połączyć przewód zasilania (szary) z przewodem T00 (niebieski) i przewód uziemienia (czerwony) z przewodem T01 (różowy).



### UWAGA:

Po zatrzymaniu awaryjnym robota napięcie zostaje ustawione do wartości 0 V dla obu styków zasilania (zasilanie jest wyłączone).

## 5.7.2 Cyfrowe wyjścia narzędzia

Wyjścia cyfrowe obsługują trzy różne tryby:

| Tryb                   | Aktywne | Nieaktywne |
|------------------------|---------|------------|
| Upływ (NPN)            | Nisko   | Otwarte    |
| Źródło (PNP)           | Wysoko  | Otwarte    |
| Konfiguracja Push/Pull | Wysoko  | Nisko      |

Tryb wyjścia każdego styku można skonfigurować na karcie Instalacja w obszarze we/wy narzędzia w PolyScope. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej:

| Parametr                  | Min. | Typ. | Maks. | Jednostka |
|---------------------------|------|------|-------|-----------|
| Napięcie przy rozwarciu   | -0,5 | -    | 26    | V         |
| Napięcie przy ujęciu 1 A  | -    | 0,08 | 0,09  | V         |
| Prąd przy ujęciu          | 0    | 600  | 1000  | mA        |
| Prąd przez uziemienie GND | 0    | 600  | 3000* | mA        |

\*3000 mA maks. przez 1 sek. Maksymalny cykl pracy: 10%. Średnie natężenie nie może przekroczyć 600 mA



### UWAGA:

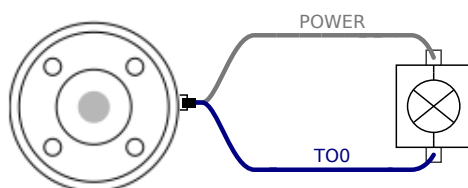
Po zatrzymaniu awaryjnym robota wyjścia cyfrowe (DO0 i DO1) zostają wyłączone (sygnał wysoki Z).

**PRZESTROGA:**

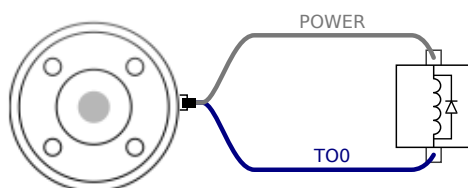
Wyjścia cyfrowe w narzędziu nie mają ograniczeń prądowych. Zastępowanie określonych danych może spowodować trwałe uszkodzenie.

**Używanie cyfrowych wyjść narzędzia**

Przykład ten ilustruje, w jaki sposób włączyć obciążenie, jeśli używane jest wewnętrzne źródło zasilania 12 V lub 24 V. Należy zdefiniować napięcie wyjściowe na karcie we/wy. Między złączem ZASILANIA a złączem ekranu/uziemienia występuje napięcie, nawet gdy obciążenie jest wyłączone.



Zaleca się stosowanie ochronnej diody w przypadku obciążeń indukcyjnych, jak pokazano poniżej.

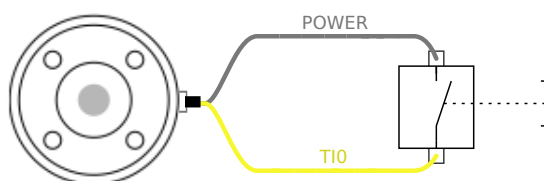
**5.7.3 Cyfrowe wejścia narzędzia**

Wejścia cyfrowe są w technologii PNP i posiadają małe rezystory obniżające. Oznacza to, że wejście pływające zawsze daje odczyt stanu niskiego. Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

| Parametr                            | Min. | Typ  | Maks. | Jednostka |
|-------------------------------------|------|------|-------|-----------|
| Napięcie wejściowe                  | -0,5 | -    | 26    | V         |
| Napięcie stanu logicznego niskiego  | -    | -    | 2,0   | V         |
| Napięcie stanu logicznego wysokiego | 5,5  | -    | -     | V         |
| Rezystancja wejścia                 | -    | 47 k | -     | $\Omega$  |

**Używanie cyfrowych wejść narzędzia**

Przykład pokazuje sposób podłączenia prostego przycisku.



### 5.7.4 Analogowe wejścia narzędzia

Analogowe wejścia narzędzia są nieróżnicowe i można je ustawić na karcie we/wy jako napięciowe (0-10 V) albo prądowe (4-20 mA) (zob. część II). Parametry elektryczne przedstawiono poniżej.

| Parametr                                           | Min. | Typ  | Maks. | Jednostka  |
|----------------------------------------------------|------|------|-------|------------|
| Napięcie wejścia w trybie napięciowym              | -0,5 | -    | 26    | V          |
| Rezystancja wejścia przy zakresie od 0V do 10V     | -    | 10,7 | -     | k $\Omega$ |
| Rozdzielczość                                      | -    | 12   | -     | bit        |
| Napięcie wejścia w trybie prądowym                 | -0,5 | -    | 5,0   | V          |
| Prąd wejścia w trybie prądowym                     | -2,5 | -    | 25    | mA         |
| Rezystancja wejścia przy zakresie od 4 mA do 20 mA | -    | 182  | 188   | $\Omega$   |
| Rozdzielczość                                      | -    | 12   | -     | bit        |

W kolejnych podsekcjach znajdują się dwa przykłady zastosowania wejść analogowych.



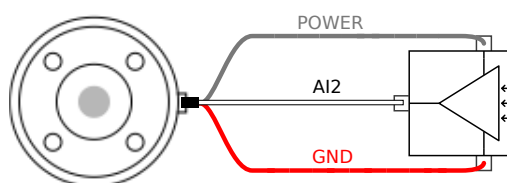
#### PRZESTROGA:

1. Wejścia analogowe w trybie prądowym nie są chronione przed przepięciami. Przekroczenie limitu z parametrów elektrycznych może spowodować trwałe uszkodzenie wejścia.

#### Używanie analogowych wejść narzędzia, nieróżnicowych

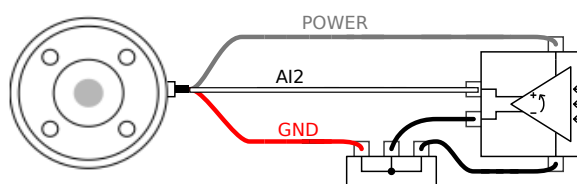
Przykład pokazuje połączenie czujnika analogowego z nieróżnicowym wyjściem. Wyjście czujnika może być zarówno prądowe jak i napięciowe, pod warunkiem, że tryb wejścia danego wejścia analogowego jest ustawiony tak samo na karcie we/wy.

Uwaga: Należy sprawdzić, czy czujnik z wyjściem napięciowym może poradzić sobie z wewnętrzną rezystancją narzędzia. W przeciwnym razie pomiar będzie nieprawidłowy.



#### Używanie analogowych wejść narzędzia, różnicowych

Przykład pokazuje połączenie czujnika analogowego z różnicowym wyjściem. Podłączenie ujemnego zacisku wyjścia do GND (0 V), wtedy działanie będzie identyczne z czujnikiem nieróżnicowym.



### 5.7.5 We/Wy narzędzia komunikacji

- **Zapytania sygnałowe** Sygnały RS485 wykorzystują wewnętrzne biasy uszkodzenia w kierunku bezpiecznym. Jeśli załączone urządzenie nie obsługuje danego uszkodzenia w kierunku bezpiecznym, biasy sygnałowe należy wykonać poprzez załączone narzędzie lub do dane zewnętrznie poprzez dodanie rezystorów podwyższających do RS485+ oraz obniżających do RS485-.
- **Czas przesyłu** Czas przesyłu informacji za pośrednictwem złącza narzędzia waha się od 2 ms do 4 ms, liczone od momentu napisania wiadomości na komputerze do początku wiadomości na RS485. Dane wysłane do złącza narzędzia są zachowywane na buforze aż do momentu wyczyszczenia linii. Po otrzymaniu 1000 bajtów danych informacja jest zapisywana na urządzeniu.

|            |                                               |
|------------|-----------------------------------------------|
| Miary bod  | 9,6k; 19,2k; 38,4k; 57'6k; 115,2k; 1M, 2M, 5M |
| Bity stopu | 1, 2                                          |
| Parzystość | Brak;Przypadkowy;Regularny                    |



## 6 Konserwacja i naprawa

Konieczne jest przeprowadzanie prac konserwacyjnych i naprawczych zgodnie z wszystkimi zaleceniami bezpieczeństwa z tego podręcznika.

Konieczne jest przeprowadzanie prac konserwacyjnych, kalibracji i prac naprawczych zgodnie z najnowszą wersją podręczników serwisowych oraz strony wsparcia <http://www.universal-robots.com/support>.

Naprawy mogą wykonywać wyłącznie autoryzowani integratorzy systemów lub firma Universal Robots.

Wszelkie części zwracane do Universal Robots należy zwracać zgodnie z podręcznikiem serwisowym.

### 6.1 Instrukcje bezpieczeństwa

Po pracach konserwacyjnych i naprawczych konieczne jest przeprowadzenie kontroli, aby zapewnić wymagany poziom bezpieczeństwa. Podczas tej kontroli muszą być przestrzegane obowiązujące krajowe i lokalne przepisy bezpieczeństwa. Należy również sprawdzić prawidłowe działanie wszystkich funkcji bezpieczeństwa.

Celem prac konserwacyjnych i naprawczych jest zapewnienie utrzymania sprawności systemu lub przywrócenie go do stanu działania w przypadku awarii. Poza samą naprawą prace naprawcze obejmują także rozwiązywanie problemów.

Podczas pracy przy ramieniu robota lub skrzynce sterowniczej należy stosować się do poniższych procedur bezpieczeństwa i ostrzeżeń.



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Nie wprowadzać żadnych zmian w konfiguracji bezpieczeństwa oprogramowania (np. limitu siły). Konfigurację bezpieczeństwa opisano w podręczniku PolyScope. W przypadku zmiany dowolnego parametru bezpieczeństwa cały system robota należy uznać za nowy, co oznacza, że wymagana jest właściwa aktualizacja wszystkich procedur zatwierdzenia bezpieczeństwa, włącznie z oceną ryzyka.
2. Wadliwe komponenty należy wymieniać na nowe o takim samym numerze artykułu lub równoważne zatwierdzone do takiego celu przez Universal Robots.
3. Natychmiast po zakończeniu naprawy należy przywrócić wszelkie odłączone funkcje bezpieczeństwa.
4. Wszystkie naprawy należy udokumentować, a dokumentację przechowywać w zbiorze technicznym przypisanym do kompletnego systemu robota.



**NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

1. Odłączyć doprowadzający kabel zasilania sieciowego z dolnej części skrzynki sterownicznej, aby zapewnić całkowite odcięcie zasilania. Wyłączyć wszelkie pozostałe źródła zasilania podłączone do ramienia robota lub skrzynki sterownicznej. Zastosować konieczne środki ostrożności, aby uniemożliwić innym osobom włączenie zasilania systemu w czasie trwania naprawy.
2. Przed włączeniem zasilania należy sprawdzić połączenie z uziemieniem.
3. Podczas demontażu ramienia robota lub skrzynki sterownicznej należy przestrzegać zasad ochrony przed wyładowaniami elektrostatycznymi.
4. Należy unikać demontażu elementów zasilania wewnątrz skrzynki sterownicznej. Wewnątrz tych elementów mogą utrzymywać się wysokie napięcia (do 600 V) przez kilka godzin po wyłączeniu skrzynki sterownicznej.
5. Należy chronić ramię robota i skrzynkę sterowniczą przed przedostawaniem się do nich wody i pyłu.

## 7 Utylizacja i środowisko

serii e firmy Universal Robots muszą być utylizowane zgodnie ze stosownym krajowym prawem, przepisami i normami.

serii e firmy Universal Robots są produkowane przy ograniczonym wykorzystaniu niebezpiecznych substancji w celu ochrony środowiska, jak określono w europejskiej dyrektywie 2011/65/EU (RoHS). Do tych substancji zaliczają się rtęć, kadm, ołów, chrom sześciowartościowy, wielobromek bifenylu i estry wielobromku bifenylu.

Opłata za utylizację i postępowanie z odpadami elektronicznymi z robotów serii e firmy Universal Robots sprzedanych na terenie Danii jest już wniesiona do systemu DPA przez Universal Robots A/S. Importerzy w krajach, w których obowiązuje europejska dyrektywa 2012/19/EU (WEEE) muszą sami zadbać o rejestrację w krajowym rejestrze WEEE własnego kraju. Opłata jest zwykle mniejsza niż 1 EUR za robota. Lista krajowych rejestrów: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Poniższe symbole są mocowane na robocie, aby wskazać zgodność z powyższymi prawami:





## 8 Certyfikaty

Ten rozdział zawiera zbiór świadectw i deklaracji przygotowanych dla produktu.

### 8.1 Certyfikaty organów niezależnych

Certyfikacja przez organy niezależne jest dobrowolna. Jednak w celu zapewnienia jak najlepszych usług dla integratorów robotów, firma UR zdecydowała się na certyfikowanie własnych robotów przez uznane instytuty kontroli:



#### **TÜV NORD**

serii e firmy Universal Robots jest zatwierdzone przez TÜV NORD, jednostkę notyfikowaną w UE według dyrektywy maszynowej 2006/42/WE. Kopia certyfikatu zatwierdzającego bezpieczeństwo TÜV NORD znajduje się w załączniku B.



#### **DELTA**

Roboty UR serii e firmy Universal Robots zostały sprawdzone przez organizację DELTA. Certyfikat kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz certyfikat badań środowiskowych można znaleźć w załączniku B.



**Sprzęt elektryczny** Roboty serii e firmy Universal Robots są zgodne z metodami zarządzania kontrolą zanieczyszczeń **elektroniczny** przez elektroniczne wyroby informatyczne China (RoHS) w Chi-RoHS. Kopia tabeli Deklaracji Produktowej znajduje się w załączniku B



**Bezpieczeństwo KCC** Zgodnie z informacjami dotyczącymi rejestracji KC robot e-Series firmy Universal Robots UR5e został oceniony w zakresie zgodności w środowisku roboczym. Istnieje więc ryzyko wystąpienia zakłóceń radiowych podczas jego używania w środowisku domowym. Kopia certyfikatu bezpieczeństwa KCC znajduje się w załączniku B

## 8.2 Certyfikaty dostawców niezależnych



### Środowisko

Według naszych dostawców, palety wysyłkowe dla robotów serii e firmy Universal Robots są zgodne z duńskimi wymogami ISPM-15 dotyczącymi produkcji opakowań drewnianych. Zostały oznaczone zgodnie z programem.

## 8.3 Certyfikat testów producenta



### UR

serii e firmy Universal Robots nieustannie są testowane wewnętrznie oraz poddane procedurom badania na koniec procesu produkcji. Procesy testowe robotów UR są bezustannie analizowane i ulepszone.

## 8.4 Deklaracje według dyrektyw UE

Mimo, że odnoszą się głównie do obszaru Europy, niektóre państwa poza kontynentem uznają lub/i wymagają **deklaracji UE**. Dyrektywy europejskie są dostępne na oficjalnej witrynie internetowej: <http://eur-lex.europa.eu>.

Roboty UR są atestowane zgodnie z wymienionymi niżej dyrektywami.

### 2006/42/WE – dyrektywa maszynowa (MD)

Zgodnie z dyrektywą maszynową 2006/42/WE, roboty serii e firmy Universal Robots są traktowane jako **częściowo ukończone maszyny**, i jako takie nie są oznaczone symbolem **CE**.

Jeśli robot UR ma być używany w środowisku z pestycydami, należy mieć na względzie dyrektywę 2009/127/WE. Deklaracja zgodności dla podzespołu zgodna z dyrektywą 2006/42/WE, aneks II 1.B jest przedstawiona w załączniku B.

### 2006/95/WE – dyrektywa niskonapięciowa (LVD)

### 2004/108/WE – kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)

### 2011/65/EU – dyrektywa ws. ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (RoHS)

### 2012/19/EU – dyrektywa ws. zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE)

Deklaracje zgodności z powyższymi dyrektywami są dołączone do deklaracji zgodności dla podzespołu w dodatku B.

Znak **CE** jest dołączany zgodnie z powyższymi dyrektywami oznakowania **CE**. Informacje dotyczące odpadów elektrycznych oraz elektronicznych zawarto w rozdziale 7.

Informacje na temat norm stosowanych przy opracowywaniu robota zawiera dodatek C.

## 9 Gwarancje

### 9.1 Gwarancja na produkt

Użytkownik (klient), bez uszczerbku dla wszelkich innych roszczeń, jakie może wysuwać względem przedstawiciela lub sprzedawcy detalicznego, otrzymuje gwarancję producenta na podanych poniżej warunkach:

W przypadku, kiedy w nowych urządzeniach oraz ich podzespołach wystąpią wady produkcyjne i/lub materiałowe w ciągu 12 miesięcy od rozpoczęcia pracy (maksymalnie 15 miesięcy od wysyłki), firma Universal Robots zapewni niezbędne części zapasowe, podczas gdy użytkownik (klient) zapewni godziny robocze do wymiany części zapasowych, albo wymieni uszkodzoną część na inną część odzwierciedlającą aktualny stan zaawansowania technologii, albo naprawi rzeczoną część. Niniejsza gwarancja nie będzie obowiązywać, jeśli uszkodzenie urządzenia będzie można przypisać nieprawidłowemu obchodzeniu się z nim i/lub nieprzestrzeganiu informacji zawartych w podręcznikach użytkownika. Niniejsza gwarancja nie będzie dotyczyć ani obejmować usług przeprowadzanych przez autoryzowanego dealera lub samego klienta (np. instalacji, konfiguracji, pobierania oprogramowania). Jako dowód do uzyskania gwarancji konieczny będzie dowód zakupu wraz z datą zakupu. Roszczenia gwarancyjne muszą zostać zgłoszone przed upływem dwóch miesięcy od momentu stwierdzenia wady. Urządzenia i podzespoły wymienione przez firmę Universal Robots lub jej zwrócone staną się jej własnością. Wszelkie inne roszczenia wynikające z lub związane z urządzeniem nie będą objęte niniejszą gwarancją. Żadne z postanowień niniejszej gwarancji nie będzie ograniczać ani wyłączać ustawowych praw klienta, ani też odpowiedzialności producenta za śmierć lub obrażenia osobiste wynikające z zaniedbania z jego strony. Czas trwania gwarancji nie będzie przedłużany przez usługi udzielane na mocy niniejszej gwarancji. O ile nie istnieją inne standardowe postanowienia gwarancyjne, firma Universal Robots zastrzega sobie prawo obciążenia klienta kosztami wymiany lub naprawy. Powyższe postanowienia nie implikują przeniesienia ciężaru dowodu na niekorzyść klienta. W przypadku urządzenia z widocznymi wadami firma Universal Robots nie będzie odpowiedzialna za żadne szkody: pośrednie, uboczne, szczególne ani wynikowe, m.in. utratę zysków, przydatności, straty produkcyjne ani uszkodzenia innego sprzętu produkcyjnego.



#### PRZESTROGA:

Z zasady odradza się używania przyspieszeń wyższych niż wymagane do danego zastosowania. Wysokie przyspieszenia, szczególnie w połączeniu z wysokimi obciążeniami, mogą prowadzić do skrócenia okresu eksploatacji robota. W przypadku zastosowań z krótkimi czasami cykli i wysokimi wymogami w zakresie prędkości zazwyczaj zaleca się jak najczęstsze stosowanie funkcji mieszania w celu zagwarantowania płynniejszej trajektorii bez konieczności stosowania wysokich przyspieszeń.

## 9.2 Zastrzeżenie

Firma Universal Robots nieustannie pracuje nad usprawnianiem niezawodności i wydajności swoich produktów, w związku z czym zastrzega sobie prawo do usprawnienia produktu bez wcześniejszego informowania o tym fakcie. Firma Universal Robots dołożyła wszelkich starań, aby upewnić się, że treść niniejszego podręcznika jest prawidłowa i precyzyjna, jednakże firma nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek błędy lub brakujące informacje.

## A Czas zatrzymania i odległość zatrzymania



### UWAGA:

Można ustawić maksymalny bezpieczny czas i odległość zatrzymania zdefiniowany przez użytkownika. Zob. 2.1 i 13.2. W przypadku stosowania ustawień zdefiniowanych przez użytkownika prędkość programu jest dostosowana dynamicznie do wybranych limitów.

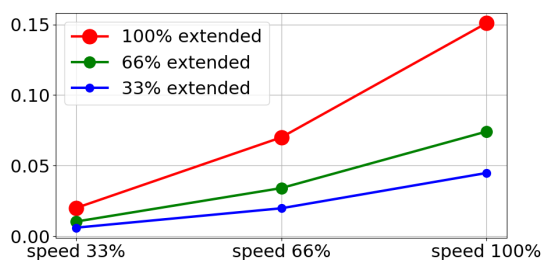
Dane graficzne podane dla **Przegubu 0 (podstawa)**, **Przegubu 1 (ramię)** i **Przegubu 2 (łokieć)** są ważne dla odległości zatrzymania oraz czasu zatrzymania:

- Kategoria 0
- Kategoria 1
- Kategoria 2

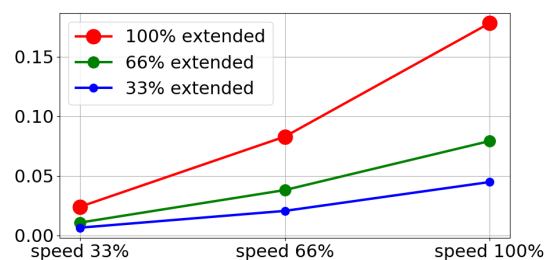
Uwaga: Podane wartości dotyczą najgorszego przypadku; rzeczywiste wartości będą się od nich różnić.

Test w **przegubie 0** został wykonany przez ruch poziomy, czyli z osią obrotu prostopadłą do podłoża.

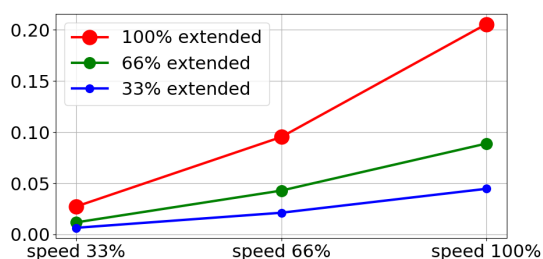
Podczas testu **przeguby 1 i 2** robota podążały w trajektorii pionowej, czyli osie obrotu były równoległe do podłoża, a zatrzymanie wykonano kiedy robot poruszał się do dołu.



(a) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu 33%

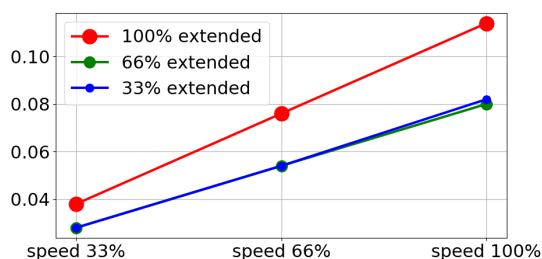


(b) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu 66%

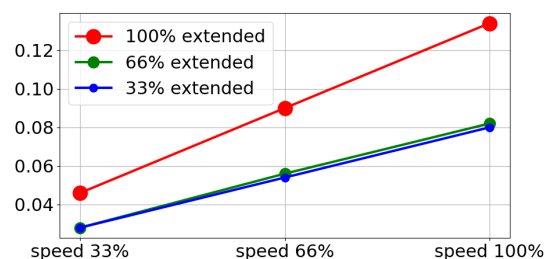


(c) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu

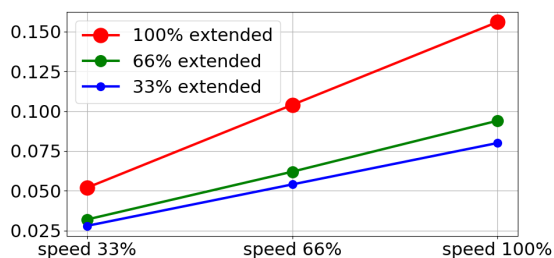
Rysunek A.1: Odległość zatrzymania dla przegubu 0 (PODSTAWA)



(a) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu 33%

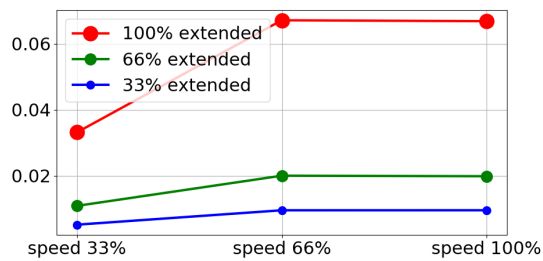


(b) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu 66%

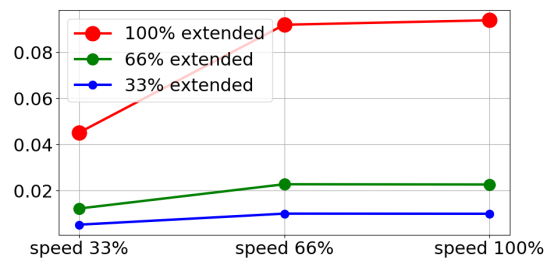


(c) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu

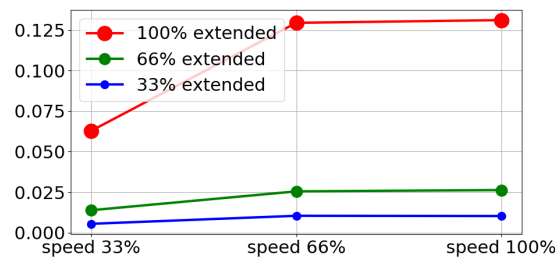
Rysunek A.2: Czas zatrzymania dla przegubu 0 (PODSTAWA)



(a) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu 33%

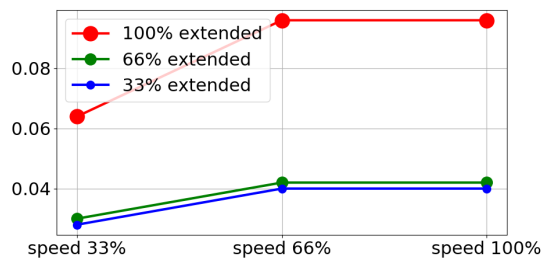


(b) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu 66%

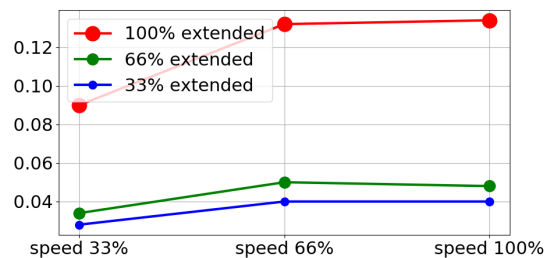


(c) Odległość zatrzymania w metrach przy maksymalnym obciążeniu

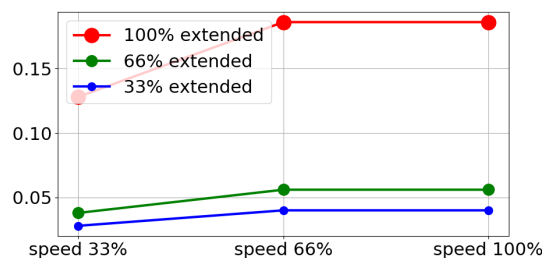
Rysunek A.3: Odległość zatrzymania dla przegubu 1 (RAMIĘ)



(a) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu 33%

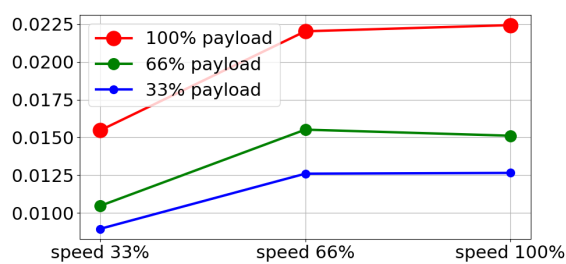


(b) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu 66%

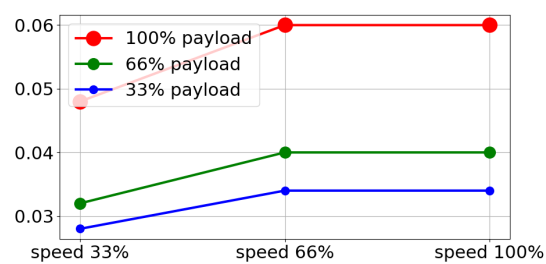


(c) Odległość zatrzymania w sekundach przy maksymalnym obciążeniu

Rysunek A.4: Czas zatrzymania dla przegubu 1 (RAMIĘ)



(a) Odległość zatrzymania w metrach przy pełnym obciążeniu



(b) Czas zatrzymania w sekundach przy pełnym obciążeniu

Rysunek A.5: Odległość i czas zatrzymania dla przegubu 2 (ŁOKIEĆ)

## B Deklaracje i świadectwa

This chapter presents certificates and declarations prepared for the e-Series robots with the standard control box.

### B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

|                                                                       |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manufacturer:                                                         |                                                                  | Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                       | Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>DK-5260 Odense S Denmark | David Brandt<br>Technology Officer, R&D<br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25, DK-5260 Odense S                                                                                                                                                                        |
| Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s): |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                       | Product and Function:<br><br>Model:<br>Serial Number:            | Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).<br>UR3e, UR5e, UR10e, UR16e (e-Series)<br>Starting 20195000000 and higher – Effective 17 August 2019 |
|                                                                       | Incorporation:                                                   | Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e and UR16e shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.      |

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

- I **Machinery Directive 2006/42/EC** – The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II **Low-voltage Directive 2014/35/EU** – Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III **EMC Directive 2014/30/EU** – Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV **RoHS Directive 2011/65/EU** – Reference the RoHS Directive 2011/65/EU

V WEEE Directive 2012/19/EU – Reference to WEEE Directive 2012/19/EU

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reference the harmonized standards used, referred to in Article 7(2) of the MD & LV Directives and Article 6 of the EMC Directive                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
| (I) EN ISO 10218-1:2011<br><br>TUV Nord Cert. 4470814097607<br>(I) EN ISO 13732-1:2008<br><br>(I) EN ISO 13849-1:2015<br>TUV Nord Cert. 4420714097610<br>(I) EN ISO 13849-2:2012                                                                                                                                            | (I) EN ISO 13850:2015<br><br>(I) EN 1037:1995+A1:2008<br>(II) EN 60204-1:2006/A1:2010<br><br>(II) EN 60320-1:2001/A1:2007<br>(II) EN 60529:1991/A2:2013 | (II) EN 60947-5-1:1997/A11:2013<br>(III) EN 61000-6-2:2005<br>(III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011<br>(II) EN 61131-2:2007<br>(II) EN 61140:2002/A1:2006                |
| Reference to other technical standards and specifications used:                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |
| (I) ISO/TS 15066 as applicable<br>(III) IEC 60068-2-1:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-2:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-27:2008                                                                                                                                                                                                 | (III) IEC 60068-2-64:2008<br>(II) IEC 60664-1:2007<br><br>(II) IEC 60664-5:2007<br><br>(II) IEC 61326-3-1:2008                                          | (II) IEC 61784-3:2010 (SIL2)<br>ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators) |
| <p>The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities.</p> <p>Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.</p> |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                    |

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark  
CVR-nr. 29 13 80 60



Roberta Nelson Shea  
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989  
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com  
[www.universal-robots.com](http://www.universal-robots.com)



## B.2 Deklaracja zgodności dla podzespołu CE/EU (tłumaczenie oryginału)

|                                                                    |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Producent:                                                         |                                                                | Osoba w społeczności mająca autoryzację do sporządzenia technicznego:                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                    | Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>DK-5260 Odense S Dania | David Brandt<br>Kierownik ds. technologii, dział badawczo-rozwojowy &<br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25, DK-5260 Odense S                                                                                                                                                                        |
| Opis oraz oznaczenia identyfikacyjne częściowo ukończonych maszyn: |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                    | Produkt i jego przeznaczenie:<br><br>Model:<br>Numer seryjny:  | Robot przemysłowy (manipulator wieloosiowy z sterownikiem głównym i sterownikiem uczenia). Przeznaczenie zależy od specyfikacji ukończonej maszyny (typu chwytaków i ich przeznaczenia).<br>UR3e, UR5e, UR10e, UR16e (e-Series)<br>Od 20195000000 wzwyż – Obowiązuje od poniedziałek, 17 sierpień 2019 |
|                                                                    | Zgodność:                                                      | Roboty firmy Universal Robots UR3e, UR5e, UR10e i UR16e mogą być użytkowane tylko po zintegrowaniu ich z ukończoną maszyną (systemem robotów, komórką lub zastosowaniem) spełniającą wymogi dyrektywy maszynowej i innych stosownych dyrektyw.                                                         |

Niniejszym oświadczam się, że powyższe produkty (tak, jak są dostarczane) spełniają wymogi dyrektyw opisanych szczegółowo poniżej:

- I **Dyrektywa maszynowa 2006/42/WE** – Spełnione zostały następujące podstawowe wymagania: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3  
Niniejszym oświadczam się, że odpowiednia dokumentacja techniczna została sporządzona zgodnie z Częścią B Załącznika VII Dyrektywy maszynowej.
- II **Dyrektywa niskonapięciowa 2014/35/EU** – Odwołania do dyrektywy niskonapięciowej i norm zharmonizowanych zastosowanych poniżej.
- III **Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej 2014/30/EU** – Odwołania do dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej i norm zharmonizowanych zastosowanych poniżej.
- IV **Dyrektywa RoHS 2011/65/EU** – Odwołania do dyrektywy RoHS 2011/65/EU
- V **Dyrektywa WEEE 2012/19/EU** – Odwołania do dyrektywy WEEE 2012/19/EU



## UNIVERSAL ROBOTS B.2 Deklaracja zgodności dla podzespołu CE/EU (tłumaczenie oryginału)

Odwołania do stosowanych norm zharmonizowanych, zgodnie z Artykułem 7(2) dyrektyw maszynowej & i niskonapięciowej oraz Artykułem 6 dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (I) EN ISO 10218-1:2011<br><br>Cert. TUV Nord 4470814097607<br>(I) EN ISO 13732-1:2008<br><br>(I) EN ISO 13849-1:2015<br>Cert. TUV Nord 4420714097610<br>(I) EN ISO 13849-2:2012 | (I) EN ISO 13850:2015<br><br>(I) EN 1037:1995+A1:2008<br>(II) EN 60204-1:2006/A1:2010<br><br>(II) EN 60320-1:2001/A1:2007<br>(II) EN 60529:1991/A2:2013 | (II) EN 60947-5-5:1997/A11:2013<br>(III) EN 61000-6-2:2005<br>(III) EN 61000-6-4:2007/A1:2011<br>(II) EN 61131-2:2007<br>(II) EN 61140:2002/A1:2006 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Odwołania do innych zastosowanych norm technicznych oraz specyfikacji:

|                                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (I) ISO/TS 15066 as applicable<br>(III) IEC 60068-2-1:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-2:2007<br><br>(III) IEC 60068-2-27:2008 | (III) IEC 60068-2-64:2008<br>(II) IEC 60664-1:2007<br><br>(II) IEC 60664-5:2007<br><br>(II) IEC 61326-3-1:2008 | (II) IEC 61784-3:2010 (SIL2)<br>ISO 14664-1:2015 (Clean-room Class 6 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3e, UR5e, UR10e and UR16e manipulators) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Producent, lub jego autoryzowany przedstawiciel, przekaże odpowiednie informacje dotyczące częściowo ukończonej maszyny w razie uzasadnionego żądania ze strony władz krajowych.

Zatwierdzenie systemu całkowitego zapewnienia jakości (ISO 9001) wydane przez jednostkę notyfikowaną Bureau Veritas, certyfikat nr DK008850.

Odense Denmark, 17 August 2019

Name:

Position/ Title

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark  
CVR-nr. 29 13 80 60

Roberta Nelson Shea  
Global Technical Compliance Officer

Phone +45 8993 8989  
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com  
[www.universal-robots.com](http://www.universal-robots.com)

**B.3 Certyfikat systemu bezpieczeństwa**

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This certifies that the company

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen  
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated

Fertigungsstätte  
Manufacturing plant

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

Beschreibung des Produktes  
(Details s. Anlage 1)  
Description of product  
(Details see Annex 1)

**Industrial robot UR16e, UR10e, UR5e and UR3e**



Geprüft nach  
Tested in accordance with

**EN ISO 10218-1:2011**

Registrier-Nr. / Registered No. 44 780 14097607  
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9416  
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity  
von / from 2019-07-16  
bis / until 2024-07-15

  
Zertifizierungsstelle der  
TUV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TUV NORD CERT GmbH    Langemarckstraße 20    45141 Essen    [www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
Please also pay attention to the information stated overleaf



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This is to certify, that the company

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.  
is authorized to provide the product described below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte:  
Manufacturing plant:

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**5260 Odense S**  
**Denmark**

Beschreibung des Produktes  
(Details s. Anlage 1)  
Description of product  
(Details see Annex 1)

**Universal Robots Safety System e-Series**  
**for UR16e, UR10e, UR5e and UR3e robots**

Geprüft nach:  
Tested in accordance with:

**EN ISO 13849-1:2015, Cat.3, PL d**



Registrier-Nr. / Registered No. 44 207 14097610  
Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3524 9741  
Aktenzeichen / File reference 8003008239

Gültigkeit / Validity  
von / from 2019-07-16  
bis / until 2024-07-15

  
Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH  
Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2019-07-16

TÜV NORD CERT GmbH    Langemarkstraße 20    45141 Essen    [www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
Please also pay attention to the information stated overleaf

## B.4 Sprzęt elektryczny i elektroniczny (RoHS) w Chinach

Management Methods for Controlling Pollution  
by Electronic Information Products  
Product Declaration Table  
For Toxic or Hazardous Substances  
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式



| Product/Part Name<br>产品/部件名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素 |                   |                   |                                        |                                           |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 铅<br>Lead (Pb)                                        | 汞<br>Mercury (Hg) | 镉<br>Cadmium (Cd) | 六价<br>Hexavalent<br>Chromium<br>(Cr+6) | 多溴联苯<br>Polybrominated<br>biphenyls (PBB) | 多溴二苯醚<br>Polybrominated<br>diphenyl ethers<br>(PBDE) |
| UR Robots<br>UR3 / UR5 / UR10<br>UR机器人<br>UR3/UR5/UR10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | X                                                     | O                 | X                 | O                                      | X                                         | X                                                    |
| <p>O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006.<br/>O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。</p> <p>X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006.<br/>X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。</p> <p>(企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。)</p> <p>Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period:<br/>下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间:</p> <p>Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces<br/>驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口</p> <p>Refer to product manual for detailed conditions of use.<br/>详细使用情况请阅读产品手册。</p> <p>Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability.<br/>Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务</p> |                                                       |                   |                   |                                        |                                           |                                                      |

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at <http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility>, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

## B.5 Bezpieczeństwo KCC



### 자율안전확인 신고증명서

|                 |                                      |                                      |         |                   |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| 신청인             | 사업장명                                 | Universal Robots A/S                 | 사업장관리번호 | 2016E110079       |
|                 | 사업자등록번호                              | 016E110079                           | 대표자 성명  | Klaus Vestergaard |
|                 | 소재지                                  | Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark |         |                   |
| 자율안전인증대상 기계·기구명 |                                      |                                      |         |                   |
|                 |                                      | 산업용로봇                                |         |                   |
| 형식(규격)          | UR5e                                 | 용량(등급)                               | 6 axis  |                   |
| 자율안전확인번호        | 18-AB2EQ-01603                       |                                      |         |                   |
| 제조사             | Universal Robots A/S                 |                                      |         |                   |
| 소재지             | Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark |                                      |         |                   |

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라  
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장



## B.6 Certyfikat badania środowiskowego

### Climatic and mechanical assessment



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Client</b><br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>5260 Odense S<br>Denmark                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Force Technology project no.</b><br>117-32120                                                                                                        |
| <b>Product identification</b><br>UR 3 robot arms<br>UR 3 control boxes with attached Teach Pendants.<br>UR 5 robot arms<br>UR5 control boxes with attached Teach Pendants.<br>UR10 robot arms:<br>UR10 control boxes with attached Teach Pendants.<br>See reports for details.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
| <b>Force Technology report(s)</b><br>DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069<br>DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                         |
| <b>Other document(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |
| <b>Conclusion</b><br>The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details).<br><br>IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h<br>IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h<br>IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h<br>IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g <sup>2</sup> /Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h<br>IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks |                                                                                                                                                         |
| <b>Date</b><br><br>Hørsholm, 25 August 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Assessor</b><br><br><br>Andreas Wendelboe Højsgaard<br>M.Sc.Eng. |

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

## B.7 Certyfikat badania EMC



# Attestation of Conformity

**AoC no. 1645**

Project / task no. 117-29565

DELTA has performed compliance test on electrical products since 1967. DELTA is an accredited test house according to EN17025 and participates in the international standardisation organisation CEN/CENELEC, IEC/CISPR and ETSI. This attestation of conformity with the below mentioned standards and/or normative documents is based on accredited tests and/or technical assessments carried out at DELTA – a part of FORCE Technology.

**Client**

Universal Robots A/S  
Energivej 25  
5260 Odense  
Denmark

**Product identification (type(s), serial no(s).)**

UR robot generation 5, G5 for models UR3, UR5, and UR10

**Manufacturer**

Universal Robots A/S

**Technical report(s)**

EMC test of UR robot generation 5, DELTA project no.117-29565-1 DANAK 19/18171

**Standards/Normative documents**

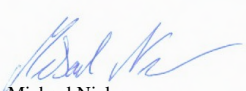
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6  
EN 61326-3-1:2008 Industrial locations SIL 2  
EN/(IEC) 61000-6-1:2007  
EN/(IEC) 61000-6-2:2005  
EN/(IEC) 61000-6-3:2007+A1  
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1  
EN/(IEC) 61000-3-2:2014  
EN/(IEC) 61000-3-3:2013

DELTA – a part of  
FORCE Technology  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Denmark

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same properties and quality. This attestation does not contain any statements pertaining to the requirements pursuant to other standards, directives or laws other than the above mentioned.

Tel. +45 72 19 40 00  
Fax +45 72 19 40 01  
www.delta.dk  
VAT No. 55117314

Hørsholm, 15 August 2017



Michael Nielsen  
Specialist, Product Compliance

20aocctest-uk-j

## C Stosowne normy

W tej sekcji opisano właściwe normy stosowane podczas rozwoju ramienia robota i skrzynki sterowniczej. Każde wystąpienie numeru dyrektywy europejskiej w nawiasie oznacza, że norma jest harmonizowana zgodnie z tą dyrektywą.

Norma nie stanowi obowiązującego prawa. Norma jest dokumentem opracowanym przez uczestników danej branży i definiuje zwyczajowe wymagania bezpieczeństwa i wydajności dotyczące produktu lub grupy produktów.

Skróty mają następujące znaczenie:

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| ISO  | International Standardization Organization |
| IEC  | International Electrotechnical Commission  |
| EN   | European Norm                              |
| TS   | Technical Specification                    |
| TR   | Technical Report                           |
| ANSI | American National Standards Institute      |
| RIA  | Robotic Industries Association             |
| CSA  | Canadian Standards Association             |

Zgodność z poniższymi normami jest gwarantowana tylko w przypadku przestrzegania wszystkich instrukcji instalacji, bezpieczeństwa i zaleceń.

**ISO 13849-1:2006 [PLd]**

**ISO 13849-1:2015 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

**EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/WE]**

**EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/WE)**

*Safety of machinery – Safety-related parts of control systems*

*Part 1: General principles for design*

*Part 2: Validation*

System kontroli bezpieczeństwa jest opracowany zgodnie z poziomem działania d (PLd) i zgodnie z wymaganiami tych norm.

**ISO 13850:2006 [kategoria zatrzymywania 1]**

**ISO 13850:2015 [kategoria zatrzymywania 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [kategoria zatrzymywania 1 – 2006/42/WE]**

**EN ISO 13850:2015 [kategoria zatrzymywania 1 – 2006/42/WE]**

*Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*



Funkcja zatrzymania awaryjnego jest opracowana zgodnie z kategorią zatrzymywania 1 według tej normy. Kategoria zatrzymywania 1 definiuje kontrolowane zatrzymanie przy zasilaniu silników, a następnie odcięcie zasilania po zatrzymaniu.

---

**ISO 12100:2010****EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/WE]**

*Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

Roboty UR są oceniane zgodnie z zasadami tej normy.

---

**ISO 10218-1:2011****EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/WE]**

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots*

*Part 1: Robots*

Ta norma jest przeznaczona dla producenta robota, a nie integratora. Druga część (ISO 10218-2) jest przeznaczona dla integratora robota, ponieważ dotyczy instalacji i konstrukcji układu robota.

---

**ANSI/RIA R15.06-2012**

*Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*

Ta amerykańska norma odpowiada normom ISO 10218-1 i ISO 10218-2 połączonym w jednym dokumencie. Język angielski jest zmieniony z brytyjskiego na amerykański, lecz treść pozostała identyczna.

Część druga (ISO 10218-2) tej normy jest przeznaczona dla integratora systemu robota, a nie dla Universal Robots.

---

**CAN/CSA-Z434-14**

*Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements*

Ta kanadyjska norma odpowiada normom ISO 10218-1 (zob. wyżej) i -2 połączonym w jednym dokumencie. Organizacja CSA wprowadziła dodatkowe wymagania dla użytkowników systemu robota. Niektóre z tych wymagań mogą być przeznaczone dla integratora robota.

Część druga (ISO 10218-2) tej normy jest przeznaczona dla integratora systemu robota, a nie dla Universal Robots.

---

**IEC 61000-6-2:2005****IEC 61000-6-4/A1:2010****EN 61000-6-2:2005 [2004/108/WE]****EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/WE]**

*Electromagnetic compatibility (EMC)*

*Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments*

*Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments*

Te normy definiują wymagania dotyczące zakłóceń elektrycznych i elektromagnetycznych. Spełnienie tych wymagań zapewni, że roboty UR będą prawidłowo działać w środowisku przemysłowym i nie będą zakłócać pracy innego sprzętu.

---

**IEC 61326-3-1:2008****EN 61326-3-1:2008**

*Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements*

*Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications*

Ta norma definiuje rozszerzone wymagania odporności elektromagnetycznej EMC dla funkcji związanych z bezpieczeństwem. Spełnienie tej normy zapewnia, że funkcje bezpieczeństwa robotów UR gwarantują bezpieczeństwo nawet wtedy, kiedy inny sprzęt będzie przekraczać limity emisji EMC zdefiniowane w normach IEC 61000.

---

**IEC 61131-2:2007 (E)****EN 61131-2:2007 [2004/108/WE]**

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

We/wy 24 V normalne i bezpieczeństwa opracowano zgodnie z wymaganiami tej normy, aby zapewnić niezawodną komunikację z innymi systemami sterowników PLC.

---

**ISO 14118:2000 (E)****EN 1037/A1:2008 [2006/42/WE]**

*Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

Te dwie normy są bardzo podobne. Definiują zasady bezpieczeństwa pozwalające uniknąć nieoczekiwanego uruchomienia, zarówno w wyniku niezamierzonego włączenia zasilania podczas prac konserwacyjnych i naprawczych, jak i w wyniku niezamierzonego polecenia uruchomienia z poziomu sterowania.

---

**IEC 60947-5-5/A1:2005****EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/WE]**

*Low-voltage switchgear and controlgear*

*Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

Czynność bezpośredniego otwarcia i mechanizm blokady bezpieczeństwa w przycisku zatrzymania awaryjnego spełniają wymagania tej normy.

---

**IEC 60529:2013****EN 60529/A2:2013**

*Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

Norma definiuje klasy obudów odnośnie ochrony przed pyłem i wodą. Roboty UR są opracowywane i

klasyfikowane kodem IP zgodnie z tą normą, zob. naklejkę robota.

---

**IEC 60320-1/A1:2007**

**IEC 60320-1:2015**

**EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]**

**EN 60320-1:2015**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

Kabel doprowadzenia zasilania sieciowego jest zgodny z tą normą.

---

**ISO 9409-1:2004 [typ 50-4-M6]**

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

Kołnierz narzędzia robotów UR jest zgodny z typem 50-4-M6 opisanym w tej normie. Narzędzia robota również powinny być opracowywane zgodnie z tą normą, aby zapewnić właściwe mocowanie.

---

**ISO 13732-1:2006**

**EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/WE]**

*Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces*

*Part 1: Hot surfaces*

Roboty UR są tak opracowywane, aby temperatura powierzchni utrzymywała się w ergonomicznych granicach zdefiniowanych w tej normie.

---

**IEC 61140/A1:2004**

**EN 61140/A1:2006 [2006/95/WE]**

*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

Roboty UR są opracowywane zgodnie z tą normą, aby zapewnić ochronę przed porażeniem elektrycznym. Ochronne złącze uziemiające jest obowiązkowe, jak określa Podręcznik instalacji sprzętu.

---

**IEC 60068-2-1:2007**

**IEC 60068-2-2:2007**

**IEC 60068-2-27:2008**

**IEC 60068-2-64:2008**

**EN 60068-2-1:2007**

**EN 60068-2-2:2007**

**EN 60068-2-27:2009**

**EN 60068-2-64:2008**

*Environmental testing*

*Part 2-1: Tests - Test A: Cold*

*Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat*

*Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock*

*Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

Roboty UR są testowane zgodnie z metodami testowymi określonymi w tych normach.

---

**IEC 61784-3:2010****EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Industrial communication networks – Profiles*

*Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

Ta norma definiuje wymagania dotyczące magistral komunikacyjnych z klasyfikowanym bezpieczeństwem.

---

**IEC 60204-1/A1:2008****EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/WE]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

Zastosowane są ogólne zasady opisane przez tę normę.

---

**IEC 60664-1:2007****IEC 60664-5:2007****EN 60664-1:2007 [2006/95/WE]****EN 60664-5:2007**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*Part 1: Principles, requirements and tests*

*Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

Obwody elektryczne robotów UR są projektowane zgodnie z tą normą.



## D Parametry techniczne

|                                                    |                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Typ robota                                         | UR5e                                                                                                                                 |
| Masa                                               | 20.7 kg / 45.7 lb                                                                                                                    |
| Maksymalne obciążenie                              | 5 kg / 11 lb (4.4)                                                                                                                   |
| Zasięg                                             | 850 mm / 33.5 in                                                                                                                     |
| Zakresy przegubów                                  | ± 360° dla wszystkich przegubów                                                                                                      |
| Prędkość                                           | Przeguby: maks. 180°/s.<br>Narzędzie: ok. 1 m/s / ok. 39.4 in/s.                                                                     |
| Częstotliwość aktualizacji systemu                 | 500 Hz                                                                                                                               |
| Dokładność czujnika momentu siły                   | 4 N                                                                                                                                  |
| Powtarzalność postawy                              | ± 0.03 mm / ± 0.0011 in (1.1 mils) per ISO 9283                                                                                      |
| Obrys                                              | Ø149 mm / 5.9 in                                                                                                                     |
| Stopnie swobody                                    | 6 obrotowych przegubów                                                                                                               |
| Rozmiar skrzynki sterowniczej (szer. × wys. × gł.) | 460 mm × 449 mm × 254 mm / 18.2 in × 17.6 in × 10 in                                                                                 |
| Porty we/wy skrzynki sterowniczej                  | 16 cyfrowych wejść, 16 cyfrowych wyjść, 2 analogowe wejścia, 2 analogowe wyjścia                                                     |
| Porty we/wy narzędzia                              | 2 cyfrowe wejścia, 2 cyfrowe wyjścia, 2 analogowe wejścia                                                                            |
| Układ komunikacji narzędzia                        | RS 485                                                                                                                               |
| Zasilanie we/wy                                    | 24 V 2 A w skrzynce sterowniczej                                                                                                     |
| Zasilanie we/wy narzędzia                          | 12 V/24 V 1.5 A (tryb dwustykowy) 1 A (tryb jednostykowy)                                                                            |
| Komunikacja                                        | TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3ab, 1000BASE-T gniazdo Ethernet, TCP MODBUS & adapter Ethernet/IP, Profinet                              |
| Programowanie                                      | Graficzny interfejs użytkownika PolyScope na wyświetlaczu 12"                                                                        |
| Hałas                                              | Robot Arm: Less than 65dB(A) Control Box: Less than 50dB(A)                                                                          |
| Klasyfikacja IP                                    | IP54                                                                                                                                 |
| Klasyfikacja pomieszczeń czystych                  | Ramię robota: Klasa ISO 6<br>Skrzynka sterownicza: Klasa ISO 6                                                                       |
| Maximum Average Power                              | 570 W                                                                                                                                |
| Pobór mocy                                         | Ok. 250 W przy typowym programie                                                                                                     |
| Praca współbieżna                                  | 17 zaawansowanych funkcji bezpieczeństwa. Zgodnie z: EN ISO 13849-1:2008, PLd, kat. 3 i EN ISO 10218-1:2011, klauzula 5.10.5         |
| Materiały                                          | Aluminium, tworzywo PP                                                                                                               |
| Temperatura                                        | Robot może pracować w zakresie temperatur otoczenia 0-50 °C                                                                          |
| Zasilanie                                          | 100-240 VAC, 47-440 Hz                                                                                                               |
| Okablowanie                                        | Kabel między robotem a skrzynką sterowniczą (6 m / 236 in)<br>Kabel między ekranem dotykowym a skrzynką sterowniczą (4.5 m / 177 in) |

# E Tabele funkcji bezpieczeństwa

## E.1 Tabela 1

UR e-Series Safety Functions and Safety I/O are PLd, Category 3 (ISO 13849-1), with certification by TÜV NORD (certificate # 44 207 14097610)

Safety Function (SF) Descriptions (see Chapter 2 of manual)

For safety I/O, the resulting safety function including the external device or equipment is determined by the overall architecture and the sum of all PFHds, including the UR robot safety function PFHd.

NOTE: All safety functions are individual safety functions.

If any safety function limit is exceeded, or a fault is detected in a safety function or safety-related part of the control system, the result is a Category 0 stop (immediate removal of power) according to IEC 60204-1.

| SF # | Safety Function                                                                 | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | What happens?                                                                                                                                                                             | Tolerance | PFHd     | What is affected?                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------------------|
| 1    | 1, 2, 3, 4<br><b>Emergency Stop</b><br>(according to ISO 13850)                 | Pressing the Estop PB on the pendant <sup>1</sup> or the External Estop (if using the Estop Safety Input) results in a Cat 1 stop <sup>3</sup> with power removed from the robot actuators and the tool I/O.<br><i>CommandError! Bookmark not defined.</i> all joints to stop and upon all joints coming to a monitored standstill state, power is removed. See Stop Time & Stop Distance Safety Functions <sup>4</sup> .<br><b>ONLY USE FOR EMERGENCY PURPOSES</b> , not safeguarding. | <b>Category 1 stop</b><br>(IEC 60204-1)                                                                                                                                                   | ---       | 1.30E-07 | <b>Robot</b><br><i>including robot tool I/O</i> |
| 2    | <b>Safeguard Stop<sup>4</sup></b><br>(Protective Stop according to ISO 10218-1) | This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop <sup>3</sup> . The tool I/O are unaffected by the safeguard stop. Various configuration are provided.<br>See the Stop Time and Stop Distance Safety Functions <sup>4</sup> .<br><i>For the functional safety of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of the Safeguard Stop.</i>                  | <b>Category 2 stop</b><br>(IEC 60204-1)<br><b>SS2 stop</b><br>(as described in IEC 61800-5-2)                                                                                             | ---       | 1.20E-07 | <b>Robot</b>                                    |
| 3    | <b>Joint Position Limit (soft axis limiting)</b>                                | Sets upper and lower limits for the allowed joint positions. Stopping time and distance is not a considered as the limit(s) will not be violated.<br>Each joint can have its own limits.<br><i>Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move within. It is set in the safety part of the User Interface. It is a means of safety-rated soft axis limiting &amp; space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>                                | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed could be reduced so motion will not exceed any limit.<br>A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit. | 5 °       | 1.20E-07 | <b>Joint (each)</b>                             |

<sup>1</sup> Communications between the Teach Pendant, controller & within the robot (between joints) are SIL 2 for safety data, per IEC 61784-3.

<sup>2</sup> Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated*Error! Bookmark not defined.* to the safety controller by SIL2 communications. To validate the pendant Estop functionality, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller.

<sup>3</sup> Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79). Only Category 0 and 1 stops are allowed for the Estop.

- Category 0 & 1 result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE & Cat 1 being a controlled stop (decelerate then removal). With all UR robots, a Category 1 stop is a controlled stop where power is removed when a monitored standstill state is detected.
- Category 2 is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stops are defined in IEC 60204-1. Descriptions of STO, SS1 and SS2 are in IEC 61800-5-2. With UR robots, a Category 2 stop maintains the trajectory then retains power to the drives after stopping.

<sup>4</sup> It is recommended to use the UR e-series' Stop Time and Stop Distance Safety Functions. These limits should be used for your application stop time/ safety distance values.

| SF # | Safety Function                                                                                         | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | What happens?                                                                                                                                                                             | Tolerance    | PFHd     | What is affected?           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------------------------|
| 4    | <b>Joint Speed Limit</b>                                                                                | Sets an upper limit for the joint speed.<br>Each joint can have its own limit.<br>This safety function has the most influence on energy transfer upon contact (clamping or transient).<br><i>Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set in the safety setup part of the User Interface.</i><br><i>Used to limit fast joint movements, e.g. risks related to singularities.</i>                                                                                                                                                                                                                | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed could be reduced so motion will not exceed any limit.<br>A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit. | 1.15 °/s     | 1.20E-07 | Joint (each)                |
|      | <b>Joint Torque Limit</b>                                                                               | Exceeding the internal joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop <sup>3</sup> . This is shown as SF #5 in the Generation 3 (CB3) UR robots.<br><i>This is not accessible to the user; it is a factory setting. It is NOT shown as a safety function because there are no user settings and no user configuration possibilities.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                           |              |          |                             |
| 5    | <i>Called various names</i><br><b>Pose Limit Tool Orientation Limit Safety Planes Safety Boundaries</b> | Monitors the TCP Pose (position and orientation) and will prevent exceeding a safety plane or TCP Pose Limit.<br>Multiple pose limits are possible (tool flange, elbow, and up to 2 configurable tool offset points with a radius)<br>Orientation restricted by the deviation from the feature Z direction of the tool flange OR the TCP.<br><i>This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP and wrist inclusion/ exclusion zones due to the safety planes.</i> | Will not allow motion to exceed any limit settings.<br>Speed or torques could be reduced so motion will not exceed any limit.                                                             | 3 °<br>40 mm | 1.20E-07 | TCP<br>Tool flange<br>Elbow |
| 6    | <b>Speed Limit TCP &amp; Elbow</b>                                                                      | Monitors the TCP and elbow speed to prevent exceeding a speed limit.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A protective stop will be initiated to prevent exceeding any limit.                                                                                                                       | 50 mm/s      | 1.20E-07 | TCP                         |
| 7    | <b>Force Limit (TCP)</b>                                                                                | The Force Limit is the force exerted by the robot at the TCP (tool center point) and "elbow". The safety function continuously calculates the torques allowed for each joint to stay within the defined force limit for both the TCP & the elbow.<br>The joints control their torque output to stay within the allowed torque range. This means that the forces at the TCP or elbow will stay within the defined force limit.<br>When a monitored stop is initiated by the Force Limit SF, the robot will stop, then "back-off" to a position where the force limit was not exceeded. Then it will stop again.                                        | Will not allow motion to exceed any limit settings.                                                                                                                                       | 25 N         | 1.50E-07 | TCP                         |
| 8    | <b>Momentum Limit</b>                                                                                   | The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. <i>The Momentum Limit affects the entire robot.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           | 3 kg m/s     | 1.20E-07 | Robot                       |
| 9    | <b>Power Limit</b>                                                                                      | This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the robot speed.<br>This safety function dynamically limits the current/ torque but maintains the speed.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dynamic limiting of the current/ torque                                                                                                                                                   | 10 W         | 1.50E-07 | Robot                       |

| SF #   | Safety Function                 | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | What happens?                                                                                                                                       | Tolerance | PFHd     | What is affected?                           |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|---------------------------------------------|
| New 15 | Stopping Time Limit             | Real time monitoring of conditions such that the stopping time limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop time limit is not exceeded.<br>The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the time needed to stop the robot is at risk of exceeding the time limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded.<br>The safety function performs the same calculation of the stopping time and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.                                           | Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting.<br>Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit | 50 ms     | 1.20E-07 | Robot                                       |
| New 16 | Stopping Distance Limit         | Real time monitoring of conditions such that the stopping distance limit will not be exceeded. Robot speed is limited to ensure that the stop distance limit will not be exceeded.<br>The control SW continuously calculates the stopping capability of the robot in the given motion. If the distance needed to stop the robot is at risk of exceeding the distance limit, the speed of motion is reduced to ensure the limit is not exceeded.<br>The safety function performs the same calculation of the stopping distance and initiates a cat 0 stop if they are exceeded.                  | Will not allow the actual stopping time to exceed the limit setting.<br>Causes decrease in speed or a protective stop so as NOT to exceed the limit | 40 mm     | 1.20E-07 | Robot                                       |
| New 17 | Safe Home Position              | Safety function which monitors a safety rated output, such that it ensures that the output can only be activated when the robot is in the configured "safe home position".<br>A cat 0 stop is initiated if the output is activated when the robot is not in the configured position.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | The "safe home output" can only be activated when the robot is in the configured "safe home position"                                               | 1.7 °     | 1.20E-7  | External connection to logic &/or equipment |
| 10     | UR Robot Estop Output           | When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated.<br><i>For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).<sup>5</sup></i><br><i>For the Estop Output, validation is performed at the external equipment, as the UR output is an input to this external equipment.</i> |                                                                                                                                                     |           | 4.70E-08 | External connection to logic &/or equipment |
| 11     | UR Robot Moving: Digital Output | Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                     |           | 1.20E-07 | External connection to logic &/or equipment |

<sup>5</sup> Estop validation: the pendant Estop pushbutton is evaluated within the pendant, then communicated to the safety controller by SIL2 communications.

To validate the pendant Estop function, press the Pendant Estop pushbutton and verify that an Estop results. This validates that the Estop is connected within the pendant, functioning as intended, and the pendant is connected to the controller. The connection from the pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2.

| SF # | Safety Function                           | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | What happens? | Tolerance | PFHd                                                                 | What is affected?                           |
|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 12   | UR Robot Not stopping: Digital Output     | Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                 |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| 13   | UR Robot Reduced Mode: Digital Output     | Whenever the robot is in reduced mode (or reduced mode is initiated), the dual digital outputs are LOW. See below.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| 14   | UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output | Whenever the robot is NOT in reduced mode (or the reduced mode is not initiated), the dual digital outputs are LOW.<br><i>The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |           | 1.20E-07                                                             | External connection to logic &/or equipment |
| —    | Reduced Mode SF settings change           | Reduced Mode can be initiated by a safety panel/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms).<br>When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE.<br><i>Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: joint position, joint speed, TCP pose limit, TCP speed, TCP force, momentum, power, stopping time, and stopping distance.</i> |               |           | PFHd is either 1.20E-07 or 1.50E-07 depending on the safety function | Robot                                       |
| —    | Safeguard Reset                           | When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |           | Input to SF2<br>See SF2                                              | Robot                                       |

| SF # | Safety Function                  | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | What happens? | Tolerance | PFHd                                      | What is affected? |
|------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------------------------------------|-------------------|
| —    | 3 Position Enabling Device INPUT | When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated.<br><i>Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "run mode", the enabling device will not be active.</li> <li>• "programming mode", the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.</li> </ul> |               |           | Input to SF2<br>See SF2<br>safeguard stop | Robot             |
| —    | Mode switch INPUT                | When the external connections are Low, Operation Mode (running/ automatic operation in automatic mode) is in effect. When High, mode is programming/ teach.<br><i>Recommendation: Use with a 3-position enabling device. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface "speed-slider", but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.</i>                                                                                                      |               |           | Input to SF2<br>See SF2<br>safeguard stop | Robot             |

**Global safety standards for all industrial robots<sup>6</sup>**

ISO 10218-1: Manufacturer of robots

ISO 13849-1 & -2: Provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including safety software.

**Global safety requirements for robot systems**

ISO 10218-2: Integrator of robot systems

A risk assessment is mandatory for the robot system because it is a completed machine. A risk assessment is the overall process comprising a risk analysis and a risk evaluation. This means identifying all risks and reducing these risks to an acceptable level (See ISO 12100).

ISO 13849-1 & -2: Safety-related parts of control systems

ISO/TS 15066 is NOT a standard; it is a Technical Specification with additional guidance and requirements for collaborative applications. An informative annex includes a research study on pain thresholds. It has been adopted by various countries including in Europe. USA adopted it as a technical report (RIA TR R15.606).

**Global acceptance of ISO 10218-1 and ISO 10218-2**

ISO 10218-1, -2 have been adopted as key safety standards for industrial robots by many countries including:

- Europe: Harmonized, shown as **EN ISO** 10218-1 & -2
- USA: National adoption as ANSI/RIA R15.06
- Canada: National adoption as CAN/CSA Z434
- Japan: National adoption as JIS B 8433-1
- Republic of Korea: National adoption as KS B ISO 10218-1/-2

**Regulations about machine safety in EU countries**

All machines installed within EU shall comply with the essential health and safety requirements listed in ANNEX I of the Machinery Directive (MD) 2006/42/EC.

It is not required to comply with any standard, however, ISO 10218-1, ISO 10218-2 and ISO 13849-1 are harmonized under the MD.

Harmonized standards have an "EN" prefix, e.g. EN ISO 10218.

Complying with a harmonized standard provides a presumption of conformity with the relevant MD essential requirements.

For a completed machine (robot system), the following is required:

- A risk assessment of the intended use(s);
- Instructions for use;
- A CE Declaration of Conformity (DOC);  
*A DOI (Declaration of Incorporation) is provided for incomplete or partial machines. Robots are incomplete machines. A DOI is provided to enable integrators to CE mark their robot system.*
- Marking, including the CE mark, on the completed machine (robot system) according to ANNEX III;
- A supplier's "technical file", to be stored for 10 years.

<sup>6</sup> ISO robot safety standards are developed by ISO TC 299 (Technical Committee 299), with industrial robots handled by WG 3. UR is a very active member of TC299 WG3.

**Key safety clauses from ISO 10218-1**

§5.10: Robots designed for collaborative operation shall comply with 1 or more of the requirements in §5.10.2 through §5.10.5

**§5.10.2 safety-rated monitored stop**

A Category 2 stop according to IEC 60204-1, monitored according to functional safety requirements in §5.4.

UR robots: Safeguard Stop safety function fulfills §5.10.2.

**§5.10.5 power and force limiting by inherent design or control**

Power and force limiting of the robot shall comply with §5.4. If any parameter limit is exceeded, a protective stop shall be issued. Whether an application is collaborative is determined by the application risk assessment. ISO 10218-2 is used for the robot system and robot application – collaborative or non-collaborative.

**§5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting**

Soft limits are software-defined limits to robot motion. Space limiting is used to define any geometric shape which may be used as an inclusionary or exclusionary zone, either limiting robot motion within the defined space, or preventing the robot from entering the defined space.

With UR robots, the following can be used for §5.12.3:

- *Safety Boundaries (Planes);*
- *Joint Position Limits;*
- *Pose Limits for the tool flange and TCP.*  
*With the e-Series, Pose Limits also include the elbow, and two configurable tool offset points with a radius.*

## E.2 Tabela 2

UR e-Series robots comply with ISO 10218-1:2011 and the applicable portions of ISO/TS 15066. It is important to note that most of ISO/TS 15066 is directed towards the integrator and not the robot manufacturer. ISO 10218-1:2011, clause 5.10 collaborative operation details 4 collaborative operation techniques as explained below.

It is very important to understand that collaborative operation is of the APPLICATION when in AUTOMATIC mode.

| # | ISO 10218-1                                         | Technique                                                    | Explanation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | UR e-Series                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.2 | Safety-rated monitored stop                                  | <p>Stop condition where position is held at a standstill and is monitored as a safety function. Category 2 stop is permitted to auto reset.</p> <p>In the case of resetting and restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 as resumption shall not cause hazardous conditions.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>UR robots' safeguard stop is a safety-rated monitored stop, See SF2 on page 1.</p> <p><i>It is likely, in the future, that "safety-rated monitored stop" will not be called a form of collaborative operation.</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.3 | Hand-guiding                                                 | <p>This is essentially individual and direct personal control while the robot is in automatic mode.</p> <p>Hand guiding equipment shall be located close to the end-effector and shall have:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an Emergency Stop pushbutton; and</li> <li>• a 3-position enabling device; and</li> <li>• a safety-rated monitored stop function; and</li> <li>• a settable safety-rated monitored speed function.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>UR robots do not provide hand-guiding for collaborative operation.</p> <p>Hand-guided teach (free drive) is provided with UR robots but this is for programming in manual mode and not for collaborative operation in automatic mode.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.4 | Speed & separation monitoring (SSM) safety functions         | <p>SSM is the robot maintaining a separation distance from any operator (human). This is done by monitoring of the distance between the robot system and intrusions to ensure that the MINIMUM PROTECTIVE DISTANCE is assured.</p> <p>Presently, this is accomplished using Sensitive Protective Equipment (SPE), where typically a safety laser scanner detects intrusion(s) towards the robot system and causing</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) dynamic changing of the parameters for the limiting safety functions; or</li> <li>2) a safety-rated monitored stop condition.</li> </ol> <p>Upon detection of the intrusion exiting the protective device's detection zone, the robot is permitted to</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) resume the "higher" normal safety function limits in the case of 1) above;</li> <li>b) resume operation in the case of 2) above.</li> </ol> <p>In the case of 2) b) restarting operation after a safety-rated monitored stop, see ISO 10218-2 and ISO/TS 15066 for requirements.</p> | <p>To facilitate SSM, UR robots have the capability of switching between two sets of parameters for safety functions with configurable limits (normal and reduced).</p> <p>See Reduced Mode on page 4.</p> <p>Normal operation can be when no intrusion is detected. It can also be caused by safety planes/ safety boundaries.</p> <p>Multiple safety zones can be readily used with UR robots. For example, one safety zone can be used for "reduced settings" and another zone boundary is used as a safeguard stop input to the UR robot.</p> <p>Reduced limits can also include a reduced setting for the stop time and stop distance limits – to reduce the work area and floorspace.</p> |
| 4 | Collaborative Operation 2011 edition, clause 5.10.5 | Power and force limiting (PFL) by inherent design or control | <p>How to accomplish PFL is left to the robot manufacturer. The robot design and/or safety functions will limit the energy transfer from the robot to a person. If any parameter limit is exceeded, a protective stop happens.</p> <p>PFL applications require considering the ROBOT APPLICATION (including the end-effector and workpiece(s)), so that any contact will not cause injury. The study performed evaluated pressures to the ONSET of pain, not injury. See Annex A.</p> <p>See ISO/TR 20218-1 End-effectors</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>UR robots are power and force limiting robots that were specifically designed to enable collaborative applications where the robot could contact a person and cause no injury.</p> <p>UR robots have safety functions that can be used to limit motion, speed, momentum, force, power and more of the robot.</p> <p>These safety functions are used in the robot application to thereby lessen pressures and forces caused by the end-effector and workpiece(s).</p>                                                                                                                                                                                                                         |

## FAQs

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Do UR robots comply with ISO 10218-1 (EN ISO 10218-1)?                      | <p>Yes, both Generation 3 (CB3) and e-Series are certified to comply with EN ISO 10218-1. Often the below questions are asked about UR robots and clauses of EN ISO 10218-1.</p> <p><b>§5.7.1: Mode selector which can be locked in each position.</b><br/> <i>Automatic and manual mode are usability features and not safety functions for UR robots. Mode locking does not contribute to risk reduction for UR robots because the safeguard stop and all safety functions are operational in all modes. If the INTEGRATION risk assessment determines a mode selector is needed, it can be added and integrated as "mode selector" inputs to the UR safety controller.</i></p> <p><b>§5.7.3 and §5.8.3: Manual control of the robot from inside the safeguarded space shall be performed with a reduced speed with an enabling device...</b><br/> <i>UR does not know if there will be a safeguarded space or if programming will take place within the safeguarded space of a non-collaborative application. When PFL robots are integrated into collaborative applications, an enabling device might not be required according to ISO/TS 15066.</i><br/> <i>If the INTEGRATION risk assessment determines that an enabling device is needed for risk reduction, it can be added and integrated as inputs to the UR safety controller.</i></p> <p><b>§5.12.1: Limiting motion by mechanical stops for axis 1 and comply with §5.12.2 or §5.12.3.</b><br/> <i>UR robots provide axis limiting capabilities completely by §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting safety functions. Soft axis and space limiting is an acceptable alternate to mechanical stops, as it achieves the same goal.</i></p> |
|                                                                             | <p>UR Robots have been certified to comply with both ISO 10218-1 and ISO 13849. UR robots comply with the optional collaborative operation requirements of §5.10.2 safety-rated monitored stop, §5.10.5 power and force limiting, and §5.12.3 safety-rated soft axis and space limiting. Power and force limiting safety functions enable collaborative applications where contact with people is permitted when contact pressure/forces are acceptable.</p> <p>The robot application determines whether it is collaborative according to the risk assessment. If the application integrates a protective device, e.g. safety laser scanner, with the UR Robot, the application can be a collaborative application according to "Speed and Separation Monitoring".</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| What is ISO/TS 15066:2016, Technical Specification on Collaborative Robots? | ISO/TS 15066 is a Technical Specification with guidance for collaborative applications to aid integrators. It also includes a research study's results on pain thresholds which can be used for verifying a collaborative (contact permitted) application. Pain thresholds are acknowledged to be more conservative than injury thresholds. Typical workplace safety standards and regulations require an injury-free, not a pain-free workplace.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| What is ISO 13849? <sup>7</sup>                                             | <p>ISO 13849-1: provides safety requirements and guidance on the principles for the design and integration of safety-related parts of control systems (SRP/CS), including the design of software. Functional safety performance is expressed as a PFHd (Probability of dangerous failure per hour).</p> <p>ISO 13849-2: specifies the procedures and conditions for the validation by analysis and testing of the specified safety functions, the category and the performance level of the safety function &amp; SRP/CS according to ISO 13849-1.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| What is a stop category?<br>See IEC 60204-1                                 | <p>"Stop Category" is a classification of how a stop operates. It is described in IEC 60204-1 (NFPA79):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Stop Category 0: A stop by immediate removal of power &lt;to the robot/ robot system&gt;. It is an uncontrolled stop, where the &lt;robot/ robot system&gt; can deviate from the programmed path.</li> <li>— Stop Category 1: A stop with power available to the &lt;robot/ robot system&gt; to achieve the stop &lt;decelerate&gt; and then power is removed after the stop is achieved. It is a controlled stop, where the &lt;robot/ robot system&gt; continues along the programmed path. Power is removed after the stop.</li> <li>— Stop Category 2: A controlled stop with power available &lt;to the robot/ robot system&gt;. The safety-related control system monitors that position is maintained.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| What is "Cat 3" or "Category 3"?<br>See ISO 13849                           | Here "Category" refers to the architecture used for functional safety as described in ISO 13849. It is one attribute in the determination of a Performance Level (PL). With Category 3 architecture, a single fault will not lead to a loss of the safety function. "Category 3" is often called "dual channel".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| What is "PLd" or "Performance Level d"?<br>See ISO 13849                    | <p>A Performance Level (PL) is a discrete level used to specify the ability of safety-related parts of control systems to perform safety functions under foreseeable conditions. According to ISO 13849, PL=d is highly reliable. PLd is required by ISO 10218 for hazardous robot applications.</p> <p>A PL is described by its PFHd (probability of dangerous failure per hour) where lower mean more reliable (safe) performance.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| What is the difference between Emergency stop and Safeguard stop?           | <p>Emergency stop functions are to be used for emergencies only. Emergency stop is manually activated by a person pressing the Emergency stop pushbutton.</p> <p>Safeguard stop is used to stop the robot in a safe way, typically triggered by protective devices, e.g. sensitive protective equipment (light curtains, safety scanners), interlocking devices.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

<sup>7</sup> Universal Robots publishes a list of the safety functions associated with both Generation 3 (CB3) and e-Series robots. This describes each safety function including what triggers the safety function, the outcome of the safety function, PL, Category, and PFHd value.



## **Część II**

# **Podręcznik PolyScope**



# 10 Wprowadzenie

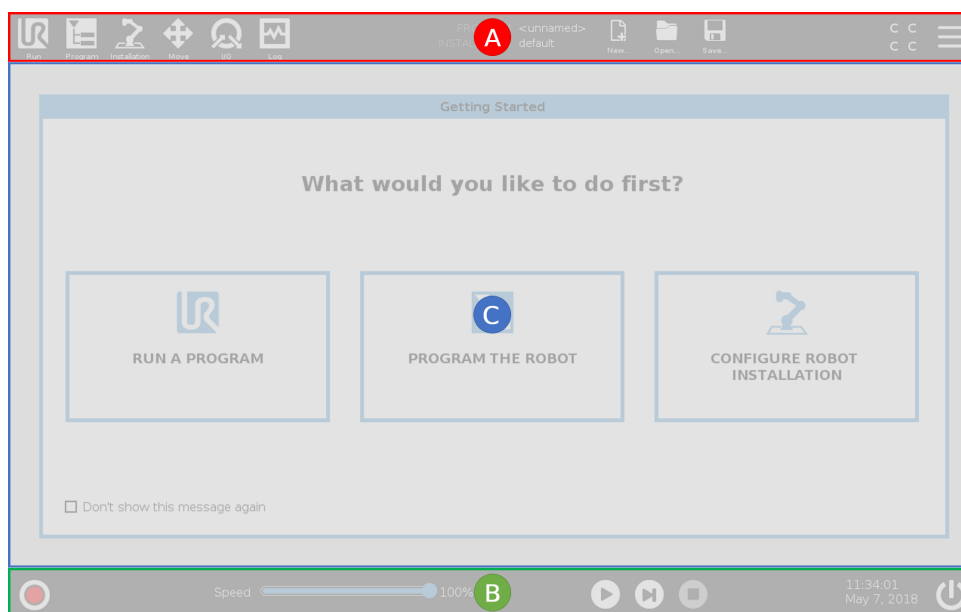
## 10.1 Podstawy interfejsu PolyScope

PolyScope to graficzny interfejs użytkownika (GUI) w **sterowniku uczenia** który pozwala użytkownikowi na obsługę ramienia robota i skrzynki sterowniczej, wykonywanie programów.

**A : Górny obszar ekranu** z kartami/ikonami wyświetlającymi interaktywne ekrany dla użytkownika.

**B : Dolny obszar ekranu** z przyciskami do sterowania załadowanymi programami.

**C : Ekran** z polami służącymi do zarządzania i monitorowania akcji robota.



Uwaga: Po uruchomieniu wyświetlone zostaje okno dialogowe Nie można kontynuować. Aby wyłączyć robota, należy wybrać opcję **Przejdź do ekranu inicjowania**.

### 10.1.1 Ikony/karty w górnym obszarze ekranu



**Uruchomienie** służy do łatwego sterowania robotem za pomocą gotowych napisanych programów.



**Program** służy do tworzenia i/lub modyfikowania programów robota.



**Instalacja** służy do konfigurowania ustawień ramienia robota i wyposażenia zewnętrznego, np. mocowania i bezpieczeństwa.



**Ruch** służy do sterowania i/lub regulacji ruchów robota.



**We/wy** służy do monitorowania i ustawiania aktualnych sygnałów wejściowych/wyjściowych wysyłanych do i odbieranych ze skrzynki sterowniczej robota.



**Dziennik** wskazuje kondycję robota oraz przechowuje komunikaty ostrzegawcze i komunikaty o błędach.



**Menedżer programów i instalacji** służy do wyboru i wyświetlania aktywnych programów i instalacji (zob. 20.4). Uwaga: Menedżer programów i instalacji zawiera opcje Ścieżka pliku, Nowy, Otwórz oraz Zapisz.



**Nowy...** służy do utworzenia nowego programu lub instalacji.



**Otwórz...** służy do otwierania utworzonego i zapisanego wcześniej programu lub instalacji.



**Zapisz...** służy do zapisania programu, instalacji lub obu tych elementów w tym samym czasie.

Uwaga: Ikony trybów automatycznego i ręcznego są wyświetlane w górnym obszarze ekranu tylko po skonfigurowaniu hasła trybu pracy.



Tryb **automatyczny** wskazuje, czy robot ma załadowane środowisko automatyczne. Należy dotknąć tę ikonę, aby przełączyć na środowisko ręczne.



Tryb **ręczny** wskazuje, czy robot ma załadowane środowisko ręczne. Należy dotknąć tę ikonę, aby przełączyć na środowisko automatyczne.

Uwaga: Ikony trybów lokalnego i zdalnego są dostępne tylko po włączeniu zdalnego sterowania.



Tryb **Lokalny** oznacza, że robotem można sterować lokalnie. Należy dotknąć tę ikonę, aby przełączyć na sterowanie zdalne. Aby uzyskać dostęp do ikony Tryb lokalny, należy skonfigurować hasło.



Tryb **Zdalny** oznacza, że robotem można sterować ze zdalnej lokalizacji. Należy dotknąć tę ikonę, aby przełączyć na sterowanie lokalne.



**Suma kontrolna bezpieczeństwa** wyświetla aktywną konfigurację bezpieczeństwa.

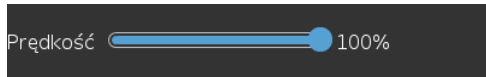


**Menu Hamburger** zapewnia dostęp do opcji Pomoc, Informacje oraz Ustawienia interfejsu PolyScope.

### 10.1.2 Przyciski w dolnym obszarze ekranu



**Zainicjuj** służy do zarządzania stanem robota. Gdy ma kolor CZERWONY, należy ją nacisnąć, aby włączyć tryb gotowości do pracy robota.



**Suwak szybkości** wskazuje w czasie rzeczywistym względną prędkość ruchu ramienia robota z uwzględnieniem ustawień bezpieczeństwa.



Przycisk **Symulacja** przełącza wykonanie programu między pracą w trybie symulacji i pracą na prawdziwym robocie. Podczas pracy w trybie symulacji ramię robota nie porusza się. Pozwala to uniknąć uszkodzenia samego ramienia lub pobliskiego wyposażenia w wyniku kolizji. Symulacja służy do testowania programów, jeśli nie ma pewności co do tego, jak zachowa się ramię robota.



**Ręczny tryb wysokiej prędkości** umożliwia chwilowe zwiększenie prędkości narzędzia do wartości powyżej 250 mm/s. Ta uruchamiana poprzez przytrzymanie funkcja jest dostępna tylko w trybie ręcznym po skonfigurowaniu trójpozycyjnego urządzenia zezwalającego.



**Odtwarzaj** służy do uruchomienia załadowanego aktualnie programu robota.



**Krok** służy do wykonywania programu w pojedynczych krokach.



**Zatrzymaj** służy do zatrzymania załadowanego aktualnie programu robota.

## 10.2 Ekran Pierwsze kroki



Uruchom program, Zaprogramuj robota lub Skonfiguruj instalację robota.

# 11 Szybki start

## 11.1 Podstawowe informacje o ramieniu robota

Ramię robota Universal Robots składa się z przegubów i rur. Do koordynowania ruchu tych przegubów, poruszania robotem i dowolnego pozycjonowania jego narzędzia służy interfejs PolyScope – oprócz obszaru bezpośrednio nad i pod podstawą.

**Funkcja bazowa** to miejsce, w którym zamontowany jest robot.

**Przegub barku i przegub łokciowy** służą do wykonywania większych ruchów.

**Przeguby nadgarstka 1 i 2** służą do wykonywania mniejszych ruchów.

**Przegub nadgarstka 3** to miejsce, w którym zamontowane jest narzędzie robota.



### UWAGA:

Przed pierwszym uruchomieniem robota wyznaczony integrator robota firmy UR musi:

1. Przeczytać i zrozumieć informacje dotyczące bezpieczeństwa w Podręcznik instalacji sprzętu.
2. Ustawić parametry konfiguracji bezpieczeństwa określonych podczas oceny ryzyka (zob. rozdział 13).

### 11.1.1 Instalacja ramienia robota i skrzynki sterowniczej

Interfejsu PolyScope można używać po zainstalowaniu i włączeniu ramienia robota oraz skrzynki sterowniczej.

1. Rozpakować **ramię robota** oraz **skrzynkę sterowniczą**.
2. Zamontować **ramię robota** na solidnej powierzchni, na której nie występują wibracje.
3. Umieścić **skrzynkę sterowniczą** na jej **podstawie**.
4. Podłączyć przewód do robota oraz do skrzynki sterowniczej.
5. Podłączyć wtyczkę zasilania sieciowego skrzynki sterowniczej.



### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

Zagrożenie przewróceniem. Jeśli robot nie będzie bezpiecznie zamocowany do wytrzymałej powierzchni, może przewrócić się i spowodować obrażenia.

Szczegółowe instrukcje instalacji zob. Podręcznik instalacji sprzętu.

### 11.1.2 Włączanie/wyłączanie skrzynki sterowniczej

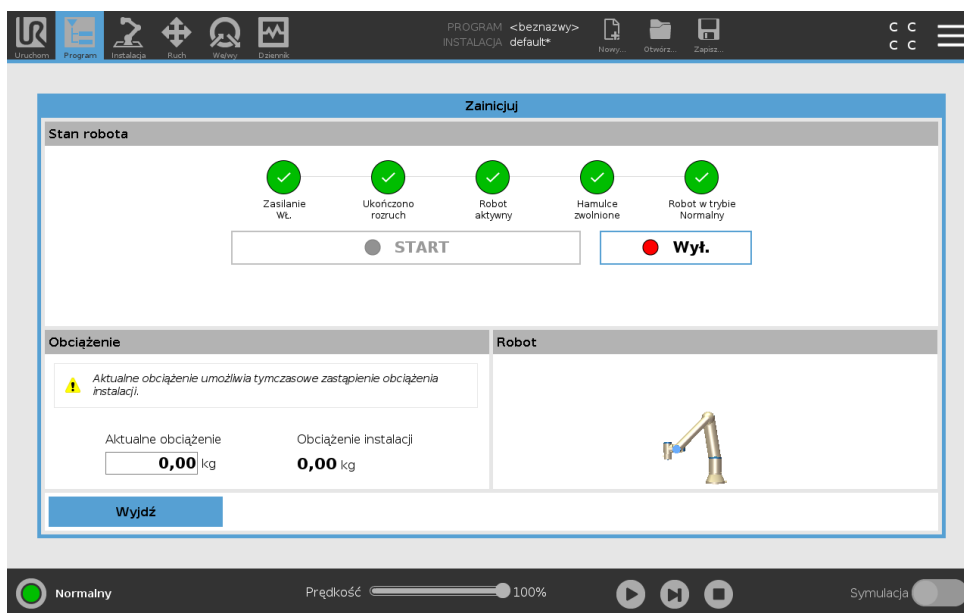
Skrzynka sterownicza zawiera głównie fizyczne wejścia/wyjścia elektryczne łączące ramię robota, sterownik uczenia oraz dowolne urządzenia peryferyjne. Aby włączyć zasilanie ramienia robota, należy włączyć skrzynkę sterowniczą.

1. Nacisnąć przycisk zasilania na **sterowniku uczenia**, aby włączyć skrzynkę sterowniczą.
2. Począkać, aż na ekranie pojawi się tekst systemu operacyjnego oraz przyciski.
3. Po pojawieniu się okna dialogowego Nie można kontynuować należy wybrać opcję **Przejdź do ekranu inicjowania**, aby przejść do ekranu inicjowania.

### 11.1.3 Włączanie/wyłączanie ramienia robota

W lewym dolnym rogu ekranu ikona Zainicjuj wskazuje stan ramienia robota przy użyciu kolorów:

- **Czerwony** Ramię robota jest zatrzymane.
- **Żółty** Ramię robota jest włączone, ale nie jest gotowe do normalnej pracy.
- **Zielony** Ramię robota jest włączone i gotowe do normalnej pracy.



Uwaga: Rozruch ramienia robota jest sygnalizowany dźwiękiem i nieznacznymi ruchami ramienia w wyniku zwolnienia hamulców przegubów.

### 11.1.4 Inicjowanie ramienia robota



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

Przed każdym uruchomieniem ramienia robota należy sprawdzić, czy rzeczywiste obciążenie i instalacja są prawidłowe. Jeśli ustawienia te będą nieprawidłowe, ramię robota i skrzynka sterownicza nie będą działać prawidłowo i mogą stanowić zagrożenie dla osób oraz wyposażenia.

**PRZESTROGA:**

Należy upewnić się, że ramię robota nie dotyka żadnego obiektu (np. stołu), ponieważ kolizja ramienia robota z przeszkodą może prowadzić do uszkodzenia przekładni przegubu.

Uruchamianie robota:

1. Dotknąć przycisku OK z zieloną diodą LED, aby uruchomić proces inicjalizacji. Następnie wskaźnik zmieni kolor na żółty, aby zasygnalizować włączenie zasilania oraz to, że robot jest **bezczynny**.
  2. Dotknąć przycisku START, aby zwolnić hamulce.
  3. Dotknąć przycisku WYŁ. z czerwoną diodą LED, aby wyłączyć zasilanie ramienia robota.
- Po uruchomieniu PolyScope jednokrotnie dotknąć przycisku WŁ., aby włączyć zasilanie ramienia robota. Następnie wskaźnik zmienia kolor na żółty, aby zasygnalizować włączenie robota oraz to, że robot jest bezczynny. **Bezczynność**.
  - Gdy ramię robota jest **bezczyne**, dotknąć przycisku START, aby uruchomić ramię robota. W tym momencie sprawdzane są dane z czujników pod kątem skonfigurowanego sposobu montażu ramienia robota. Jeśli zostanie wykryta niezgodność (z tolerancją 30°), przycisk staje się nieaktywny, a pod nim wyświetlany jest komunikat o błędzie. Po ukończeniu weryfikacji mocowania dotknięcie przycisku Start spowoduje zwolnienie wszystkich hamulców przegubów i ramię robota będzie gotowe do normalnej pracy.

## 11.2 Szybki rozruch systemu

Przed uruchomieniem interfejsu PolyScope należy sprawdzić, czy ramię robota i skrzynka sterownicza są prawidłowo zainstalowane.

1. Nacisnąć przycisk zatrzymania awaryjnego na **sterowniku uczenia**.
2. Nacisnąć przycisk zasilania na sterowniku uczenia i poczekać na uruchomienie systemu, co jest sygnalizowane wyświetleniem tekstu na interfejsie **PolyScope**.
3. Na ekranie dotykowym wyświetlone zostaje wyskakujące okienko, informujące o gotowości systemu i konieczności inicjalizacji robota.
4. W wyskakującym oknie dialogowym dotknąć pozycji **Przejdź do ekranu inicjowania**, aby uzyskać dostęp do ekranu inicjowania.
5. Odblokować przyciski zatrzymania awaryjnego, aby zmienić stan robota z **Zatrzymanie awaryjne** na **Zasilanie wyłączone**.
6. Wyjść poza zasięg robota (jego przestrzeń roboczą).
7. Na ekranie **Zainicjuj robota** dotknąć przycisku **WŁ.** i poczekać na zmianę stanu robota na **Bezczynny**.
8. W polu **Obciążenie** w obszarze Aktywne obciążenie sprawdzić masę obciążenia. W polu **Robot** można również sprawdzić, czy pozycja mocowania jest prawidłowa.
9. Dotknąć przycisku **Start** w celu zwolnienia hamulca robota. Uwaga: Gdy robot jest gotowy do zaprogramowania, wibruje i emituje klikający dźwięk.


**UWAGA:**

Więcej na temat programowania robota można dowiedzieć się w Akademii Universal Robots pod adresem [www.universal-robots.com/academy/](http://www.universal-robots.com/academy/)

## 11.3 Pierwszy program

Program to lista poleceń informujących robota, co ma robić. W przypadku większości zadań programowanie jest wykonywane wyłącznie za pomocą interfejsu PolyScope. Należy nauczyć ramię robota, jak poruszać się, korzystając z serii punktów orientacyjnych, aby zaprogramować ścieżkę, po której będzie się poruszało ramię robota.

Do przesunięcia ramienia robota do żądanej pozycji używa się karty Ruch (patrz 17). Robota można również nauczyć pozycji, przeciągając jego ramię w żądane miejsce, jednocześnie trzymając wciśnięty przycisk ruchu swobodnego z tyłu w górnej części sterownika uczenia.

Można utworzyć program, aby wysyłać sygnały we/wy do innych urządzeń w pewnych punktach toru robota i wykonywać polecenia, takie jak instrukcje warunkowe **if...then** i **pętla** w oparciu o zmienne i sygnały we/wy.

Poniżej przedstawiono prosty program pozwalający ramieniu robota na poruszanie się między dwoma punktami orientacyjnymi.

1. W interfejsie PolyScope w obszarze Nagłówków **Ścieżka pliku** dotknąć przycisku **Nowy...** i wybrać opcję **Program**.
2. W sekcji Podstawowe dotknąć przycisku **Punkt orientacyjny**, aby dodać punkt orientacyjny do drzewa programu. Do drzewa programu dodane zostaje również domyślne polecenie RuchJ.
3. Należy wybrać nowy punkt orientacyjny, a na karcie Polecenie dotknąć przycisk **Punkt orientacyjny**.
4. Na ekranie Porusz narzędzie należy przesunąć ramię robota, naciskając strzałki ruchu. Ramię robota można również przesunąć, trzymając przycisk ruchu swobodnego i przeciągając ramię robota do żądanych pozycji.
5. Gdy ramię robota znajduje się w pozycji, nacisnąć przycisk **OK**, a nowy punkt orientacyjny zostaje zapisany jako Punkt orientacyjny\_1.
6. Powtórzyć czynności od 2 do 5, aby utworzyć Punkt orientacyjny\_2.
7. Aby zmienić kolejność ruchów, wybrać Punkt orientacyjny\_2 i nacisnąć strzałkę do góry, aż znajdzie się on nad Punktem orientacyjnym\_1.
8. Stanąć w bezpiecznej odległości i w gotowości do naciśnięcia przycisku zatrzymania awaryjnego, a w dolnym obszarze interfejsu PolyScope nacisnąć przycisk **Odtwarzaj**, aby ramię robota przemieściło się między punktem orientacyjnym\_1 a punktem orientacyjnym\_2. Gratulacje! Oto pierwszy program ramienia robota, przemieszczający je pomiędzy dwoma podanymi punktami orientacyjnymi.

**UWAGA:**

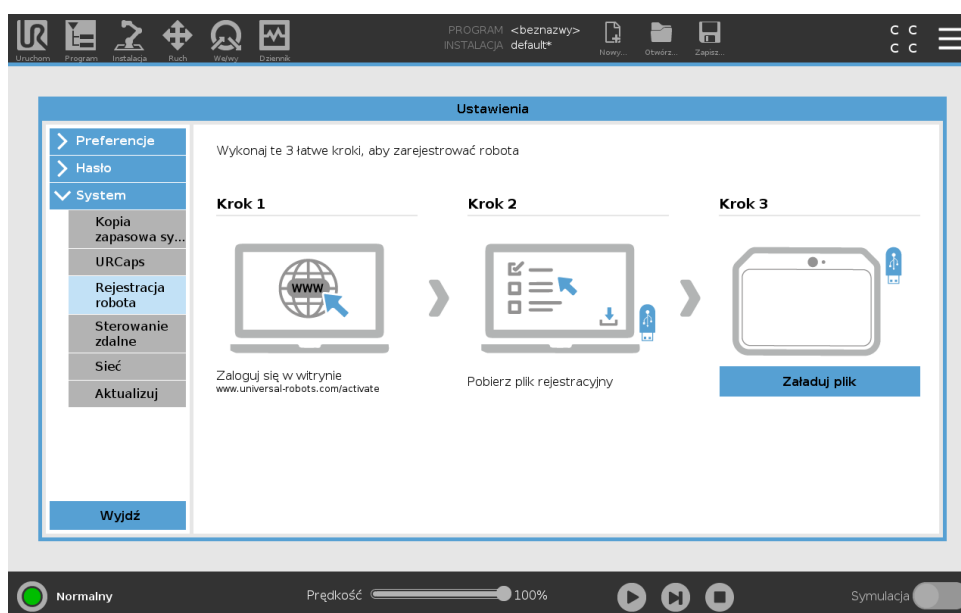
1. Nie wolno przemieszczać robota na niego ani na inne obiekty, może to spowodować jego uszkodzenie.
2. To tylko przewodnik szybkiego startu, pokazujący jak łatwe jest używanie robota UR. Zakłada się przyjazne środowisko i obsługę bardzo ostrożnego użytkownika. Nie wolno zwiększać prędkości ani przyspieszenia powyżej wartości domyślnych. Przed każdym użyciem robota w pracy należy przeprowadzić ocenę ryzyka.

**OSTRZEŻENIE:**

Głowę i tułów należy utrzymywać poza zasięgiem (przestrzenią roboczą) robota. Nie wolno umieszczać palców w miejscach, w których mogą być pochwycone.

## 11.4 Rejestracja robota i pliki licencji URCap

Przed użyciem URCap zdalnego punktu TCP należy zarejestrować robota oraz pobrać i zainstalować plik licencji URCap (zob. 15.8).

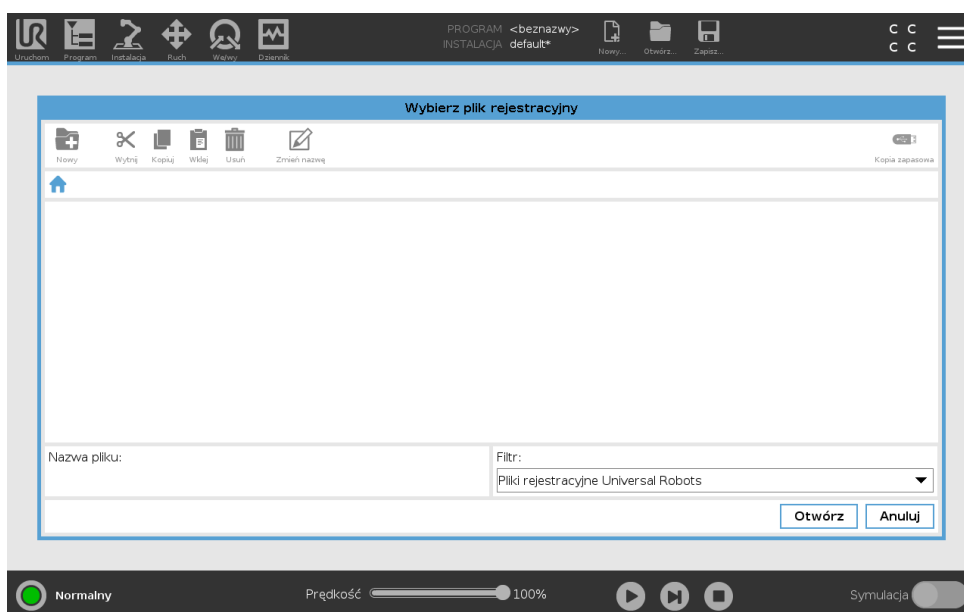


### Rejestrowanie robota z bieżącego ekranu

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć **Menu Hamburger** i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W menu po lewej stronie dotknąć opcję **System** i wybrać **Rejestracja robota**, aby wyświetlić ekran Ustawień.
3. Wykonać czynności podane w krokach 1 i 2 na ekranie, aby zarejestrować robota.

## Pobieranie pliku licencji URCAP

1. Wypełnić wymagane pola w formularzu internetowym i pobrać plik licencji do komputera.
2. Skopiować plik licencji do pamięci USB i podłączyć ją do sterownika uczenia.
3. Na ekranie Ustawienia podczas kroku 3 dotknąć przycisku **Załaduj plik**, aby otworzyć ekran **Wybierz plik rejestracyjny**.
4. Wybrać z listy pamięć USB, której zawartość ma być wyświetlona i przejść do pliku licencji.
5. Wybrać pozycję **licencja.p7b** i dotknąć przycisku **Otwórz**, aby potwierdzić rejestrację robota.
6. W lewym dolnym rogu ekranu dotknąć przycisku **Wyjście**.



## Anulowanie rejestracji robota

Jeśli robot zmienia właściciela, wymagana jest nowa licencja. W tym przypadku należy anulować rejestrację robota.

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć **Menu Hamburger** i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W menu po lewej stronie dotknąć opcję **System** i wybrać **Rejestracja robota**.
3. W lewym dolnym rogu ekranu ustawień dotknąć przycisku **Anuluj rejestrację**.

## 12 Wybór trybu pracy

### 12.1 Tryby pracy

Tryby pracy można włączyć podczas konfigurowania trójpozycyjnego urządzenia zezwalającego, ustawiania hasła, definiowania konfigurowalnych wejść/wyjść trybu pracy oraz za pośrednictwem serwera tablicy przyrządów (zob. 12.1).

**Tryb automatyczny** Po aktywowaniu robot może wykonywać tylko wstępnie zdefiniowane zadania. Karta Ruch oraz tryb ruchu swobodnego są niedostępne podczas konfigurowania trójpozycyjnego urządzenia zezwalającego. Nie można modyfikować ani zapisywać programów i instalacji.

**Tryb ręczny** Po aktywowaniu można zaprogramować robota za pomocą karty Ruch, trybu ruchu swobodnego i suwaka szybkości. Można modyfikować oraz zapisywać programy i instalacje.



**OSTRZEŻENIE:**

Zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie automatycznym może być aktywowane tylko w trybie automatycznym, przez co funkcja ochronna jest aktywna tylko w trybie automatycznym.

| Tryb pracy                                           | Ręcznie                 | Automatyczny |
|------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Ruch swobodny                                        | x                       | *            |
| Przesuwanie robota za pomocą strzałek na karcie Ruch | x                       | *            |
| Suwak szybkości                                      | x                       | x**          |
| Edycja & zapisywanie programu & instalacji           | x                       |              |
| Wykonywanie programów                                | Prędkość ograniczona*** | x            |
| Uruchamianie programu z wybranego węzła              | x                       |              |

\*Tylko, gdy żadne trójpozycyjne urządzenie zezwalające nie zostało skonfigurowane.

\*\* Suwak prędkości na ekranie wykonywania programu można włączyć w ustawieniach Poly-Scope.

\*\*\* Jeśli trójpozycyjne urządzenie zezwalające zostało skonfigurowane, robot pracuje w ręcznym trybie ograniczonej prędkości, o ile nie został uruchomiony ręczny tryb wysokiej prędkości.


**UWAGA:**

- Robot Universal Robots nie jest wyposażony w trójpozycyjne urządzenie zezwalające. Jeśli według oceny ryzyka urządzenie to jest wymagane, należy zamontować je przed rozpoczęciem eksploatacji robota.
- Jeśli trójpozycyjne urządzenie zezwalające nie zostało skonfigurowane, prędkość w trybie ręcznym nie jest ograniczana.


**OSTRZEŻENIE:**

- Przed wybraniem trybu automatycznego należy przywrócić pełną sprawność wszystkich zatrzymanych zabezpieczeń.
- W miarę możliwości przy ręcznym trybie pracy wszyscy powinni przebywać poza przestrzenią chronioną.
- Urządzenie do przełączania robota między trybami pracy należy umieścić poza przestrzenią chronioną.
- Użytkownik nie może wchodzić do przestrzeni chronionej, gdy robot pracuje w trybie automatycznym, chyba że skonfigurowano wejście zabezpieczenia w trybie automatycznym.

W poniższych podrozdziałach opisano metody konfigurowania wyboru trybu pracy. Każda metoda jest wyłączna, co oznacza, że w przypadku zastosowania jednej metody pozostałe dwie są nieaktywne.

---

**Za pomocą wejścia bezpieczeństwa trybu pracy**

1. Na karcie Instalacja należy wybrać opcję We/wy bezpieczeństwa.
2. Skonfigurować wejście trybu pracy. Opcja do skonfigurowania pojawi się w rozwijanym menu.
3. Robot jest w trybie automatycznym, kiedy stan wejścia trybu pracy jest niski i w trybie ręcznym, kiedy jest wysoki.


**UWAGA:**

Jeśli stosowany jest fizyczny przełącznik trybu, musi on być zgodny z ISO 10218-1; akapit 5.7.1 dot. wyboru.

---

**Za pomocą PolyScope**

1. Ustawić hasło (zob. 21.3.2), aby zmieniać tryby pracy.
2. Aby zmieniać tryby pracy, należy wybrać w nagłówku ikonę profilu.

Uwaga: PolyScope jest automatycznie w trybie ręcznym w przypadku włączenia konfiguracji we/wy bezpieczeństwa z trójpozycyjnym urządzeniem zezwalającym.

**Za pomocą serwera tablicy przyrządów**

1. Nawiązać połączenie z serwerem tablicy przyrządów.
2. Użyć poleceń **Ustaw tryb pracy**.
  - Ustaw automatyczny tryb pracy
  - Ustaw ręczny tryb pracy
  - Wyczyść tryb pracy

Więcej informacji o korzystaniu z serwera tablicy przyrządów zawiera <http://universal-robots.com/support/>.

---

## 12.2 Trójpzycyjne urządzenie zezwalające

Po skonfigurowaniu trójpzycyjnego urządzenia zezwalającego i wybraniu ręcznego **trybu pracy** robotem można sterować tylko przez naciskanie trójpzycyjnego urządzenia zezwalającego. Trójpzycyjne urządzenie zezwalające nie działa w trybie automatycznym. Poprzez podłączenie i skonfigurowanie trójpzycyjnego urządzenia zezwalającego można uzyskać dostęp do funkcji zatrzymania przez zabezpieczenie w trybie automatycznym.

**UWAGA:**

Trójpzycyjne urządzenie zezwalające musi być zgodne z normą ISO 10218-1: artykuł 5.8.3 dot. urządzenia zezwalającego.

---

### 12.2.1 Ręczny tryb wysokiej prędkości

Uruchamiana poprzez przytrzymanie funkcja **Ręczny tryb wysokiej prędkości** umożliwia chwilowe zwiększenie prędkości narzędzia do wartości powyżej 250 mm/s. Jest dostępna tylko wtedy, gdy robot jest w trybie ręcznym, a trójpzycyjne urządzenie zezwalające zostało skonfigurowane. Robot wykonuje zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie ręcznym, jeśli trójpzycyjne urządzenie zezwalające zostało skonfigurowane, jednak nie zostało naciśnięte. Przełączanie między trybami automatycznym a ręcznym wymaga pełnego zwolnienia trójpzycyjnego urządzenia zezwalającego i jego ponownego naciśnięcia w celu poruszania robota.

Uwaga: W ręcznym trybie wysokiej prędkości należy używać limitów bezpieczeństwa przegubów (zob. 13.2.4) lub płaszczyzn bezpieczeństwa (zob. 13.2.5) w celu ograniczenia przestrzeni ruchu robota.



## 13 Konfiguracja bezpieczeństwa

### 13.1 Podstawy ustawień bezpieczeństwa

W tej sekcji opisano sposób uzyskania dostępu do ustawienia bezpieczeństwa robota. Składa się ona z części pomagających dostosować konfigurację bezpieczeństwa robota.



#### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

Przed dostosowaniem ustawień bezpieczeństwa robota integrator musi przeprowadzić ocenę ryzyka, aby zapewnić bezpieczeństwo pracowników oraz sprzętu wokół robota. Ocena ryzyka to ewaluacja wszystkich procedur pracy w całym cyklu eksploatacji robota, przeprowadzona w celu zastosowania prawidłowych ustawień konfiguracji bezpieczeństwa (zob. Podręcznik instalacji sprzętu). Zgodnie z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora należy ustawić co następuje.

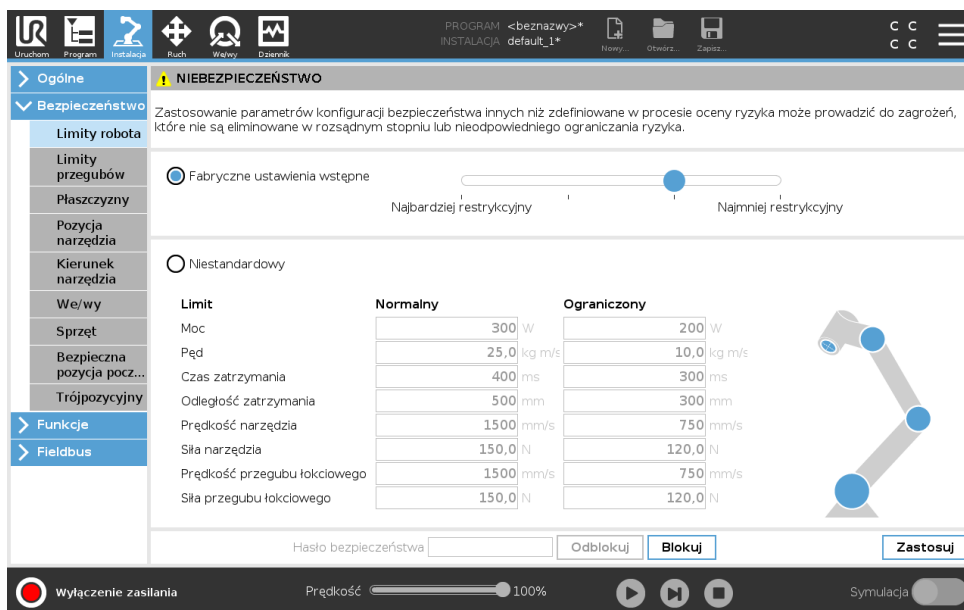
1. Integrator ma obowiązek zapobiegania wprowadzaniu zmian w konfiguracji bezpieczeństwa przez nieupoważnione osoby, na przykład przez zastosowanie ochrony hasłem.
2. Użytkowanie i konfiguracja funkcji związanych z bezpieczeństwem oraz interfejsów dla określonych zastosowań robota (zob. Podręcznik instalacji sprzętu).
3. Ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa dla ustawiania i uczenia przed pierwszym włączeniem ramienia robota.
4. Wszystkie ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa dostępne na tym ekranie i kartach podrzędnych.
5. Integrator musi upewnić się, że wszystkie zmiany w ustawieniach konfiguracji bezpieczeństwa są zgodne z oceną ryzyka.

#### 13.1.1 Dostęp do konfiguracji bezpieczeństwa

Uwaga: Ustawienia bezpieczeństwa są zabezpieczone hasłem i można je skonfigurować, a następnie używać wyłącznie po ustawieniu hasła.

1. W górnym obszarze ekranu PolyScope dotknąć ikonę **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie ekranu dotknąć przycisku **Bezpieczeństwo**.
3. Należy zauważyć, że wyświetlony zostaje ekran **Limity robota**, jednak ustawienia nie są dostępne.
4. Jeśli ustawiono uprzednio **Hasło bezpieczeństwa**, należy je wprowadzić i nacisnąć przycisk **Odblokuj**, aby udostępnić ustawienia. Uwaga: Po odblokowaniu ustawień bezpieczeństwa wszystkie ustawienia stają się aktywne.

5. Nacisnąć kartę **Blokuj** lub wyjść z menu Bezpieczeństwo, aby ponownie zablokować wszystkie ustawienia.



Więcej informacji o systemie bezpieczeństwa można znaleźć w Podręczniku instalacji sprzętu.

### 13.1.2 Ustawianie hasła bezpieczeństwa

Należy ustawić hasło, aby odblokować wszystkie ustawienia bezpieczeństwa tworzące konfigurację bezpieczeństwa użytkownika.

Uwaga: W razie braku hasła bezpieczeństwa użytkownik zostanie poproszony o jego ustawienie.

1. W prawym rogu górnego obszaru ekranu PolyScope nacisnąć menu **Hamburger** i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. Po lewej stronie ekranu (w niebieskim menu) nacisnąć przycisk **Hasło** i wybrać opcję **Bezpieczeństwo**.
3. W polu **Nowe hasło** wprowadzić hasło.
4. W polu **Potwierdź nowe hasło** wprowadzić to samo hasło i nacisnąć przycisk **Zastosuj**.
5. W lewej dolnej części niebieskiego menu nacisnąć przycisk Wyjdź, aby powrócić do poprzedniego ekranu.

Uwaga: Można nacisnąć kartę **Blokuj**, aby ponownie zablokować wszystkie ustawienia bezpieczeństwa lub przejść do ekranu poza menu Bezpieczeństwo.

Hasło bezpieczeństwa  Odblokuj **Blokuj**

### 13.1.3 Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa

Zmiany ustawień konfiguracji bezpieczeństwa muszą być zgodne z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora (zob. Podręcznik instalacji sprzętu).

Zalecana procedura:

## 13.2 Ustawienia menu bezpieczeństwa

1. Należy sprawdzić, czy zmiany są zgodne z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora.
2. Dostosuj ustawienia bezpieczeństwa do właściwego poziomu, określonego w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora.
3. Należy sprawdzić, czy ustawienia zostały zastosowane.
4. Umieść poniższy napis w instrukcjach dla operatorów:

„Przed pracą w pobliżu robota upewnij się, że konfiguracja bezpieczeństwa odpowiada oczekiwanej. Można to zweryfikować np. przez sprawdzenie, czy suma kontrolna bezpieczeństwa w prawym górnym rogu interfejsu PolyScope nie zawiera żadnych zmian.”

### 13.1.4 Zastosowanie nowej konfiguracji bezpieczeństwa

Podczas dokonywania zmian w konfiguracji zasilanie robota zostaje wyłączone. Zmiany zostają zapisane wyłącznie po naciśnięciu przycisku **Zastosuj**. Zasilania robota nie można włączyć, dopóki użytkownik nie wybierze jednej z dwóch opcji: **Zastosuj i uruchom ponownie** lub **Cofnij zmiany**. Pierwsza opcja umożliwia kontrolę wzrokową konfiguracji bezpieczeństwa robota, wyświetlaną ze względów bezpieczeństwa w jednostkach układu SI w wyskakującym okienku. Po zakończeniu kontroli wzrokowej użytkownik może wybrać opcję **Potwierdź konfigurację bezpieczeństwa**. Zmiany są następnie automatycznie zapisywane w ramach bieżącej instalacji robota.

### 13.1.5 Suma kontrolna bezpieczeństwa



Ikona **sumy kontrolnej bezpieczeństwa** wyświetla zastosowaną konfigurację bezpieczeństwa robota i odczytuje się ją od góry do dołu, od lewej do prawej, np. BF4B. Różne pola tekstowe i/lub kolory wskazują zmiany dokonane w bieżącej konfiguracji bezpieczeństwa.

Uwaga:

- **Suma kontrolna bezpieczeństwa** zmienia się w przypadku zmiany ustawień **funkcji bezpieczeństwa**, ponieważ **suma kontrolna bezpieczeństwa** jest generowana tylko przez ustawienia bezpieczeństwa.
- Należy zastosować zmiany wprowadzone w **konfiguracji bezpieczeństwa** dla **sumy kontrolnej bezpieczeństwa**, aby zostały one wdrożone.

## 13.2 Ustawienia menu bezpieczeństwa

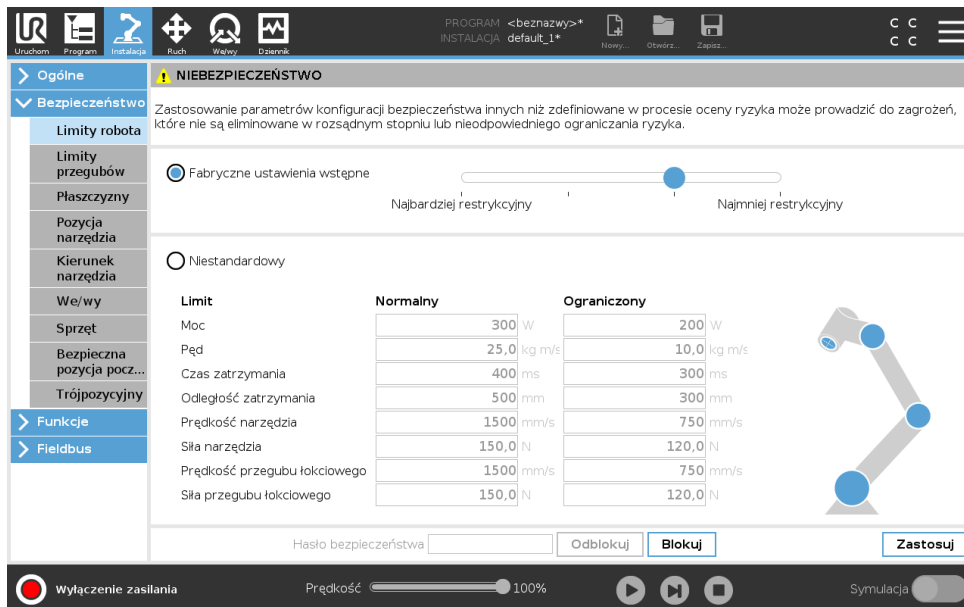
W tej sekcji określono ustawienia menu bezpieczeństwa, będące częścią konfiguracji bezpieczeństwa robota.

### 13.2.1 Limity robota

Funkcja limitów robota umożliwia ograniczenie ogólnych ruchów robota. Ekran Limity robota zawiera dwie opcje konfiguracji: **Fabryczne ustawienia wstępne** i **Niestandardowe**.

1. W przypadku fabrycznych ustawień wstępnych użytkownik może użyć suwaka do wybrania wstępnie zdefiniowanych ustawień bezpieczeństwa. Wartości w tabeli są aktualizowane, odzwierciedlając wartości ustawień wstępnych w zakresie od **Najbardziej restrykcyjne** do **Najmniej restrykcyjne**

Uwaga: Wartości ustawiane za pomocą suwaka to jedynie sugestie i nie mogą zastąpić właściwej oceny ryzyka.



2. W przypadku ustawień niestandardowych użytkownik może ustawić limity działania robota i monitorować związane z tym tolerancje.

**Moc** ogranicza maksymalną pracę mechaniczną wykonywaną przez robota w środowisku.

Uwaga: ten limit uwzględnia fakt, że obciążenie jest częścią robota, a nie środowiska.

**Pęd** ogranicza maksymalny pęd robota.

**Czas zatrzymania** ogranicza maksymalny czas, jaki jest potrzebny do zatrzymania robota, np. po aktywacji zatrzymania awaryjnego.

**Odległość zatrzymania** ogranicza maksymalną odległość, jaką może przebyć narzędzie lub przegub łokciowy robota podczas zatrzymywania się.



#### UWAGA:

Ograniczenie czasu zatrzymania i odległości wpływa na ogólną prędkość robota. Przykładowo, jeśli czas zatrzymania ma wartość 300 ms, maksymalna prędkość robota zostanie ograniczona do wartości, umożliwiającej zatrzymanie robota w ciągu 300 ms.

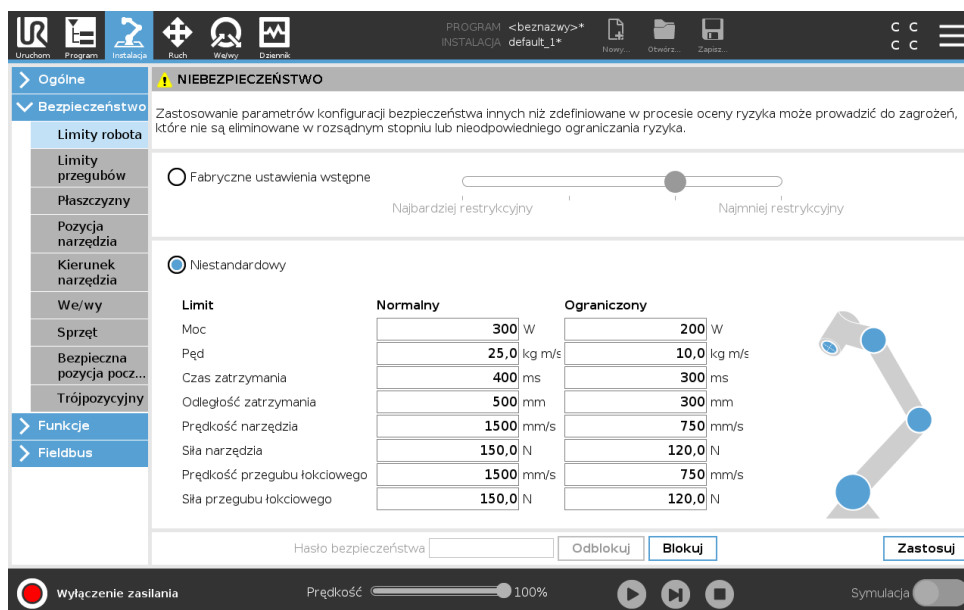
**Prędkość narzędzia** ogranicza maksymalną prędkość narzędzia robota.

**Siła narzędzia** ogranicza maksymalną siłę wywieraną przez narzędzie robota w chwili zaciskania.

**Prędkość przegubu łokciowego** ogranicza maksymalną prędkość przegubu łokciowego robota.

**Siła przegubu łokciowego** ogranicza maksymalną siłę przegubu łokciowego, jaką wywiera on na środowisko.

Prędkość i siła narzędzia są ograniczane przy kołnierzu narzędzia oraz na środku dwóch zdefiniowanych przez użytkownika pozycji narzędzia, zob. 13.2.8.



#### UWAGA:

Po włączeniu opcji **Fabryczne ustawienia wstępne** wartości wszystkich limitów robota są przywracane do ustawień domyślnych.

### 13.2.2 Tryby bezpieczeństwa

W normalnych warunkach (tzn. poza zatrzymaniem ochronnym) system bezpieczeństwa działa w trybie bezpieczeństwa z przypisanym zestawem limitów bezpieczeństwa:

**Tryb normalny** to tryb bezpieczeństwa aktywny domyślnie

**Tryb ograniczony** jest aktywny, kiedy **punkt centralny narzędzia** (TCP) robota znajduje się poza płaszczyzną wyzwalania trybu ograniczonego (zob. 13.2.5) lub po wyzwoleniu przez konfigurowalny sygnał wejściowy (zob. 13.2.10)

**Tryb przywracania** jest aktywowany w przypadku naruszenia limitu bezpieczeństwa z aktywnego zestawu limitów, a ramię robota wykonuje zatrzymanie kategorii 0. Jeśli aktywny limit bezpieczeństwa, np. limit pozycji przegubu lub granica bezpieczeństwa, będzie naruszony w chwili włączenia zasilania ramienia robota, robot uruchomi się w trybie **przywracania**. Umożliwi to przesunięcie ramienia robota z powrotem do limitów bezpieczeństwa. W trybie przywracania ruch ramienia robota jest ograniczony stałym limitem, którego użytkownik nie może dostosowywać. Szczegółowe informacje o limitach w trybie przywracania (zob. Podręcznik instalacji sprzętu).



#### OSTRZEŻENIE:

Limity **pozycji przegubu**, **pozycji narzędzia** oraz **orientacji narzędzia** są wyłączone w trybie przywracania, należy więc zachować ostrożność przy przesuwaniu ramienia robota z powrotem do limitów.

Menu ekranu konfiguracji bezpieczeństwa pozwala użytkownikowi na zdefiniowanie odrębnych zestawów limitów bezpieczeństwa dla trybu normalnego i ograniczonego. Limity prędkości i pędu dla narzędzia i przegubów powinny być bardziej restrykcyjne w trybie ograniczonym, niż ich odpowiedniki w trybie normalnym.

### 13.2.3 Tolerancje

W obszarze Konfiguracja bezpieczeństwa określa się limity systemu bezpieczeństwa. System bezpieczeństwa uzyskuje wartości z pól wejściowych i wykrywa wszelkie naruszenie w przypadku przekroczenia którejś z tych wartości. Sterownik robota próbuje zapobiegać wszelkim naruszeniom, wywołując zatrzymanie ochronne lub zmniejszając prędkość. To oznacza, że program może nie być w stanie wykonywać ruchów bardzo blisko limitu.



#### OSTRZEŻENIE:

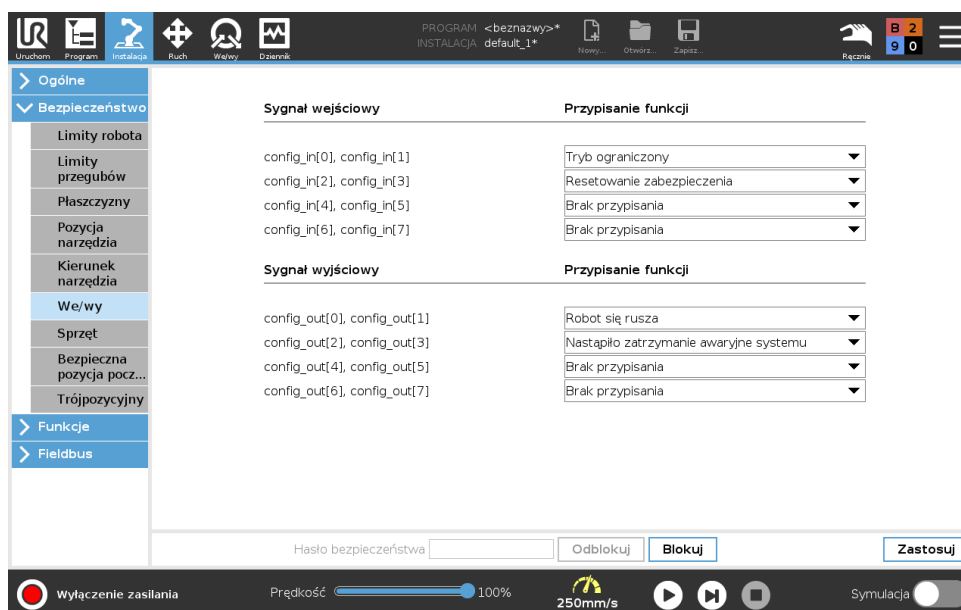
Tolerancje zależą od wersji oprogramowania. Zaktualizowanie oprogramowania może zmienić tolerancje. Szczegóły zmian wersji oprogramowania można znaleźć w informacjach o aktualizacji.

### 13.2.4 Limity przegubów

Funkcja limitów przegubów umożliwia ograniczenie ruchów poszczególnych przegubów robota w przestrzeni przegubów, np. pozycji obrotu oraz prędkości obrotu przegubu. Funkcja limitów przegubów ma dwie opcje: **Prędkość maksymalna** i **Zakres pozycji**.

Zakres pozycji nadgarstka 3 jest domyślnie nieograniczony. Używając przewodów podłączonych do robota, należy w pierwszej kolejności usunąć zaznaczenie pola wyboru **Nieograniczony zakres dla nadgarstka 3**, aby uniknąć naprężenia przewodu oraz częstych zatrzymań ochronnych.

1. Opcja Prędkość maksymalna określa maksymalną prędkość kątową dla każdego przegubu.
2. Opcja Zakres pozycji określa zakres pozycji dla każdego przegubu. Pola wejściowe trybu ograniczonego są wyłączone, jeśli nie ustawiono płaszczyzny bezpieczeństwa lub konfigurowalnego wejścia, które mogą go wyzwolić. Limit ten włącza funkcję ograniczania osi i przestrzeni robota z klasyfikacją bezpieczeństwa.



### 13.2.5 Płaszczyzny



#### UWAGA:

Konfiguracja płaszczyzn opiera się całkowicie na funkcjach. Zaleca się utworzenie i nazwanie wszystkich funkcji jeszcze przed edytowaniem konfiguracji bezpieczeństwa. Wynika to z faktu, że zasilanie robota zostaje wyłączone po odblokowaniu karty Bezpieczeństwo i przemieszczenie go nie będzie możliwe.

Płaszczyzny bezpieczeństwa ograniczają przestrzeń roboczą robota. Możliwe jest zdefiniowanie maksymalnie ośmiu płaszczyzn bezpieczeństwa, ograniczając ruch narzędzia i przegubu łokciowego robota. Ruch przegubu łokciowego można też ograniczać dla każdej płaszczyzny bezpieczeństwa oraz wyłączać poprzez cofnięcie zaznaczenia pola wyboru. Przed skonfigurowaniem płaszczyzn bezpieczeństwa należy zdefiniować funkcję w instalacji robota (zob. 16.1.4). Funkcję można następnie skopiować do ekranu płaszczyzny bezpieczeństwa i tam ją skonfigurować.



#### OSTRZEŻENIE:

Zdefiniowanie płaszczyzn bezpieczeństwa ogranicza wyłącznie sfery narzędzia oraz przegub łokciowy i nie stanowi limitu dla całego ramienia robota. To oznacza, że określenie płaszczyzny bezpieczeństwa nie gwarantuje, że inne części ramienia robota będą podlegać temu ograniczeniu.

#### Tryby

Każdą płaszczyznę z **trybami** ograniczonymi można skonfigurować za pomocą ikon wymienionych poniżej.

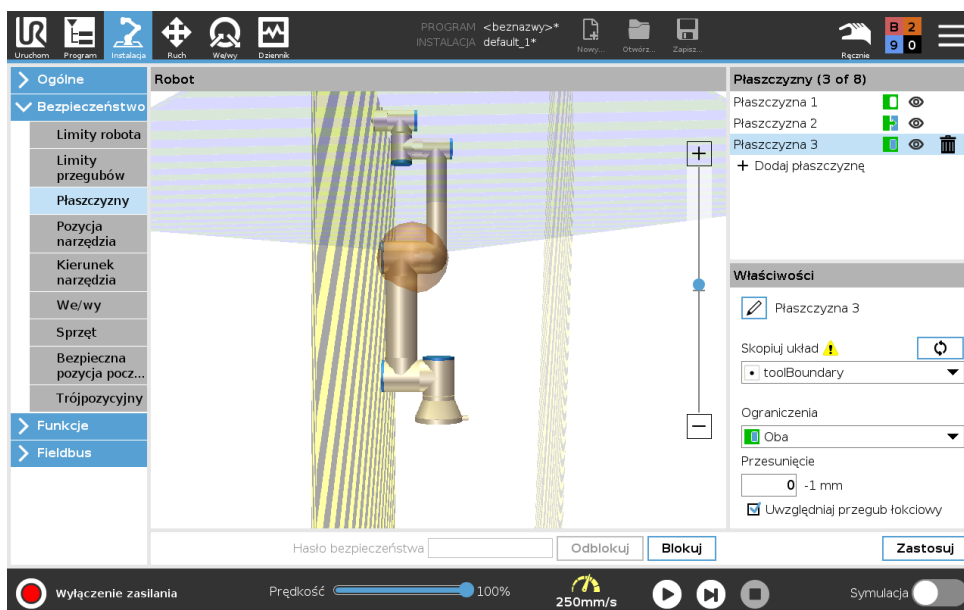
**Wyłączony** Płaszczyzna bezpieczeństwa w tym stanie nigdy nie jest aktywna.

-  **Normalny** Kiedy system bezpieczeństwa działa w trybie normalnym, aktywna jest płaszczyzna trybu normalnego, która ma funkcję bezwzględnego limitu dla danej pozycji.
-  **Ograniczony** Kiedy system bezpieczeństwa działa w trybie ograniczonym aktywna jest płaszczyzna trybu ograniczonego, która ma funkcję bezwzględnego limitu dla danej pozycji.
-  **Normalny & ograniczony** Kiedy system bezpieczeństwa działa w trybie normalnym albo ograniczonym, aktywna jest płaszczyzna trybu normalnego i ograniczonego, która ma funkcję bezwzględnego limitu dla danej pozycji.
-  **Tryb ograniczony wyzwalany** Ta płaszczyzna bezpieczeństwa powoduje przełączenie systemu bezpieczeństwa do trybu ograniczonego, jeśli narzędzie lub przegub łokciowy robota znajduje się poza nią.
-  **Pokaż** Naciśnięcie tej ikony powoduje ukrycie lub wyświetlenie płaszczyzny bezpieczeństwa w oknie graficznym.
-  **Usuń** Usunięcie utworzonej płaszczyzny bezpieczeństwa (uwaga: opcja cofnij/przywróć nie jest tu dostępna i w razie przypadkowego usunięcia płaszczyzny należy ją utworzyć ponownie)
-  **Zmień nazwę** Naciśnięcie tej ikony umożliwia zmianę nazwy płaszczyzny.

### Konfigurowanie płaszczyzn bezpieczeństwa

1. W górnym obszarze ekranu PolyScope należy dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie ekranu dotknąć **Bezpieczeństwo** i wybrać **Płaszczyzny**.
3. W polu Płaszczyzny w prawym górnym rogu ekranu dotknąć przycisku **Dodaj płaszczyznę**.
4. W polu **Właściwości** w prawym dolnym rogu ekranu skonfigurować nazwę, funkcję kopiowania oraz ograniczenia. Uwaga: **Funkcja kopiowania** zawiera tylko opcje Niezdefiniowana oraz Podstawa. Można zresetować skonfigurowaną płaszczyznę bezpieczeństwa, wybierając opcję **Niezdefiniowana**

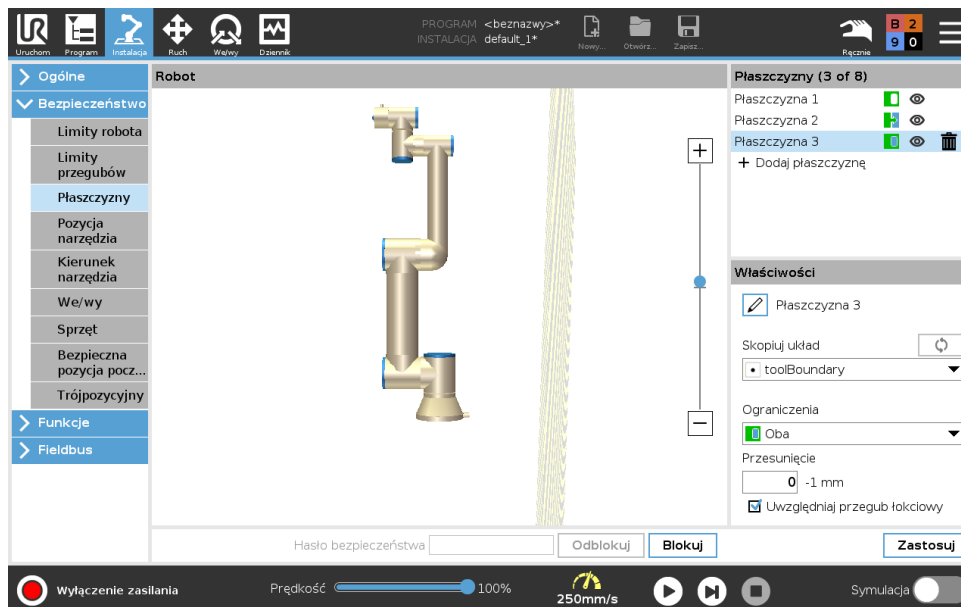
W przypadku modyfikacji skopiowanej funkcji z poziomu ekranu Funkcje, z prawej strony tekstu funkcji kopiowania wyświetlona zostaje ikona ostrzeżenia. Oznacza ona, że funkcja nie jest zsynchronizowana, tzn. informacje w karcie właściwości nie zostały zmodyfikowane i nie odzwierciedlają zmian, które mogły zostać dokonane dla funkcji.



### Przegub łokciowy

Można włączyć funkcję **Ogranicz przegub łokciowy**, aby uniemożliwić przegubowi łokciowemu robota przekroczenie dowolnych płaszczyzn określonych przez użytkownika. Aby przegub łokciowy mógł przekraczać płaszczyzny, należy wyłączyć tę funkcję.

### Oznaczenia kolorami



**Szary** Płaszczyzna jest skonfigurowana, jednak jest wyłączona (A)

**Żółta & czarny** Płaszczyzna normalna (B)

**Niebieski & zielony** Płaszczyzna wyzwalania (C)

**Czarna strzałka** Strona płaszczyzny, po której może znajdować się narzędzie i/lub przegub łokciowy (w przypadku płaszczyzn normalnych)

**Zielona strzałka** Strona płaszczyzny, po której może znajdować się narzędzie i/lub przegub łokciowy (w przypadku płaszczyzn wyzwalania)

**Szara strzałka** Strona płaszczyzny, po której może znajdować się narzędzie i/lub przegub łokciowy (w przypadku płaszczyzn wyłączonych)

### 13.2.6 Ruch swobodny

Ruch swobodny pozwala ręcznie przyciągnąć ramię robota do żądanych pozycji i/lub postaw. Przeguby poruszają się z niewielkim oporem, ponieważ hamulce zostały zwolnione. Gdy ramię robota jest poruszane ręcznie, jest w trybie ruchu swobodnego (zob. 12.1).

W miarę jak ramię robota w trybie ruchu swobodnego zbliża się do zdefiniowanego limitu lub płaszczyzny (zob. 13.2.5), opór wzrasta. To sprawia, że przeciąganie ramienia robota na pozycję jest dość ciężkie.

Tryb swobodnego ruchu można włączyć w następujące sposoby:

- Używając przycisku Ruch swobodny
- Używając funkcji Akcje we/wy (zob. 16.1.4)
- Używając przycisku Ruch swobodny na karcie Ruch (zob. 17.2)

**Używanie przycisku Ruch swobodny**

1. Nacisnąć i przytrzymać **przycisk Ruch swobodny** na **sterowniku uczenia**.
2. Przesunąć ramię robota w żądane położenie.

**13.2.7 Jazda wstecz**

Podczas inicjalizacji ramienia robota mogą występować nieznaczne wibracje po zwolnieniu hamulców. W pewnych sytuacjach, np. w razie dużego ryzyka kolizji robota, drgania te są niepożądane. W celu wymuszenia ustawienia określonych przegubów w odpowiednim położeniu bez zwalniania wszystkich hamulców w ramieniu robota można użyć funkcji **Wycofanie**.

**Włączanie funkcji Wycofanie**

1. Na ekranie **Inicjowanie** dotknąć przycisku **WŁ.**, aby rozpocząć sekwencję włączania zasilania.
2. Gdy stan robota to **Bezczynność**, nacisnąć i przytrzymać przycisk **Ruch swobodny**. Stan robota zmienia się na **Wycofanie**.
3. Hamulce zostają zwolnione tylko w tych przegubach, na które oddziałuje duża siła. Dopóki przycisk **Ruch swobodny** pozostaje włączony/wciśnięty. Podczas korzystania z funkcji **Wycofanie** ramię robota porusza się z trudnością.

**13.2.8 Pozycja narzędzia**

Ekran pozycji narzędzia zapewnia większą kontrolę nad ograniczeniami narzędzi i/lub akcesoriami umieszczonymi na końcu ramienia robota.

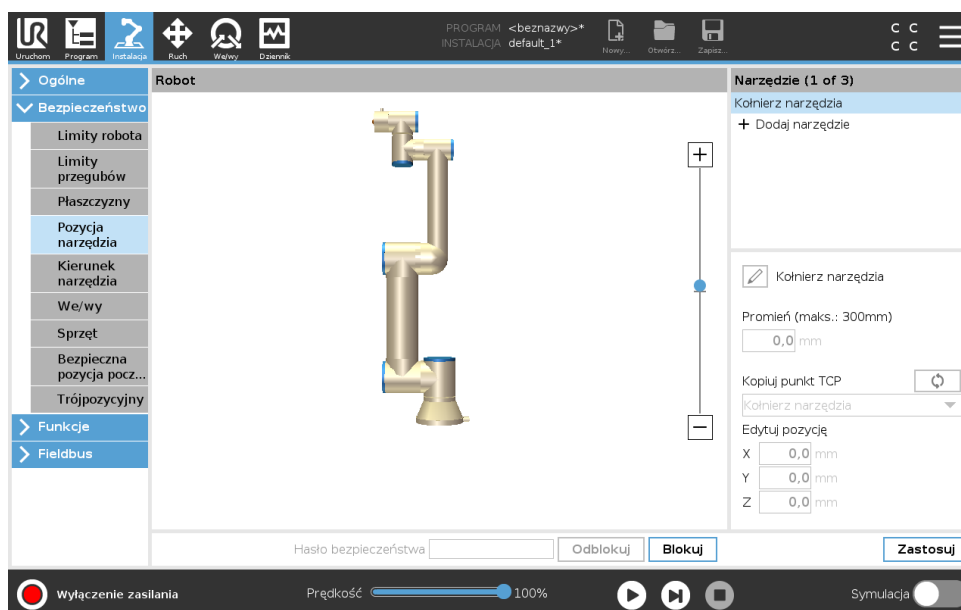
W polu **Robot** są widoczne modyfikacje użytkownika.

W polu **Narzędzie** można zdefiniować oraz skonfigurować do dwóch narzędzi.

**Narzędzie\_1** było narzędziem domyślnym o wartościach  $x=0,0$ ,  $y=0,0$ ,  $z=0,0$  i promieniu  $=0,0$ . Wartości te przedstawiają kołnierz narzędzia robota.

Uwaga:

- W opcji Kopiuj punkt TCP można również wybrać opcję **Kołnierz narzędzia**, co spowoduje wyzerowanie wszystkich wartości narzędzia.
- Kołnierz narzędzia ma zdefiniowaną domyślną sferę.



W przypadku narzędzi zdefiniowanych przez użytkownika, użytkownik może zmienić:

**Promień**, aby zmienić promień sfery narzędzia. Promień jest uwzględniany podczas stosowania płaszczyzn bezpieczeństwa. Gdy punkt w sferze przekroczy płaszczyznę wyzwalającą tryb ograniczony, robot przełącza się w tryb *ograniczony*. System bezpieczeństwa zapobiega przekroczeniu płaszczyzny bezpieczeństwa przez dowolny punkt (zob. 13.2.5).

**Pozycja** do zmiany pozycji narzędzia względem kołnierza narzędzia robota. Pozycja jest uwzględniana w przypadku funkcji bezpieczeństwa dla prędkości narzędzia, siły narzędzia, odległości zatrzymania oraz płaszczyzn bezpieczeństwa.

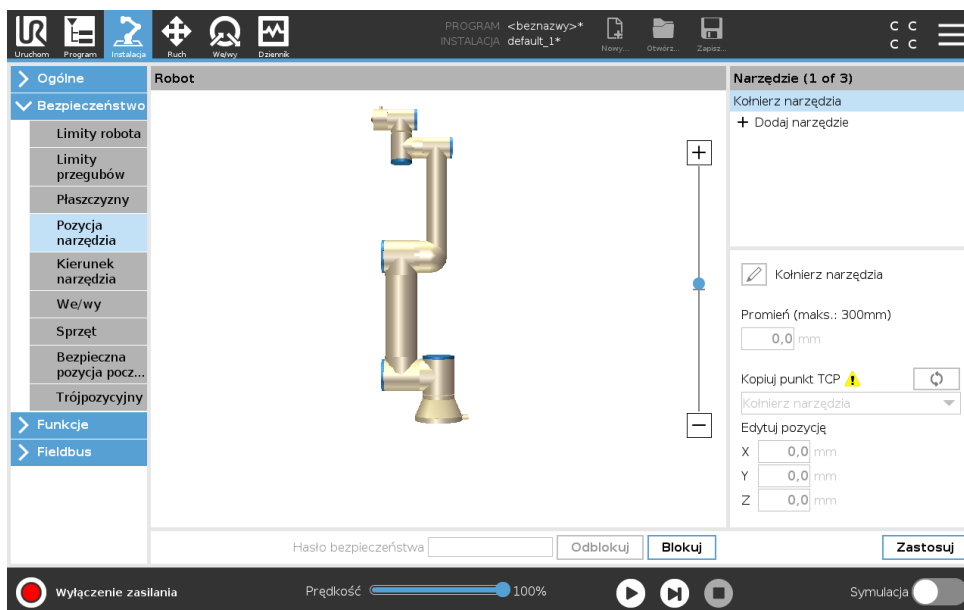
Jako podstawy do określenia nowych pozycji narzędzia można użyć istniejącego punktu centralnego narzędzia. W menu Pozycja narzędzia na rozwijanej liście Kopiuje punkt TCP można uzyskać dostęp do kopii istniejącego punktu TCP, zdefiniowanego wstępnie w menu Ogólne na ekranie punktu TCP.

W przypadku edycji lub dostosowywania wartości w polach wejściowych **Edytuj pozycję**, nazwa punktu TCP widoczna na liście rozwijanej zmienia się na **niestandardowy**, informując o istnieniu różnicy pomiędzy skopiowanym punktem TCP i rzeczywistym wprowadzonym limitem. Oryginalny punkt TCP jest nadal dostępny na rozwijanej liście i można go wybrać ponownie w celu przywrócenia wartości do oryginalnej pozycji. Wybór dokonany w rozwijanym menu kopiowania punktu TCP nie ma wpływu na nazwę narzędzia.

Po wprowadzeniu zmian na ekranie Pozycja narzędzia oraz w przypadku próby modyfikacji skopiowanego punktu TCP, na ekranie konfiguracji punktu TCP po prawej stronie pola tekstowego Kopiuje punkt TCP wyświetlona zostanie ikona ostrzeżenia. Oznacza ona, że punkt TCP nie jest zsynchronizowany, tzn. informacje w polu właściwości nie zostały zmodyfikowane i nie odzwierciedlają zmian, które mogły zostać dokonane dla punktu TCP. Punkt TCP można zsynchronizować, naciskając ikonę synchronizacji (zob. 16.1.1).

Uwaga: synchronizacja punktu TCP nie jest konieczna do prawidłowego zdefiniowania i użytkowania narzędzia.

Aby zmienić nazwę narzędzia, należy nacisnąć kartę ołówka obok wyświetlanej nazwy narzędzia. Można również określić promień w dozwolonym zakresie od 0 do 300 mm. W zależności od wielkości promienia limit jest wyświetlany w oknie graficznym jako punkt lub sfera.



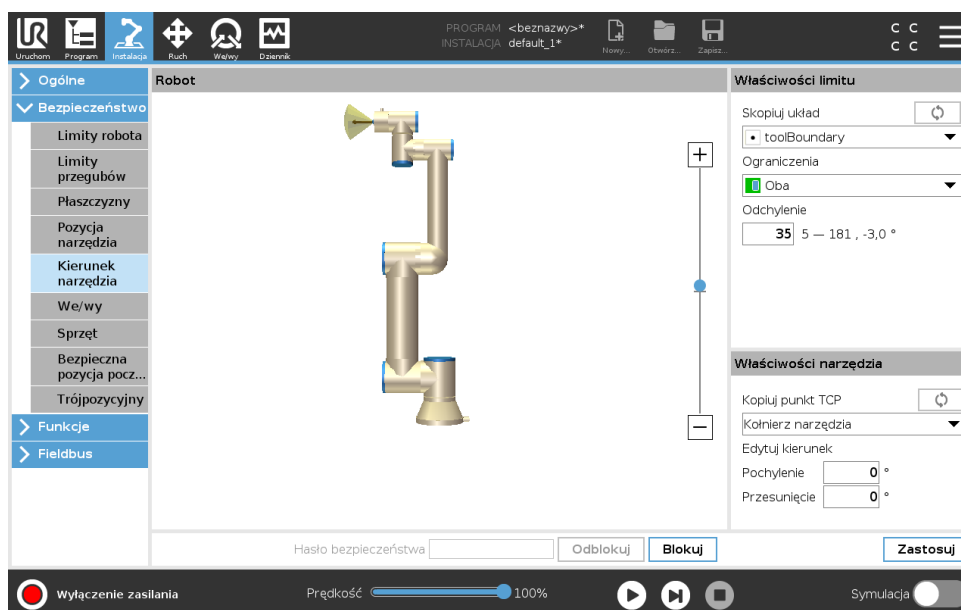
### 13.2.9 Kierunek narzędzia

Ekran kierunku narzędzia może służyć do ograniczania kąta w kierunku, w jakim skierowane jest narzędzie. Limit jest określany za pomocą stożka o stałej orientacji względem podstawy ramienia robota. Gdy ramię robota porusza się, kierunek narzędzia zostaje ograniczony i pozostaje w zakresie określonego stożka. Kierunek domyślny narzędzia pokrywa się z osią Z kołnierza wyjściowego narzędzia. Można go dostosować poprzez określenie kątów pochylenia i przesunięcia. Przed skonfigurowaniem limitu należy zdefiniować punkt lub płaszczyznę w instalacji robota (zob. 16.3). Funkcję można następnie skopiować, a jej oś Z jest używana jako środek stożka wyznaczającego limit.



#### UWAGA:

Konfiguracja kierunku narzędzia opiera się na funkcjach. Zalecane jest utworzenie żądanych funkcji jeszcze przed edytowaniem konfiguracji bezpieczeństwa, ponieważ po odblokowaniu karty Bezpieczeństwo zasilanie ramienia robota zostaje wyłączane, uniemożliwiając zdefiniowanie nowych funkcji.



### Właściwości limitu

Limit kierunku narzędzia ma trzy konfigurowalne właściwości:

1. **Środek stożka:** Z rozwijanego menu można wybrać funkcję punktu lub płaszczyzny, aby określić środek stożka. Oś Z wybranej funkcji jest stosowana jako kierunek, wokół którego zostaje wypośrodkowany stożek.
2. **Kąt stożka:** Można określić, o ile stopni robot może odchylić się względem środka.

**Wyłączony limit kierunku narzędzia** nie jest nigdy aktywny

 **Standardowy limit kierunku narzędzia** jest aktywny tylko wtedy, gdy dla trybu działania systemu bezpieczeństwa wybrano **Tryb normalny**.

 **Ograniczony limit kierunku narzędzia** jest aktywny tylko wtedy, gdy dla trybu działania systemu bezpieczeństwa wybrano **Tryb ograniczony**.

 **Standardowy & ograniczony limit kierunku narzędzia** jest aktywny, gdy dla trybu działania systemu bezpieczeństwa wybrano **Tryb normalny** oraz **Tryb ograniczony**.

Wartości można przywrócić do ustawień domyślnych lub można cofnąć konfigurację kierunku narzędzia, ustawiając funkcję kopiowania z powrotem do wartości „Niezdefiniowane”.

### Właściwości narzędzia

Narzędzie jest domyślnie skierowane w tą samą stronę co oś Z kołnierza wyjściowego narzędzia. Można to zmodyfikować, określając dwa kąty:

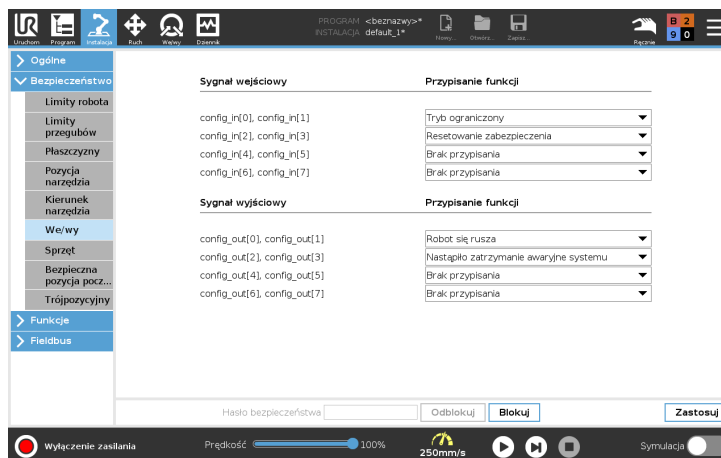
**Kąt pochylenia:** ilość stopni, o jaką należy pochylić oś Z kołnierza wyjściowego w stronę osi X kołnierza wyjściowego

**Kąt przesunięcia:** ilość stopni, o jaką należy obrócić oś Z wokół oryginalnej osi Z kołnierza wyjściowego.

Można również skopiować oś Z istniejącego punktu TCP, wybierając ten punkt TCP z rozwijanego menu.

### 13.2.10 We/wy

We/wy są podzielone między wejścia oraz wyjścia i dobrane w pary tak, że każda funkcja gwarantuje kategorię 3 i poziom działania we/wy d (PLd).



#### Sygnały wejściowe

Dla sygnałów wejściowych można zastosować niżej wymienione funkcje bezpieczeństwa:

**Zatrzymanie awaryjne systemu** To odpowiednik przycisku zatrzymania awaryjnego na sterowniku uczenia, zapewniający te same funkcje, o ile urządzenie jest zgodne z normą ISO 13850.

**Tryb ograniczony** Wszystkie limity bezpieczeństwa mogą być stosowane w trybach normalnym i ograniczonym (zob. 13.2.2). Po skonfigurowaniu niski sygnał wysyłany do wejść powoduje przejście systemu bezpieczeństwa do trybu ograniczonego. Ramię robota wyhamowuje, aby zachować zgodność ze zbiorem limitów trybu ograniczonego. System bezpieczeństwa zapewnia działanie robota w zakresie limitów trybu ograniczonego 0,5 s po wyzwoleniu wejścia. Jeśli ramię robota będzie w dalszym ciągu naruszać dowolny z limitów trybu ograniczonego, nastąpi zatrzymanie kategorii 0. Przejście z powrotem do trybu normalnego odbywa się w ten sam sposób. Uwaga: płaszczyzny wyzwalające również powodują przejście do trybu ograniczonego.

**Trójpozycyjne urządzenie zezwalające** W trybie ręcznym trójpozycyjne urządzenie zezwalające musi być wciśnięte, aby umożliwić ruch robota.

**Tryb pracy** Po zdefiniowaniu tego wejścia można używać do przełączania między **trybem automatycznym** a **trybem ręcznym** (zob. 12.1).

**Resetowanie zabezpieczeń** Po zatrzymaniu przez zabezpieczenie to wyjście pozwala na utrzymanie stanu zatrzymania przez zabezpieczenie do czasu wyzwolenia resetowania.

**Zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie automatycznym** Po skonfigurowaniu funkcja **Zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie automatycznym** wykonuje zatrzymanie przez zabezpieczenie, gdy wartość sygnału na stykach wejściowych jest niska a robot pracuje w trybie automatycznym.

**Resetowanie zabezpieczenia w trybie automatycznym** Po zatrzymaniu przez zabezpieczenie w trybie automatycznym robot pozostaje zatrzymany w tym stanie do momentu wyzwolenia przez zbocze narastające na stykach wejściowych funkcji resetowania.



## OSTRZEŻENIE:

- W przypadku wyłączenia domyślnego wejścia resetowania zabezpieczeń przez użytkownika, ramię robota przejdzie ze stanu zatrzymania przez zabezpieczenie w inny, gdy tylko sygnał wejściowy przyjmie wartość wysoką. Program wstrzymany tylko przez zatrzymanie przez zabezpieczenie zostaje wznowiony.
- Podobnie, jak w przypadku funkcji resetowania zabezpieczeń, jeśli domyślna funkcja resetowania zabezpieczenia w trybie automatycznym zostanie wyłączona, ramię robota przejdzie ze stanu zatrzymania przez zabezpieczenie w inny, gdy tylko sygnał zatrzymania przez zabezpieczenie w trybie automatycznym przyjmie wartość wysoką. Program wstrzymany tylko przez zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie automatycznym zostaje wznowiony.

**Sygnały wyjściowe**

Dla sygnałów wyjściowych można zastosować niżej wymienione funkcje bezpieczeństwa. Wszystkie sygnały powracają do stanu niskiego, kiedy zaniknie warunek wyzwalający stan wysoki:

**Zatrzymanie awaryjne systemu** Sygnał jest *niski*, gdy system bezpieczeństwa został przełączony do stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście zatrzymania awaryjnego robota lub przycisk zatrzymania awaryjnego. Aby uniknąć zablokowania, po wyzwoleniu stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście zatrzymania awaryjnego robota niski sygnał nie będzie wysyłany.

**Robot się rusza** Sygnał jest *niski* podczas ruchu robota. W pozostałych przypadkach sygnał wysoki.

**Robot się nie zatrzymuje** Sygnał jest *wysoki*, kiedy robot jest zatrzymany lub w trakcie zatrzymywania spowodowanego przez zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie. W przeciwnym przypadku będzie w logicznym stanie niskim.

**Tryb ograniczony** Sygnał jest *niski*, kiedy ramię robota jest w trybie ograniczonym lub jeśli wejście bezpieczeństwa skonfigurowano jako wejście sygnału trybu ograniczonego i ten sygnał jest aktualnie niski. W innych przypadkach stan sygnału jest wysoki.

**Poza trybem ograniczonym** Sytuacja odwrotna niż zdefiniowana powyżej dla trybu ograniczonego.

**Bezpieczna pozycja początkowa** Sygnał jest *wysoki*, gdy ramię robota jest zatrzymane w skonfigurowanej bezpiecznej pozycji początkowej. W innych przypadkach stan sygnału jest *niski*.


**UWAGA:**

Wszystkie maszyny zewnętrzne przechodzące w stan zatrzymania awaryjnego na podstawie sygnału z robota za pośrednictwem wyjścia awaryjnego zatrzymania systemu muszą być zgodne z normą ISO 13850. Jest to szczególnie konieczne w konfiguracjach z wejściem zatrzymania awaryjnego robota podłączonym do zewnętrznego urządzenia zatrzymania awaryjnego. W takich przypadkach wyjście awaryjnego zatrzymania systemu ma stan wysoki po zadziałaniu zewnętrznego urządzenia zatrzymania awaryjnego. Oznacza to, że stan zatrzymania awaryjnego maszyn zewnętrznych zostanie zresetowany bez wykonywania ręcznych czynności przez operatora robota. W związku z tym ze względu na normy bezpieczeństwa konieczne jest ręczne wznowienie działania maszyn zewnętrznych.

**13.2.11 Sprzęt**

Sterownik uczenia nie jest wymagany do działania robota. Wymontowanie sterownika uczenia wymaga zdefiniowania innego źródła zatrzymania awaryjnego. Aby uniknąć wyzwolenia naruszenia bezpieczeństwa, należy określić, czy sterownik uczenia jest zamontowany.

**Wybór dostępnego sprzętu**

PolyScope jako interfejs programowania nie jest wymagany do działania robota.

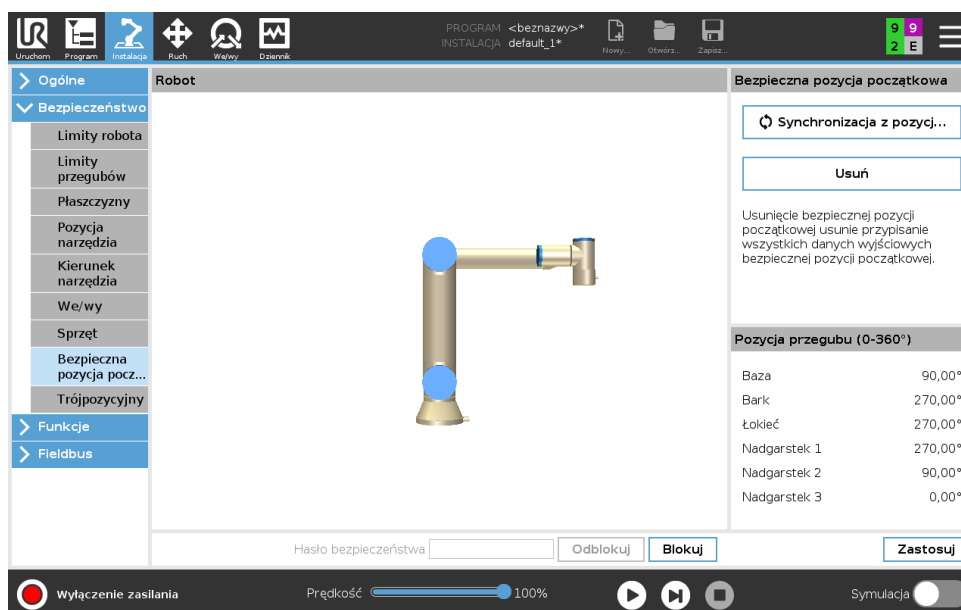
1. W górnym obszarze ekranu dotknąć **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie dotknąć **Bezpieczeństwo** i wybrać **Sprzęt**.
3. Należy wprowadzić hasło bezpieczeństwa i **odblokować** ekran.
4. Usunąć zaznaczenie **sterownika uczenia**, aby używać robota bez interfejsu PolyScope.
5. Nacisnąć przycisk **Zapisz i uruchom ponownie**, aby wprowadzić zmiany.


**PRZESTROGA:**

W przypadku wymontowania lub odłączenia sterownika uczenia od robota przycisk zatrzymania awaryjnego nie będzie aktywny. Należy przenieść sterownik uczenia z dala od robota.

**13.2.12 Bezpieczna pozycja początkowa**

Bezpieczna pozycja początkowa to pozycja powrotu zdefiniowana w ramach zdefiniowanej przez użytkownika pozycji początkowej. We/wy bezpiecznej pozycji początkowej są aktywne, gdy ramię robota jest w bezpiecznej pozycji początkowej i zdefiniowano we/wy tej pozycji. Ramię robota jest w bezpiecznej pozycji początkowej, gdy pozycje przegubów odpowiadają określonym kątom przegubów lub ich wielokrotności 360 stopni.



### Synchronizacja z pozycji początkowej

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie ekranu dotknąć **Bezpieczeństwo** i wybrać **Bezpieczna pozycja początkowa**.
3. W obszarze **Bezpieczna pozycja początkowa** dotknąć przycisku **Synchronizuj z pozycji początkowej**.
4. Dotknąć przycisku **Zastosuj**, a następnie w wyświetlonym oknie dialogowym wybrać **Zastosuj i uruchom ponownie**.

### Wyjście bezpiecznej pozycji początkowej

Bezpieczną pozycję początkową należy zdefiniować przed wyjściem bezpiecznej pozycji początkowej (zob. 13.2.10).

### Definiowanie wyjścia bezpiecznej pozycji początkowej

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie ekranu w obszarze **Bezpieczeństwo** dotknąć przycisku **We/wy**.
3. Na ekranie we/wy sygnału wyjściowego w obszarze przypisania funkcji wybrać z menu rozwijanego pozycję **Bezpieczna pozycja początkowa**.
4. Dotknąć przycisku **Zastosuj**, a następnie w wyświetlonym oknie dialogowym wybrać **Zastosuj i uruchom ponownie**.

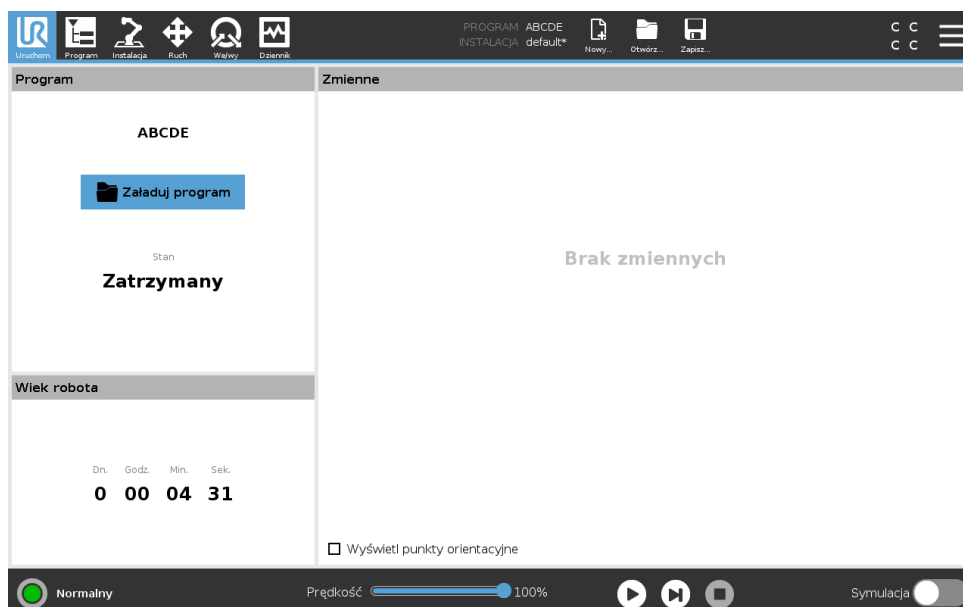
### Edycja bezpiecznej pozycji początkowej

Edycja pozycji początkowej nie powoduje automatycznego zmodyfikowania wcześniej zdefiniowanej bezpiecznej pozycji początkowej. Ponieważ te wartości nie są zsynchronizowane, węzeł programu pozycji początkowej nie jest zdefiniowany.

**Edytowanie bezpiecznej pozycji początkowej**

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie ekranu w obszarze **Ogólne** wybrać **Pozycja początkowa**.
3. Dotknąć przycisku **Edytuj pozycję** i ustawić nową pozycję ramienia robota, a następnie dotknąć **OK**.
4. W menu bocznym w obszarze **Bezpieczeństwo** wybrać **Bezpieczna pozycja początkowa**.  
Uwaga: hasło bezpieczeństwa jest wymagane do **odblokowania** ustawień bezpieczeństwa (zob. 13.1.2).
5. W obszarze **Bezpieczna pozycja początkowa** dotknąć przycisku **Synchronizuj z pozycji początkowej**

## 14 Karta uruchomienia



Karta **Uruchomienie** umożliwia bardzo łatwą obsługę ramienia robota oraz skrzynki sterowniczej i zawiera minimalną możliwą liczbę przycisków oraz opcji. Połączenie łatwej obsługi i zabezpieczenia hasłem części PolyScope (zob. 21.3.2) pozwala przekształcić robota w narzędzie obsługujące wyłącznie gotowe napisane programy.

Na tym ekranie można automatycznie ładować i uruchamiać programy domyślne na podstawie przejścia zbocza zewnętrznego sygnału wejściowego (zob. 16.1.6).

Uwaga: Połączenie automatycznego ładowania i uruchamiania programu domyślnego oraz automatycznego inicjowania przy uruchomieniu może być użyte na przykład do zintegrowania ramienia robota z inną maszyną.

### 14.1 Program

Pole **Program** zawiera nazwę programu załadowanego do robota oraz jego bieżący stan. Można dotknąć karty **Załaduj program**, aby załadować inny program.

### 14.2 Zmienne

Program robota może używać zmiennych do zapisywania i aktualizowania różnych wartości podczas pracy. Dostępne są dwa rodzaje zmiennych:

**Zmienne instalacji** Te zmienne mogą być używane przez wiele programów, a ich nazwy i wartości są powiązane z instalacją robota (zob. 16.1.5). Zmienne instalacji zachowują swoje wartości także po ponownym uruchomieniu robota i skrzynki sterowniczej.

**Zwykłe zmienne programu** Te zmienne są dostępne wyłącznie dla wykonywanego programu, a ich wartości są tracone od razu po zatrzymaniu programu.

**Wyświetlanie punktów orientacyjnych** Program robota używa zmiennych skryptu do przechowywania informacji o punktach orientacyjnych.

Zaznacz pole wyboru **Wyświetl punkty orientacyjne** na karcie **Zmienne**, aby wyświetlić zmienne skryptu na liście zmiennych.

#### Typy zmiennych

*logiczna* Zmienna logiczna, której wartość to albo Prawda, albo Fałsz.

*całk.* Liczba całkowita z zakresu od  $-2147483648$  do  $2147483647$  (32 bity).

*zm.przeł.* Liczba zmiennoprzecinkowa (dziesiętna) (32 bity).

*ciąg* Ciąg znaków.

*postawa* Wektor opisujący lokalizację i orientację w przestrzeni kartezjańskiej.

Jest to połączenie wektora wodzącego  $(x, y, z)$  i wektora obrotu  $(rx, ry, rz)$  określającego orientację, z zapisem  $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .

*lista* Ciąg zmiennych.

### 14.3 Wiek robota

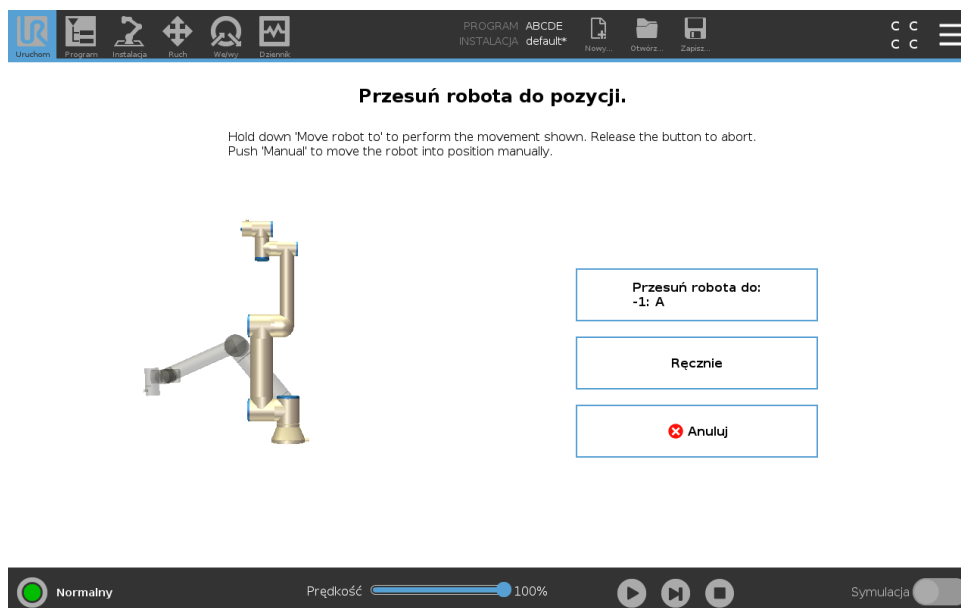
To pole zawiera informację o czasie, jaki upłynął od pierwszego włączenia robota. Wartości podane w tym polu nie są związane z czasem uruchomienia programu

### 14.4 Przesuń robota do pozycji

Ekran **Przesuń robota do pozycji** zostaje wyświetlony po dotknięciu przycisku **Odtwarzaj w dolnej części ekranu**. Należy przejść do ekranu **Przesuń robota do pozycji**, gdy ramię robota musi przesunąć się do określonej pozycji początkowej przed uruchomieniem programu lub gdy ramię robota przesuwa się do punktu orientacyjnego w trakcie modyfikowania programu.

W przypadkach, gdy nie można przesunąć ramienia robota do zaprogramowanej pozycji początkowej za pomocą ekranu **Przesuń robota do pozycji**, przesuwa się ono do pierwszego punktu orientacyjnego w drzewie programu. Ramię robota może przesunąć się do nieprawidłowej pozycji, jeśli:

- Pozycja funkcji TCP lub pozycja punktu orientacyjnego pierwszego ruchu została zmieniona podczas wykonywania programu przed wykonaniem pierwszego ruchu.
- Pierwszy punkt orientacyjny jest wewnątrz węzła drzewa programu Jeśli lub Przełącz.



## Auto

Aby przesunąć ramię robota do pozycji początkowej, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk **Auto**.

Uwaga: Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zatrzymanie ruchu.

## Animacja

Jeżeli użytkownik naciśnie i przytrzyma kartę **Auto**, wyświetlona zostaje animacja pokazująca ruch ramienia robota, który zostanie za chwilę wykonany.



### PRZESTROGA:

1. Animację należy porównać z pozycją prawdziwego ramienia robota w celu sprawdzenia, czy ramię może bezpiecznie wykonać ruch bez kolizji z żadnymi przeszkodami.
2. Funkcja ruchu automatycznego wykonuje ruch robota wzdłuż trajektorii cienia. Kolizje mogą spowodować uszkodzenie robota lub innego wyposażenia.

## Ręcznie

Nacisnąć kartę **Ręcznie**, aby przejść do ekranu ikony **Ruch**, na której możliwe jest ręczne przemieszczanie ramienia robota. Z funkcji należy korzystać wtedy, gdy ruch ramienia przedstawiony przez animację nie jest zadowalający.



## 15 Karta Program



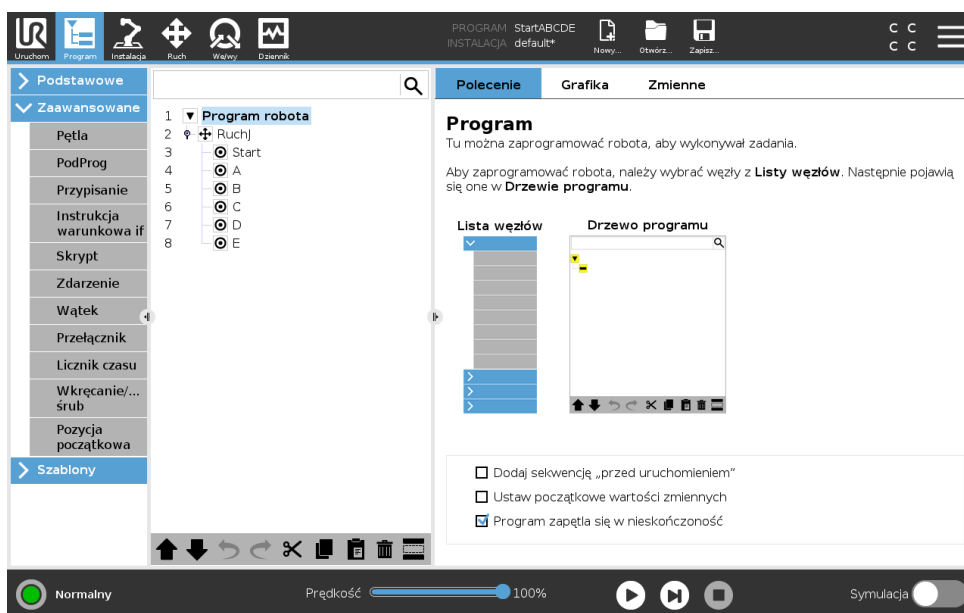
Na karcie Program jest wyświetlany aktualnie edytowany program.

## 15.1 Drzewo programu

Dotknięcie pozycji **Polecenie** pozwala dodać węzły programu do drzewa programu. Skonfigurować działanie dodanych węzłów programu po prawej stronie ekranu.

Nie można wykonać pustego drzewa programu. Nie można również wykonać programów zawierających nieprawidłowo skonfigurowane węzły. Nieprawidłowe węzły programu są oznaczone żółtym kolorem, aby wskazać elementy wymagające poprawienia w celu wykonania programu.

### 15.1.1 Wskazanie wykonywania programu



Podczas wykonywania programu aktualnie wykonywany węzeł jest oznaczony małą ikoną  obok węzła. Ponadto ścieżka wykonywania jest oznaczona kolorem niebieskim. Naciśnięcie ikony  w narożniku programu spowoduje wskazanie wykonywanego polecenia.

### 15.1.2 Przycisk wyszukiwania

Dotknąć , aby wyszukać w drzewie programu. Naciśnąć ikonę , aby wyjść z trybu wyszukiwania.

### 15.1.3 Pasek narzędzi drzewa programu

Do modyfikacji drzewa programu służy pasek narzędzi umieszczony u podstawy drzewa programu.

#### Przyciski cofnij/ponów

Przyciski  i  służą do cofania i przywracania zmian wprowadzonych w poleceniach.

#### Przesuń w górę & w dół

Przyciski  i  służą do zmiany położenia węzła.

#### Wytnij

Przycisk  pozwala wyciąć węzeł i użyć go dla innej akcji (np. wkleić go w innym miejscu drzewa programu).

#### Kopiuj

Przycisk  pozwala skopiować węzeł i użyć go dla innej akcji (np. wkleić go w innym miejscu drzewa programu).

#### Wklej

Przycisk  służy do wklejenia uprzednio wyciętego lub skopiowanego węzła.

## Usuń

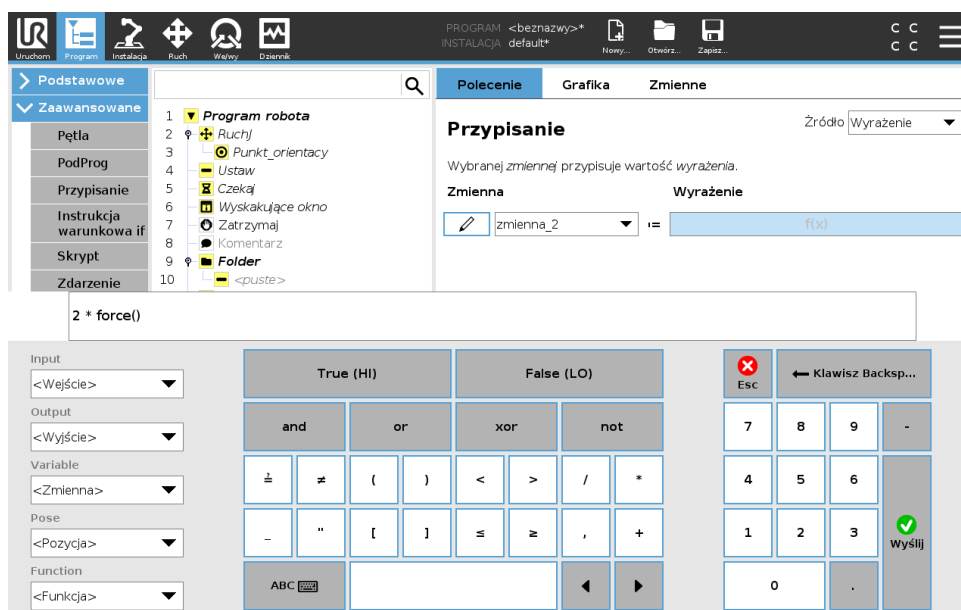
Dotknięcie przycisku  powoduje usunięcie węzła z drzewa programu.

## Zablokuj

Dotknięcie przycisku  powoduje zablokowanie węzła w drzewie programu.

Zablokowane wiersze programu są po prostu pomijane podczas wykonywania programu. Zablokowany wiersz można ponownie odblokować później. Jest to szybki sposób wprowadzania zmian w programie bez niszczenia oryginalnej zawartości.

### 15.1.4 Edytor wyrażeń



Podczas gdy samo wyrażenie jest edytowane jako tekst, to edytor wyrażeń ma kilka przycisków i funkcji do wstawiania specjalnych symboli wyrażeń, takich jak \* dla mnożenia oraz ≤ dla mniejsze lub równe. Przycisk symbolu klawiatury w lewym górnym rogu ekranu przełącza na edycję tekstową wyrażenia. Wszystkie zdefiniowane zmienne można znaleźć w selektorze Zmienne, natomiast nazwy portów wejścia i wyjścia można znaleźć w selektorach Wejście i Wyjście. Niektóre funkcje specjalne są dostępne w selektorze Funkcja.

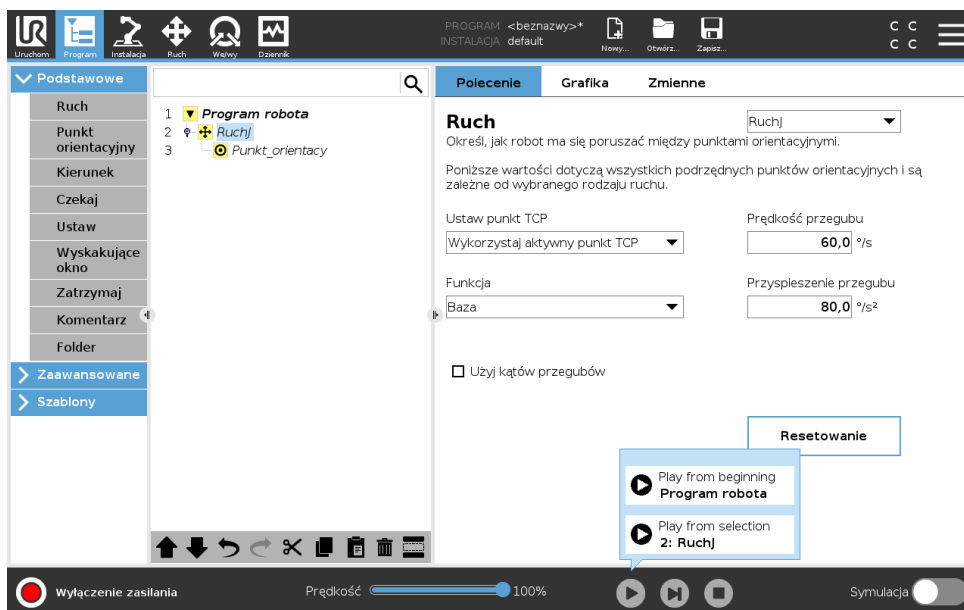
Wyrażenie jest sprawdzane pod kątem błędów gramatycznych po naciśnięciu przycisku Ok. Naciśnięcie przycisku Anuluj powoduje wyjście z ekranu z odrzuceniem wszystkich zmian.

Wyrażenie może wyglądać następująco:

```
cyfrowe_we[1] = Prawda oraz analogowe_we[0] < 0.5
```

### 15.1.5 Uruchamianie programu z wybranego węzła

Gdy robot pracuje w trybie ręcznym (zob. 12.1), opcja **Uruchom od wybranego elementu** umożliwia uruchomienie programu z wybranego węzła. Opcja **Uruchom od początku** powoduje normalne uruchomienie programu. Opcja **Uruchom od wybranego elementu** jest wyłączona, jeśli nie można uruchomić programu od określonego węzła. W przypadku wątku nie można włączyć opcji Uruchom od wybranego elementu, ponieważ wątki zawsze rozpoczynają się od początku.



### Używanie opcji Uruchom od wybranego elementu

Dotknąć przycisku **Uruchom** i wybrać opcję **Uruchom od wybranego elementu**, aby uruchomić program od danego węzła w drzewie programu.

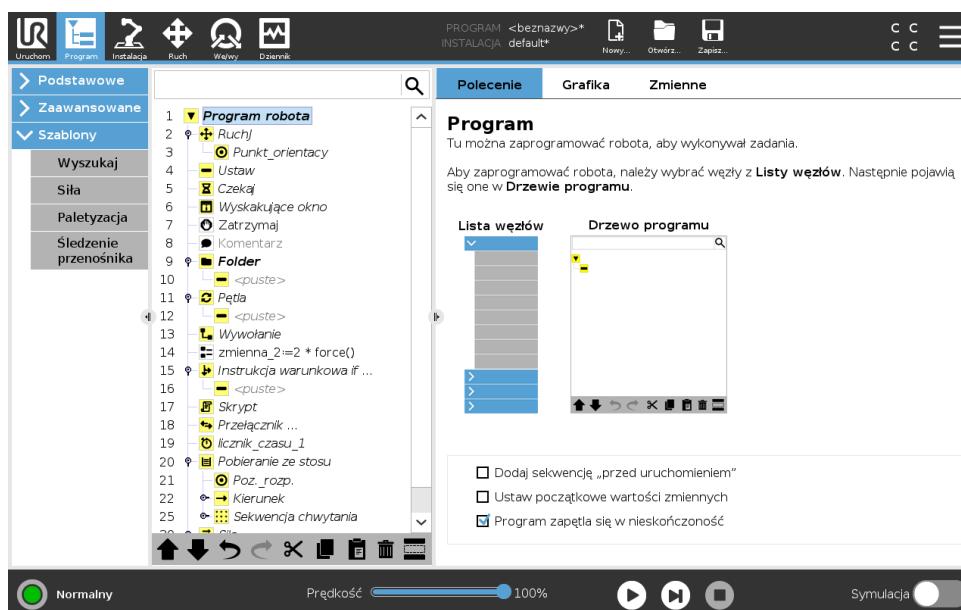


#### UWAGA:

- Jeśli jest używany, obszar **Przed uruchomieniem** jest zawsze wykonywany dla obu opcji **Uruchom od wybranego elementu** i **Uruchom od początku**.
- Program zostaje wstrzymany i zostaje wyświetlony komunikat o błędzie w przypadku napotkania nieprzydzielonej zmiennej.
- Program może zostać uruchomiony od węzła tylko w programie robota.
- Opcji **Uruchom od wybranego elementu** można używać w programie podrzędnym. Wykonanie programu zostaje wstrzymane w momencie zakończenia programu podrzędnego.

## 15.2 Karta poleceń

Niniejszy podręcznik nie zawiera wszystkich szczegółowych informacji o każdym typie węzła programu. Węzeł programu robota zawiera trzy pola wyboru służące do sterowania ogólnym działaniem programu.



### Dodaj sekwencję przed uruchomieniem

Zaznacz to pole wyboru, aby dodać do programu specjalną sekcję wykonywaną po uruchomieniu programu.

### Ustaw początkowe wartości zmiennych

Zaznacz to pole, aby ustawić początkowe wartości zmiennych programu.

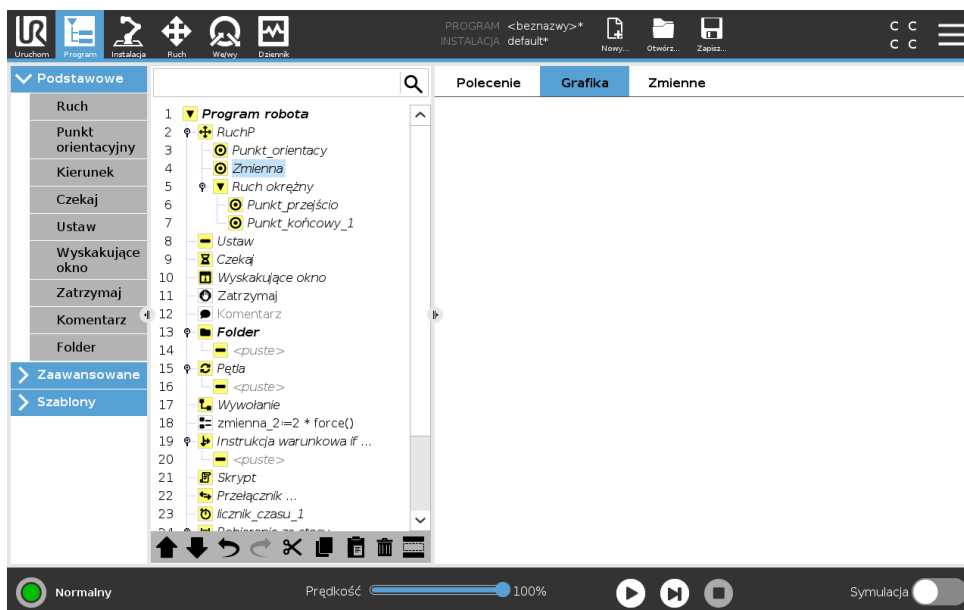
1. Należy wybrać zmienną z rozwijanej listy, klikając ją lub używając pola wyboru zmiennej.
2. Należy wprowadzić wyrażenie dla tej zmiennej. Wyrażenie to służy do konfigurowania wartości zmiennej na początku programu.
3. Można wybrać opcję **Zachowaj wartość z poprzedniego przebiegu**, aby zainicjować zmienną do wartości dostępnej w karcie **Zmienne** (patrz 15.4).  
Pozwala to zachować wartości zmiennych między kolejnymi wykonaniami programu. Zmienna pobiera wartość z wyrażenia, jeśli program zostanie uruchomiony po raz pierwszy lub jeśli karta wartości zostanie wyczyszczona.

Zmienną można usunąć z programu, ustawiając jej nazwę jako pustą (same spacje).

### Program zapętla się w nieskończoność

Zaznacz to pole, aby wykonywać program w trybie ciągłym.

## 15.3 Karta Urządzenie graficzne



Graficzne przedstawienie aktualnego programu robota. Tor punktu centralnego narzędzia (TCP) jest pokazany w widoku 3D, z segmentami ruchu pokazanymi na czarno i segmentami mieszanymi (przejściami pomiędzy segmentami ruchu) na zielono. Zielone punkty podają pozycje punktu centralnego narzędzia dla każdego z punktów orientacyjnych w programie. Rysunek 3D ramienia robota pokazuje jego aktualną pozycję, a *cień* pokazuje, w jaki sposób osiągnie ono punkt orientacyjny wybrany po lewej stronie ekranu.

Jeśli bieżąca pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu granicy limitu orientacji (zob. 13.2.5), wyświetlany jest model 3D limitu granicznego.

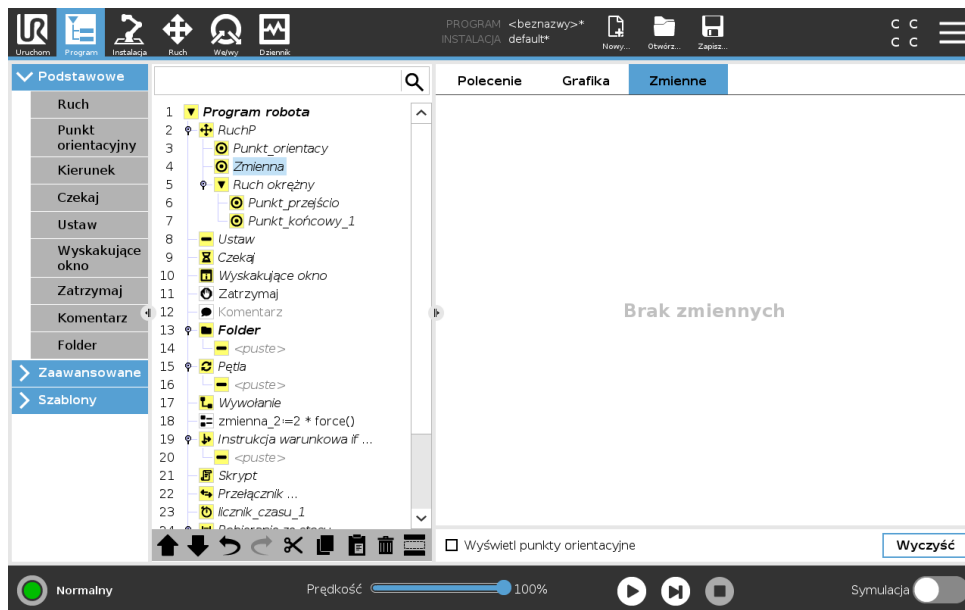
Należy pamiętać, że kiedy robot wykonuje program, wizualizacja limitów granicznych jest wyłączona.

Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką, która wskazuje tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są limity **trybu** normalnego (zob. 13.2.2). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy docelowy punkt TCP robota nie jest już w pobliżu limitu, przedstawienie 3D nie jest już wyświetlane. Jeśli punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

Widok 3D można powiększać i obracać, aby móc lepiej widzieć ramię robota. Przyciski w prawym górnym rogu ekranu mogą wyłączać różne elementy graficzne w widoku 3D. Dolny przycisk włącza i wyłącza wizualizację pobliskich limitów granicznych.

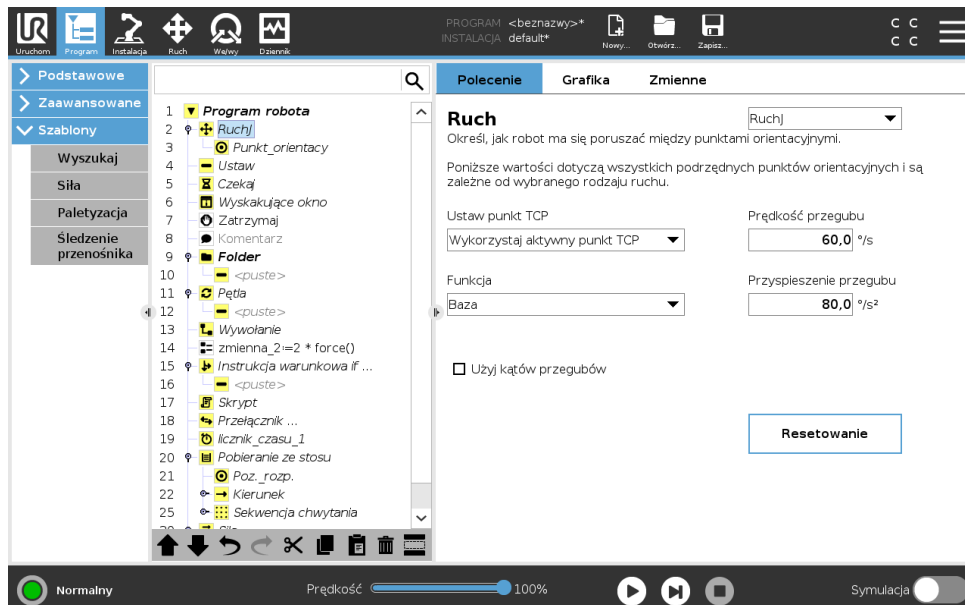
## 15.4 Karta zmiennych



Karta **zmiennych** pokazuje aktualne wartości zmiennych w pracującym programie i utrzymuje listę zmiennych oraz wartości pomiędzy przebiegami programu. Karta pojawia się tylko wtedy, kiedy ma informacje do wyświetlenia. Zmienne punktu orientacyjnego zostaną wyświetlone po włączeniu opcji Wyświetl punkty orientacyjne.

## 15.5 Podstawowe węzły programu

### 15.5.1 Ruch

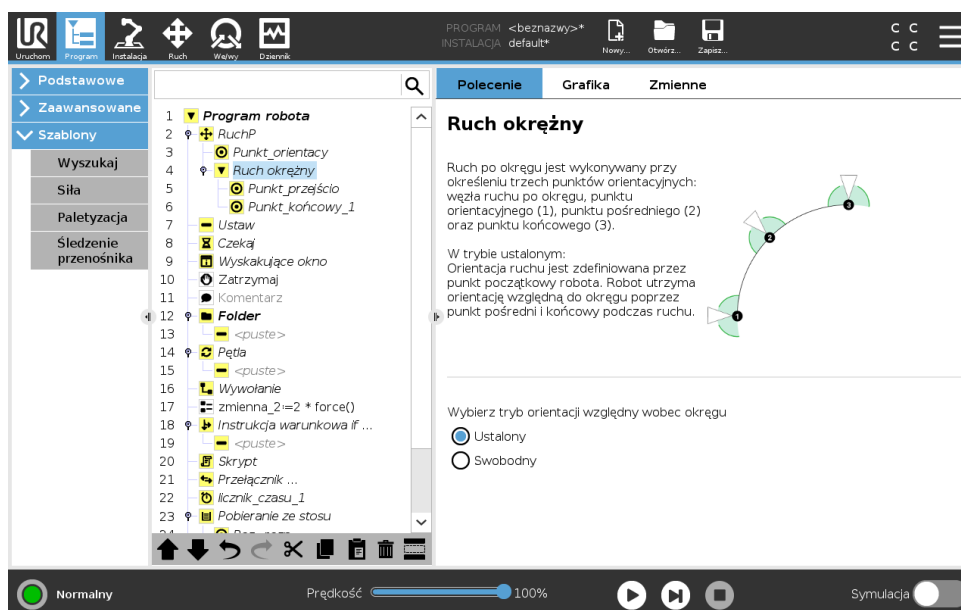


Polecenie **Ruch** steruje ruchem robota przez zadane punkty orientacyjne. Punkty orientacyjne muszą zostać określone w ramach polecenia Ruch. Polecenie Ruch określa przyspieszenie i szybkość, z jaką ramię robota będzie się poruszać między tymi punktami orientacyjnymi.

## Rodzaje ruchów

Można wybrać jeden z trzech rodzajów ruchów: **RuchJ**, **RuchL** oraz **RuchP**. Wszystkie typy ruchów opisano poniżej.

- **ruchJ** powoduje wykonywanie ruchów obliczanych w **przestrzeni przegubów**. Przeguby są sterowane w taki sposób, aby kończyły ruch w tym samym momencie. Ten rodzaj ruchu daje zakrzywiony tor narzędzia. Wspólnymi parametrami mającymi zastosowanie do tego rodzaju ruchu są maksymalna szybkość przegubu i przyspieszenie przegubu, wyrażane odpowiednio w jednostkach  $st./s$  i  $st./s^2$ . Jeśli ramię robota ma się szybko przemieścić między punktami orientacyjnymi bez względu na tor narzędzia między nimi, należy wybrać ten rodzaj ruchu.
- **RuchL** powoduje liniowy ruch punktu centralnego narzędzia (TCP) między punktami orientacyjnymi. Oznacza to, że każdy przegub wykonuje dużo bardziej złożony ruch, aby utrzymać narzędzie na prostym torze. Wspólnymi parametrami, które można ustawić dla tego rodzaju ruchu są żądana szybkość narzędzia i przyspieszenie narzędzia wyrażane odpowiednio w jednostkach  $mm/s$  i  $mm/s^2$ , a także funkcja.
- **RuchP** powoduje liniowy ruch narzędzia ze stałą szybkością z kołowym mieszaniem i służy do wykonywania takich operacji, jak klejenie lub dozowanie. Wielkość promienia mieszania jest domyślnie wspólną wartością dla wszystkich punktów orientacyjnych. Mniejsza wartość spowoduje, że tor będzie ostrzejszy, zaś większa wartość spowoduje, że tor będzie łagodniejszy. Gdy ramię robota porusza się między punktami orientacyjnymi ze stałą szybkością, skrzynka sterownicza robota nie może oczekiwać na operację we/wy ani czynność operatora. Taka sytuacja może zatrzymać ruch ramienia robota lub spowodować zatrzymanie ochronne.
- **Ruch po okręgu** może być dodany do polecenia **ruchP**, aby wykonać ruch obrotowy. Robot zaczyna poruszać się z aktualnej pozycji do punktu początkowego, przemieszcza się poprzez **punkt przejściowy** oznaczony na łuku oraz **punkt końcowy**, co kończy ruch obrotowy. Tryb jest wykorzystywany do obliczenia orientacji narzędzia poprzez łuk okręgu. Tryb może być:
  - Stały: stosowany jest wyłącznie punkt początkowy do określenia orientacji narzędzia
  - Swobodny: punkt początkowy zamienia się w **punkt końcowy** w celu określenia orientacji narzędzia



### Parametry wspólne

Wspólne parametry w prawym dolnym rogu ekranu Ruch dotyczą przesunięcia z wcześniejszego położenia ramienia robota do pierwszego punktu orientacyjnego z danego polecenia i dalej do każdego kolejnego punktu orientacyjnego. Ustawienia polecenia Ruch nie mają zastosowania do toru idącego od ostatniego punktu orientacyjnego w ramach danego polecenia Ruch.

### Wybór punktu TCP

Sposób, w jaki robot ma poruszać się pomiędzy punktami orientacyjnymi zostaje dostosowany na podstawie tego, czy punkt TCP skonfigurowano za pomocą punktu TCP zdefiniowanego przez użytkownika czy aktywnego punktu TCP. Opcja **Ignoruj aktywny TCP** umożliwia dostosowanie tego ruchu względem kołnierza narzędzia.

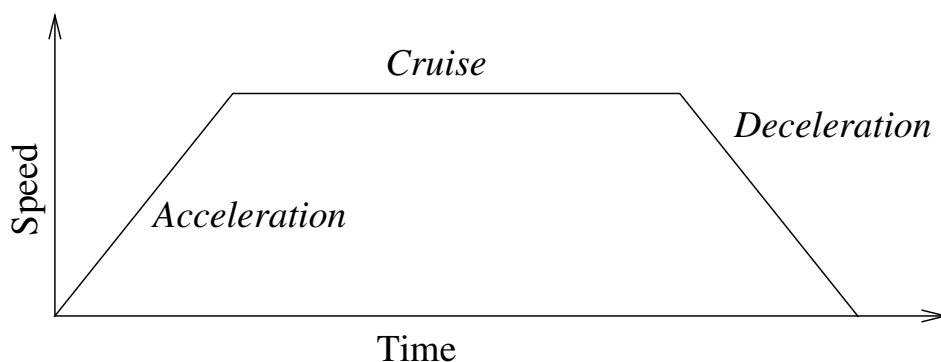
### Konfigurowanie punktu TCP w ruchu

1. Przejdź do ekranu karty Program, aby skonfigurować punkt TCP używany dla punktów orientacyjnych.
2. W sekcji Polecenie z rozwijanego menu po prawej stronie wybrać Typ ruchu.
3. W sekcji Ruch wybrać opcję z rozwijanego menu **Ustaw punkt TCP**.
4. Wybrać opcję **Użyj aktywnego punktu TCP** lub opcję **punkt TCP zdefiniowany przez użytkownika**.

Można również wybrać opcję **Ignoruj aktywny TCP**.

### Wybór funkcji

Funkcja rozmieszcza te punkty orientacyjne w ramach polecenia Ruch, które powinny być reprezentowane podczas określania punktów orientacyjnych (patrz rozdział 16.3). Oznacza to, że podczas ustawiania punktu orientacyjnego program będzie pamiętał współrzędne narzędzia w przestrzeni funkcji dla wybranej funkcji. Istnieje kilka okoliczności wymagających dokładniejszego omówienia:



Rysunek 15.1: Profil szybkości dla ruchu. Krzywą można podzielić na trzy części: *przyspieszenie*, *stała szybkość* i *hamowanie*. Poziomą fazę *stała szybkość* jest określany przez ustawienie szybkości ruchu, zaś nachylenie faz *przyspieszenia* i *hamowania* są określane przez parametr przyspieszenia.

**Względne punkty orientacyjne** Wybrana funkcja nie ma wpływu na względne punkty orientacyjne. Ruch względny jest zawsze wykonywany względem orientacji **podstawy**.

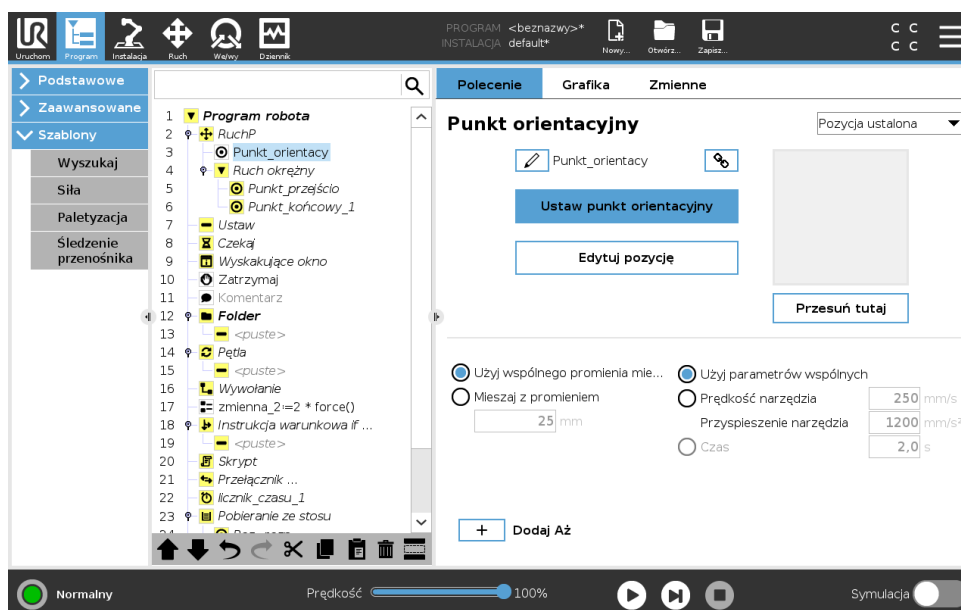
**Zmienne punkty orientacyjne** Gdy ramię robota porusza się do zmiennego punktu orientacyjnego, punkt centralny narzędzia (TCP) jest obliczany jako współrzędne zmiennej w przestrzeni wybranej funkcji. W związku z tym ruch ramienia robota do zmiennego punktu orientacyjnego zmienia się po wybraniu innej funkcji.

**Zmienna funkcji** Gdy program jest uruchomiony, można zmienić położenie funkcji poprzez przypisanie postawy do odpowiadającej jej wartości.

### Użyj kątów przegubów

Ta opcja stanowi alternatywę dla postawy trójwymiarowej. Aby jej użyć, należy zaznaczyć pole wyboru **Użyj kątów przegubów** podczas używania Ruchu J do określania punktów orientacyjnych przy użyciu kątów przegubów robota. Po włączeniu opcji **Użyj kątów przegubów** opcje TCP i funkcji są niedostępne. Punkty orientacyjne zdefiniowane przy użyciu opcji **Użyj kątów przegubów** nie są korygowane podczas przenoszenia programu między robotami.

## Ustalony punkt orientacyjny



Punkt na torze robota. Punkty orientacyjne są najważniejszą częścią programu robota i kierują ramię robota, gdzie ma się znaleźć. Punkt orientacyjny o ustalonej pozycji jest nauczany przez fizyczne przesunięcie ramienia robota do danej pozycji.

### Uczenie punktów orientacyjnych

Uczenie oznacza pokazywanie robotowi, w jaki sposób ustawiać TCP względem funkcji w danym zastosowaniu. Aby nauczyć robota punktu orientacyjnego, należy postępować zgodnie z poniższymi instrukcjami:

1. Na karcie Program wstawić **Węzeł ruchu**.
2. W węźle ruchu ustawić TCP przy użyciu rozwijanego menu **Ustaw TCP**.
3. W węźle ruchu wybrać funkcję przy użyciu rozwijanego menu **Funkcja**.
4. Za ile punktów orientacyjnego użyć funkcji **Tryb uczenia** lub **Skok** w celu ustawienia robota w żądanym położeniu.

### Używanie punktów orientacyjnych

Użycie punktu orientacyjnego oznacza zastosowanie nauczonej zależności między funkcją a TCP w danej sytuacji. Zależność między funkcją a TCP zastosowana dla aktualnie wybranej funkcji pozwala uzyskać żądaną pozycję TCP. Następnie robot określa, w jaki sposób ustawić się, aby aktywny TCP osiągnął tę pozycję TCP. Aby używać punktu orientacyjnego, należy postępować zgodnie z poniższymi instrukcjami:

1. Należy użyć istniejącego punktu orientacyjnego w węźle ruchu lub wstawić nowy punkt do innego węzła ruchu  
(np. przy użyciu funkcji kopiuj i wklej lub używając przycisku „Łącze” dla punktu orientacyjnego).
2. Ustawić żądany TCP.
3. Ustawić żądaną funkcję.

## Ustawianie punktu orientacyjnego

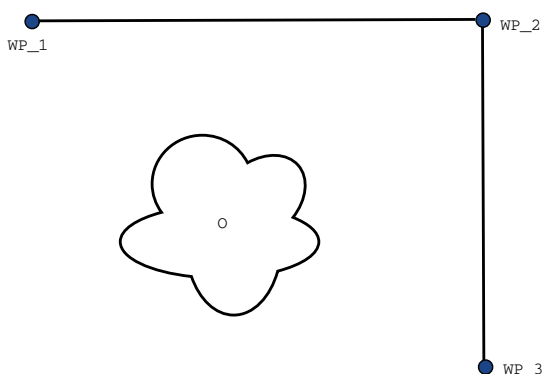
### Nazwy punktów orientacyjnych

Punkty orientacyjne automatycznie otrzymują unikatową nazwę. Użytkownik może zmienić nazwę. Po kliknięciu ikony połączenia punkty orientacyjne zostają połączone i współdzielą informacje o pozycji. Pozostałe informacje na temat punktów orientacyjnych, takie jak promień mieszania, prędkość narzędzi/przegubów i przyspieszenie narzędzi/przegubów, można ustawić dla poszczególnych punktów orientacyjnych, nawet jeśli mogą być potencjalnie ze sobą połączone.

### Mieszanie

Mieszanie umożliwia robotowi płynne przejście między dwiema trajektoriami bez zatrzymywania się w punkcie orientacyjnym między nimi.

**Przykład** Przykładem może być czynność (zob. rys. 15.2), gdzie robot jest w drodze do punktu orientacyjnego 1 (WP\_1) i musi chwycić obiekt w punkcie orientacyjnym 3 (WP\_3). Aby uniknąć kolizji z obiektem i innymi przeszkodami (O), robot musi zbliżyć się do WP\_3 w kierunku punktu orientacyjnego 2 (WP\_2). Aby utworzyć tor spełniający wymagania, należy wprowadzić trzy punkty orientacyjne.



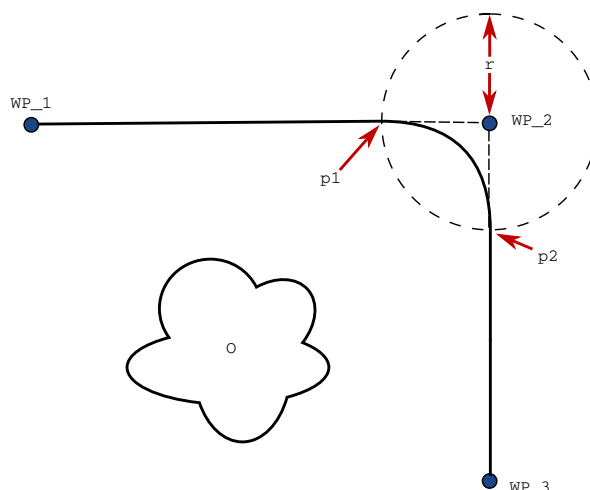
Rysunek 15.2: WP\_1: pozycja początkowa, WP\_2: punkt przejściowy, WP\_3: pozycja podnoszenia, O: przeszkoda.

Robot zatrzyma się przy każdym punkcie orientacyjnym przed kontynuowaniem ruchu, jeśli nie inne ustawienia nie zostaną zmienione. Dla tego zadania zatrzymanie się przy WP\_2 nie jest optymalne, ponieważ płynne przejście wymaga mniej czasu i energii, a zarazem spełnia wymagania. Dopuszczalne jest nawet, aby robot nie dotarł dokładnie do położenia WP\_2, o ile przejście z pierwszej trajektorii na drugą zostanie przeprowadzana w pobliżu tego położenia.

Można uniknąć zatrzymania się w położeniu WP\_2, konfigurując mieszanie dla punktu orientacyjnego i umożliwiając robotowi obliczenie płynnego przejścia do kolejnej trajektorii. Podstawowy parametr mieszania to promień. Jeśli robot mieści się w promieniu mieszania punktu orientacyjnego, może rozpocząć przejście i odchylić się od pierwotnego toru. To umożliwi szybszy i płynniejszy ruch ponieważ robot nie będzie musiał zwalniać ani przyspieszać.

**Parametry mieszania** Wiele parametrów poza punktami orientacyjnymi ma wpływ na trajektorię mieszania (zob. rys. 15.3):

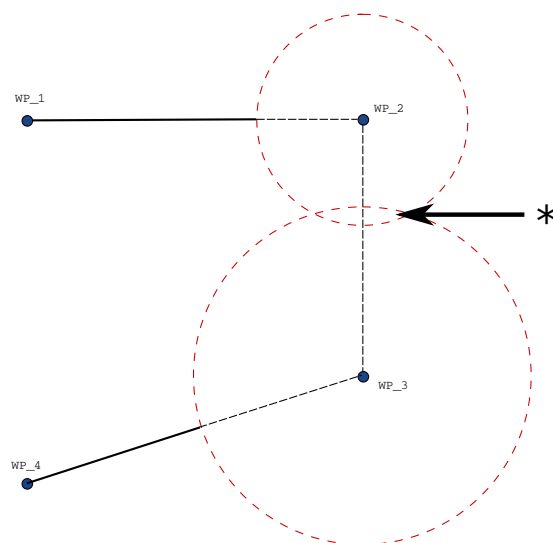
- Promień mieszania ( $r$ )
- Początkowa i końcowa prędkość robota (odpowiednio w położeniu  $p1$  i  $p2$ )
- Czas ruchu (np. jeśli określony czas trajektorii zostanie ustawiony, wpłynie on na początkową/kończącą prędkość robota)
- Typ trajektorii, od której i do której robot ma przejść ( $RuchL$ ,  $RuchJ$ )



Rysunek 15.3: Mieszanie WP\_2 z promieniem  $r$ , pozycja początkowa przejścia  $p1$ , pozycja końcowa mieszania  $p2$ . O jest przeszkodą.

W przypadku ustawienia promienia mieszanego trajektoria ramienia robota zmienia się wokół punktu orientacyjnego, co pozwala ramieniu nie zatrzymywać się w tym punkcie.

Fragmenty mieszania nie mogą się nakładać, więc nie można ustawić promienia mieszanego nakładającego się na promień mieszany poprzedniego lub następnego punktu orientacyjnego, zgodnie z rys. 15.4.

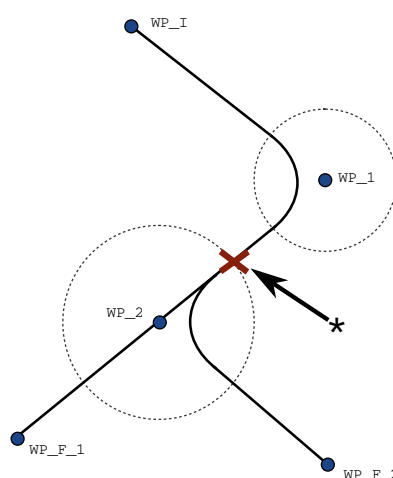


Rysunek 15.4: Nakładanie się promienia mieszania zabronione (\*).

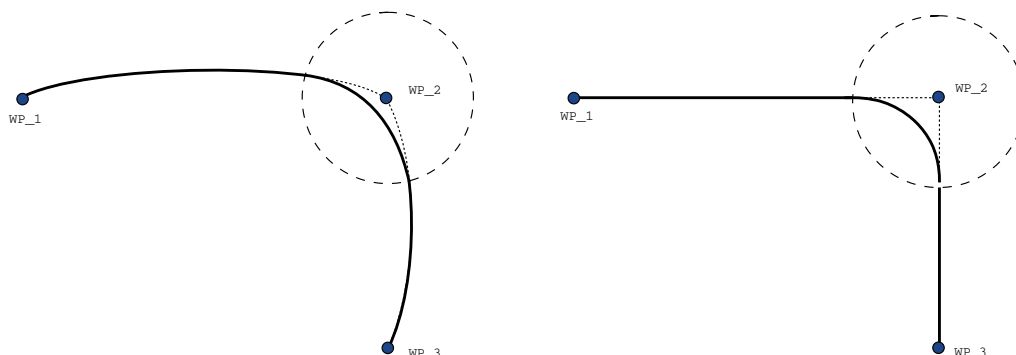
**Warunkowe trajektorie mieszania** Trajektoria mieszania jest uzależniona od punktu orientacyjnego, w którym jest ustawiony promień mieszania i kolejnej trajektorii mieszania w drzewie programu. W programie na rys. 15.5 mieszanie wokół WP\_1 jest uzależnione od WP\_2. Konsekwencje powyższego są bardziej widoczne, gdy mieszanie w tym przypadku odbywa się wokół WP\_2. Istnieją dwie możliwe pozycje końcowe. Robot, aby określić kolejny punkt orientacyjny do którego ma mieszać musi ocenić bieżący odczyt z czujnika `digital_input[1]` już na etapie wkraczania w promień mieszania. To oznacza, że wyrażenie **jeśli...to** (lub inne wyrażenia niezbędne do określenia punktu odniesienia, np. zmienne punkty orientacyjne) zostaje przeanalizowane przed dotarciem do punktu WP\_2, co jest nieco sprzeczne z intuicją, jeśli brać pod uwagę sekwencję programu. Jeśli punkt orientacyjny jest punktem zatrzymania po którym następuje wyrażenie porównawcze, które ma określić kolejny punkt orientacyjny (np. polecenie `we/wy`), wyrażenie zostaje wykonane po zatrzymaniu ramienia robota w tym punkcie orientacyjnym.

RuchL

```
WP_I
WP_1 (mieszanie)
WP_2 (mieszanie)
jeśli (digital_input[1]) to
    WP_F_1
inny
    WP_F_2
```



Rysunek 15.5: WP\_I to początkowy punkt orientacyjny. Istnieją dwa możliwe końcowe punkty orientacyjne, WP\_F\_1 i WP\_F\_2, w zależności od wyrażen warunkowych. Wyrażenie warunkowe **jeśli** zostaje przeanalizowane, gdy ramię robota wejdzie w drugi obszar mieszania(\*).

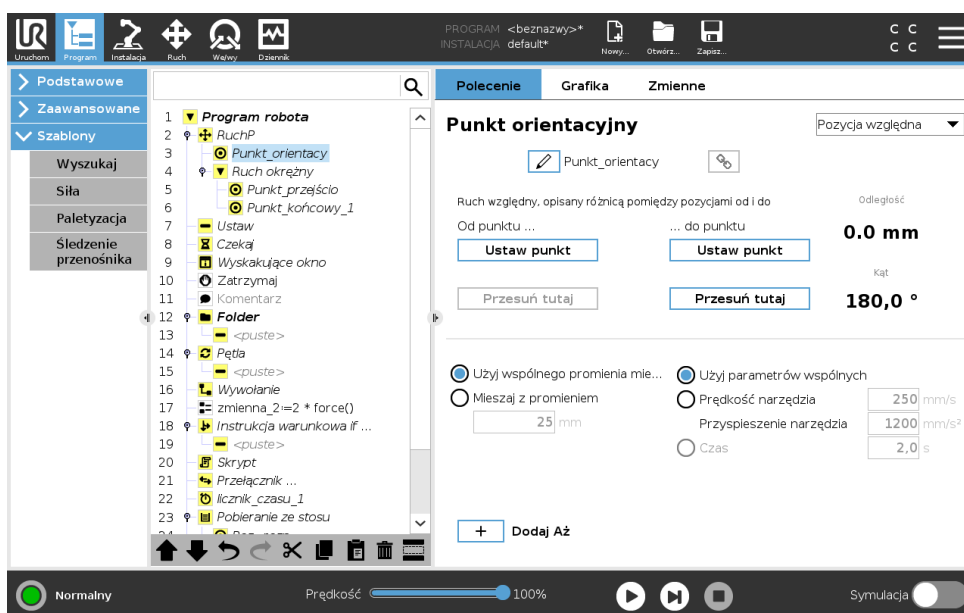


Rysunek 15.6: Ruch i mieszanie w przestrzeni przegubów (RuchJ) – przestrzeni kartezjańskiej (RuchL).

**Trajektorie mieszania** W zależności od typu ruchu (np. RuchL, RuchJ lub RuchP) generowane są różne trajektorie mieszania.

- **Mieszanie w RuchuP** Podczas mieszania w RuchuP pozycja mieszania podąża po łuku ze stałą prędkością. Orientacja miesza się z płynną interpolacją w między dwoma trajektoriami. RuchJ lub RuchL można zmieszać z RuchemP. W takim przypadku robot używa mieszania łuku kołowego RuchuP i interpoluje prędkość obu ruchów. Nie można zmieszać RuchuP z RuchemJ lub RuchemL. Zamiast tego, ostatni punkt orientacyjny RuchuP jest uznawany za punkt zatrzymania bez mieszania. Nie można wykonać mieszania, jeśli obie trajektorie są ustawione względem siebie pod kątem ok. 180 stopni (kierunek odwrotny), ponieważ tworzy to łuk kołowy o bardzo małym promieniu, po którym robot nie może podążać ze stałą prędkością. Powoduje to wyjątek podczas wykonywania w programie, który można skorygować poprzez dostosowanie punktów orientacyjnych w taki sposób, aby tworzyły mniej ostry kąt.
- **Mieszanie zawierające RuchJ** Mieszanie RuchuJ powoduje powstanie płynnej krzywej w przestrzeni przegubów. Dotyczy to mieszania z RuchuJ do RuchuJ, z RuchuJ do RuchuL oraz z RuchuL do RuchuL. Mieszanie powoduje powstanie płynniejszej i szybszej trajektorii w porównaniu do ruchów bez mieszania (zob. rysunek 15.6). Jeśli do określania profilu prędkości stosowane są prędkość i przyspieszenie, podczas mieszania zachowany zostaje promień mieszania. Jeśli do określania profilu prędkości obu ruchów stosowany jest czas zamiast *prędkości i przyspieszenia*, trajektoria mieszania odpowiada trajektorii oryginalnego RuchuJ. Jeśli oba ruchy są ograniczone czasowo, funkcja mieszania nie zapisuje czasu.
- **Mieszanie w RuchuL** Podczas mieszania w RuchuL pozycja mieszania podąża po łuku ze stałą prędkością. Orientacja miesza się z płynną interpolacją w między dwoma trajektoriami. Robot może zwolnić podczas pokonywania trajektorii przed wykonaniem ruchu po łuku kołowym, aby uniknąć bardzo dużych przyspieszeń (np. jeśli kąt między dwoma trajektoriami wynosi ok. 180 stopni).

## Względny punkt orientacyjny

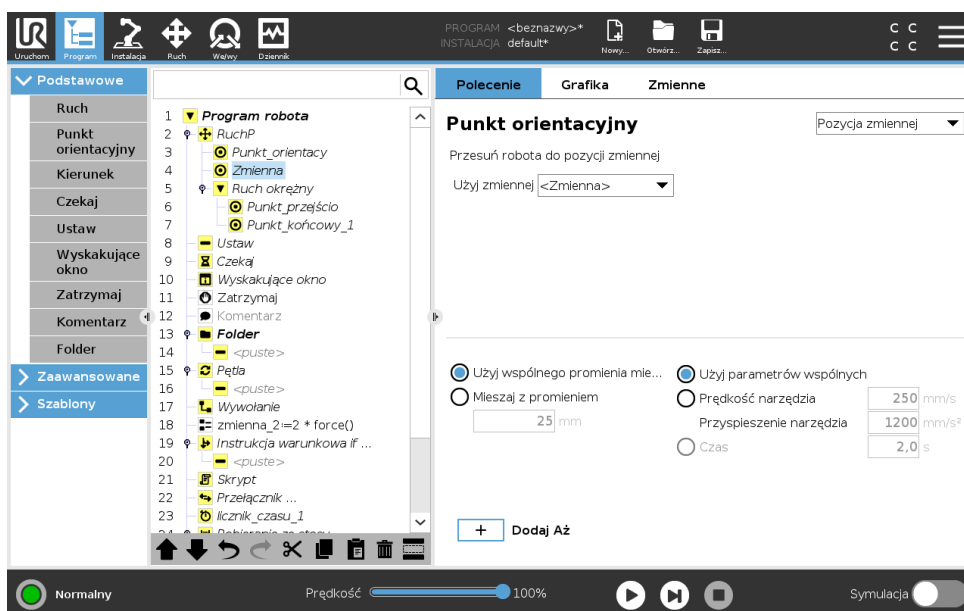


Punkt orientacyjny, którego pozycja jest podana względem poprzedniej pozycji ramienia robota, na przykład „dwa centymetry w lewo”. Pozycja względna jest zdefiniowana jako różnica pomiędzy dwoma podanymi pozycjami (od lewej do prawej).

Uwaga: powtarzane wykorzystanie pozycji względnych może przesunąć ramię robota poza jego przestrzeń roboczą.

Odległością jest tutaj odległość kartezjańska pomiędzy punktem TCP w dwóch pozycjach. Kąt określa, jak bardzo zmienia się orientacja TCP pomiędzy dwoma pozycjami. Dokładniej mówiąc, chodzi o długość wektora obrotu opisującą zmianę orientacji.

## Zmienny punkt orientacyjny



Punkt orientacyjny, którego pozycja została podana jako zmienna, w tym przypadku obliczona\_poz. Zmienna musi stanowić postawę, na przykład

## 15.5 Podstawowe węzły programu

$var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]$ . Pierwsze trzy odpowiadają  $x,y,z$ , a ostatnie trzy stanowią informację o orientacji podaną w postaci *wektora obrotu* zdefiniowanego przez wektor  $rx,ry,rz$ . Długość osi to kąt obrotu podany w radianach, a sam wektor określa oś, dookoła której dokonuje się obrót. Pozycja jest zawsze podawana względem układu odniesienia albo układu współrzędnych zdefiniowanego przez wybraną cechę. Jeśli promień mieszania jest ustawiony w ustalonym punkcie orientacyjnym, a poprzedzające go i następujące po nim punkty orientacyjne są zmienne lub jeśli promień mieszania jest ustawiony w zmiennym punkcie orientacyjnym, wtedy promień mieszania nie będzie sprawdzany pod kątem nakładania się (patrz 15.5.1). Jeśli po uruchomieniu programu promień mieszania nakłada się na punkt, robot zignoruje go i przejdzie do następnego.

Na przykład w celu przesunięcia robota o 20 mm wzdłuż osi z narzędzia:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

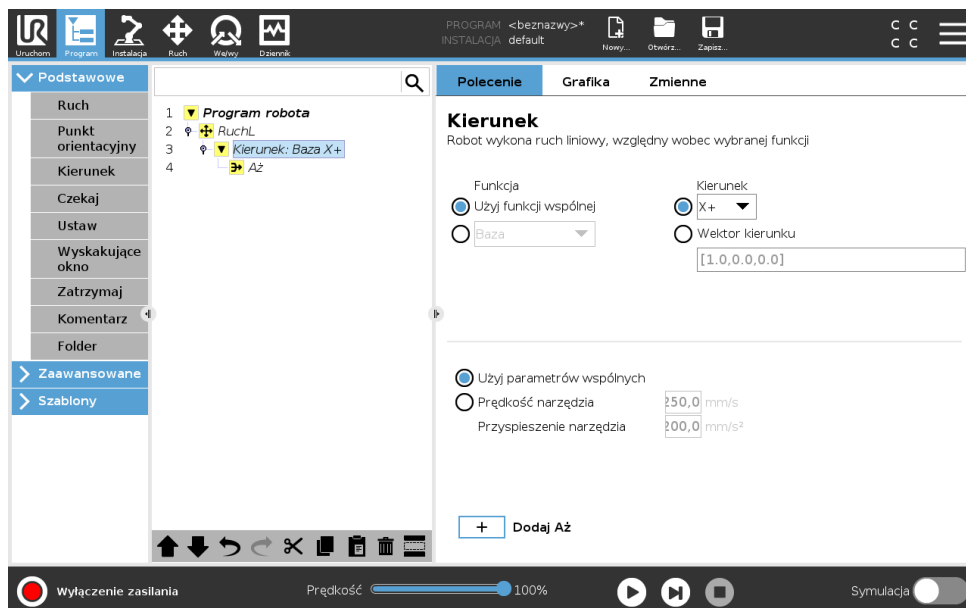
RuchL

Punkt orientacyjny\_1 (zmienna pozycja):

Użyj zmiennej=zm\_1, Funkcja=Narzędzie

### 15.5.2 Kierunek

Węzeł programu **Kierunek** określa ruch względem osi funkcji lub punktów TCP. Robot porusza się po ścieżce określonej przez węzeł programu kierunku do czasu zatrzymania tego ruchu przez warunek **Do**.



#### Dodawanie ruchu ukierunkowanego

1. W sekcji Podstawowe dotknąć przycisku **Kierunek**, aby dodać ruch liniowy do drzewa programu.
2. W polu Kierunek w obszarze Funkcja należy zdefiniować ruch liniowy.

#### Zatrzymywanie ruchu ukierunkowanego

1. W polu Kierunek dotknąć przycisku **Dodaj warunek Do**, aby zdefiniować i dodać kryteria zatrzymania do drzewa programu.

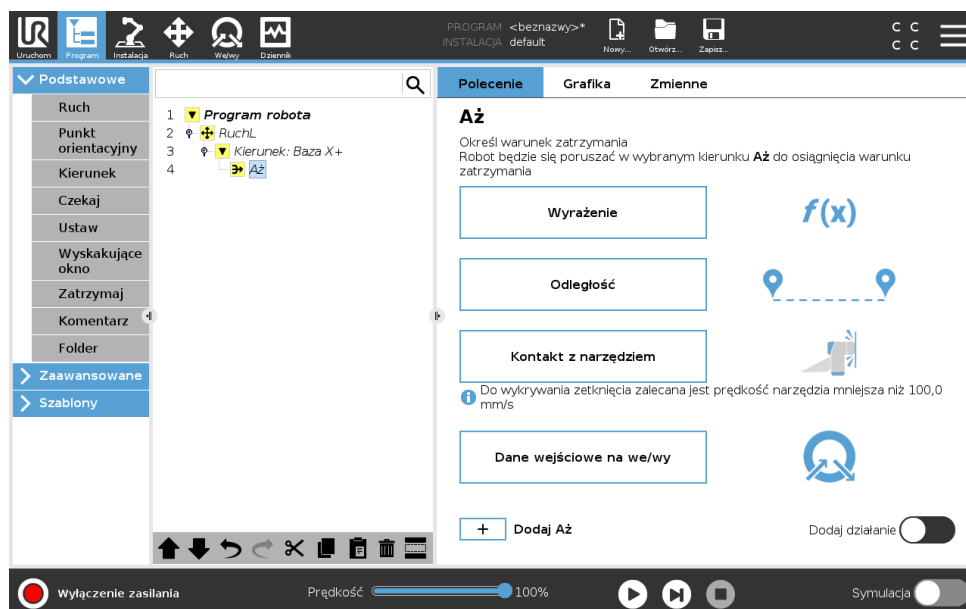
Można dodać ustawienie Wektor kierunku dla pozycji **Prędkość narzędzia** oraz **Przyspieszenie narzędzia**, aby zdefiniować kierunek wektora ruchu liniowego i umożliwić takie zaawansowane zastosowania, jak:

- definiowanie ruchu liniowego względem wielu osi funkcji
- obliczanie kierunku jako wyrażenia matematycznego

Funkcja Wektory kierunku definiuje niestandardowe wyrażenie kodu, którego rozwiązaniem jest wektor jednostki. Przykładowo wektory kierunku o wartości [100,0,0] i [1,0,0] mają dokładnie ten sam wpływ na robota. Do poruszania nim wzdłuż osi X z żadaną prędkością należy używać suwaka szybkości. Wartości liczb w wektorze kierunku mają znaczenie tylko względem siebie.

## Do

Węzeł programu **Do** definiuje kryteria zatrzymania dla ruchu. Robot porusza się po ścieżce i zatrzymuje po wykryciu kontaktu. W drzewie programu można dodawać węzły Do w obszarze Węzły kierunku i Węzły punktów orientacyjnych. Można dodać kilka kryteriów zatrzymania do jednego ruchu. Ruch zostaje zatrzymany po spełnieniu pierwszego warunku **Do**.



W polu **Do** można zdefiniować następujące kryteria zatrzymania:

- **Odległość** Tego węzła można używać do zatrzymania ruchu ukierunkowanego, gdy robot przesunął się o określoną odległość. Prędkość zostaje zmniejszona, aby robot zatrzymał się dokładnie w wymaganej odległości.
- **Kontakt z narzędziem** (zob. 15.5.2) Można używać tego węzła w celu zatrzymania ruchu, gdy narzędzie robota wykryje kontakt.
- **Wyrażenie** Tego węzła można używać do zatrzymania ruchu ze względu na niestandardowe wyrażenie programu. Do określenia warunku zatrzymania można używać funkcji we/wy, zmiennych lub skryptów.
- **Wejście we/wy** Można używać tego węzła w celu zatrzymania ruchu sterowanego sygnałem na wejściu we/wy.

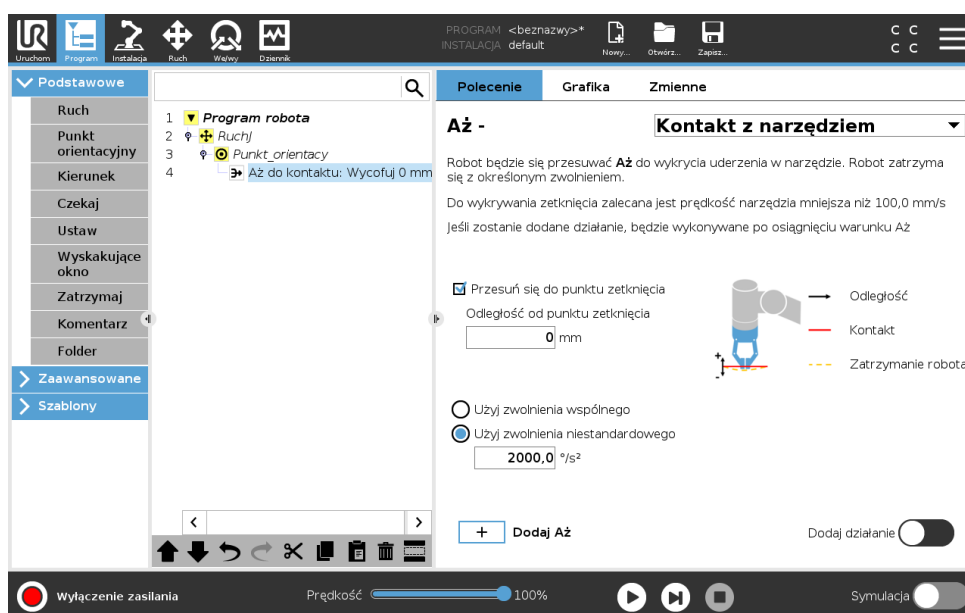
## Do kontaktu z narzędziem

Węzeł programu **Do kontaktu z narzędziem** umożliwia robotowi zatrzymanie ruchu po wykryciu kontaktu z narzędziem. Można określić zwalnianie podczas zatrzymywania oraz cofnięcie narzędzia.



### PRZESTROGA:

Domyślna prędkość ruchu jest zbyt wysoka dla wykrywania kontaktu. Większa prędkość ruchu wyzwala zatrzymanie ochronne, zanim może zostać spełniony warunek kontaktu z narzędziem. Aby uniknąć wyzwolenia zatrzymania ochronnego, należy zmniejszyć prędkość ruchu. Na przykład: 100 m/s.



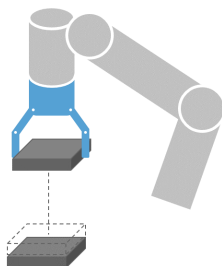
### UWAGA:

Funkcja Do kontaktu z narzędziem może nie działać, jeśli na zamontowane narzędzie oddziałują drgania. Przykładowo: chwytak podciśnieniowy z wbudowaną pompą może powodować szybkie drgania.

Węzła Do kontaktu z narzędziem można używać w takich zastosowaniach, jak Układanie w stos/Pobieranie ze stosu, gdzie funkcja Do kontaktu z narzędziem określa wysokość układanych przedmiotów.

## Wycofuj się aż do kontaktu

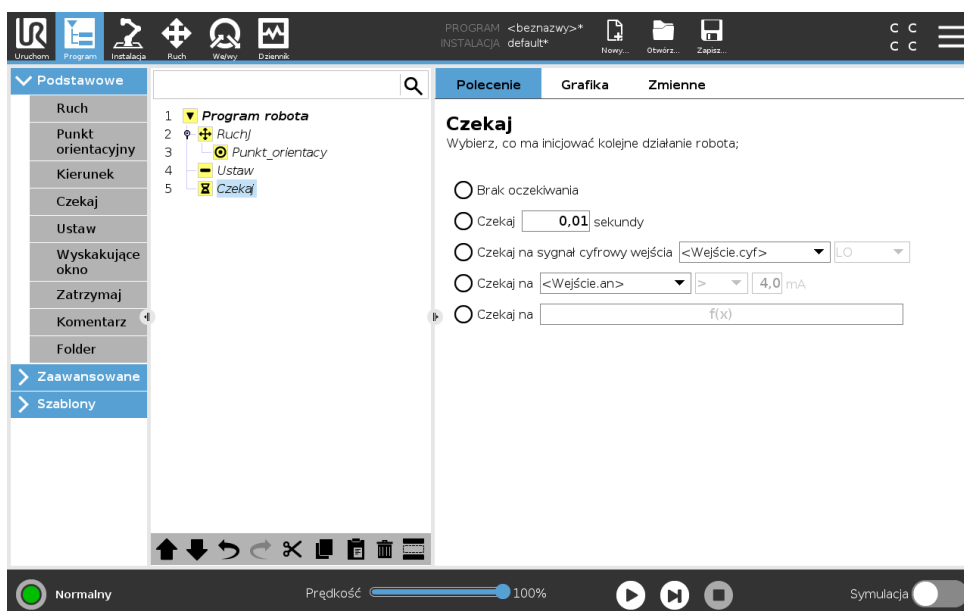
Ustawienia **Wycofuj się aż do kontaktu** należy używać w celu ustawienia ramienia robota w początkowym punkcie kontaktu. Można ustawić dodatkowy ruch wsteczny, aby robot odsunął się od, lub poruszył w stronę, kontaktu. Jest to przydatne w przypadku zamontowania chwytaka potrzebującego wolnej przestrzeni do poruszania się lub jeśli jest wymagana akcja zaciśnięcia.



### Działanie

Polecenie Dodaj **akcję** umożliwia dodanie węzła programu, jeśli został spełniony określony warunek **Do**. Przykładowo polecenie Do kontaktu z narzędziem może wyzwolić akcję zaciskania chwytaka. Jeśli nie zdefiniowano żadnej **Akcji**, program jest wykonywany dalej do następnego węzła programu w drzewie programu.

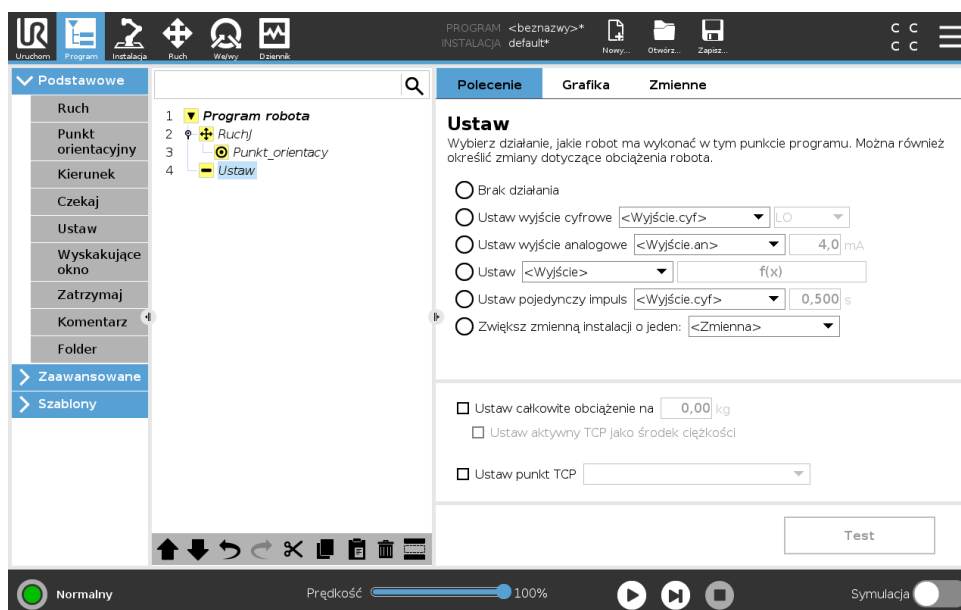
### 15.5.3 Czekaj



Polecenie **Czekaj** wstrzymuje na określony czas sygnał I/O lub wyrażenie. Przy poleceniu **Bez oczekiwania** nic się nie dzieje.

Uwaga: Po uruchomieniu Interfejsu narzędzia komunikacji TCI wejście analogowe narzędzia przestaje być dostępne dla polecenia **Czekaj na** oraz wyrażień.

### 15.5.4 Ustaw



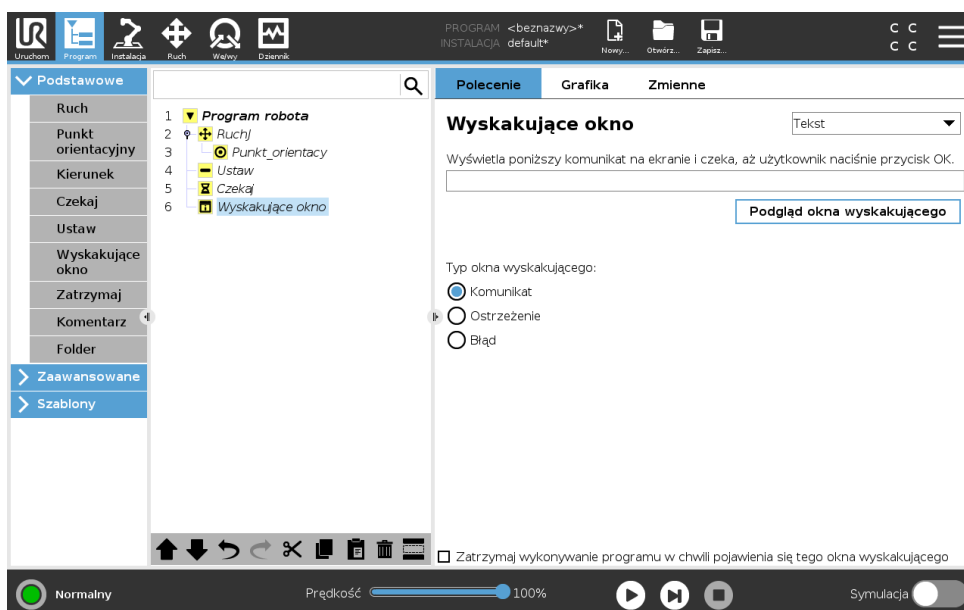
Ustawia wyjścia cyfrowe albo analogowe na zadaną wartość. Wyjścia cyfrowe można również skonfigurować tak, aby wysyłały pojedynczy impuls.

Aby ustawić obciążenie ramienia robota, należy użyć polecenia **Ustaw**. Można dostosować obciążenie, aby zapobiec włączaniu zatrzymania ochronnego robota, gdy masa na narzędziu jest inna od oczekiwanego obciążenia. Jeśli aktywny punkt TCP nie powinien być ustawiony jako środek ciężkości, należy usunąć zaznaczenie tego pola wyboru.

Aktywny punkt TCP można również modyfikować przez polecenie **Ustaw**, zaznaczając pole wyboru i wybierając z menu jedno z przesunięć punktu TCP.

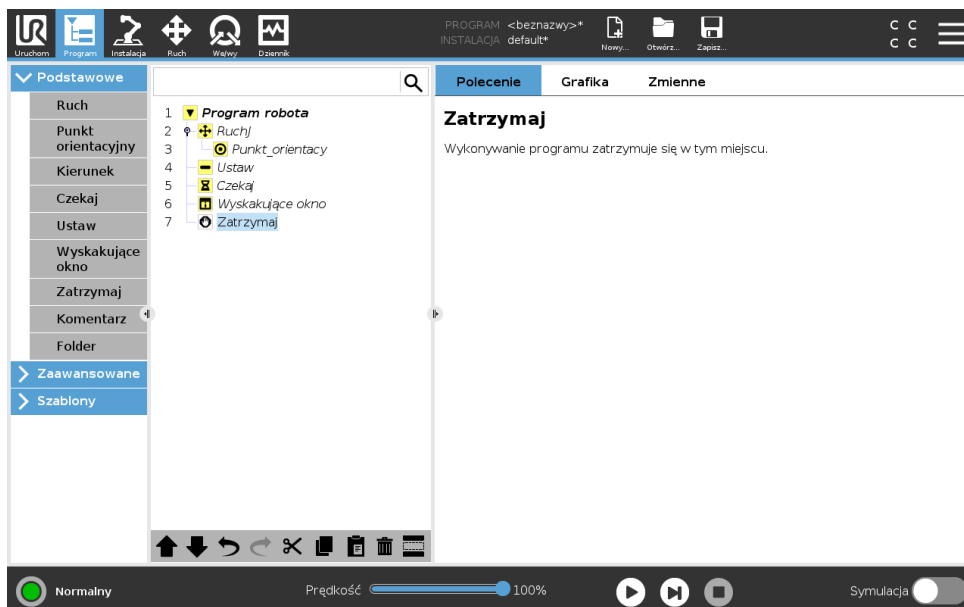
Jeśli podczas pisania programu znany jest aktywny punkt TCP w danym ruchu, można wybrać punkt TCP, dotykając pozycji **Ruch** w menu bocznym po lewej stronie (zob. 15.5.1). Więcej informacji o konfigurowaniu nazwanych punktów TCP (zob. 16.1.1).

### 15.5.5 Wyskakujące okno



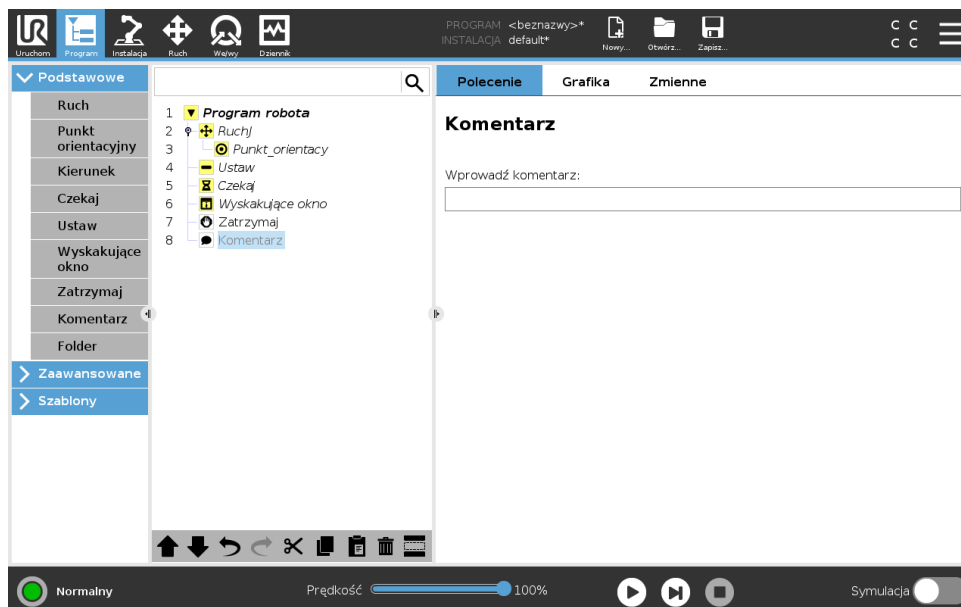
Okienko wyskakujące to komunikat wyświetlany na ekranie, gdy program dojdzie do tego polecenia. Można wybrać styl komunikatu, zaś sam tekst można wprowadzić za pomocą klawiatury ekranowej. Przed kontynuacją programu robot czeka, aż użytkownik lub operator naciśnie przycisk „OK” pod okienkiem wyskakującym. W przypadku wybrania opcji „Zatrzymaj wykonywanie programu” program robota zatrzyma się po wyświetleniu tego wyskakującego okienka. Uwaga: Komunikaty mogą zawierać maksymalnie 255 znaków.

### 15.5.6 Zatrzymaj



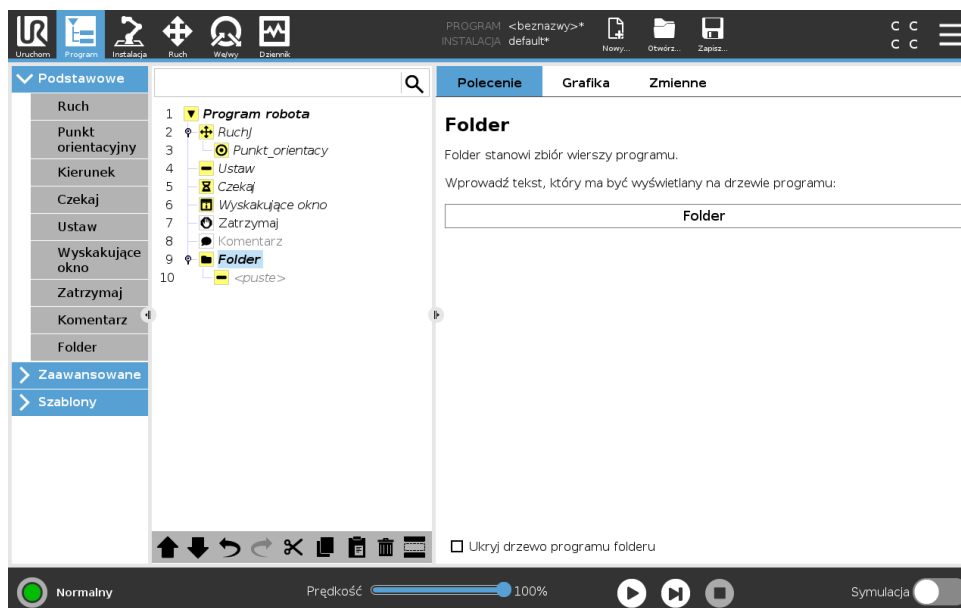
Wykonywanie programu zatrzymuje się w tym miejscu.

### 15.5.7 Komentarz



Daje programiście możliwość dodania wiersza tekstu do programu. Ten wiersz tekstu nie ma żadnego wpływu na wykonanie programu.

### 15.5.8 Folder

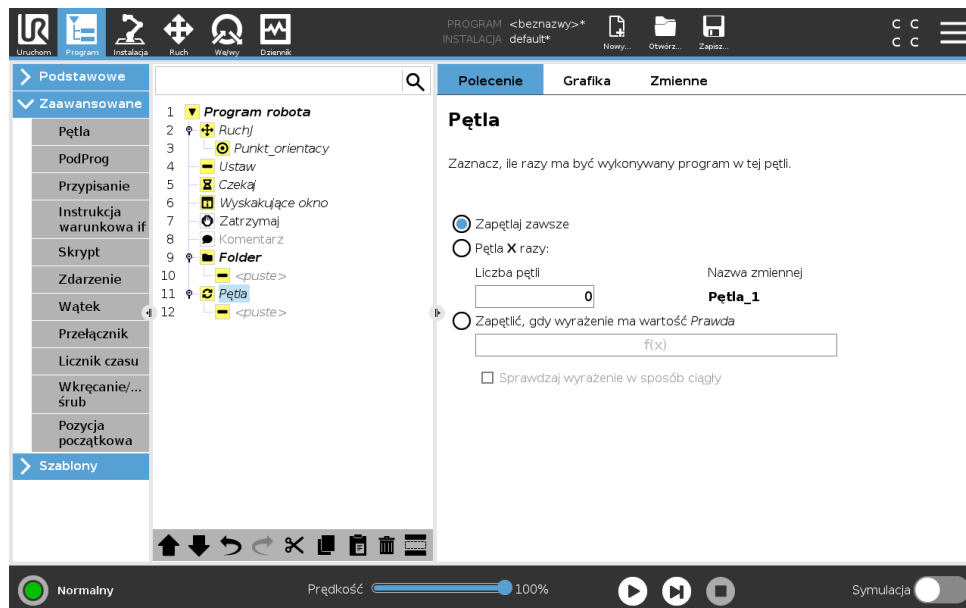


**Folder** służy do porządkowania i znakowania konkretnych części programu, do czyszczenia drzewa programu oraz zwiększania czytelności i upraszczania nawigacji programu.

**Foldery** nie mają wpływu na program i jego wykonanie.

## 15.6 Zaawansowane węzły programu

### 15.6.1 Pętla

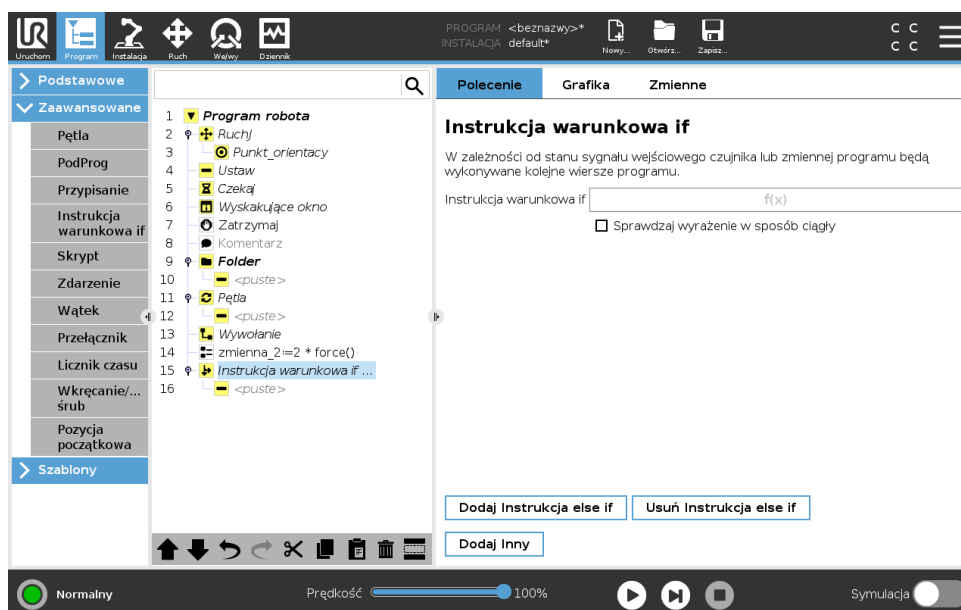


Zapętla wykonywanie zawartych w niej poleceń programu. W zależności od wybranej opcji zawarte w pętli polecenia programu są zapętłone w nieskończoność, wykonywane określoną liczbę razy albo dopóki podany warunek jest prawdziwy. W przypadku wykonywania pętli określoną liczbę razy jest tworzona dedykowana zmienna pętli (na zrzucie ekranu powyżej nazwana `pętla_1`), której można używać w wyrażeniach wewnątrz pętli. Zmienna pętli przybiera kolejne wartości od 0 do  $N - 1$ .

W przypadku wykonywania pętli z użyciem wyrażenia jako warunku zakończenia oprogramowanie PolyScope udostępnia opcję ciągłego szacowania tego wyrażenia, dzięki czemu wykonywanie „pętli” można przerwać w każdej chwili wykonania, nie czekając na zakończenie iteracji.

### 15.6.2 Instrukcja warunkowa if

Instrukcje If oraz If . . . Else mogą zmienić zachowanie robota w zależności od wejść czujników lub wartości zmiennych.



Wybrać warunki w edytorze wyrażeń, które tworzą wyrażenia przy użyciu instrukcji If. Jeśli wartością warunku jest Prawda, zostaną wykonane wyrażenia wewnątrz tej instrukcji warunkowej If. Instrukcja warunkowa If może mieć tylko jedno wyrażenie Else. Należy użyć poleceń Dodaj ElseIf i Usuń ElseIf, aby dodawać i usuwać wyrażenia ElseIf.

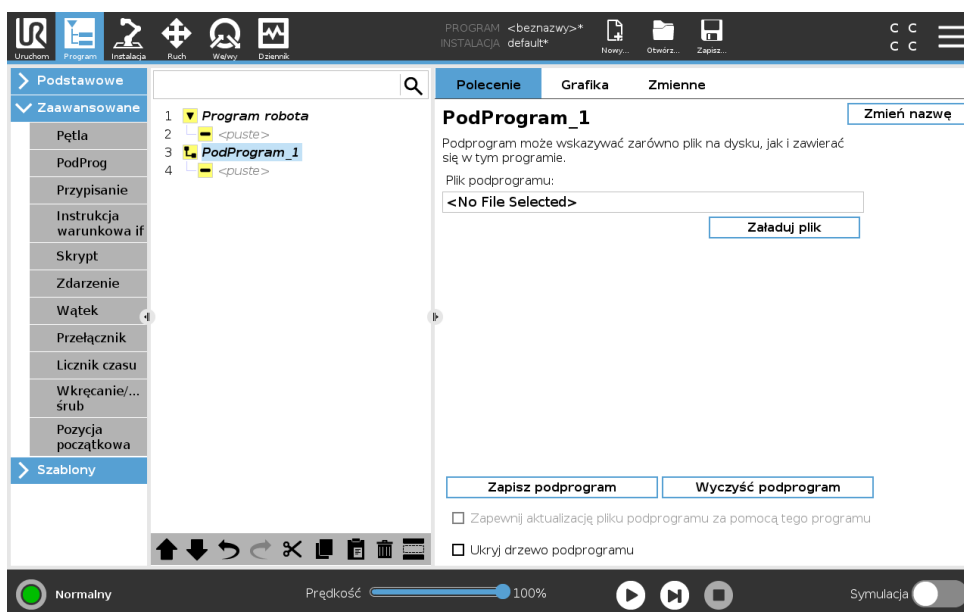
Wybrać Stale sprawdzaj wyrażenia, aby umożliwić ocenę instrukcji If, ElseIf i Loop podczas wykonywania zawierających je linii. Jeśli wyrażenie w instrukcji warunkowej If zostanie ocenione jako Fałsz, wykonywane są wyrażenia ElseIf lub Else.



#### UWAGA:

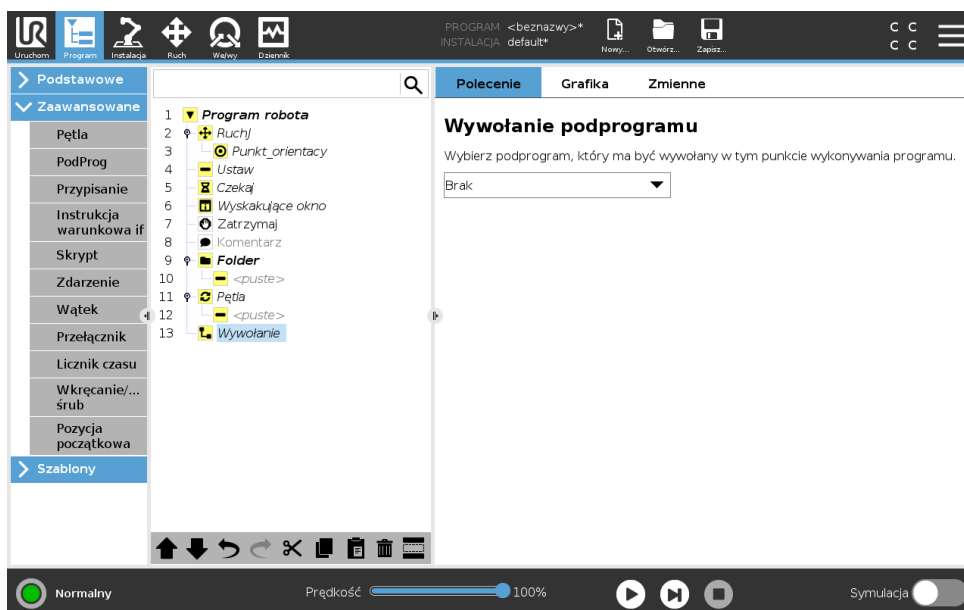
Jeśli w wyrażeniu If lub wyrażeniu Pętla z opcją Stale sprawdzaj wyrażenia są punkty orientacyjne, można dodać instrukcje stopj() lub stopl() za wyrażeniem, aby delikatnie wyhamować ramię robota. Ma to zastosowanie dla obu poleceń: If oraz Pętla (zob. rozdział 15.6.1).

### 15.6.3 PodProgram



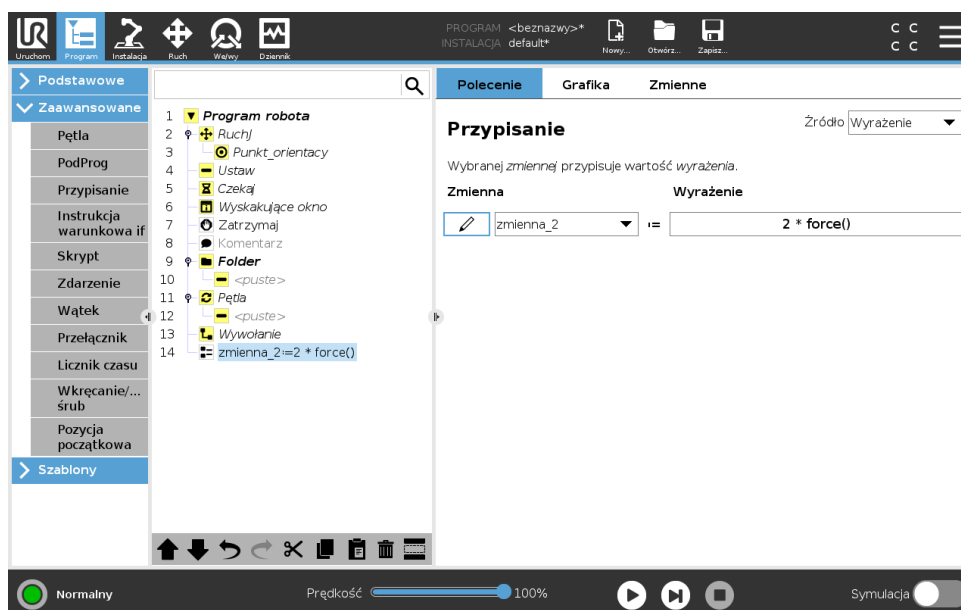
Podprogram może przechowywać fragmenty programu potrzebne w kilku miejscach. Podprogram może być oddzielnym plikiem na dysku oraz może być ukryty w celu ochrony przed jego przypadkowymi zmianami.

#### Wywołanie PodProgramu



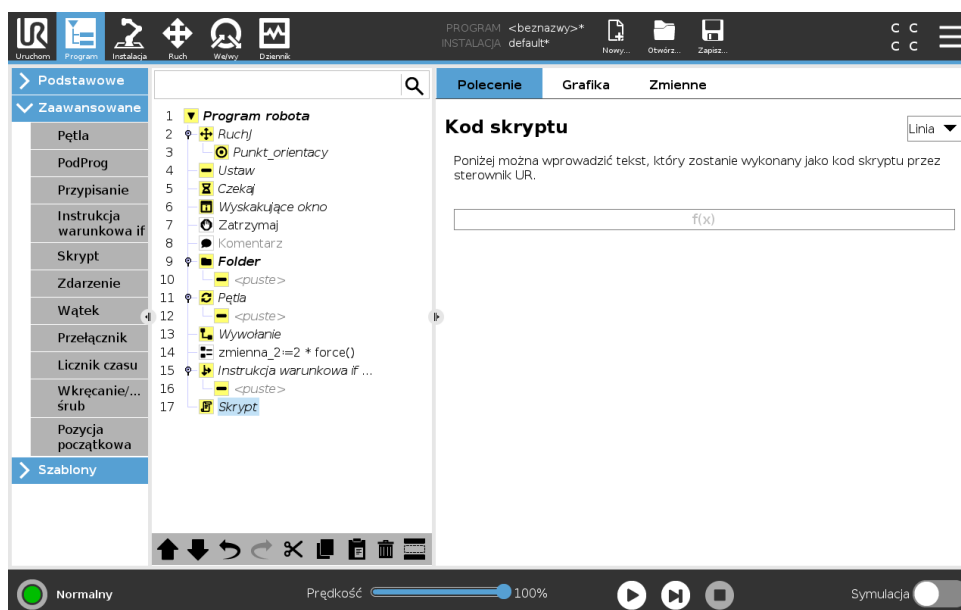
Wywołanie podprogramu spowoduje wykonanie wierszy programu w podprogramie, a następnie powrót do następnego wiersza.

### 15.6.4 Przypisanie



Przypisuje wartości zmiennym. Przypisanie powoduje umieszczenie obliczonej wartości z prawej strony w zmiennej znajdującej się z lewej strony. Może to być przydatne w złożonych programach.

### 15.6.5 Skrypt



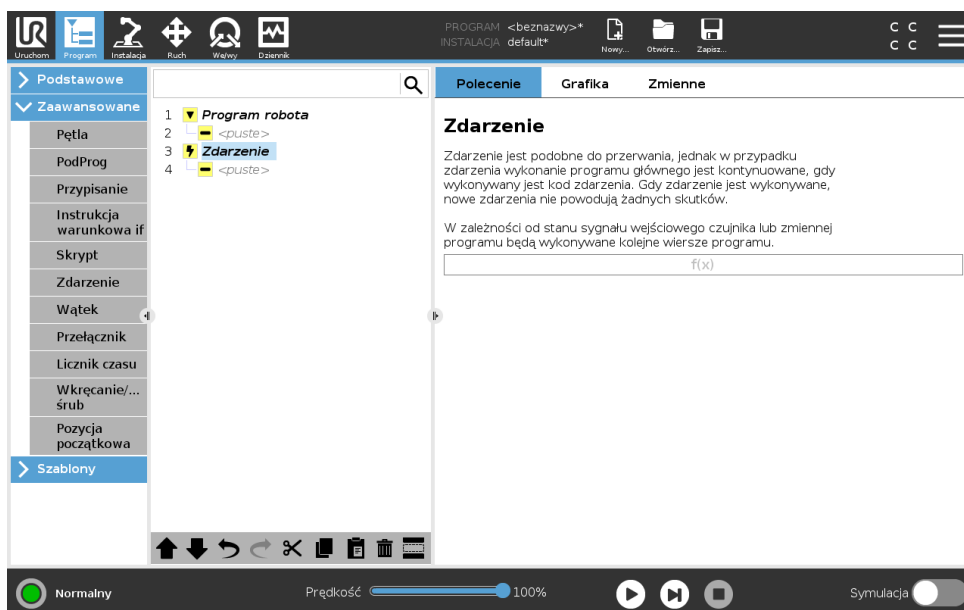
Następujące opcje są dostępne na liście rozwijanej w obszarze polecenia:

- **Linia** pozwala napisać pojedynczą linię kodu URscript za pomocą edytora wyrażeń ( 15.1.4)
- **Plik** pozwala zapisywać, edytować lub ładować pliki URscript.

Instrukcje dotyczące pisania kodu URscript są dostępne w podręczniku skryptów w witrynie internetowej pomocy technicznej (<http://www.universal-robots.com/support>).

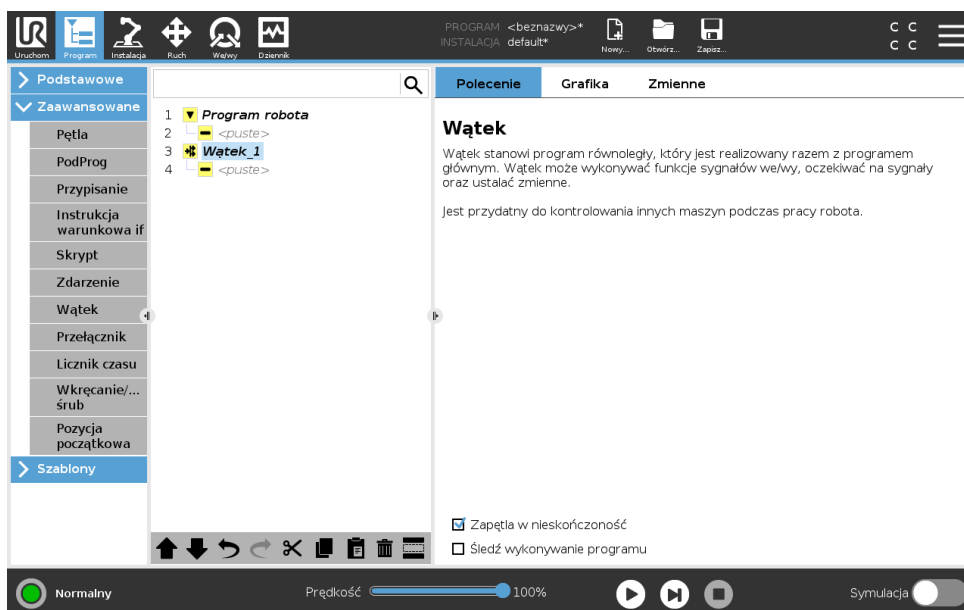
Funkcje i zmienne deklarowane w pliku URscript są dostępne do użycia w ramach programu w PolyScope.

### 15.6.6 Zdarzenie



Zdarzenia można użyć do monitorowania sygnału wejściowego i wykonywania pewnego działania lub ustawienia zmiennej, gdy sygnał wejściowy osiąga poziom wysoki. Na przykład w razie osiągnięcia poziomu wysokiego przez sygnał wyjściowy program zdarzenia może odczekać 200 ms, po czym przywrócić niski poziom. Może to znacznie uprościć kod programu w przypadku, gdy jest wyzwalany z maszyny zewnętrznej w sposób narastający, a nie wysokim poziomem na wejściu. Zdarzenia są sprawdzane w każdym cyklu kontrolnym (2 ms) .

### 15.6.7 Wątek

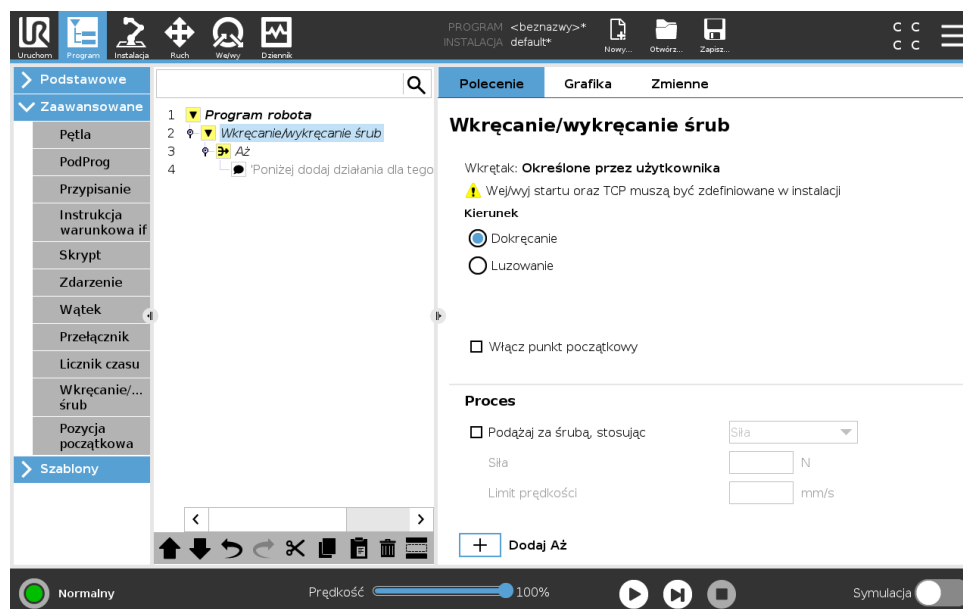


Wątek jest procesem równoległym do programu robota. Wątek może służyć do kontrolowania maszyny zewnętrznej niezależnie od ramienia robota. Wątek może się komunikować z progra-

mem robota za pomocą zmiennych i sygnałów wyjściowych.

### 15.6.8 Wkręcanie/wykręcanie śrub

Węzeł programu **Wkręcanie/wykręcanie śrub** gwarantuje łatwy sposób dodawania zastosowań związanych z wkręcaniem/wykręcaniem śrub dla zamocowanego wkrętaka. Konfigurację wkrętaka oraz jego połączeń z robotem można wykonać w karcie Instalacja (zob. 16.1).



#### Dodawanie węzła Wkręcanie/wykręcanie śrub

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Program**.
2. W obszarze Zaawansowane dotknąć opcji **Wkręcanie/wykręcanie śrub**.
3. Wybrać opcję **Dokręcanie**, aby narzędzie podążało za śrubą w kierunku jej dokręcania (do środka) lub wybrać opcję **Luzowanie**, aby narzędzie podążało za śrubą w kierunku jej odkręcania (na zewnątrz). Ten wybór wpływa tylko na ruch robota podążający za śrubą oraz jego obliczenia pomiarowe.
4. W polu **Wybór programu** można wybrać program wkrętaka w zależności od sygnałów **Wybór programu** w obszarze Instalacja.
5. Wybrać opcję **Włącz punkt początkowy**, aby dodać RuchL do drzewa programu wykonywanego, gdy wkrętak jest już uruchomiony.

Wybieranie opcji **Podążaj za śrubą** w obszarze **Proces** wpływającej na akcję wkręcania/wykręcania śrub w następujący sposób:

- **Siła**: Wybrać **Siła**, aby zdefiniować siłę wywieraną na śrubę. Następnie wybrać opcję **Limity prędkości**, aby robot poruszał się z tą prędkością, dopóki nie dotknie śruby.



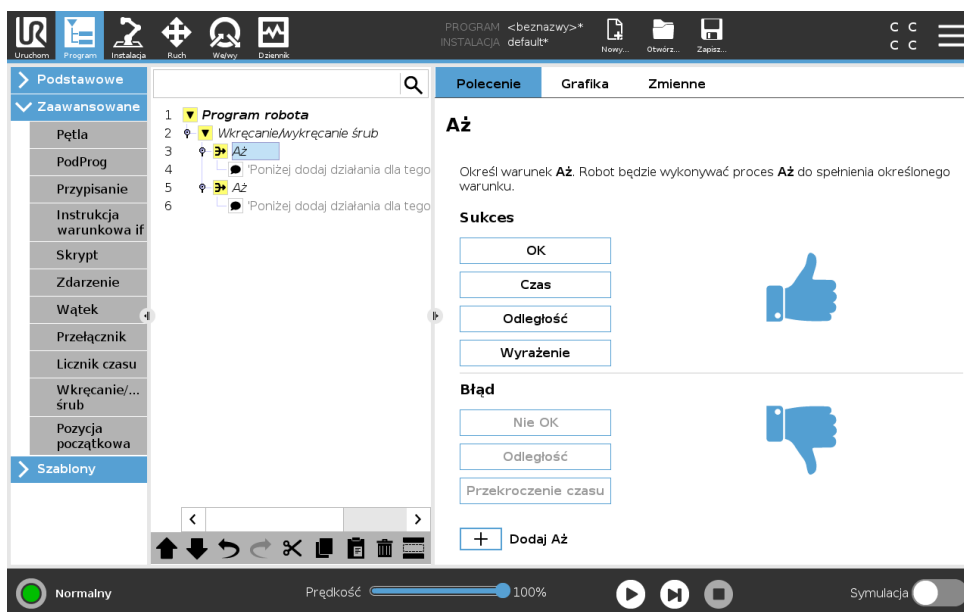
#### PRZESTROGA:

Umieścić końcówkę wkrętaka powyżej śruby przed rozpoczęciem programu wkręcania/wykręcania śrub. Wywieranie siły na śrubę może wpłynąć na wydajność programu wkręcania/wykręcania śrub.

- **Prędkość:** Wybrać stałą **Prędkość narzędzia** oraz **Przyspieszenie** dla robota, z jakimi będzie podążał ze śrubą.
- **Wyrażenie:** Podobnie, jak w przypadku polecenia If (zob. 15.6.2), wybrać opcję **Wyrażenie**, aby opisać warunek, zgodnie z którym robot podąża ze śrubą.

## Wkręcanie/wykręcanie śrub do

Węzeł programu wkręcania/wykręcania śrub obejmuje obowiązkowy węzeł **Do**, który definiuje kryteria zatrzymania dla procesu wkręcania/wykręcania śrub.

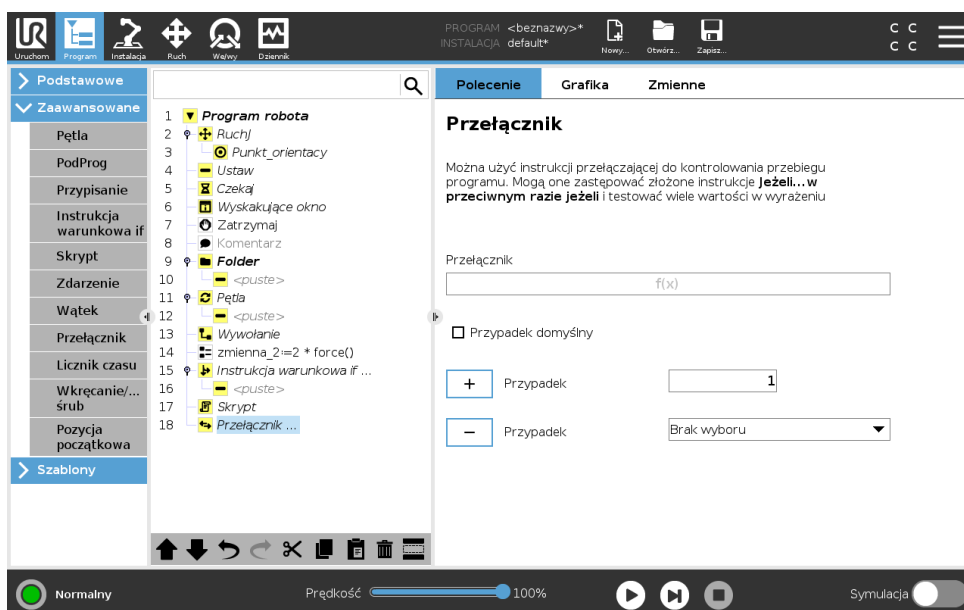


Można zdefiniować następujące kryteria zatrzymania:

- **Sukces:** Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa do momentu wykrycia ukończenia przy użyciu wybranej opcji. Można dodać tylko jeden warunek sukcesu.
- **Błąd:** Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa do momentu wykrycia błędu przy użyciu wybranych opcji. Można dodać więcej niż jeden warunek błędu.

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Sukces</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>DORZE:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa do momentu wykrycia sygnału DOBRZE z wkrętaka.</li><li>• <b>Czas:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa przez określony czas.</li><li>• <b>Odległość:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub odbywa się na określonej odległości.</li><li>• <b>Wyrażenie:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa do momentu spełnienia warunku wyrażenia niestandardowego.</li></ul> |
|  | <b>Błąd</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ŹLE:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub zatrzymuje się w momencie wykrycia sygnału ŹLE z wkrętaka.</li><li>• <b>Odległość:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa do momentu przekroczenia określonej odległości.</li><li>• <b>Przekroczenie czasu:</b> Wkręcanie/wykręcanie śrub trwa zatrzymuje się w momencie przekroczenia określonego czasu.</li></ul>                                               |

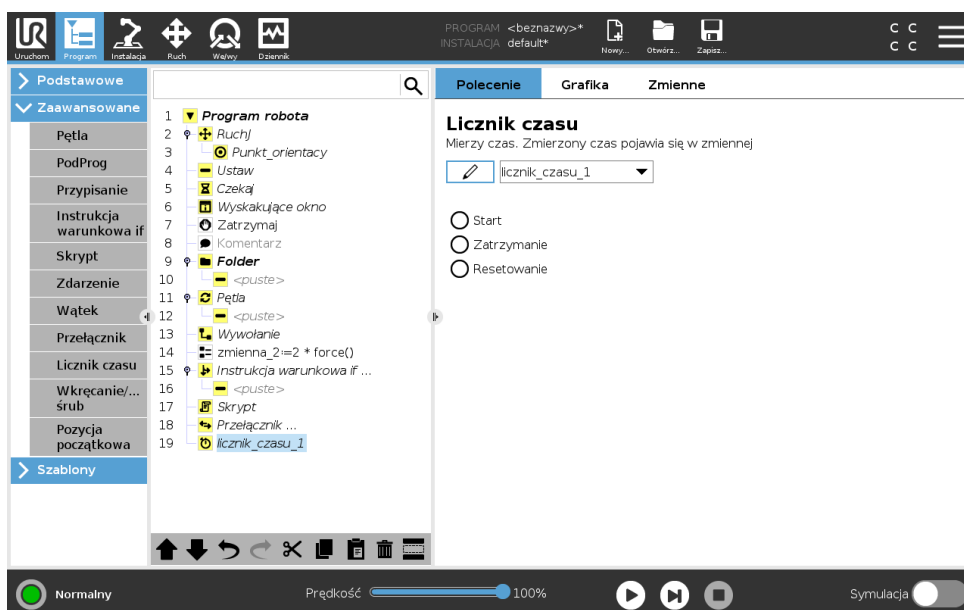
## 15.6.9 Przełącznik



Konstrukcja **Przypadek przełącznika** może zmienić zachowanie robota w zależności od wejść czujników lub wartości zmiennych. **Edytor wyrażeń** służy do opisanego warunku podstawowego i zdefiniowania przypadków, przy których robot powinien przejść do poleceń podrzędnych danego przełącznika. Jeśli warunek zostanie oceniony jako pasujący do jednego z przypadków, wykonywane są linie wewnątrz segmentu Przypadek. Jeśli określony zostanie Przypadek domyślny, to linie będą wykonywane tylko wtedy, kiedy nie będzie żadnego innego pasującego przypadku.

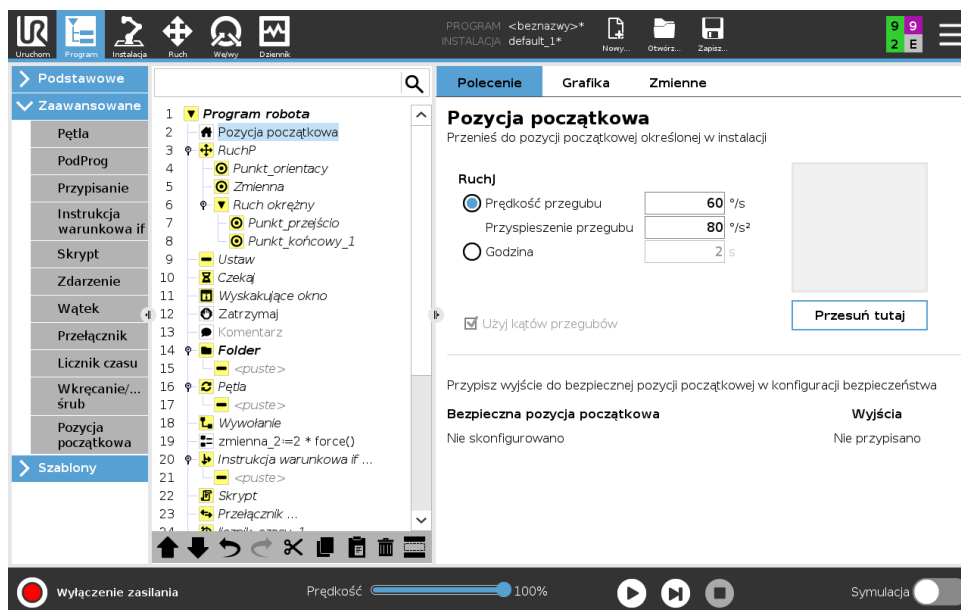
Każde polecenie Przełącznik może mieć kilka Przypadków i jeden Przypadek domyślny. Polecenie Przełącznik może mieć zdefiniowany tylko jedno wystąpienie dowolnej wartości Przypadek. Przypadki można dodawać za pomocą przycisków na ekranie. Polecenie Przypadek można usunąć z ekranu dla tego przełącznika.

## 15.6.10 Licznik czasu



Licznik czasu mierzy czas pracy poszczególnych części programu. Zmienna programu zawiera wartość czasu, jaki upłynął od uruchomienia licznika czasu, i jest widoczna na karcie zmiennych oraz na karcie uruchomienia.

### 15.6.11 Pozycja początkowa

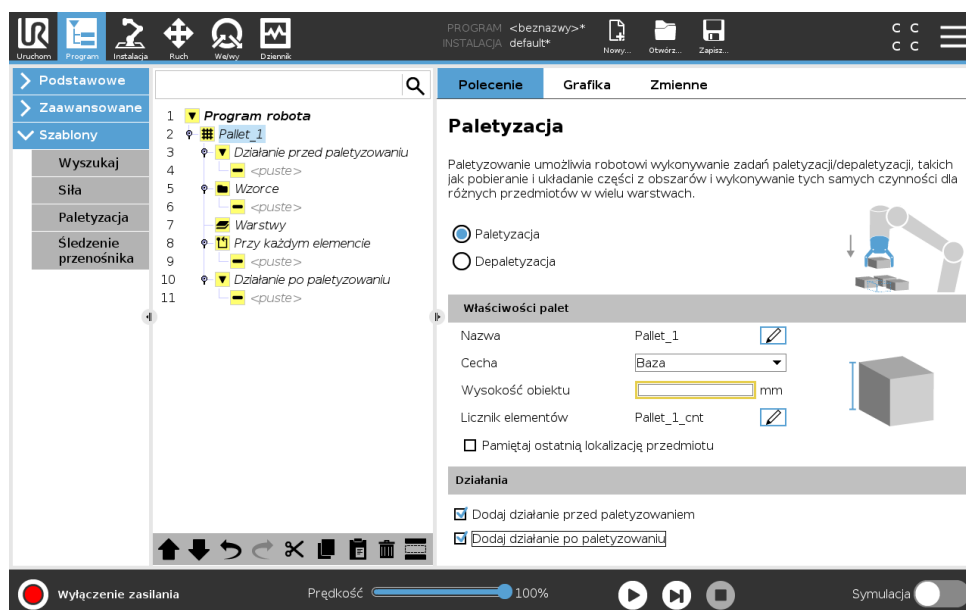


Węzeł pozycji początkowej wykorzystuje kąty przegubów w celu ustawienia robota we wstępnie zdefiniowanej pozycji początkowej. Jeśli zdefiniowano jako bezpieczną pozycję początkową, węzeł pozycji początkowej jest wyświetlany w drzewie programu jako Pozycja początkowa (bezpieczna). Jeśli pozycja początkowa nie jest zsynchronizowana z pozycją bezpieczną, węzeł jest niezdefiniowany.

## 15.7 Szablony

### 15.7.1 Paletyzowanie

Paletyzowanie to szablon pozwalający łatwo zaprogramować zadania paletyzowania i depaletyzowania, pobierania i umieszczania części (np. z tac, mocowań itp.) oraz wykonywanie przez robota powtarzających się czynności dla różnych elementów w wielu warstwach o różnych wzorach. Można tworzyć różne wzory i stosować je do określonych warstw. Między poszczególnymi warstwami można również umieszczać przekładki (zob. 15.7.1). Ponadto można korzystać z funkcji w obszarze Właściwości palety, aby łatwo dostosować układanie palet. Aby dowiedzieć się więcej o funkcjach, zob. 16.3. Należy postępować zgodnie z sekcją **Tworzenie programu paletyzowania** poniżej, aby korzystać z szablonu paletyzowania.

**Tworzenie programu paletyzowania**


1. Należy zdecydować, czy nauczyć funkcji (zob. 16.3) czy użyć podstawy jako płaszczyzny referencyjnej.
2. Na karcie **Program** w obszarze **Szablony** dotknąć pozycji **Paletyzowanie**.
3. Na ekranie Paletyzowanie wybrać jedną z poniższych akcji, w zależności od wymogów.
  - (a) Wybrać opcję **Paletyzowanie**, aby układać elementy na palecie.
  - (b) Wybrać opcję **Depaletyzowanie**, aby usuwać elementy z palety.
4. W obszarze **Właściwości palety** ustawić nazwę programu, funkcję (zob. krok 1), wysokość obiektu i nazwę licznika elementów w ramach programu. Wybrać pole **Pamiętaj lokalizację ostatniego elementu**, jeśli robot ma wznowić działanie przy elemencie, z którym pracował, gdy został zatrzymany.
5. Na ekranie Paletyzowanie w obszarze **Akcje** dodać kolejne akcje do wykonania przed lub po sekwencji paletyzowania, wybierając następujące pozycje:
  - (a) **Dodaj akcję przed paletyzowaniem**: obejmuje akcje wykonywane przed rozpoczęciem paletyzowania.
  - (b) **Dodaj akcję po paletyzowaniu**: obejmuje akcje wykonywane po zakończeniu paletyzowania.
6. W drzewie programu dotknąć węzła **Wzory**, aby określić wzory dla warstw. Można utworzyć następujące typy wzorów: linia, siatka lub nieregularny (zob. rysunek poniżej). Na tym ekranie można wybrać, czy należy uwzględnić przekładkę między warstwami (patrz 15.7.1).
7. Dotknąć węzłów wzoru w drzewie programu, aby nauczyć robota określonych pozycji (np. punkty początkowe/końcowe, narożniki siatki i/lub liczba elementów). Instrukcje uczenia zob. 15.5.1. Wszystkie instrukcje muszą być uczone w dolnej części palety. Aby zduplikować wzór, dotknąć przycisku **Duplikuj wzór** na ekranie węzła Wzór, który ma zostać zduplikowany.

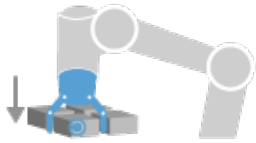
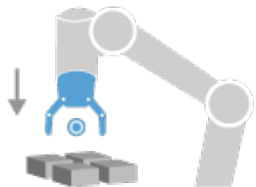
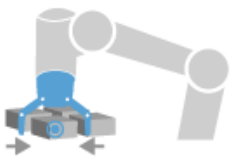
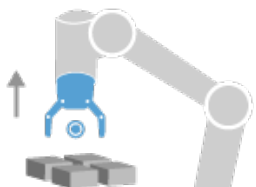
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Linia</b></p> <p>Aby nauczyć robota pozycji, należy wybrać poszczególne elementy w drzewie programu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Start_Item_1</li> <li>• End_Item_1</li> </ul> <p>Wstawić liczbę elementów w sekwencji za pomocą pola tekstowego <b>Elementy</b> w dolnej części ekranu.</p>                                             |
|    | <p><b>Siatka</b></p> <p>Aby nauczyć robota pozycji, należy wybrać poszczególne elementy w drzewie programu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corner_Item_1</li> <li>• Corner_Item_2</li> <li>• Corner_Item_3</li> <li>• Corner_Item_4</li> </ul> <p>Wstawić liczbę wierszy i kolumn do odpowiednich pól tekstowych, aby określić wymiary wzoru.</p> |
|  | <p><b>Nieregularny</b></p> <p>Aby nauczyć robota pozycji, należy wybrać poszczególne elementy w drzewie programu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Item_1</li> <li>• Item_2</li> <li>• Item_3</li> </ul> <p>Dotknąć przycisku <b>Dodaj element</b>, aby zidentyfikować nowy element w sekwencji.</p>                                                |

8. W drzewie programu dotknąć węzła **Warstwy**, aby skonfigurować warstwy sekwencji paletyzowania. Z rozwijanego menu **Wybierz wzór** wybrać wzór dla poszczególnych warstw. Dotknąć przycisku **Dodaj warstwę**, aby dodać kolejne warstwy do programu. Warstwy należy dodać w prawidłowej kolejności – nie można zmienić ich kolejności później.
9. W drzewie programu dotknąć węzła **Przy każdym elemencie**. Wybrać opcję domyślną (A) Kreator opcji Przy każdym elemencie lub (B) Ręczna konfiguracja opcji Przy każdym elemencie. Instrukcje dla każdej opcji podano poniżej.

**(A) Kreator opcji Przy każdym elemencie** Kreator opcji Przy każdym elemencie pomaga zdefiniować akcje wykonywane przy każdym elemencie na palecie, np. punkt odniesienia, punkt orientacyjny zbliżania, punkt orientacyjny punktu akcji narzędzia oraz punkt orientacyjny wyjścia (opisane w tabeli poniżej). Punkty orientacyjne Zbliżanie i Wyjście każdego elementu zachowają tę samą orientację i kierunek bez względu na orientację innych elementów.

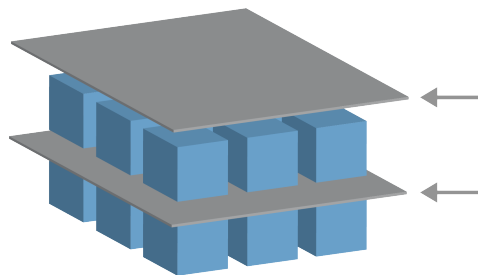
1. Dotknąć węzła **Przy każdym elemencie** w drzewie programu.

2. Na ekranie Przy każdym elemencie dotknąć przycisku **Dalej**.
3. Dotknąć przycisku **Przesuń tutaj**. Następnie przytrzymać przycisk **Auto** lub użyć przycisku **Ręcznie**, aby przesunąć robota do punktu odniesienia. Dotknąć przycisku **Kontynuuj**. Dotknąć przycisku **Dalej**.
4. Dotknąć przycisku **Ustaw punkt orientacyjny**, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego zbliżania (zob. 15.5.1). Dotknąć przycisku **Dalej**.
5. Powtórzyć krok 3.
6. Dotknąć przycisku **Ustaw punkt orientacyjny**, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego wyjścia (zob. 15.5.1). Dotknąć przycisku **Dalej**.
7. Dotknąć przycisku **Zakończ**.
8. Można teraz dodać odpowiednie węzły akcji chwytaka w folderze Akcja narzędzia w drzewie programu.

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Punkt akcji narzędzia</p> | <p><b>Punkt orientacyjny punktu akcji narzędzia:</b> lokalizacja i pozycja, w której ma być robot podczas wykonywania akcji dla poszczególnych elementów w warstwie. Punkt orientacyjny punktu akcji narzędzia to domyślny punkt odniesienia, jednak można go edytować w drzewie programu, dotykając węzeł punktu orientacyjnego punktu akcji narzędzia.</p> <p>Podczas używania kreatora punkt odniesienia to pierwsza pozycja w pierwszej zdefiniowanej warstwie na palecie. Punkt odniesienia służy do uczenia robota punktu orientacyjnego zbliżania, punktu orientacyjnego punktu akcji narzędzia oraz punktu orientacyjnego wyjścia dla poszczególnych elementów w warstwie.</p> |
|  <p>Zbliżanie</p>            | <p><b>Punkt orientacyjny zbliżania:</b> pozycja bezkolizyjna oraz kierunek, które przyjmuje robot podczas zbliżania się do elementu w warstwie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  <p>Akcja narzędzia</p>     | <p><b>Akcja narzędzia:</b> akcja, którą ma wykonać przystawka robota dla każdego elementu.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|  <p>Wyjście</p>             | <p><b>Punkt orientacyjny wyjścia:</b> pozycja oraz kierunek, które przyjmuje robot podczas oddalania się od elementu w warstwie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**(B) Konfiguracja ręczna**

1. Dotknąć węzła **Przy każdym elemencie** w drzewie programu.
2. Na ekranie startowym **Przy każdym elemencie** dotknąć przycisku **Konfiguracja ręczna**.
3. Z rozwijanych menu wybrać pozycję Wzór oraz Punkt odniesienia. Dotknąć przycisku **Użyj tego punktu odniesienia**, aby skonfigurować punkt odniesienia.
4. Przesunąć robota do punktu odniesienia, dotykając przycisku **Przesuń tutaj**.
5. Dotknąć węzła Zbliżanie w drzewie programu, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego zbliżania (zob. 15.5.1). Punkt orientacyjny Zbliżanie zachowa tę samą orientację i kierunek bez względu na orientację innych elementów.
6. Dotknąć węzła Przy każdym elemencie w drzewie programu. Powtórzyć krok 4.
7. Dotknąć węzła **Wyjście** w drzewie programu, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego wyjścia (zob. 15.5.1).
8. Można teraz dodać odpowiednie węzły akcji chwytaka w folderze Akcja narzędzia w drzewie programu.

**Dodawanie przekładki między warstwami w sekwencji paletyzowania**


Między warstwami w sekwencji paletyzowania można umieszczać przekładki, takie jak papier lub styropian. Aby dodać przekładki między warstwami, należy wykonać poniższe instrukcje:

1. W drzewie programu wybrać węzeł **Wzory**.
2. Na ekranie **Wzory** wybrać pozycję **Przekładka** i zdefiniować wysokość za pomocą pola tekstowego **Wysokość przekładki**. Jeśli wysokość nie została zdefiniowana, program nie uruchomi się.
3. Wybrać pozycję **Warstwy** w drzewie programu. Na ekranie Warstwy wybrać, między którymi warstwami mają być umieszczone przekładki (przekładki są umieszczane automatycznie między każdą warstwą).
4. Dotknąć węzła **Przekładka** w drzewie programu. Dotknąć pozycji **Ustaw przekładkę**, aby nauczyć robota pozycji przekładki.
5. Wybrać domyślną opcję (A) Kreator przekładki lub (B) Ręczna konfiguracja sekwencji przekładek. Instrukcje dla każdej opcji podano poniżej.

Po ukończeniu pracy przez kreatora lub jego anulowaniu w obszarze **Akcja przekładki** zostanie wyświetlony szablon. Oprócz folderu Akcja narzędzia w obszarze węzła Akcja przekładki, można wybrać jeden z poniższych folderów:

- **Podnieś przekładkę** w celu zaprogramowania robota, aby podnosił przekładki podczas paletyzowania
- **Upuść przekładkę** w celu upuszczania przekładek podczas depaletyzowania

**(A) Kreator przekładki**

1. Dotknąć węzła **Akcja przekładki** w drzewie programu.
2. Na ekranie Akcja przekładki dotknąć przycisku **Dalej**.
3. Dotknąć przycisku **Przesuń tutaj** i przytrzymać przycisk **Auto** lub użyć przycisku **Ręcznie**, aby przesunąć robota do punktu przekładki. Dotknąć przycisku **Kontynuuj**. Dotknąć przycisku **Dalej**.
4. Dotknąć przycisku **Ustaw punkt orientacyjny**, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego zbliżania (zob. 15.5.1). Dotknąć przycisku **Dalej**.
5. Powtórzyć krok 3.
6. Dotknąć przycisku **Ustaw punkt orientacyjny**, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego wyjścia (zob. 15.5.1). Dotknąć przycisku **Dalej**.
7. Dotknąć przycisku **Zakończ**.
8. Można teraz dodać odpowiednie węzły akcji w folderach Podnieś przekładkę, Upuść przekładkę oraz Akcja narzędzia w drzewie programu.

**(B) Konfiguracja ręczna**

1. Dotknąć węzła **Akcja przekładki** w drzewie programu.
2. Na ekranie startowym **Akcja przekładki** dotknąć przycisku **Konfiguracja ręczna**.
3. Przesunąć robota do punktu przekładki, dotykając przycisku **Przesuń do punktu przekładki**.
4. Dotknąć węzła Zbliżanie w drzewie programu, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego zbliżania (zob. 15.5.1).
5. Dotknąć węzła Akcja przekładki w drzewie programu. Powtórzyć krok 3.
6. Dotknąć węzła Wyjście w drzewie programu, aby nauczyć robota punktu orientacyjnego wyjścia (zob. 15.5.1).
7. Można teraz dodać odpowiednie węzły akcji w folderach Podnieś przekładkę, Upuść przekładkę oraz Akcja narzędzia w drzewie programu.

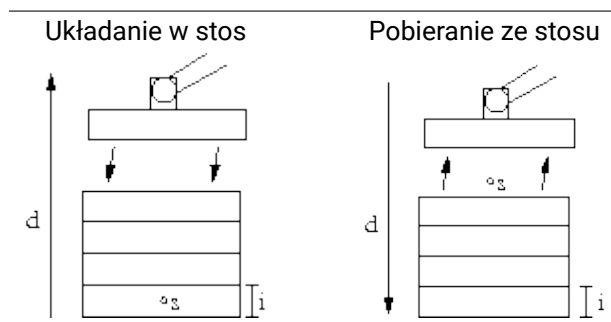
**Opcje dostosowywania programu paletyzowania**

Program paletyzowania można dostosować w następujący sposób:

- Jeśli paleta musi zostać dostosowana lub ustawiona w nowej pozycji po utworzeniu programu paletyzowania, wystarczy ponownie nauczyć funkcji palety (zob. 16.3), ponieważ sekwencja paletyzowania jest stała względem funkcji. W wyniku tego wszystkie pozostałe elementy programu są automatycznie dostosowywane do nowo nauczonej pozycji.
- Można edytować właściwości poleceń ruchu (zob. 15.5.1).
- Można zmienić wartości prędkości i promieni mieszania (zob. 15.5.1).
- Można dodać inne węzły programu do sekwencji Przy każdym elemencie lub sekwencji Akcja przekładki.

## 15.7.2 Wyszukaj

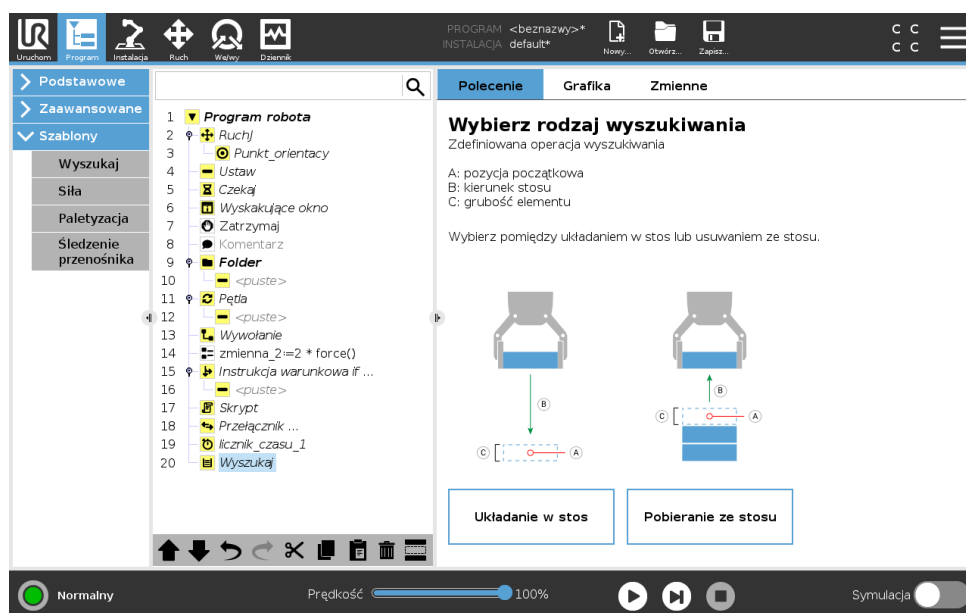
Funkcja wyszukiwania używa czujnika do określenia, czy została osiągnięta poprawna pozycja do uchwycenia lub upuszczenia elementu. Czujnikiem może być przycisk, czujnik ciśnieniowy lub pojemnościowy. Ta funkcja jest przeznaczona do pracy ze stosami elementów o różnej grubości lub w sytuacji, gdy nie jest znane dokładne położenie elementów lub zbyt trudno je zaprogramować.



Podczas programowania operacji wyszukiwania do pracy ze stosem należy zdefiniować punkt początkowy  $s$ , kierunek stosu  $d$  i grubość elementów na stosie  $i$ .

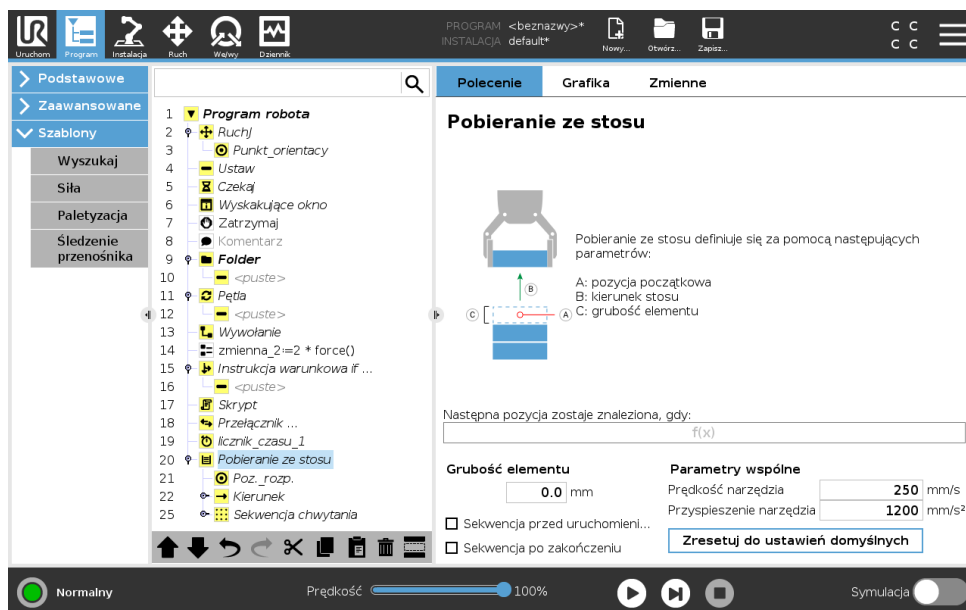
Ponadto należy zdefiniować warunek na wypadek osiągnięcia następnej pozycji w stosie oraz specjalną sekwencję programową, która będzie wykonywana dla każdej z pozycji stosu. Dodatkowo należy podać szybkość i przyspieszenie dla ruchów objętych operacją na stosie.

### Układanie w stos



Podczas układania w stos ramię robota przemieszcza się do punktu początkowego, a następnie porusza się w kierunku *przeciwnym* w celu wyszukania następnej pozycji stosu. Po jego znalezieniu robot zapamiętuje tę pozycję i wykonuje sekwencję specjalną. Następnym razem robot rozpoczyna szukanie od zapamiętanej pozycji powiększonej o grubość elementu w danym kierunku. Układanie w stos jest zakończone, gdy wysokość stosu jest większa niż pewna zdefiniowana liczba lub gdy czujnik wyśle sygnał.

## Pobieranie ze stosu

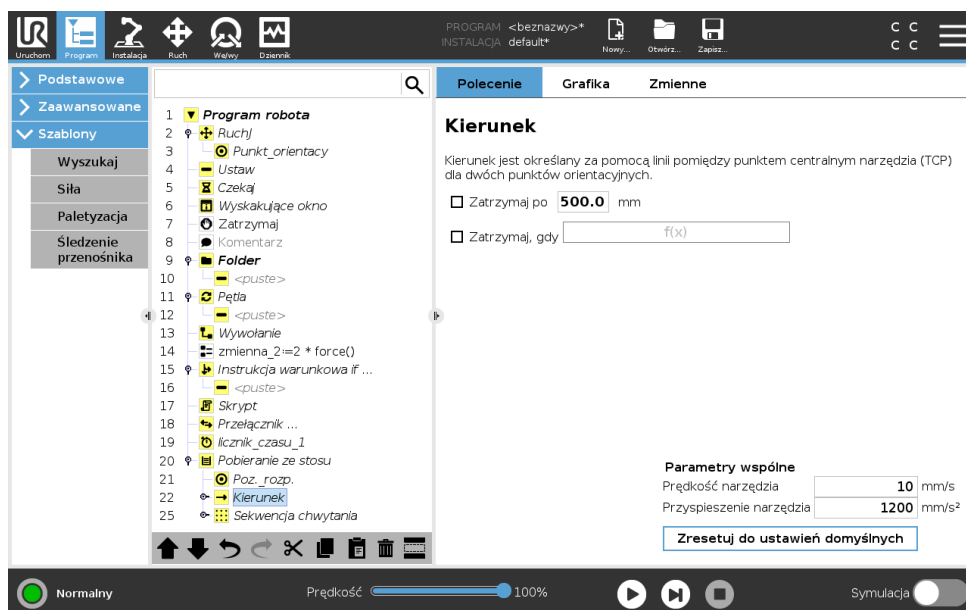


Podczas pobierania ze stosu ramię robota przemieszcza się od punktu początkowego w zadanym kierunku w celu wyszukania następnego elementu. Dotarcie do kolejnego elementu jest określone na podstawie warunku na ekranie. Kiedy warunek zostaje spełniony, robot zapamiętuje pozycję i wykonuje sekwencję specjalną. Następnym razem robot rozpoczyna szukanie od zapamiętanej pozycji powiększonej o grubość elementu w danym kierunku.

## Pozycja początkowa

Pozycja początkowa to pozycja, gdzie rozpoczyna się operacja na stosie. Jeśli pozycja początkowa zostanie pominięta, stos zaczyna się w bieżącej pozycji ramienia robota.

## Kierunek



Kierunek jest określany przez dwie pozycje i jest obliczany jako różnica pozycji między TCP pierwszej pozycji i TCP drugiej pozycji.

Uwaga: Kierunek nie uwzględnia orientacji punktów.

### Wyrażenie następnej pozycji układania w stos

Ramię robota porusza się wzdłuż wektora kierunku, ciągle oceniając, czy została osiągnięta następna pozycja stosu. Jeśli wartością wyrażenia będzie Prawda, zostanie wykonana sekwencja specjalna.

### „Przed uruchomieniem”

Opcjonalna sekwencja `Przed uruchomieniem` jest wykonywana przed samym rozpoczęciem operacji. Można jej użyć do czekania na sygnały gotowości.

### „Po zakończeniu”

Opcjonalna sekwencja `Po zakończeniu` jest wykonywana po zakończeniu operacji. Może ona służyć do sygnalizacji uruchomienia ruchu przenośnika w celu przygotowania się do następnego stosu.

### Sekwencja pobierania/umieszczania

Sekwencja pobierania/umieszczania jest specjalną sekwencją programu wykonywaną przy każdej pozycji stosu, podobnie jak w przypadku działania w trybie palety . .

## 15.7.3 Siła

Tryb **Siła** w robocie zapewnia zgodność i wymusza oś z możliwością wyboru w przestrzeni roboczej robotów. Wszystkie ruchy ramienia robota w ramach polecenia **Siła** będą realizowane w trybie **Siła**. Gdy ramię robota porusza się w trybie **Siła**, można wybrać jedną lub więcej osi, w której jest zgodne. Ramię robota jest zgodne z otoczeniem wzdłuż osi zgodności. Oznacza to, że ramię robota automatycznie dostosuje swoją pozycję, aby uzyskać wybraną siłę. Można również sprawić, aby ramię robota samo zastosowało siłę w środowisku, np. do obsługiwanego elementu.

Tryb **Siła** jest przydatny w przypadku zastosowań, w których rzeczywista pozycja punktu TCP wzdłuż uprzednio zdefiniowanej osi nie jest istotna, ale zamiast tego wymagana jest odpowiednia siła wzdłuż tej osi. Na przykład, jeśli punkt TCP robota obraca się wzdłuż zakrzywionej powierzchni albo przy pchaniu lub ciągnięciu obsługiwanego elementu. Tryb **Siła** obsługuje również stosowanie określonych momentów wokół wcześniej zdefiniowanych osi.

Uwaga: jeśli nie ma żadnych przeszkód na osi, na której ustawiona jest siła inna niż zero, ramię robota będzie próbowało przyspieszyć wzdłuż lub wokół tej osi.

Mimo że oś została wybrana jako zgodna, program robota nadal będzie próbował przemieszczać robota wzdłuż tej osi. Jednak sterowanie siłą zapewnia, że ramię robota nadal będzie zbliżać się do określonej siły.

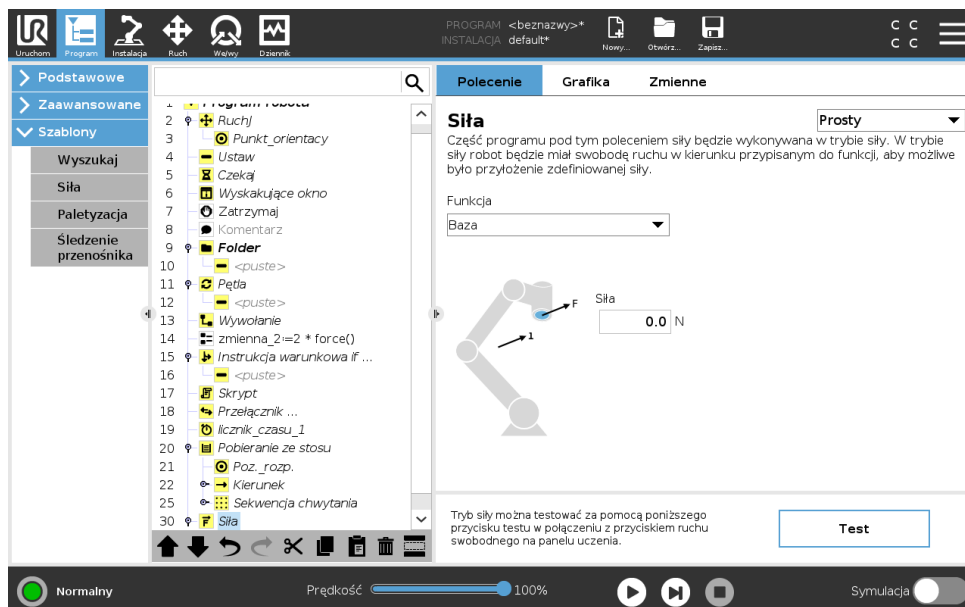


#### UWAGA:

Jeśli w wyrażeniach `If`, `ElseIf` lub `Pętla` jest węzeł **Siła** i zaznaczono opcję `Stale sprawdzaj wyrażenia`, można dodać skrypt `zakończ_tryb_siły()` na końcu wyrażenia, aby zakończyć sterowanie siłą.

**OSTRZEŻENIE:**

1. Należy unikać ostrego spowalniania zaraz przed uruchomieniem trybu siła.
2. Należy unikać przyspieszania w trybie siła, ponieważ obniża to dokładność sterowania siłą.
3. Należy unikać ruchów równoległych do osi zgodności przed uruchomieniem trybu siła.

**Wybór funkcji**

Menu **Funkcja** umożliwia wybór układu współrzędnych (osi), który będzie używany przez robota, gdy będzie on pracował w trybie Siła. Funkcje w menu to elementy, które zostały zdefiniowane w instalacji, (zob. 16.3).

**Typ trybu Siła**

Występują cztery różne typy trybu Siła i każdy z nich określa sposób interpretacji wybranej funkcji.

- **Prostota:** Tylko jedna oś będzie zgodna w trybie Siła. Siła wzdłuż tej osi jest regulowana. Wymagana siła zawsze będzie stosowana wzdłuż osi z wybranej funkcji. Jednak w przypadku funkcji linii odbywa się to wzdłuż ich osi y.
- **Rama:** Typ Rama jest przeznaczony do bardziej zaawansowanego użytku. Można tutaj niezależnie wybierać zgodność i siły we wszystkich sześciu stopniach swobody.
- **Punkt:** Gdy wybrany jest typ Punkt, rama zadania ma oś y skierowaną od punktu TCP robota w kierunku punktu charakterystycznego wybranej funkcji. Odległość pomiędzy punktem TCP robota a punktem wybranej funkcji musi wynosić przynajmniej 10 mm. Należy zwrócić uwagę, że rama zadania zmienia się w czasie wykonywania, ponieważ zmienia się pozycja punktu TCP robota. Osie x i z ramy zadania zależą od oryginalnej orientacji wybranej funkcji.

- **Ruch:** Ruch oznacza, że rama zadania zmienia się wraz z kierunkiem ruchu TCP. Oś x ramy zadania będzie rzutem kierunku ruchu punktu TCP na płaszczyznę rozciągającą się między osią x i osią y wybranej funkcji. Oś y będzie prostopadła do ruchu ramienia robota i będzie w płaszczyźnie x-y wybranej funkcji. Może to być przydatne przy gratowaniu wzdłuż złożonych ścieżek, gdzie siła musi być prostopadła do ruchu TCP.

Uwaga, gdy się nie porusza: Jeśli tryb Siła zostanie uruchomiony przy nieruchomym ramieniu robota, nie będzie żadnych osi zgodności, dopóki prędkość punktu TCP nie wzrośnie powyżej zera. Jeśli później ramię robota zostanie ponownie unieruchomione ciągle w trybie Siła, rama zadania będzie miała taką samą orientację jak ostatnim razem, gdy prędkość punktu TCP była większa od zera.

W przypadku trzech ostatnich typów rzeczywista rama zadania może być wyświetlona na karcie grafiki (patrz: 15.3) w czasie wykonywania, gdy robot pracuje w trybie Siła.

### Wybór wartości siły

- Siłę lub wartość momentu obrotowego dla osi zgodności można ustawić, a ramię robota odpowiednio dostosowuje swoją pozycję, aby osiągnąć wybraną siłę.
- W osiach niezgodnych ramię robota porusza się po trajektorii ustawionej w programie.

W przypadku parametrów liniowych siła jest podana w niutonach [N], a w przypadku parametrów obrotowych moment jest podany w niutonometrach [Nm].



#### UWAGA:

Należy wykonać następujące kroki:

- Zastosować funkcję skryptu `siłę_tcp_()` w osobnym wątku, aby odczytać rzeczywistą siłę oraz moment obrotowy.
- Poprawić wektor skrętu, jeśli rzeczywista wartość siły i/lub momentu obrotowego jest niższa niż ustawiono.

### Limity prędkości

Dla zgodnych osi można ustawić maksymalną prędkość kartezjańską. Robot porusza się z tą prędkością ze sterowaną siłą, dopóki nie napotka kontaktu z jakimkolwiek obiektem.

### Testuj ustawienia siły

Przycisk wł./wył. z oznaczeniem **Test** przełącza zachowanie przycisku **ruchu swobodnego** z tyłu sterownika uczenia z normalnego trybu ruchu swobodnego na testowanie polecenia siłowego.

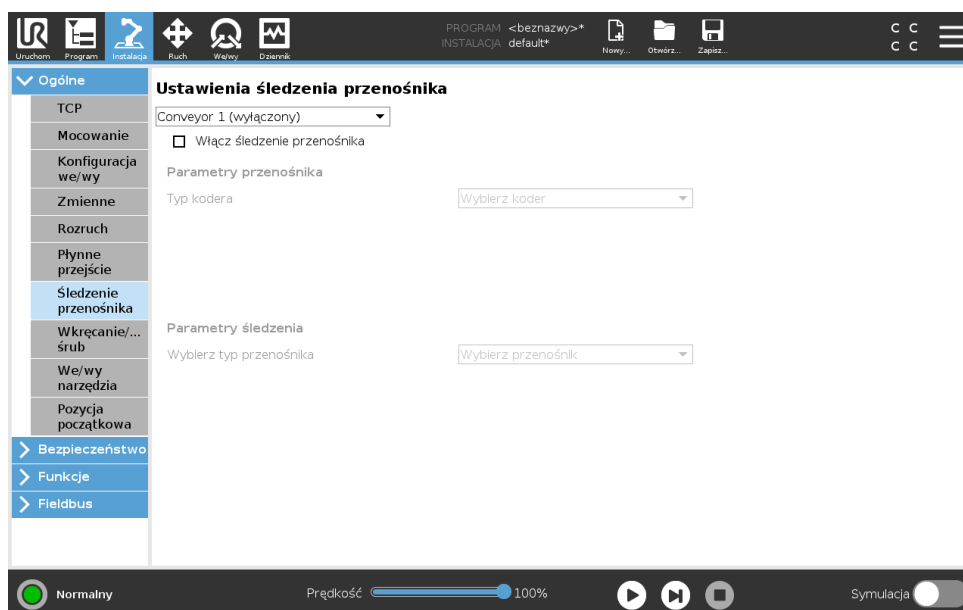
Gdy przycisk **Test** jest włączony i zostanie naciśnięty przycisk **ruchu swobodnego** z tyłu sterownika uczenia, robot wykona działanie, jakby program osiągnął to polecenie siłowe. W ten sposób można zweryfikować ustawienia przed uruchomieniem całego programu. Ta możliwość jest szczególnie przydatna do sprawdzania, czy zgodne osie oraz siły zostały wybrane prawidłowo. Wystarczy przytrzymać jedną ręką punkt TCP robota i nacisnąć przycisk **ruchu swobodnego** drugą ręką. Należy obserwować, w którą stronę robot może lub nie może być przesuwany. Po zamknięciu tego ekranu przycisk Test automatycznie wyłącza się, co oznacza, że przycisk **ruchu**

**swobodnego** z tyłu sterownika uczenia ponownie znajduje się w zwykłym trybie **ruchu** swobodnego.

Uwaga: Przycisk **ruchu swobodnego** będzie działał tylko wtedy, gdy zostanie wybrana prawidłowa funkcja dla polecenia Siła.

### 15.7.4 Śledzenie przenośnika

Funkcja śledzenia przenośnika pozwala ramieniu robota śledzić ruch maksymalnie dwóch przenośników. Funkcję śledzenia przenośnika konfiguruje się na karcie Instalacja (zob. sekcję 16.1.10).



Węzeł programu Śledzenie przenośnika jest dostępny z poziomu karty Program w menu Szablony. Podczas śledzenia przenośnika w ramach tego węzła dopuszczalne są wszystkie ruchy, lecz są one wykonywane względem ruchu pasa przenośnika. Mieszanie nie jest dozwolone podczas wyłączania śledzenia przenośnika, więc robot zatrzymuje się całkowicie przed wykonaniem następnego ruchu.

#### Śledzenie przenośnika

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Program**.
2. Dotknąć **Szablony** i wybrać opcję **Śledzenie przenośnika**, aby dodać węzeł śledzenia przenośnika do drzewa programu. Wszystkie ruchy wyszczególnione w węźle śledzenia przenośnika odpowiadają ruchowi przenośnika.
3. W obszarze śledzenia przenośnika na liście rozwijanej Wybierz przesyłnik należy wybrać **Przenośnik 1** lub **Przenośnik 2**, aby zdefiniować, który przenośnik ma być śledzony.



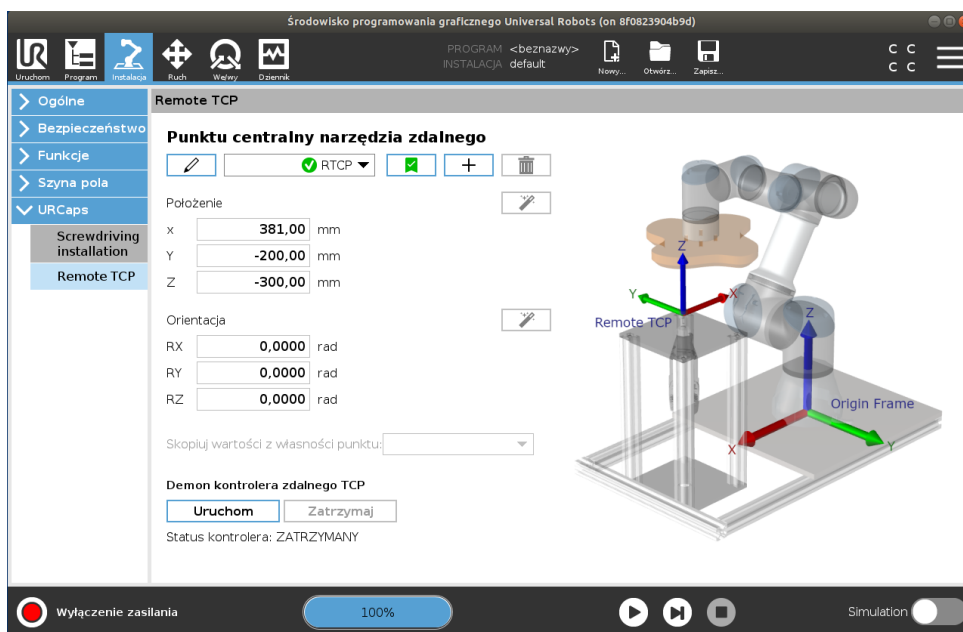
#### UWAGA:

Jeśli w wyrażeniach If, ElseIf lub Pętla jest węzeł Śledzenie przenośnika i zaznaczono opcję *Stale sprawdzaj wyrażenia*, można dodać skrypt `zakończ_śledzenie_przenośnika()` na końcu wyrażenia, aby zakończyć śledzenie przenośnika.

## 15.8 URCaps

### 15.8.1 Konfiguracja URCap zdalnego punktu TCP

URCap zdalnego punktu TCP wymaga zarejestrowania robota przed użyciem (zob. 11.4). **Zdalny punkt centralny narzędzia** (RTCP) to stały punkt centralny narzędzia w przestrzeni względem podstawy robota. Punkt RTCP jest przydatny w zastosowaniach wymagających od robota chwytania i przenoszenia przedmiotów względem nieruchomego narzędzia. Punkt RTCP jest stosowany razem z poleceniami RTCP\_RuchP i RTCP\_RuchPoOkregu do przenoszenia chwyconej części ze stałą prędkością względem nieruchomego narzędzia.



Podobnie, jak w przypadku standardowego punktu TCP (zob. 16.1.1), punkt RTCP można zdefiniować i nazwać na ekranie konfiguracji na karcie Instalacja. Można również wykonać poniższe akcje:

- dodawanie, zmiana nazwy, modyfikowanie i usuwanie punktów RTCP;
- zrozumieć domyślne i aktywne punkty RTCP;
- nauczyć pozycji punktu RTCP;
- nauczyć orientacji punktu RTCP;

### 15.8.2 Konfigurowanie punktu RTCP z funkcji

Konfigurowanie punktu RTCP z wykorzystaniem funkcji umożliwia przesuwanie skokowo robota względem punktu RTCP, tworząc jednocześnie punkty orientacyjne RTCP oraz ruchy po okręgu RTCP.

1. Dotknąć ikony plusa, aby utworzyć nowy punkt RTCP **RTCP**. Lub wybrać istniejący punkt RTCP z rozwijanego menu.
2. Dotknąć rozwijane menu **Kopiuji wartości z funkcji punktowej** i wybrać funkcję. Sprawdzić zaktualizowane wartości pozycji i orientacji punktu RTCP, aby dostosować je do wybranej funkcji.

### 15.8.3 Rodzaje ruchów zdalnego punktu TCP

#### RTCP\_RuchP

Podobnie, jak w przypadku standardowego polecenia RuchP, polecenie RTCP\_RuchP pozwala zdefiniować prędkość narzędzia i przyspieszenie ruchów ramienia robota względem zdalnego punktu TCP. Zob. 16.1.1.

#### Ruch po okręgu RTCP

Podobnie, jak w przypadku standardowego polecenia Ruch po okręgu, polecenie Ruch po okręgu RTCP można dodać do polecenia RTCP\_RuchP, aby wykonać ruch obrotowy. Zob. 16.1.1.

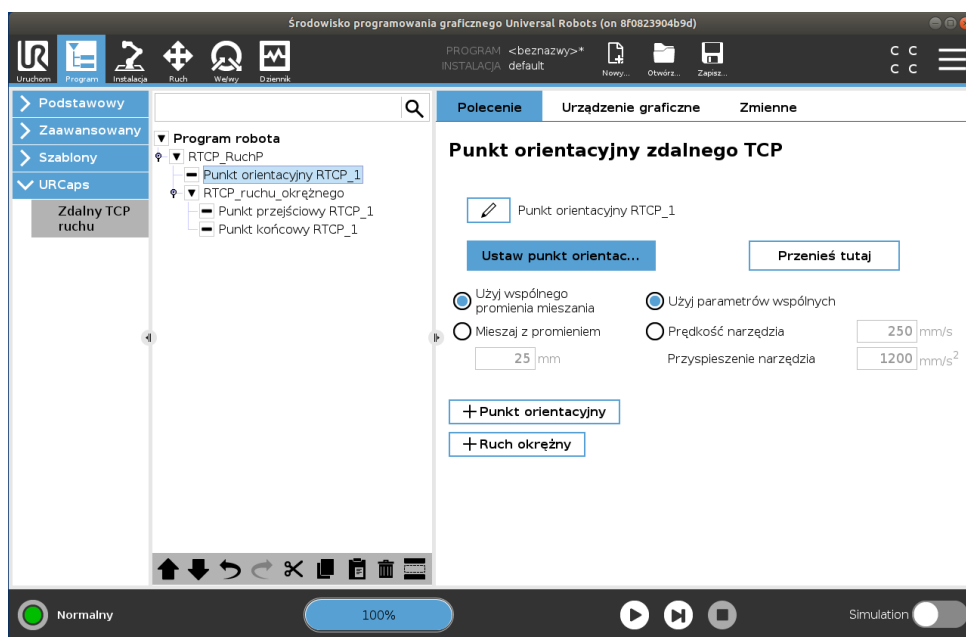


#### UWAGA:

Prędkość maksymalna ruchu po okręgu może być mniejsza niż podana wartość. Promień okręgu wynosi  $r$ , przyspieszenie maksymalne wynosi  $A$ , a minimalna prędkość nie może przekraczać wartości  $Ar$  ze względu na przyspieszenie dośrodkowe.

#### Punkt orientacyjny RTCP

Podobnie, jak w przypadku standardowych punktów orientacyjnych, punkty orientacyjne RTCP pozwalają narzędziu poruszać się liniowo ze stałą prędkością z wykorzystaniem funkcji mieszania kołowego. Domyślna wielkość promienia mieszania jest wspólną wartością dla wszystkich punktów orientacyjnych. Mniejszy promień mieszania spowoduje, że tor będzie ostrzejszy. Większy promień mieszania spowoduje, że tor będzie łagodniejszy. Punkty orientacyjne RTCP są nauczane przez fizyczne przesunięcie ramienia robota do żądanej pozycji.



#### Uczenie punktów orientacyjnych RTCP

1. Na karcie Program wstawić węzeł **RTCP\_RuchP**.
2. W węźle RTCP\_RuchP dotknąć opcji **Ustaw**, aby wyświetlić ekran Ruch.
3. Na ekranie Ruch użyć funkcji **Tryb uczenia** lub **Skok** w celu ustawienia robota w żądanym położeniu.
4. Dotknąć zielony symbol haczyka, aby potwierdzić.

### Konfigurowanie punktu orientacyjnego RTCP

Użyć funkcji mieszania, aby robot mógł płynnie przejść między dwoma trajektoriami. Dotknąć **Użyj wspólnego punktu mieszania** lub **Mieszaj z promieniem**, aby ustawić promień mieszania dla punktu orientacyjnego z węzła RTCP\_RuchP.



#### UWAGA:

Nie można użyć węzła czasu fizycznego (np. Ruch, Czekaj) jako elementu podrzędnego węzła RTCP\_RuchP. Jeśli jako element podrzędny do węzła RTCP\_RuchP zostanie dodany nieobsługiwany węzeł, nie będzie można zatwierdzić programu.

# 16 Karta Instalacja

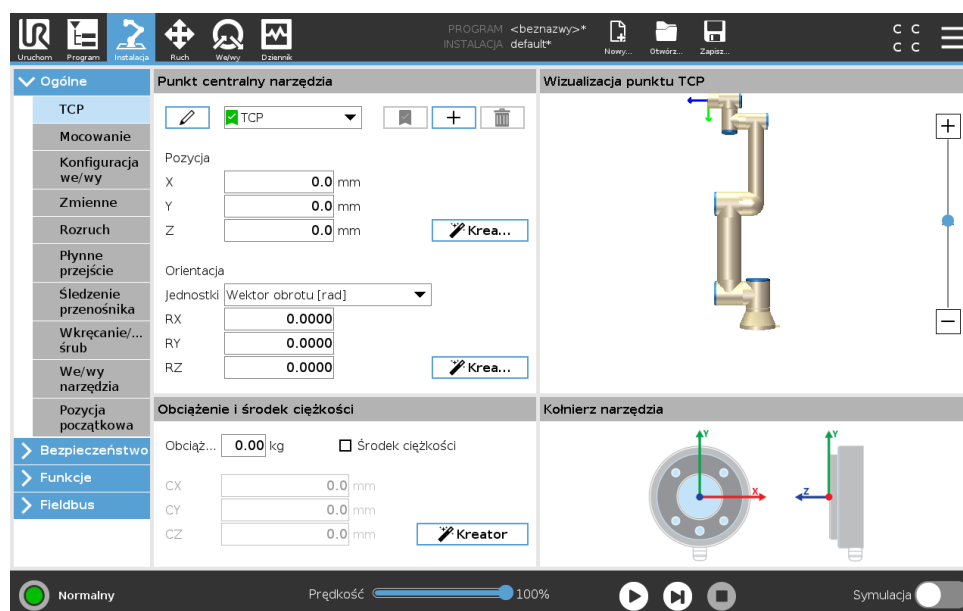
## 16.1 Rejestry

Na karcie Instalacja można skonfigurować ustawienia mające wpływ na ogólną wydajność robota oraz interfejsu PolyScope.

### 16.1.1 Konfiguracja TCP

**Punkt centralny narzędzia** (TCP) to punkt w narzędziu robota. Każdy punkt TCP zawiera informacje o translacji i rotacji względem środka kołnierza wyjściowego narzędzia.

Po zaprogramowaniu powrotu do poprzednio zapisanego punktu orientacyjnego robot przenosi punkt TCP do położenia i orientacji zapisanej w tym punkcie orientacyjnym. Po zaprogramowaniu robota do pracy w trybie ruchu liniowego punkt TCP jest przenoszony w sposób liniowy.



#### Pozycja

Współrzędne X, Y, Z określają pozycję punktu TCP. Kiedy wszystkie wartości (w tym orientacja) są równe zero, punkt TCP pokrywa się z punktem środkowym kołnierza wyjściowego narzędzia i przyjmuje układ współrzędnych widoczny na ekranie.

#### Orientacja

Pola współrzędnych RX, RY, RZ określają orientację punktu TCP. Podobnie, jak w przypadku karty Ruch, rozwijane menu Jednostki nad polami RX, RY, RZ służy do wyboru współrzędnych orientacji (zob. 17.3.1).

#### Dodawanie, zmienianie nazwy, modyfikowanie i usuwanie punktów TCP

Dotknąć przycisku **Nowy**, aby zdefiniować nowy punkt TCP. Utworzony punkt TCP automatycznie otrzymuje unikatową nazwę i można go wybrać w rozwijanym menu. Aby zmienić nazwę punktu

TCP, dotknąć przycisku **ołówka** obok menu rozwijanego **TCP**. Aby usunąć wybrany punkt TCP, dotknąć przycisku **Usuń**. Nie można usunąć ostatniego punktu TCP.

Translację i obrót wybranego punktu TCP można zmodyfikować, wprowadzając nowe wartości do pola.

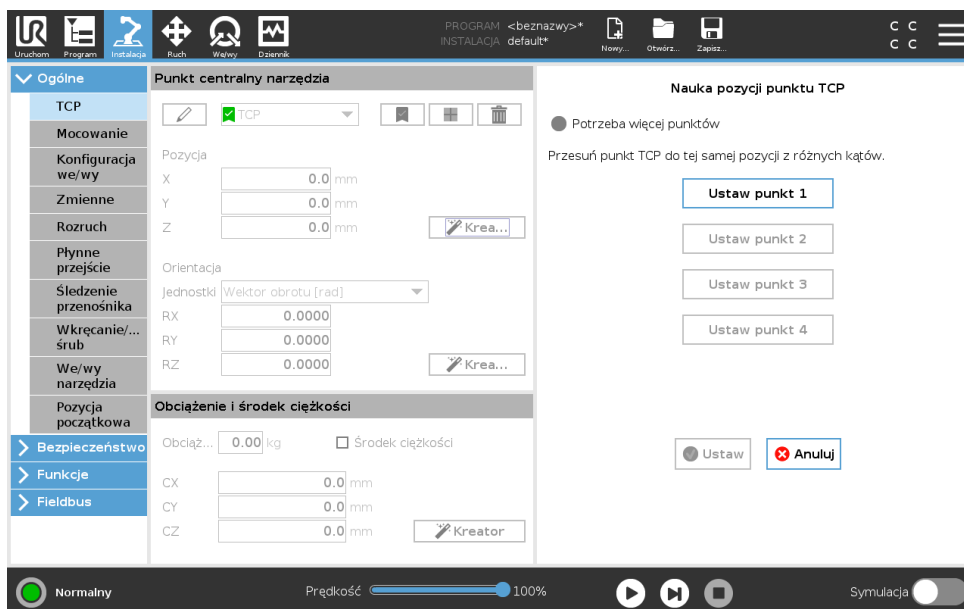
### Aktywny TCP

Podczas ruchu liniowego robot zawsze używa aktywnego punktu TCP w celu określenia przesunięcia punktu TCP. Aktywny punkt TCP można zmienić za pomocą poleceń Ruch (zob. 15.5.1) lub Ustaw. Na karcie grafiki jest przedstawiona wizualizacja ruchu aktywnego punktu TCP (zob. 15.3).

### Domyślny punkt TCP

Domyślny punkt TCP musi być ustawiony jako aktywny TCP przed uruchomieniem programu. Wybrać żądany punkt TCP i dotknąć pozycji **Ustaw jako domyślny**, aby ustawić punkt TCP jako domyślny. W dostępnym rozwijanym menu zielona ikona wskazuje domyślny skonfigurowany punkt TCP.

### Uczenie pozycji punktu TCP



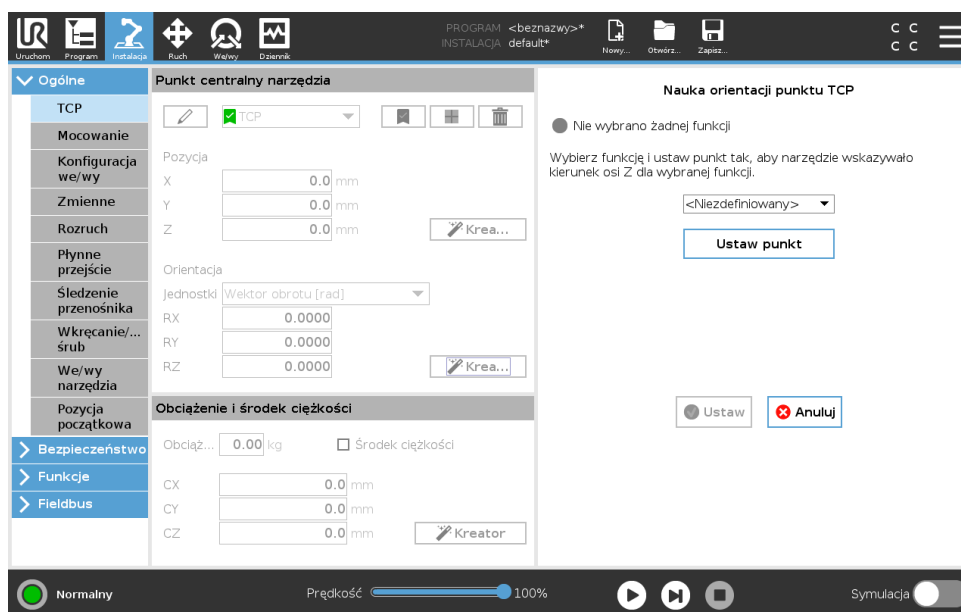
Współrzędne pozycji punktu TCP można obliczyć automatycznie, w tym celu należy:

1. Dotknąć przycisk **Kreator pozycji TCP**.
2. Wybrać stały punkt w przestrzeni roboczej robota.
3. Za pomocą strzałek z prawej strony ekranu można przesunąć punkt TCP pod co najmniej trzema różnymi kątami, następnie zapisać odpowiadające pozycje kołnierza wyjściowego narzędzia.
4. Nacisnąć przycisk **Ustaw**, aby zastosować zweryfikowane współrzędne dla odpowiedniego punktu TCP. Aby obliczenie było prawidłowe, pozycje muszą być wystarczająco różne. W przeciwnym razie dioda LED stanu powyżej przycisków zmienia kolor na czerwony.

Chociaż do wyznaczenia właściwego punktu TCP wystarczą zazwyczaj trzy pozycje, do sprawdzenia, czy obliczenie jest prawidłowe, można użyć czwartej pozycji. Jakość każdego zapisanego punktu względem obliczonego punktu TCP jest wskazywana za pomocą zielonej, żółtej

lub czerwonej diody LED przy odpowiadającym przycisku.

### Uczenie orientacji TCP



1. Dotknąć przycisk **Kreator orientacji TCP**.
2. Wybrać funkcję z rozwijanej listy. (Patrz 16.3), aby uzyskać dodatkowe informacje na temat definiowania nowych funkcji
3. Dotknąć przycisku **Wybierz punkt**, a następnie użyć **strzałek Porusz narzędzie**, aby ustawić pozycję, w której orientacja narzędzia oraz odpowiadający jej punkt TCP pokrywają się z układem współrzędnych wybranych funkcji.
4. Sprawdzić obliczoną orientację punktu TCP i zastosować ją dla wybranego punktu TCP, dotykając przycisku **Ustaw**.

### 16.1.2 Obciążenie i środek ciężkości

Należy określić masę obciążenia oraz środek ciężkości.

#### Ustawianie obciążenia

Dotknąć pola Obciążenie i wprowadzić nową masę. Ustawienie dotyczy wszystkich zdefiniowanych punktów TCP. Szczegółowe informacje dotyczące dopuszczalnego obciążenia są podane w Podręczniku instalacji sprzętu.

#### Ustawianie środka ciężkości

Dotknąć pól CX, CY i CZ, aby ustawić środek ciężkości. Ustawienia dotyczą wszystkich zdefiniowanych punktów TCP. Instalacje utworzone przed wersją 5.2 obsługują środek ciężkości ustawiony w punkcie TCP, jeśli zostało to ustawione wcześniej. Jednak od wersji 5.2 nie można ręcznie ustawić środka ciężkości.



#### OSTRZEŻENIE:

Należy używać prawidłowych ustawień instalacji. Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane wraz z programem.

## Szacowanie obciążenia

Ta funkcja sprawia, że robot pomaga skonfigurować prawidłowe obciążenie oraz środek ciężkości.

### Korzystanie z kreatora szacowania obciążenia

1. Na karcie instalacji w sekcji Ogólne wybrać **TCP**
2. Na ekranie TCP w sekcji Obciążenie i środek ciężkości dotknąć przycisku **Kreator obciążenia i środka ciężkości**.
3. W kreatorze szacowania obciążenia dotknąć przycisku **Dalej**
4. Postępować zgodnie z instrukcjami, aby skonfigurować cztery pozycje.  
Ustawienie czterech pozycji wymaga przesunięcia ramienia robota do czterech różnych pozycji. Każda pozycja zostaje zmierzona. Poszczególne pomiary można modyfikować, dotykając pól środków ciężkości i wprowadzając wartości.
5. Po ukończeniu wszystkich pomiarów dotknąć przycisku **Zakończ**



#### UWAGA:

Postępować zgodnie z poniższymi z poradami, aby uzyskać najlepszą skuteczność szacowania obciążenia:

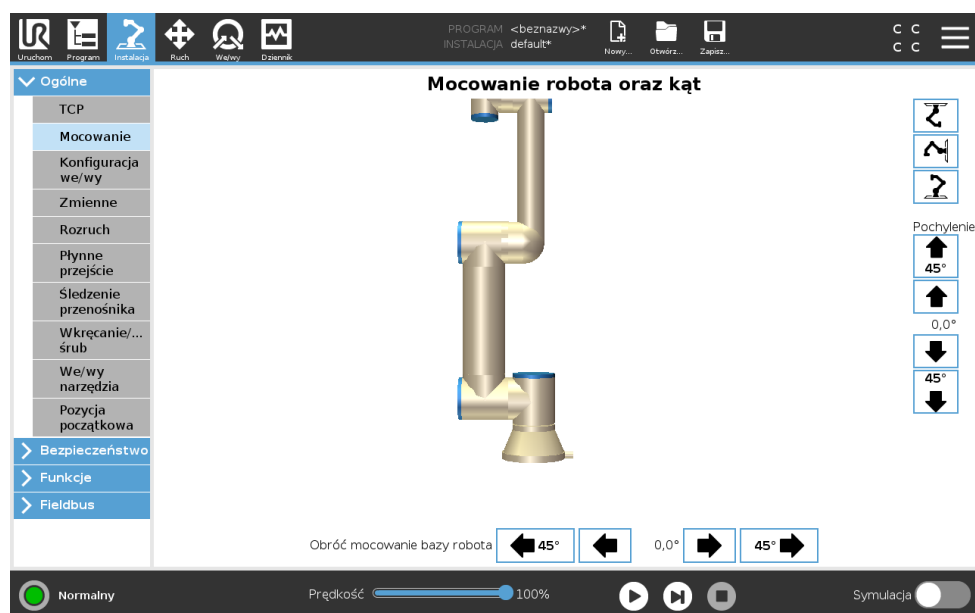
- Pozycje punktu TCP muszą różnić się od siebie tak, jak to tylko możliwe
- Pomiary należy wykonywać w krótkich odstępach czasu



#### OSTRZEŻENIE:

- Nie należy ciągnąć narzędzia i/lub zamocowanego obciążenia przed oraz podczas szacowania obciążenia
- Podczas instalacji należy prawidłowo określić sposób oraz kąt montażu robota

### 16.1.3 Sposób montażu



Określenie sposobu montażu ramienia robota służy dwóm celom:

1. Powoduje, że ramię robota jest prawidłowo wyświetlane na ekranie.
2. Informuje sterownik, w jakim kierunku działa siła ciężenia.

Zaawansowany model dynamiki zapewnia płynne i precyzyjne ruchy ramienia robota, a także samoczynnie podtrzymuje ramię przy włączonym **trybie ruchu swobodnego**. Z tego powodu określenie prawidłowego sposobu montażu ramienia robota jest niezwykle ważne.



#### OSTRZEŻENIE:

Nieprawidłowy sposób montażu ramienia robota może powodować częste zatrzymania ochronne i/lub może prowadzić do ruchu ramienia robota po naciśnięciu przycisku **ruchu swobodnego**.

Jeśli ramię robota jest zamontowane na płaskim stole lub podłodze, na tym ekranie nie trzeba wprowadzać żadnych zmian. Jeśli jednak ramię robota jest **zamontowane na suficie**, **zamontowane na ścianie** lub **zamontowane pod kątem**, wymagane jest wprowadzenie zmian za pomocą przycisków.

Przyciski po prawej stronie ekranu służą do zmiany kąta montażu ramienia robota. Trzy górne przyciski po prawej stronie służą do ustawiania kąta dla **sufitu** (180°), **ściany** (90°) oraz **podłogi** (0°). Za pomocą przycisków **Pochylenie** można ustawić dowolny kąt.

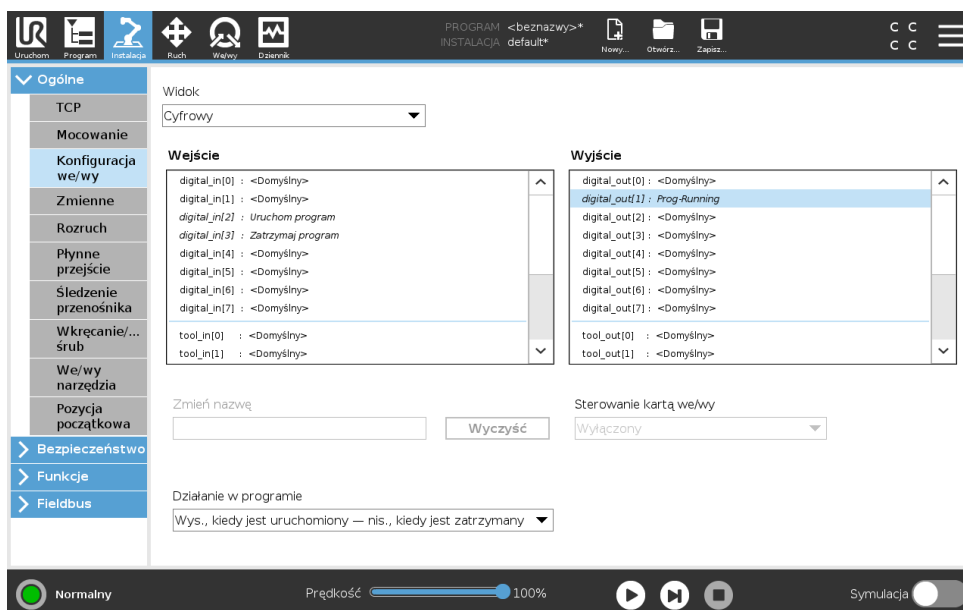
Przyciski w dolnej części ekranu służą do obracania mocowania ramienia robota tak, aby zgadzało się z rzeczywistym sposobem montażu.



#### OSTRZEŻENIE:

Należy używać prawidłowych ustawień instalacji. Pliki instalacji należy zapisywać i ładować wraz z programem.

### 16.1.4 Konfiguracja we/wy



Na ekranie Konfiguracja we/wy użytkownicy mogą zdefiniować sygnały we/wy oraz konfigurować akcje karty sterowania we/wy.

Uwaga: Po uruchomieniu Interfejsu narzędzia komunikacji (TCI) wejście analogowe narzędzia przestaje być dostępne.

W sekcjach **Wejście** i **Wyjście** jest podana lista sygnałów we/wy, takich jak:

- Cyfrowe, standardowe, ogólnego przeznaczenia, konfigurowalne i narzędzia
- Analogowe, standardowe, ogólnego przeznaczenia i narzędzia
- MODBUS
- Rejestry ogólnego przeznaczenia (logiczny, liczb całkowitych, zmiennoprzecinkowy) Dostęp do rejestrów ogólnego przeznaczenia jest możliwy przez sieć magistralową typu fieldbus (np. Profinet lub Ethernet/IP).

#### Typ sygnału we/wy

Aby ograniczyć liczbę sygnałów znajdujących się w sekcjach **Wejście** i **Wyjście**, należy zmienić wyświetlaną zawartość na podstawie typu sygnału za pomocą menu rozwijanego **Widok** w górnej części ekranu.

#### Przydzielanie nazw zdefiniowanych przez użytkownika

Aby łatwiej zapamiętać zastosowanie sygnałów podczas pracy z robotem, użytkownicy mogą nadawać nazwy sygnałom wejściowym i wyjściowym.

1. Wybierz żądany sygnał
2. Dotknąć pole tekstowe w dolnej części ekranu, aby ustawić nazwę.
3. Aby zresetować nazwę do domyślnej, dotknąć przycisku **Wyczyść**.

Aby rejestr ogólnego przeznaczenia był dostępny w programie, należy mu nadać nazwę zdefiniowaną przez użytkownika (np. dla polecenia **Czekaj** lub wyrażenia warunkowego instrukcji **If**). Polecenie **Czekaj** oraz instrukcja warunkowa **If** są opisane odpowiednio w (15.5.3) i (15.6.2).

Nazwane rejestry ogólnego przeznaczenia są w selektorze **Wejście** i **Wyjście** na ekranie **Edytor wyrażień**.

### Akcje we/wy i sterowanie kartą we/wy

**Akcje wejścia i wyjścia** Cyfrowe wejścia/wyjścia fizyczne i Fieldbus mogą posłużyć do wyzwalania akcji lub reagowania na stan programu.

Dostępne akcje wejścia:

- **Start:** uruchamia lub wznowia bieżący program na zboczu narastającym. Ta funkcja jest włączana tylko w trybie zdalnego sterowania (zob. 21.4.5).
- **Zatrzymanie:** Stop: zatrzymuje bieżący program na zboczu narastającym.
- **Wstrzymanie:** wstrzymuje bieżący program na zboczu narastającym.
- **Ruch swobodny:** Przy wysokim stanie sygnału wejściowego robot jest w trybie ruchu swobodnego (podobnego do funkcji ruchu swobodnego). Sygnał wejściowy jest ignorowany, jeśli program jest uruchomiony lub inne warunki uniemożliwiają ruch swobodny.



#### OSTRZEŻENIE:

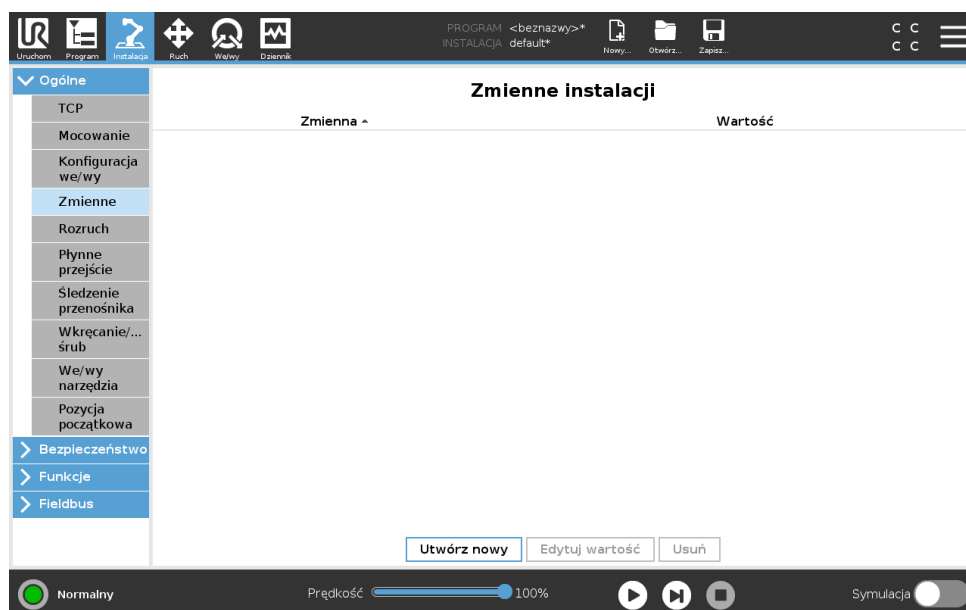
Jeśli robot został zatrzymany podczas używania akcji sygnału wejściowego **Start**, robot powoli przesunie się do pierwszego punktu orientacyjnego programu przed wykonaniem tego programu. Jeśli praca robota została wstrzymana podczas używania akcji sygnału wejściowego **Start**, przed wznowieniem programu robot powoli przesunie się do pozycji, w której praca została wstrzymana.

Dostępne akcje wyjścia:

- **Nis.,** kiedy nie jest uruchomiony: sygnał wyjściowy jest niski, gdy stan programu to „zatrzymany” lub „wstrzymany”.
- **Wys.,** kiedy nie jest uruchomiony: sygnał wyjściowy jest wysoki, gdy stan programu to „zatrzymany” lub „wstrzymany”.
- **Wys.,** kiedy jest uruchomiony – **nis.,** kiedy jest zatrzymany: sygnał wyjściowy jest niski, gdy stan programu to „zatrzymany” lub „wstrzymany” oraz wysoki, gdy program jest uruchomiony.
- **Ciągłe pulsowanie:** sygnał wyjściowy przełącza się między stanem wysokim a niskim przez określoną liczbę sekund, gdy program jest uruchomiony. Należy wstrzymać lub zatrzymać program, aby zachować stan pulsowania.

**Sterowanie kartą we/wy** Określić, czy wyjściem można sterować na karcie we/wy (przez programistów lub przez operatorów i programistów) czy sterowanie mają realizować programy robota.

### 16.1.5 Zmienne



Zmienne utworzone na ekranie Zmienne są nazywane zmiennymi instalacji i są używane tak, jak normalne zmienne programowe. Zmienne instalacji są wartościami specjalnymi, ponieważ zachowują swoje wartości nawet po zatrzymaniu i ponownym uruchomieniu programu, a także kiedy zostanie wyłączone i przywrócone zasilanie ramienia robota i/lub skrzynki sterowniczej. Ich nazwy i wartości są zapisywane podczas instalacji, można więc używać tej samej zmiennej w wielu programach.

Utwórz nową zmienną instalacji

| Nazwa       | Wartość |
|-------------|---------|
| i_zmienna_1 | =       |

OK Anuluj

Po naciśnięciu przycisku **Utwórz nowy** wyświetlony zostaje panel z sugerowaną nazwą dla nowej zmiennej. Można zmienić nazwę, a wartość można wprowadzić dotykając jednego z pól tekstowych. Przycisk **OK** można dotknąć tylko wtedy, kiedy nowa nazwa nie jest używana w danej instalacji.

Można zmienić wartość zmiennej instalacji przez jej zaznaczenie na liście, a następnie kliknięcie opcji **Edytuj wartość**.

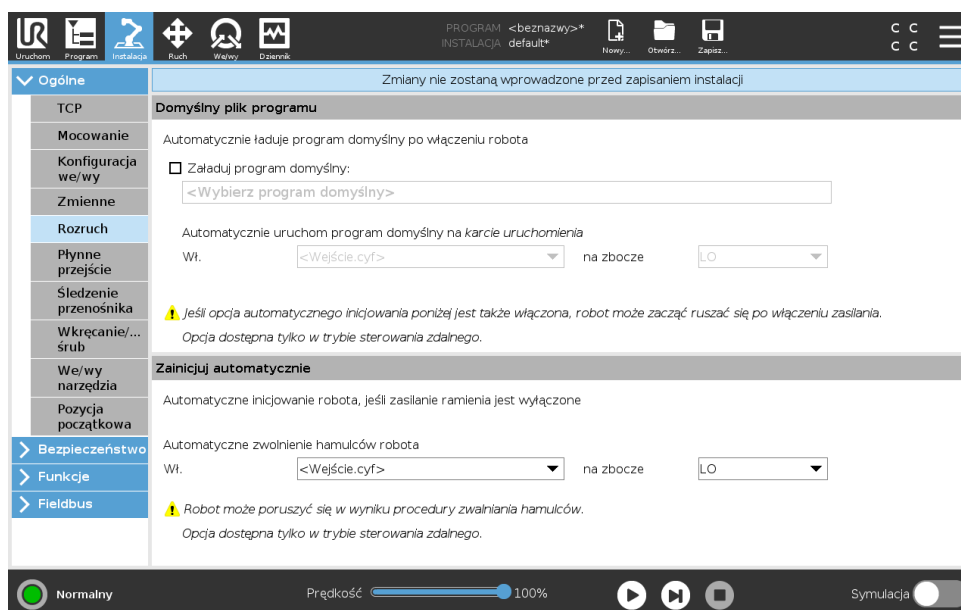
Aby usunąć zmienną, należy ją zaznaczyć i dotknąć przycisk **Usuń**.

Aby konfiguracja została zachowana, po skonfigurowaniu zmiennych instalacji należy zapisać instalację.

Zmienne instalacji i ich wartości są zapisywane automatycznie co 10 minut.

Jeśli załadowany zostanie program lub , a jedna lub więcej zmiennych programowych będzie miało taką samą nazwę, co zmienne instalacji, użytkownik będzie miał do wyboru następujące rozwiązania tego problemu: zastosowanie zmiennych instalacji o danej nazwie zamiast zmiennych programowych lub automatyczną zmianę nazw zmiennych, które powodują konflikt.

## 16.1.6 Rozruch



Na ekranie Rozruch dostępne są ustawienia automatycznego ładowania i uruchamiania programu domyślnego, a także automatycznego inicjowania ramienia robota podczas włączania zasilania.



### OSTRZEŻENIE:

1. Gdy włączone będą wszystkie opcje: automatycznego ładowania, automatycznego uruchomienia i inicjowania, robot rozpocznie wykonywanie wybranego programu od razu po włączeniu skrzynki sterowniczej, jeśli sygnał wejściowy jest zgodny z wybranym poziomem sygnału. Na przykład: przejście z boczka do wybranego poziomu sygnału nie będzie w tym przypadku konieczne.
2. W przypadku ustawienia poziomu sygnału do wartości NISKI wymagana jest większa ostrożność. Wartość sygnałów wejściowych jest domyślnie ustawiona jako niska, w związku z czym program nie zostanie uruchomiony automatycznie bez wyzwolenia sygnałem zewnętrznym.
3. W przypadku włączenia opcji automatycznego uruchomienia i automatycznego inicjowania przed wykonaniem programu należy wybrać tryb **Sterowanie zdalne**.

### Ładowanie programu uruchamiającego

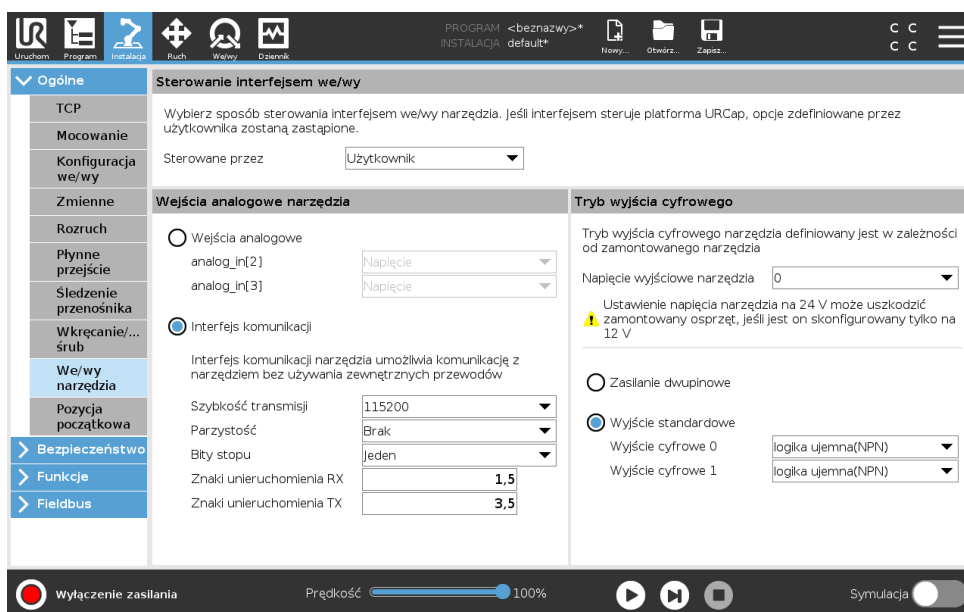
Program domyślny zostanie załadowany po włączeniu zasilania skrzynki sterowniczej. Ponadto program domyślny jest również ładowany po przejściu do ekranu **Uruchom program**, kiedy nie jest załadowany żaden program (patrz 14).

## Uruchamianie programu uruchamiającego

Ekran **Uruchom program** służy do automatycznego uruchamiania programu domyślnego. Wykonywanie programu zostaje rozpoczęte automatycznie po załadowaniu domyślnego programu i wykryciu zmiany określonej przez zbocze zewnętrznego sygnału wejściowego.

Przy uruchamianiu bieżący poziom sygnału wejściowego jest niezdefiniowany. Wybranie przejścia, które odpowiada poziomowi sygnału przy uruchomieniu powoduje natychmiastowe rozpoczęcie wykonywania programu. Ponadto opuszczenie ekranu **Uruchom program** lub dotknięcie przycisku Zatrzymaj na Tablicy przyrządów dezaktywuje funkcję automatycznego uruchamiania, aż do ponownego naciśnięcia przycisku Uruchom.

### 16.1.7 Sygnały we/wy narzędzia



## Sterowanie interfejsem we/wy

Funkcja **Sterowanie interfejsem we/wy** umożliwia przełączanie sterowania między użytkownikiem a URCap.

1. Dotknąć karty Instalacja, a następnie w sekcji Ogólne dotknąć **We/wy narzędzia**
2. W obszarze **Sterowanie interfejsem we/wy** wybrać **Użytkownik**, aby uzyskać dostęp do ustawień analogowych wejść narzędzia i/lub trybu wyjścia cyfrowego. Wybranie URCap uniemożliwia dostęp do ustawień analogowych wejść narzędzia i trybu wyjścia cyfrowego.



#### UWAGA:

Jeśli URCap steruje mechanizmem roboczym, np. chwytakiem, wtedy URCap wymaga sterowania interfejsem we/wy narzędzia. Wybrać URCap z listy, aby umożliwić mu sterowanie interfejsem we/wy narzędzia.

## Analogowe wejścia narzędzia

### Interfejs narzędzia komunikacji

Interfejs narzędzia komunikacji (TCI) umożliwia robotowi komunikację z dołączonym narzędziem przez wejście analogowe narzędzia robota. Funkcja ta eliminuje potrzebę używania dodatkowych przewodów zewnętrznych.

Po włączeniu interfejsu narzędzia komunikacji wejścia analogowe narzędzia przestają być dostępne.

### Konfiguracja interfejsu narzędzia komunikacji (TCI)

1. Dotknąć karty Instalacja, a następnie w sekcji Ogólne dotknąć **Sygnały we/wy narzędzia**.
2. Wybrać **Interfejs komunikacji**, aby edytować ustawienia TCI.  
Po włączeniu funkcji TCI wejście analogowe narzędzia przestaje być dostępne w ramach konfiguracji we/wy procesu instalacji i nie jest wyświetlane na liście wejść. Wejście analogowe narzędzia przestaje być również dostępne dla opcji oraz wyrażień Czekaj na.
3. W menu rozwijanych w sekcji Interfejs komunikacji wybrać odpowiednie wartości.  
Wszystkie wprowadzone zmiany wartości są natychmiast przekazywane do narzędzia. Jeśli wartości instalacyjne różnią się od tych używanych przez narzędzie, wyświetli się ostrzeżenie.

### Tryb wyjścia cyfrowego

Interfejs narzędzia komunikacji pozwala niezależnie skonfigurować dwa wyjścia cyfrowe. W interfejsie PolyScope każdy styk ma menu rozwijane pozwalające ustawić tryb wyjścia. Są dostępne następujące opcje:

- Uplływ: pozwala wybrać konfigurację NPN lub upływu styku. Gdy wyjście jest wyłączone, styk umożliwia przepływ prądu do uziemienia. Tej opcji można używać w połączeniu ze stykiem PWR, aby utworzyć pełny obwód (zob. 5.7.2).
- Źródło: pozwala wybrać konfigurację PNP lub źródła styku. Gdy wyjście jest włączone, styk stanowi źródło napięcia dodatniego (skonfigurowane na karcie we/wy). Tej opcji można używać w połączeniu ze stykiem GND, aby utworzyć pełny obwód (zob. 5.7.2).
- Push / Pull: pozwala wybrać konfigurację Push / Pull styku. Gdy wyjście jest włączone, styk stanowi źródło napięcia dodatniego (skonfigurowane na karcie we/wy). Tej opcji można używać w połączeniu ze stykiem GND, aby utworzyć pełny obwód (zob. 5.7.2). Gdy wyjście jest wyłączone, styk umożliwia przepływ prądu do uziemienia.

Zmiany zostają zastosowane po wybraniu nowej konfiguracji wyjścia. Obecnie załadowana instalacja jest modyfikowana odpowiednio do nowej konfiguracji. Po zweryfikowaniu, czy wyjścia narzędzia działają prawidłowo, należy zapisać instalację, aby nie utracić zmian.

### Dwustykowy obwód zasilania

Dwustykowy obwód zasilania jest używany jako źródło zasilania narzędzia. Włączenie dwustykowego obwodu zasilania powoduje wyłączenie domyślnych wyjść cyfrowych narzędzia.

### 16.1.8 Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa

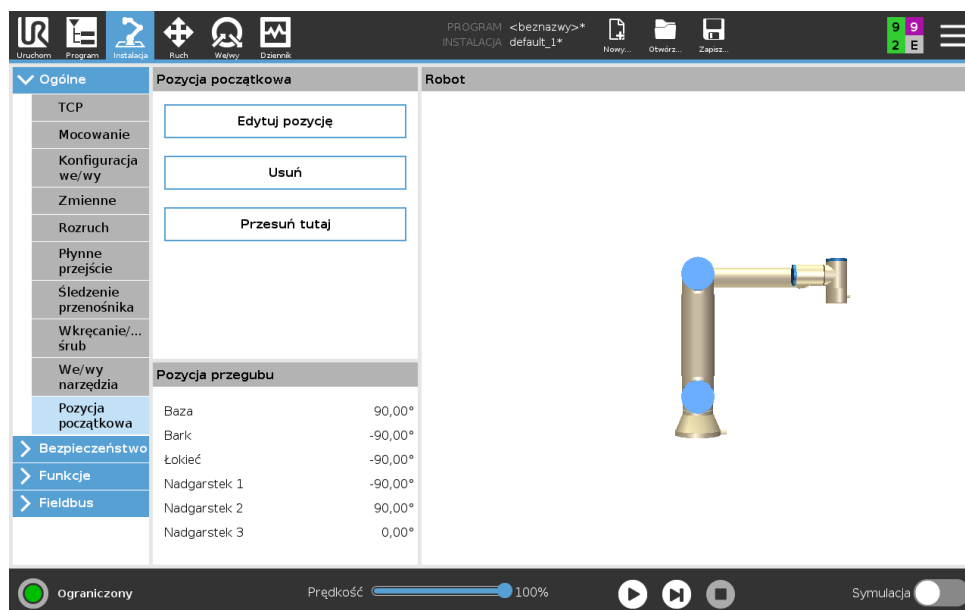
Przełączając między trybami bezpieczeństwa podczas zdarzeń (np. wejście trybu ograniczonego, tryb ograniczony, płaszczyzna wyzwalamąca, zatrzymania przez zabezpieczenie oraz 3-pozycyjne urządzenie zezwalające), ramię robota stara się przeznaczyć 0,4 s na utworzenie

przejścia „miękkiego”. Istniejące aplikacje mają niezmienione zachowanie, przekładające się na ustawienie „twarde”. Nowym plikom instalacyjnym przypisywane jest domyślnie ustawienie „miękkie”.

### Konfiguracja ustawień przyspieszania/zwalniania

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W menu bocznym po lewej stronie w sekcji **Ogólne** wybrać pozycję **Płynne przejście**.
3. Wybrać pozycję **Twarde**, aby uzyskać większe przyspieszenie/zwalnianie lub pozycję **Miękkie** w celu uzyskania płynniejszego domyślnego ustawienia przejścia.

### 16.1.9 Pozycja początkowa



Pozycja początkowa to zdefiniowana przez użytkownika pozycja powrotu ramienia robota. Po zdefiniowaniu pozycja początkowa jest dostępna podczas tworzenia programu robota. Pozycji początkowej można użyć do zdefiniowania bezpiecznej pozycji początkowej. (Zob. 13.2.12)

### Definiowanie pozycji początkowej

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W sekcji **Ogólne** wybrać pozycję **Pozycja początkowa**.
3. Dotknąć przycisku **Ustaw pozycję**.
4. Przeprowadź uczenie robota za pomocą przycisków **Ruch swobodny** lub **Przejdźcie**.

### 16.1.10 Ustawienia śledzenia przenośnika

Ustawienia śledzenia przenośnika pozwalają skonfigurować ruch maksymalnie dwóch osobnych przenośników. Ustawienia śledzenia przenośnika obejmują opcje konfigurowania robota tak, aby współpracował z bezwzględными lub przyrostowymi koderami, a także liniowymi lub kołowymi przenośnikami.

### Definiowanie przenośnika

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.

2. W sekcji Ogólne wybrać pozycję **Śledzenie przenośnika**.
3. W ustawieniach śledzenia przenośnika wybrać z listy rozwijanej pozycję **Przenośnik 1** lub **Przenośnik 2**.  
Przenośniki można definiować tylko pojedynczo.
4. Wybrać opcję **Włącz śledzenie przenośnika**
5. Skonfigurować **Parametry przenośnika** (sekcja 16.1.10) i **Parametry śledzenia** (sekcja 16.1.10).

### Parametry przenośnika

**Przyrostowe** kodery można podłączać do wejść cyfrowych 8 do 11. Dekodowanie sygnałów cyfrowych przebiega z częstotliwością 40 kHz. Wybranie koderu **kwadraturowego** (który wymaga dwóch wejść) pozwala robotowi na określenie szybkości oraz kierunku przenośnika. Jeśli kierunek przenośnika się nie zmienia, do określenia jego szybkości można użyć tylko jednego wejścia do wykrywania zboczy *narastających, opadających lub narastających i opadających*.

**Bezwzględne** kodery można połączyć przez sygnał MODBUS. Wymaga to skonfigurowania cyfrowego rejestru wyjściowego MODBUS w (sekcja 16.4.1).

### Parametry śledzenia

**Przenośniki liniowe** W przypadku wybrania przenośnika liniowego konieczne jest skonfigurowanie funkcji linii w części **Funkcje** instalacji, aby określić kierunek przenośnika. Sprawdzić dokładność, ustawiając funkcję linii równoległą do kierunku przenośnika z zachowaniem dużej odległości między dwoma punktami definiującymi funkcję linii. Funkcję linii należy skonfigurować przez zdecydowane dosunięcie narzędzia do powierzchni bocznej przenośnika podczas uczenia obu punktów. Jeśli kierunek funkcji linii jest przeciwny do kierunku ruchu przenośnika, należy nacisnąć przycisk **Odwróć kierunek**.

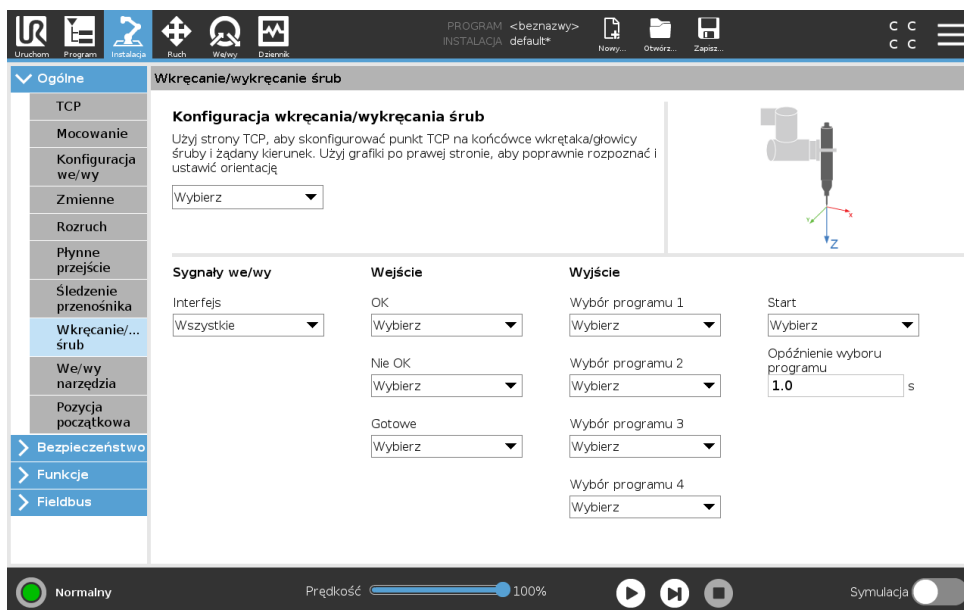
W polu **Znaczników na metr** jest wyświetlana liczba znaczników generowanych przez koder, kiedy przenośnik przesuwa się o jeden metr.

**Przenośniki kołowe** Podczas śledzenia przenośnika kołowego należy zdefiniować punkt środkowy przenośnika.

1. Punkt środkowy należy zdefiniować w części **Funkcje** instalacji. Wartość **Znaczników na obrót** definiuje liczbę znaczników generowanych przez koder, kiedy przenośnik wykonuje jeden pełny obrót.
2. Zaznaczyć pole wyboru **Obrót narzędzie z przenośnikiem** w ramach orientacji narzędzia, aby śledzić obrót przenośnika.

### 16.1.11 Konfiguracja wkręcania/wykręcania śrub

Konfiguracja wkręcania/wykręcania śrub pozwala skonfigurować robota w taki sposób, aby pracował, używając przemysłowego wkrętaka lub przemysłowego klucza do nakrętek. Można skonfigurować pozycję wkrętaka względem kołnierza narzędzia robota oraz interfejsu elektrycznego.



### Konfigurowanie wkrętaka

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć przycisku **Instalacja**.
2. W obszarze Ogólne wybrać opcję **Wkręcanie/wykręcanie śrub** lub otworzyć własny punkt TCP dla wkręcania/wykręcania śrub, dotykając pozycji **TCP** w obszarze Ogólne.
3. Na obszarach **Wejście** i **Wyjście** skonfigurować we/wy dla wkrętaka. Można użyć listy **Interfejs**, aby przefiltrować typy we/wy wyświetlane w obszarach Wejście i Wyjście.
4. W obszarze **Uruchom** wybrać we/wy uruchamiające akcję wkręcania/wykręcania śrub.

Uwaga: Na każdej liście wyboru programu wyjściowego w obszarze Wyjście można wybrać wyjście z liczbą całkowitą w celu przełączenia wyboru programu (zob. 15.6.8) do pola numerycznego.

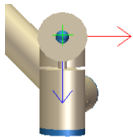
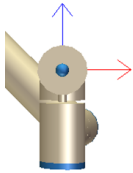
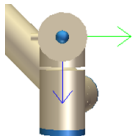
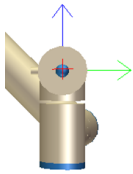
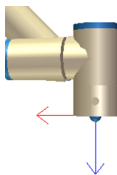
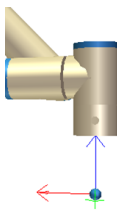
### Konfigurowanie pozycji wkrętaka

1. W obszarze **Konfiguracja wkręcania/wykręcania śrub** użyć rozwijanego menu do wybrania poprzednio zdefiniowanego punktu TCP (zob. 16.1.1), gdzie wartości Pozycja oraz Orientacja są skonfigurowane w następujący sposób:
  - Skonfigurować wartość Pozycja, aby była ona końcówką narzędzia wkrętaka, która ma kontakt ze śrubą.
  - Skonfigurować wartość Orientacja, aby kierunek dodatniej współrzędnej Z był wyrównany względem długości dokręcanych śrub.

Można dokonać wizualizacji współrzędnych X, Y i Z wybranego punktu TCP, aby potwierdzić, czy jest on dopasowany do końcówki lub nasadki narzędzia.

Węzeł programu wkręcania/wykręcania śrub (zob. 15.6.8) wykorzystuje kierunek dodatniej współrzędnej Z wybranego punktu TCP do monitorowania śruby i obliczania odległości.

Typowe wartości orientacji (w zapisie Wektor obrotu [rad]) przedstawiono w poniższej tabeli.

|                                                                                                         |                                                                                     |                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku ujemnej współrzędnej Y kołnierza narzędzia robota   |    | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 1,5708 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul>  |
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku dodatniej współrzędnej Y kołnierza narzędzia robota |    | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> -1,5708 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul> |
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku dodatniej współrzędnej X kołnierza narzędzia robota |    | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 1,5708 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul>  |
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku ujemnej współrzędnej X kołnierza narzędzia robota   |  | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> -1,5708 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul> |
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku dodatniej współrzędnej Z kołnierza narzędzia robota |  | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul>  |
| Oś wkręcania/wykręcania śrub równoległa do kierunku ujemnej współrzędnej Z kołnierza narzędzia robota   |  | Orientacja <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>RX:</b> 3,1416 rad</li> <li>• <b>RY:</b> 0,0000 rad</li> <li>• <b>RZ:</b> 0,0000 rad</li> </ul>  |

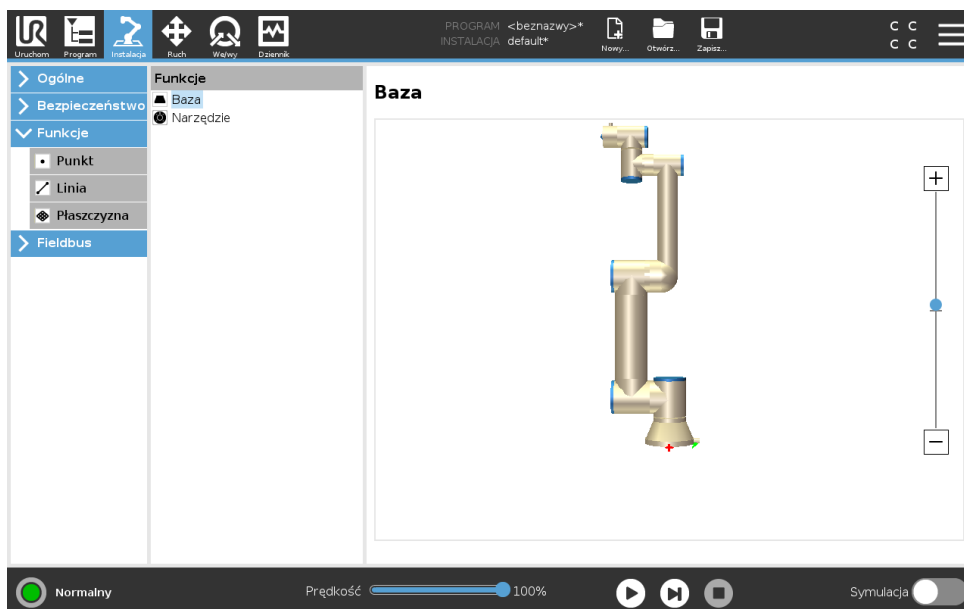
### Konfigurowanie interfejsu wkrętaka

1. Rozwijane menu **Interfejs** w górnej części ekranu służy do zmiany wyświetlanej zawartości w oparciu o typ sygnału.
2. W obszarze **Wejście** należy skonfigurować sygnały, które odbiera robot z wkrętaka:
  - DORZE: stan wysoki, gdy dokręcanie zakończy się pomyślnie; jeśli nie zostanie wybrany, ten warunek będzie niedostępny w węźle programu wkręcania/wykręcania śrub
  - ŻLE: stan wysoki, gdy dokręcanie zakończy się błędem; jeśli nie zostanie wybrany, ten warunek będzie niedostępny w węźle programu wkręcania/wykręcania śrub
  - Gotowy: stan wysoki, gdy wkrętak jest gotowy do użycia, jeśli nie zostanie wybrany, ten warunek nie będzie zaznaczony
3. W obszarze **Wyjście** należy skonfigurować sygnały, które robot wysyła do wkrętaka:
  - Start: uruchamia narzędzie dokręcające lub luzujące śrubę w zależności tylko od okablowania.
  - Wybór programu: można wybrać jedną liczbę całkowitą lub maksymalnie cztery sygnały binarne w celu aktywacji różnych konfiguracji dokręcania przechowywanych we wkrętaku
  - Opóźnienie wyboru programu: czas oczekiwania, który zostanie zastosowany po zmianie programu wkrętaka, aby zagwarantować, że jest on aktywny

## 16.2 Bezpieczeństwo

Zob. rozdział 13.

## 16.3 Funkcje

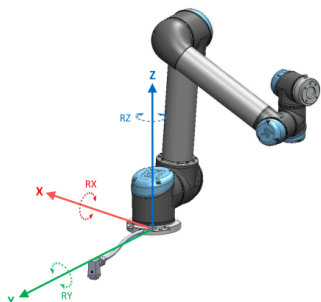


**Funkcja** to odwzorowanie obiektu, który został zdefiniowany za pomocą nazwy do użytku w przyszłości i sześcioma postawami wymiaru (pozycja i orientacja) względem podstawy robota.

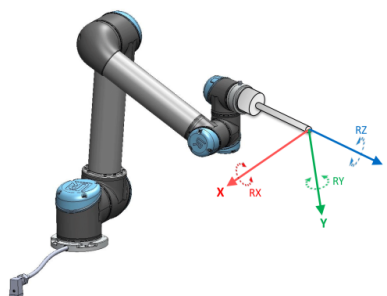
Niektóre elementy składowe programu robota obejmują ruchy, które muszą zostać wykonane

względem określonych obiektów, innych niż podstawa ramienia robota. Obiektami mogą być stoły, inne urządzenia, obsługiwane elementy, przenośniki, palety, systemy wizyjne, półfabrykaty lub granice, które zazwyczaj występują w otoczeniu ramienia robota. Robot ma zawsze dwie wstępnie zdefiniowane funkcje. Każda funkcja ma postawę zdefiniowaną przez skonfigurowanie ramienia robota:

- Funkcja bazowa jest usytuowana w punkcie początkowym pośrodku podstawy robota (patrz rys. 16.1)
- Funkcja narzędzia jest usytuowana w punkcie początkowym pośrodku bieżącego punktu TCP (patrz rys. 16.2)



Rysunek 16.1: Funkcja bazowa



Rysunek 16.2: Funkcja narzędzia (TCP)

Położenie funkcji zdefiniowanych przez użytkownika jest określone za pomocą metody wykorzystującej bieżące położenie TCP w obszarze roboczym. Oznacza to, że użytkownicy mogą uczyć robota położenia funkcji za pomocą np. trybu lub przesunąć ramię robota „impulsowo” do żądanej pozycji.

Do ustalania pozycji można wykorzystać trzy różne strategie (**Punktowa**, **Liniowa** i **Płaszczyznowa**). Najlepsza strategia do danego zastosowania zależy od rodzaju obiektu i wymagań dokładności. Jednak zazwyczaj funkcja oparta na większej liczbie punktów wejściowych (**Liniowa** i **Płaszczyznowa**) powinna mieć pierwszeństwo, jeśli stosuje się ją w przypadku określonego obiektu.

Aby precyzyjnie zdefiniować kierunek ruchu przenośnika liniowego, należy zdefiniować dwa punkty funkcji liniowej przy zachowaniu jak największych możliwych odstępów fizycznych. Do określenia kierunku ruchu przenośnika liniowego można również użyć funkcji punktowej, jednak użytkownik musi skierować punkt TCP w kierunku ruchu przenośnika.

Wykorzystanie większej liczby punktów do zdefiniowania postawy stołu oznacza, że orientacja jest oparta o pozycję, a nie o orientację pojedynczego punktu TCP. Precyzyjne skonfigurowanie orientacji pojedynczego punktu TCP jest trudniejsze.

Dodatkowe informacje dotyczące różnych metod definiowania funkcji podano w (rozdziały: 16.3.2), (16.3.3) i (16.3.4).

### 16.3.1 Korzystanie z funkcji

Jeśli funkcja została zdefiniowana w instalacji, można odnieść się do niej z poziomu programu robota, aby powiązać ruch robota (np. **RuchJ**, **RuchL** oraz **RuchP**) z funkcją (patrz rozdział 15.5.1). Dzięki temu można w łatwy sposób dostosować program robota (np. przy wielu stanowiskach robota lub jeśli obiekt porusza się podczas wykonywania programu, lub stale porusza

się w ramach sceny). Zastosowanie funkcji obiektu pozwala przesunąć wszystkie ruchy programu względem tego obiektu. Więcej przykładów opisano w (rozdziały 16.3.5) i (16.3.6). Po wyborze funkcji jako układu odniesienia przyciski Porusz narzędzie odpowiedzialne za translację i rotację działają w wybranym obszarze funkcji (patrz 17.3) i (17.1), odczyt współrzędnych punktu TCP. Przykładowo, jeśli jako funkcję wybrano stół, który został również wybrany jako wartość referencyjna na karcie Ruch, przyciski strzałek translacji (np. góra/dół, lewo/prawo, przód/tył) przesuwać robota w odpowiednim kierunku względem stołu. Ponadto współrzędne punktu TCP będą mieściły się w ramie stołu.

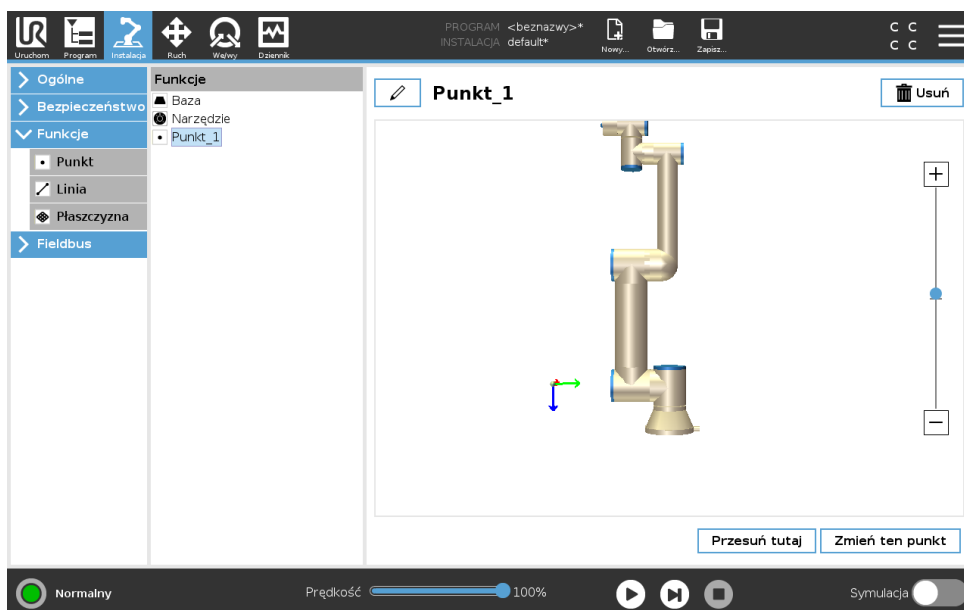
- W drzewie funkcji można zmienić nazwę punktu, linii lub płaszczyzny, dotykając przycisku ołówka.
- W drzewie funkcji można usunąć punkt, linię lub płaszczyznę, dotykając przycisku Usuń.

## Używanie funkcji Przesuń robota tutaj

Nacisnąć przycisk **Przesuń robota tutaj**, aby przesunąć ramię robota w stronę wybranej funkcji. Pod koniec tego ruchu układy współrzędnych elementu oraz punktu centralnego narzędzia (TCP) będą się pokrywać.

### 16.3.2 Dodawanie punktu

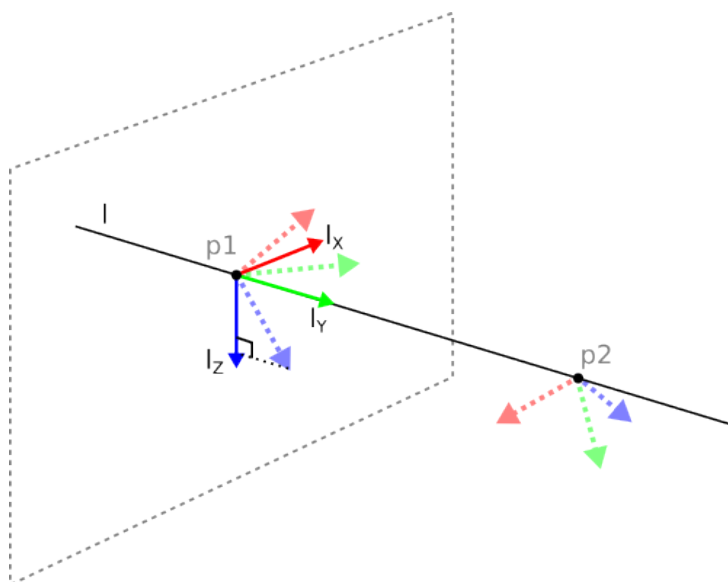
Nacisnąć przycisk **Punkt**, aby dodać funkcję punktową do instalacji. Funkcja punktowa określa granicę bezpieczeństwa lub globalną konfigurację pozycji początkowej ramienia robota. Postawa funkcji punktowej jest zdefiniowana jako pozycja i orientacja punktu TCP.



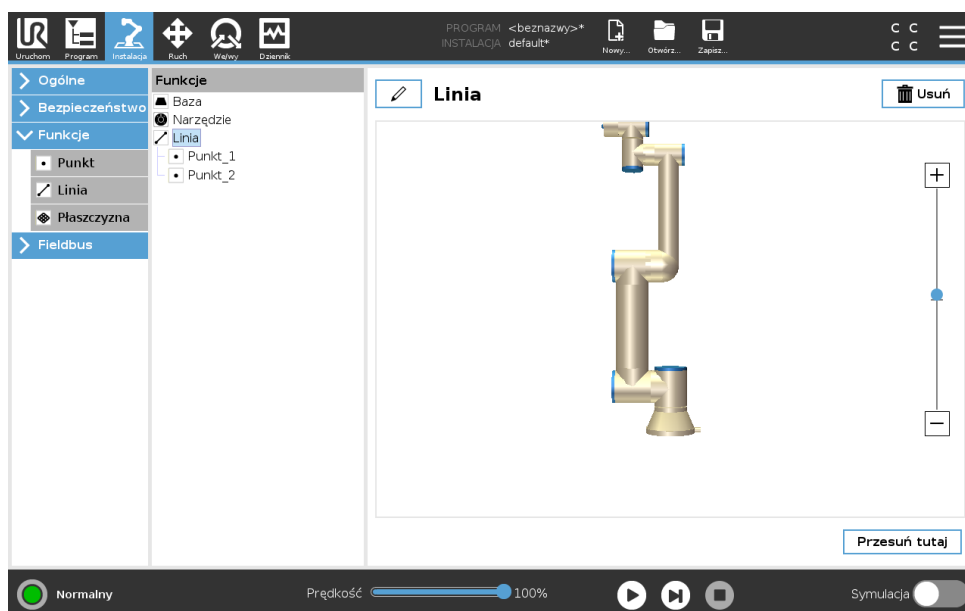
### 16.3.3 Dodawanie linii

Nacisnąć przycisk **Linia**, aby dodać funkcję liniową do instalacji. Funkcja liniowa określa linię, po których musi podążać robot. (Np.: podczas używania funkcji śledzenia przenośnika). Linia jest zdefiniowana jako oś między dwiema funkcjami punktowymi  $p1$  i  $p2$ , zgodnie z rys. 16.3.

Na rys. 16.3 oś, skierowana od pierwszego do drugiego punktu, stanowi oś y układu współrzędnych linii. Oś z jest definiowana przez rzutowanie osi z  $p1$  na płaszczyznę prostopadłą do linii. Pozycja układu współrzędnych linii jest taka sama jak pozycja  $p1$ .



Rysunek 16.3: Definicja funkcji linii



### 16.3.4 Funkcja płaszczyznowa

Funkcję płaszczyznową należy wybrać, gdy potrzebna jest rama o wysokiej precyzji, np. podczas pracy z systemem wizyjnym lub w przypadku ruchu względem stołu.

#### Dodawanie płaszczyzny

1. Na karcie Instalacja wybrać **Funkcje**.
2. W menu Funkcje wybrać **Płaszczyzna**.

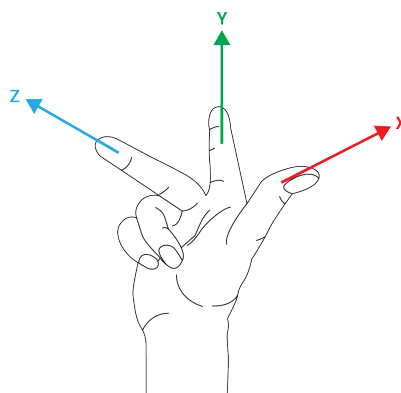
#### Uczenie płaszczyzny

Po naciśnięciu przycisku płaszczyzny w celu utworzenia nowej płaszczyzny na ekranie zostaje wyświetlany kreator pomagający ją utworzyć.

1. Wybrać punkt charakterystyczny

2. Przesunąć robota, aby zdefiniować kierunek dodatniej osi x na płaszczyźnie
3. Przesunąć robota, aby zdefiniować kierunek dodatniej osi y na płaszczyźnie

Płaszczyzna jest definiowana za pomocą reguły prawej dłoni w taki sposób, że oś z jest iloczynem wektorowym osi x oraz osi y, jak pokazano poniżej.



**UWAGA:**

Można wykonać ponowne uczenie płaszczyzny w kierunku przeciwnym do osi x, jeśli płaszczyzna ta ma mieć normalny kierunek w przeciwną stronę.

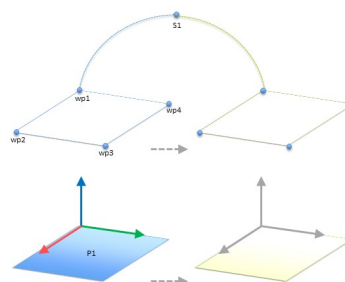
Zmodyfikować istniejącą płaszczyznę, wybierając płaszczyznę i naciskając przycisk Modyfikuj płaszczyznę. Następnie użyć tego samego kreatora, co w przypadku uczenia nowej płaszczyzny.

### 16.3.5 Przykład: Ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu

Uwzględnij zastosowanie funkcji, gdy wiele części programu robota jest względnych do stołu.

Rys. 16.4 przedstawia ruch z punktów orientacyjnych wp1 przez wp4.

```
Program robota
RuchJ
S1
Funkcja RuchL #: Zmienna_P1
wp1
wp2
wp3
wp4
```



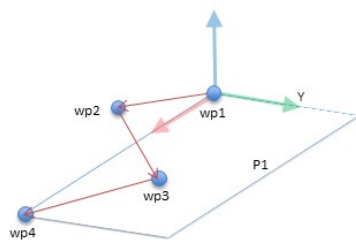
Rysunek 16.4: Wystarczy zaprogramować poprzez ręczną zmianę funkcji cztery punkty orientacyjne względne do funkcji płaszczyzny

Zastosowanie wymaga, aby ponownie użyć programu w wielu instalacjach robota, gdzie pozycja stołu może różnić się w nieznacznym stopniu. Ruch względem stołu jest taki sam. Program z poleceniem *RuchL* skonfigurowanym względem płaszczyzny może być łatwo zastosowany w dodatkowych robotach dzięki aktualizacji instalacji za pomocą rzeczywistej pozycji stołu poprzez zdefiniowanie pozycji stołu jako funkcji *P1* w instalacji.

Koncepcja ma zastosowanie do wielu funkcji aplikacji. Dzięki temu można ustalić elastyczny program, który służy do rozwiązywania tego samego zadania na wielu robotach, nawet jeśli np. inne miejsca w przestrzeni roboczej będą różnić się w poszczególnych instalacjach.

### 16.3.6 Przykład: Dynamiczna aktualizacja postawy funkcji

Należy rozważyć podobne zastosowanie, gdzie robot musi wykonać ruch zgodnie z określonym wzorcem nad stołem, aby rozwiązać określone zadanie (patrz 16.5).



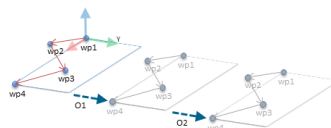
Rysunek 16.5: Polecenie *RuchL* z czterema punktami orientacyjnymi względnie do funkcji płaszczyzny

Program robota

```

RuchJ
  wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
Zmienna_P1 = postawa_tłum(zmienna_P1, o)
Funkcja RuchL #: Zmienna_P1
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4

```



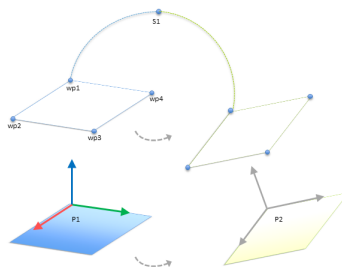
Rysunek 16.6: Stosowanie przesunięcia do funkcji płaszczyzny

Program robota

```

RuchJ
  S1
  jeśli (digital_input[0]) to
    Zmienna_P1 = P1
  inny
    Zmienna_P1 = P2
  Funkcja RuchL #: Zmienna_P1
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```



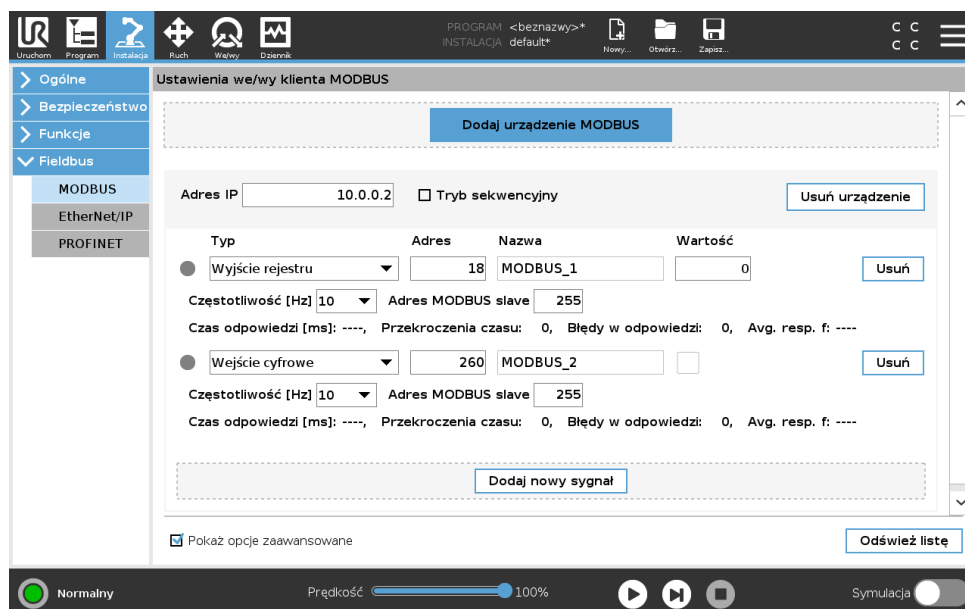
Rysunek 16.7: Zmiana funkcji płaszczyzny na inną

Ruch względem *P1* jest wielokrotnie powtarzany, za każdym razem z przesunięciem *o*. W tym przykładzie przesunięcie wynosi 10 cm w kierunku *Y* (patrz rys. 16.6, przesunięcia *O1* i *O2*). Można to osiągnąć, np. korzystając z funkcji skryptu *pos\_dod()* lub *pos\_tłum()*, za pomocą których można manipulować zmienną. Gdy program jest uruchomiony, zamiast dodawać przesunięcie można zmienić funkcję na inną. Takie działanie jest widoczne na poniższym przykładzie (zob. rys. 16.7), gdzie funkcję referencyjną polecenia *RuchL* zmiennej *P1* można przełączać pomiędzy dwoma płaszczyznami *P1* i *P2*.

## 16.4 Fieldbus

W tym miejscu można skonfigurować ustawienia przemysłowych protokołów sieci komputerowych stosowanych do sterowania rozproszonego w czasie rzeczywistym i obsługiwanych przez interfejs PolyScope: MODBUS, Ethernet/IP i PROFINET.

### 16.4.1 Konfiguracja we/wy klienta MODBUS



Tutaj można skonfigurować sygnały klienta (mastera) MODBUS. Połączenie z serwerami (lub jednostkami podrzędnymi) MODBUS o określonym adresie IP można utworzyć za pomocą sygnałów wejścia/wyjścia (rejestrów lub cyfrowych). Każdy sygnał ma unikalną nazwę, można jej więc używać w programach.

#### Odśwież

Naciśnięcie przycisku spowoduje odświeżenie wszystkich połączeń MODBUS. Odświeżanie odłącza i ponownie łączy wszystkie jednostki modbus. Wszystkie dane statystyczne zostają wyczyszczone.

#### Dodaj urządzenie

Naciśnięcie przycisku spowoduje dodanie nowego urządzenia MODBUS.

#### Usuń urządzenie

Naciśnięcie przycisku spowoduje usunięcie urządzenia MODBUS i wszystkich jego sygnałów.

#### Ustaw IP urządzenia

Tutaj pokazany jest adres IP urządzenia MODBUS. Naciśnij przycisk, aby go zmienić.

#### Tryb sekwencyjny

*Dostępne tylko przy wyborze polecenia Pokaż opcje zaawansowane (zob. 16.4.1).* Zaznaczenie tego okienka zmusza klienta modbus do zaczekania na odpowiedź przed wysłaniem ponownego zapytania. Tryb ten jest wymagany przez niektóre jednostki fieldbus. Uruchomienie tej opcji może pomóc, jeśli mamy do czynienia z wieloma sygnałami i wzrostem częstotliwości wysyłania

zapytań, co skutkuje rozłączeniem sygnałów. Rzeczywista częstotliwość zapytań może być niższa niż wybrana, jeśli wiele sygnałów jest zdefiniowanych w trybie sekwencyjnym. Rzeczywista częstotliwość sygnału jest widoczna na polu dane statystyczne sygnałów (patrz sekcja 16.4.1). Wskaźnik sygnału świeci na żółto, jeśli rzeczywista częstotliwość sygnału jest niższa niż połowa wartości wybranej w menu rozwijalnym „Częstotliwość”.

---

**Dodaj sygnał**

Naciśnięcie przycisku spowoduje dodanie sygnału do odpowiedniego urządzenia MODBUS.

---

**Usuń sygnał**

Naciśnięcie przycisku spowoduje usunięcie sygnału z odpowiedniego urządzenia MODBUS.

---

**Ustaw typ sygnału**

Przy pomocy tego menu rozwijanego można wybrać typ sygnału. Dostępne typy to:

**Wejście cyfrowe** Wejście cyfrowe (cewka) to jednobitowa wielkość odczytywana z urządzenia MODBUS z cewki podanej w polu adresowym sygnału. Wykorzystywany jest kod funkcji 0x02 (Odczytaj wejścia dyskretne).

**Wyjście cyfrowe** Wyjście cyfrowe (cewka) to wielkość jednobitowa, którą można ustawić w poziomie wysokim lub niskim. Do momentu, kiedy wartość tego wyjścia zostanie ustawiona przez użytkownika, jest ona odczytywana ze zdalnego urządzenia MODBUS. To oznacza, że stosowany jest kod funkcji 0x01 (Odczytaj cewki). Od chwili, kiedy wyjście zostanie ustawione przez program robota lub przez naciśnięcie przycisku **ustaw wartość sygnału**, używany jest już kod funkcji 0x05 (Zapisz pojedynczą cewkę).

**Wejście rejestru** Wejście rejestru to liczba 16-bitowa odczytywana z adresu podanego w polu adresu. Wykorzystywany jest kod funkcji 0x04 (Odczytaj rejestry wejścia).

**Wyjście rejestru** Wyjście rejestru to liczba 16-bitowa, której wartość może ustawić użytkownik. Zanim wartość rejestru zostanie ustawiona, wartość ta jest odczytywana ze zdalnego urządzenia MODBUS. To oznacza, że używany jest kod funkcji 0x03 (Odczytaj rejestry tymczasowe). Kiedy wyjście zostanie ustawione przez program robota lub przez określenie wartości sygnału w polu **ustaw wartość sygnału**, do ustawienia wartości w zdalnym urządzeniu MODBUS używany jest kod funkcji 0x06 (Zapisz pojedynczy rejestr).

---

**Ustaw adres sygnału**

To pole pokazuje adres w zdalnym serwerze MODBUS. Można wybrać inny adres przy pomocy wyświetlanej na ekranie klawiatury numerycznej. Prawidłowe adresy zależą od producenta oraz konfiguracji zdalnego urządzenia MODBUS.

---

**Ustaw nazwę sygnału**

Użytkownik może przypisać sygnałowi nazwę za pomocą klawiatury ekranowej. Kiedy sygnał jest wykorzystywany w programach, używana jest ta nazwa.

---

**Wartość sygnału**

Tutaj pokazana jest aktualna wartość sygnału. Dla sygnałów rejestrów wartość ta jest wyrażona jako liczba całkowita bez znaku. Dla sygnałów wyjścia pożądana wartość sygnału może zostać ustawiona przy pomocy przycisku. Również dla wyjścia rejestru wartość do zapisania do urządzenia musi zostać podana jako liczba całkowita bez znaku.

### Stan połączenia sygnału

Ikona ta pokazuje, czy sygnał można prawidłowo odczytać lub zapisać (zielona), czy też odpowiedź od urządzenia jest nieoczekiwana lub nie można się z nim połączyć (szara). W przypadku odebrania odpowiedzi z wyjątkiem MODBUS wyświetlany jest kod odpowiedzi. Odpowiedzi z wyjątkami MODBUS-TCP są następujące:

- E1 NIEPRAWIDŁOWA FUNKCJA (0x01)** Kod funkcji odebrany w zapytaniu nie określa dopuszczalnego działania serwera (lub urządzenia podrzędnego).
- E2 NIEPRAWIDŁOWY ADRES DANYCH (0x02)** Kod funkcji odebrany w zapytaniu nie określa dopuszczalnego działania serwera (lub urządzenia podrzędnego). Należy sprawdzić, czy wprowadzony adres sygnału odpowiada konfiguracji zdalnego serwera MODBUS.
- E3 NIEPRAWIDŁOWA WARTOŚĆ DANYCH (0x03)** Wartość zawarta w polu danych zapytania nie jest wartością dopuszczalną dla serwera (lub urządzenia podrzędnego). Należy sprawdzić, czy wprowadzona wartość sygnału jest prawidłowa dla określonego adresu w zdalnym serwerze MODBUS.
- E4 AWARIA URZĄDZENIA PODRZĘDNEGO (0x04)** Podczas próby wykonania żądanej czynności przez serwer (lub urządzenie podrzędne) wystąpił nieodwracalny błąd.
- E5 POTWIERDZENIE (0x05)** Specjalistyczne zastosowanie w połączeniu z poleceniami programistycznymi, wysyłane do zdalnego urządzenia MODBUS.
- E6 URZĄDZENIE PODRZĘDNE ZAJĘTE (0x06)** Specjalistyczne zastosowanie w połączeniu z poleceniami programistycznymi, wysyłane do zdalnego urządzenia MODBUS. Urządzenie podrzędne (serwer) nie może teraz odpowiedzieć.

### Pokaż opcje zaawansowane

To pole wyboru pokazuje/ukrywa opcje zaawansowane dla każdego z sygnałów.

### Opcje zaawansowane

**Częstotliwość aktualizacji** Przy pomocy tego menu można zmienić częstotliwość aktualizacji sygnału. Oznacza to częstotliwość, z jaką wysyłane są do zdalnego urządzenia MODBUS żądania odczytu lub zapisu wartości sygnału. Jeśli częstotliwość jest ustawiona na poziomie 0, polecenia modbus są uruchamiane na żądanie przy pomocy funkcji skryptu `status_otrzymania_sygnału_modbus`, `rejestrów_ustawień_wyjściowych_modbus` oraz `sygnału_ustawień_wyjściowych`.

**Adres podrzędny** W tym polu tekstowym można ustawić określony adres podrzędny dla żądań odpowiadających określonemu sygnałowi. Wartość musi się mieścić w zakresie od 0 do 255, przy czym standardową wartością jest 255. W przypadku zmiany tej wartości zaleca się sprawdzenie w podręczniku zdalnego urządzenia MODBUS, czy jego działanie ze zmienionym adresem podrzędnym będzie nadal prawidłowe.

**Liczba ponownych połączeń** Liczba przypadków, kiedy TCP było odłączone i ponownie połączone.

**Status połączenia** Status połączenia TCP.

**Czas odpowiedzi [ms]** Czas między wysłaniem polecenia modbus a jego otrzymaniem – parametr uaktualniany tylko, jeśli komunikacja jest aktywna.

**Błędy pakietów modbus** Liczba otrzymanych pakietów zawierających błędy (np. niewłaściwa długość, brakujące dane, błąd wtyczki TCP).

**Przekroczenia czasu** Liczba zapytań modbus bez odpowiedzi.

**Błędy w odpowiedzi** Liczba pakietów, których nie udało się wysłać ze względu na błędny status wtyczki.

**Rzeczywista częst.** Aktualizacja statusu; średnia częstotliwość sygnału klienta (mastera). Wartość jest wyliczana ponownie za każdym razem, kiedy sygnał otrzyma odpowiedź z serwera (lub urządzenia podrzędnego).

Liczenie wykonywane jest do liczby 65 535, następnie znów się zeruje.

---

### 16.4.2 Ethernet/IP

W polu EtherNet/IP użytkownik może włączyć lub wyłączyć możliwość nawiązania połączenia robota ze skanerem EtherNet/IP. W przypadku włączenia tej opcji można wybrać, jaka akcja ma zostać wykonana w razie utraty połączenia ze skanerem EtherNet/IP. Dostępne akcje to:

**Brak:** PolyScope ignoruje utratę połączenia EtherNet/IP i kontynuuje wykonywanie programu.

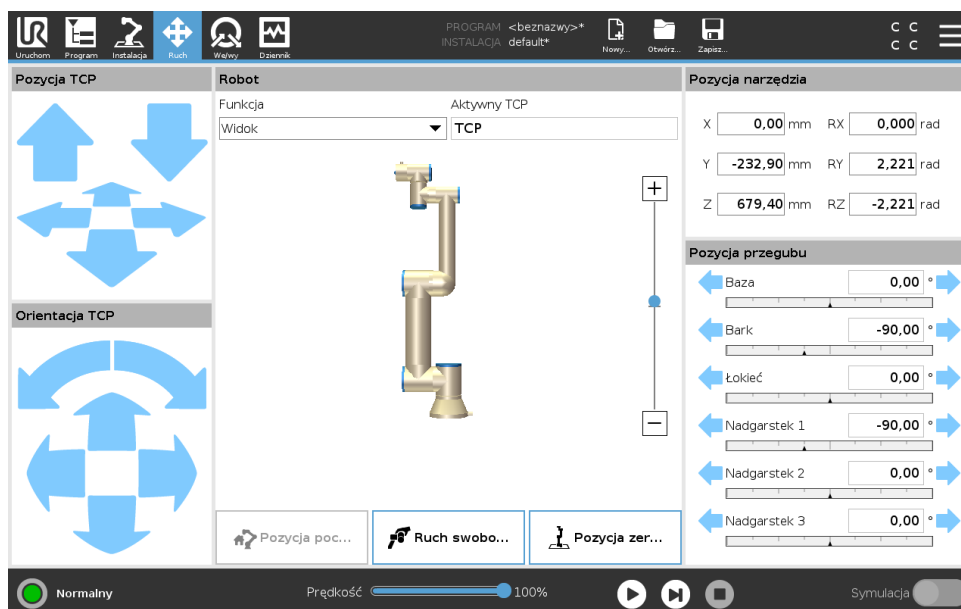
**Wstrzymanie:** PolyScope wstrzymuje bieżący program. Wykonywanie programu zostanie wznowione od miejsca zatrzymania.

**Zatrzymanie:** PolyScope zatrzymuje bieżący program.



# 17 Karta Ruch

Na tym ekranie można przesunąć ramię robota bezpośrednio (skokowo) przez przesuwanie i obracanie narzędzia robota lub przez przemieszczanie przegubów robota osobno.



## 17.1 Porusz narzędzie

Aby przesunąć ramię robota w określonym kierunku, należy nacisnąć i przytrzymać dowolny przycisk strzałki **Porusz narzędzie**.

- **Strzałki przesunięcia** (góra) służą do poruszania końcówki narzędzia robota we wskazanym kierunku.
- **Strzałki obrotu** (dół) służą do zmiany orientacji narzędzia robota we wskazanym kierunku. Punktem obrotu będzie punkt centralny narzędzia (TCP), czyli punkt na końcu ramienia robota, będący punktem charakterystycznym narzędzia robota. Punkt centralny narzędzia (TCP) jest przedstawiany jako mała niebieska kula.

## 17.2 Robot

Jeśli bieżąca pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu granicy limitu orientacji (zob. 13.2.5), wyświetlany jest model 3D pobliskiego limitu granicznego.

Uwaga: kiedy robot wykonuje program, wizualizacja limitów granicznych jest wyłączona.

Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą

strzałką, która wskazuje tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są limity trybu **normalnego** (zob. 13.2.2). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy punkt TCP robota nie jest już w pobliżu limitu, model 3D nie jest już wyświetlany. Jeśli punkt TCP narusza lub jest bardzo blisko granicy limitu, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

## Funkcja

W lewym górnym rogu pola **Robot** w menu **Funkcja** można określić sposób sterowania ramieniem robota względem funkcji **Widok**, **Podstawa** lub **Narzędzie**.

Uwaga: Aby uzyskać najlepsze poczucie kontroli nad ramieniem robota, można wybrać funkcję **Widok** i za pomocą **strzałek obrotu** obrócić kąt podglądu obrazu 3D tak, aby dopasować go do swojego punktu widzenia rzeczywistego ramienia robota.

## Aktywny TCP

W polu **Robot** w menu **Aktywny TCP** wyświetlana jest nazwa aktywnego obecnie punktu centralnego narzędzia (TCP).

## Pozycja początkowa

Przycisk **Pozycja początkowa** powoduje wyświetlenie ekranu **Przesuń robota do pozycji**, na którym można przytrzymać przycisk **Auto** (zob. 14.4), aby przesunąć robota do pozycji zdefiniowanej wcześniej w obszarze Instalacja (zob. 16.1.9).

## Ruch swobodny

Przycisk ekranowy **Ruch swobodny** pozwala przeciągnąć ramię robota do żądanej pozycji/postawy.

## Pozycja zerowa

Przycisk **pozycji zerowej** pozwala przywrócić ramię robota do pozycji pionowej.

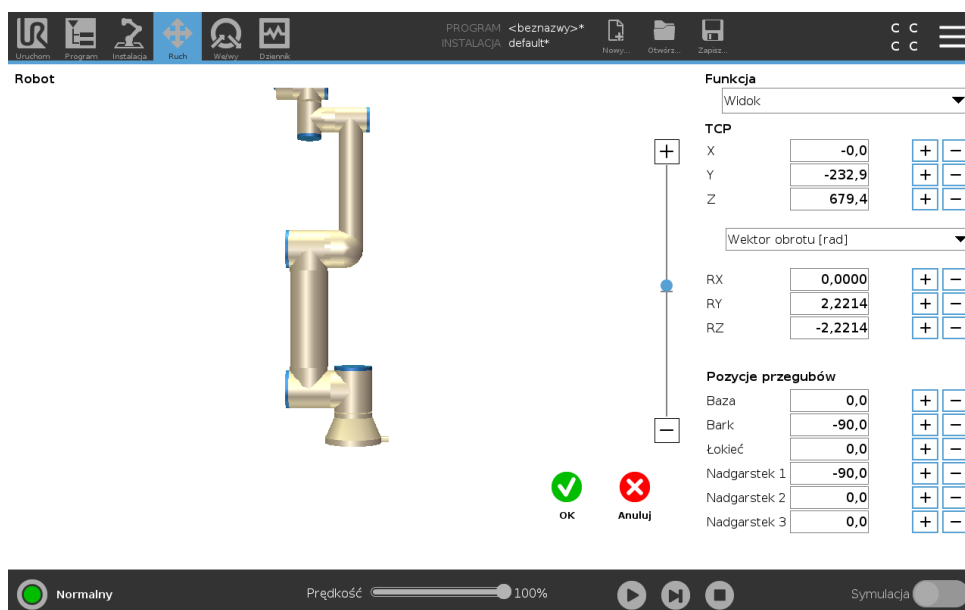
## 17.3 Pozycja narzędzia

W polach tekstowych wyświetlane są pełne wartości współrzędnych tego punktu TCP względem wybranej funkcji.

Uwaga: Można skonfigurować kilka nazwanych punktów TCP (zob. 16.1.1). Można również dotknąć przycisku **Edytuj postawę**, aby uzyskać dostęp do ekranu **Edytor postawy**.

### 17.3.1 Ekran edytora postawy

Po wejściu na ekran **Edytor postawy** można dokładnie wyznaczyć docelowe położenia przegubów lub docelową postawę (pozycję i orientację) punktów TCP. Uwaga: Ten ekran służy do pracy w **trybie offline** i nie kontroluje bezpośrednio ramienia robota.



### Robot

Obraz 3D pokazuje aktualną pozycję ramienia robota. **Cień** wskazuje pozycję docelową ograniczoną konkretnymi wartościami wyświetlonymi na ekranie. Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku.

Jeśli określona pozycja docelowa punktu TCP robota jest blisko płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwalającej albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu limitu granicznego orientacji (zob. 13.2.5), przedstawiana jest reprezentacja 3D limitu granicznego w pobliżu. Płaszczyzny bezpieczeństwa są przedstawiane w kolorach żółtym i czarnym z małą strzałką normalną do płaszczyzny, która wskazuje tę stronę, po której dozwolone jest pozycjonowanie punktu TCP. Płaszczyzny wyzwalania są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką, która wskazuje tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są limity trybu normalnego (zob. 13.2.2). Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora). Kiedy punkt TCP robota docelowego nie jest już w pobliżu limitu, model 3D nie jest już wyświetlany. Jeśli docelowy punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

### Pozycja narzędzia i funkcji

Wyświetlane są wartości aktywnych punktów TCP i współrzędnych wybranej funkcji. Współrzędne **X, Y, Z** określają pozycję narzędzia. Współrzędne **RX, RY, RZ** określają orientację. Więcej informacji o konfigurowaniu kilku punktów TCP, (zob. 16.1.1).

W rozwijanym menu powyżej pól **RX, RY** i **RZ** można zmienić sposób przedstawienia orientacji:

- **Wektor obrotu [rad]** Orientacja jest przedstawiona w formie *wektora obrotu*. Długość osi to kąt obrotu podany w radianach, a sam wektor określa oś, dookoła której dokonuje się obrót. To ustawienie jest domyślne.
- **Wektor obrotu [°]** Orientacja jest podana w formie *wektora obrotu*, którego długość odpowiada kątowi obrotu w stopniach.

- **RPY [rad]** Kąty obrotu, nachylenia i odchylenia (RPY – Roll/Pitch/Yaw), gdzie kąty podane są w radianach. Macierz obrotu RPY (obróć X, Y, Z) jest zdefiniowana przez:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** obrót, nachylenie i odchylenie (RPY), gdzie kąty są podane w stopniach.

Można wprowadzić wartości, aby edytować współrzędne. Kliknięcie przycisku **+** lub **-** z prawej strony pola pozwala na dodanie lub odjęcie pewnej wielkości do lub od wartości bieżącej. Można również przytrzymać przycisk, co spowoduje bezpośrednie zwiększenie lub zmniejszenie wartości.

### Pozycje przegubów

Indywidualne pozycje przegubów są określane bezpośrednio. Każda pozycja przegubu może mieć zakres limitu przegubów od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ . Pozycje przegubów można skonfigurować w następujący sposób:

- Dotknąć pozycję przegubu, aby edytować wartości.
- Dotknąć przycisk **+** lub **-** z prawej strony pola, aby dodać lub odjąć określoną wartość do lub od wartości bieżącej.
- Przytrzymać przycisk, aby bezpośrednio zwiększyć lub zmniejszyć wartość.

### Przycisk OK

Jeśli ekran został aktywowany z poziomu ekranu **Ruch** (zob. 17), dotknąć przycisku **OK**, aby powrócić do ekranu **Ruch**. Ramię robota przesuwa się do określonego punktu docelowego. Jeśli ostatnią wyznaczoną wartością jest współrzędna narzędzia, ramię robota przesunie się do pozycji docelowej ruchem typu **RuchL**, jeśli natomiast ostatnią wartością jest pozycja przegubu, ruch będzie typu **RuchJ** (patrz 15.5.1).

### Przycisk Anuluj

Naciśnięcie przycisku **Anuluj** powoduje wyjście z ekranu z odrzuceniem wszystkich zmian.

## 17.4 Pozycja przegubu

Pole **Pozycja przegubu** służy do bezpośredniego sterowania poszczególnymi przegubami. Każdy przegub porusza się w domyślnym zakresie limitu przegubów od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , wskazywanym na poziomym pasku. Po osiągnięciu limitu nie można przesunąć przegubu dalej.

Uwaga: Przeguby można skonfigurować w zakresie pozycji różniącym się od zakresu domyślnego (zob. 13.2.4). Nowy zakres jest wskazywany na pasku poziomym w postaci czerwonej strefy.



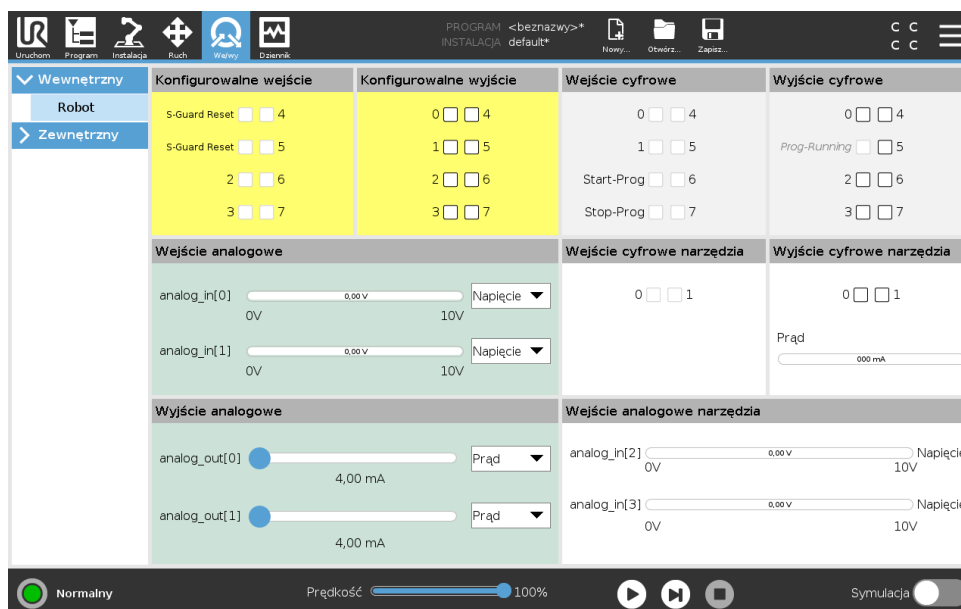
## OSTRZEŻENIE:

1. Na karcie **Konfiguracja**, w przypadku nieprawidłowego ustawienia grawitacji (zob. 16.1.3) lub jeśli ramię robota przenosi ciężki ładunek, po naciśnięciu karty **Ruch swobodny** ramię robota może zacząć przemieszczać się (opadać). W tym przypadku należy ponownie zwolnić przycisk **Ruch swobodny**.
2. Należy używać prawidłowych ustawień instalacji (np. kąt mocowania robota, masa obciążenia oraz przesunięcie środka ciężkości obciążenia). Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane z programem.
3. Ustawienia obciążenia oraz mocowania robota muszą być ustawione prawidłowo przed naciśnięciem przycisku **Ruch swobodny**. Jeśli ustawienia te będą nieprawidłowe, ramię robota będzie poruszać się po naciśnięciu przycisku **Ruch swobodny**.
4. Funkcji **Ruch swobodny** wolno używać tylko w instalacjach, w których ocena ryzyka to dopuszcza. Narzędzia i przeszkody nie mogą mieć ostrych krawędzi ani punktów zgniecenia. Cały personel musi pozostawać poza zasięgiem ramienia robota.



# 18 Karta we/wy

## 18.1 Robot



Na tym ekranie można zawsze monitorować i ustawiać aktualne sygnały wejściowe i wyjściowe skrzynki sterowniczej robota. Ekran wyświetla bieżący stan wejść/wyjść, także podczas wykonywania programu. Jeśli podczas wykonywania programu cokolwiek zostanie zmienione, program zostanie zatrzymany. W momencie zatrzymania programu wszystkie sygnały wyjścia zachowają swój stan. Ekran jest aktualizowany z częstotliwością zaledwie 10 Hz, tak więc bardzo szybki sygnał może nie być wyświetlany prawidłowo.

Konfigurowalne sygnały we/wy można zarezerwować dla specjalnych ustawień bezpieczeństwa zdefiniowanych w sekcji konfiguracyjnej we/wy bezpieczeństwa dla instalacji (zob. 13.2.10). Sygnały zarezerwowane będą miały nazwę funkcji bezpieczeństwa zamiast nazwy domyślnej lub zdefiniowanej przez użytkownika. Konfigurowalne wyjścia zarezerwowane dla ustawień bezpieczeństwa są nieprzełączalne i zawsze będą wyświetlane wyłącznie jako diody.

Szczegóły elektryczne sygnałów są opisane w rozdziale 5.4.

**Napięcie** W obszarze Wyjście narzędzia opcję Napięcie można skonfigurować tylko wtedy, gdy wyjście narzędzia jest kontrolowane przez użytkownika. Wybranie URCap powoduje cofnięcie dostępu do akcji Napięcie.

**Ustawienia w domenie analogowej** Wyjścia i wejścia analogowe można ustawić albo jako prądowe [4–20 mA], albo napięciowe [0–10 V]. Kiedy program zostanie zapisany, to ustawienia te zostaną zapamiętane do ewentualnych późniejszych ponownych uruchomień sterownika robota. Wybranie URCap w obszarze Wyjście narzędzia powoduje cofnięcie dostępu do ustawień

domeny dla analogowych wejść narzędzia.

**Interfejs narzędzia komunikacji** Po uruchomieniu **Interfejsu narzędzia komunikacji TCI** wejście analogowe narzędzia przestaje być dostępne. Na ekranie **wej/wyj** pole **wejście narzędzia** zmienia się, jak pokazano na ilustracji poniżej.

| Tool Analog Input |        |
|-------------------|--------|
| Baud Rate         | 115200 |
| Parity            | None   |
| Stop Bits         | One    |
| RX Idle Chars     | 1.50   |
| TX Idle Chars     | 3.50   |



UWAGA:

Po włączeniu **Dwustykowego obwodu zasilania** wyjścia cyfrowe narzędzia należy nazwać w następujący sposób:

- tool\_out[0] (zasilanie)
- tool\_out[1] (GND)

Pole **Wyjście narzędzia** pokazano poniżej.

### Tool Digital Output

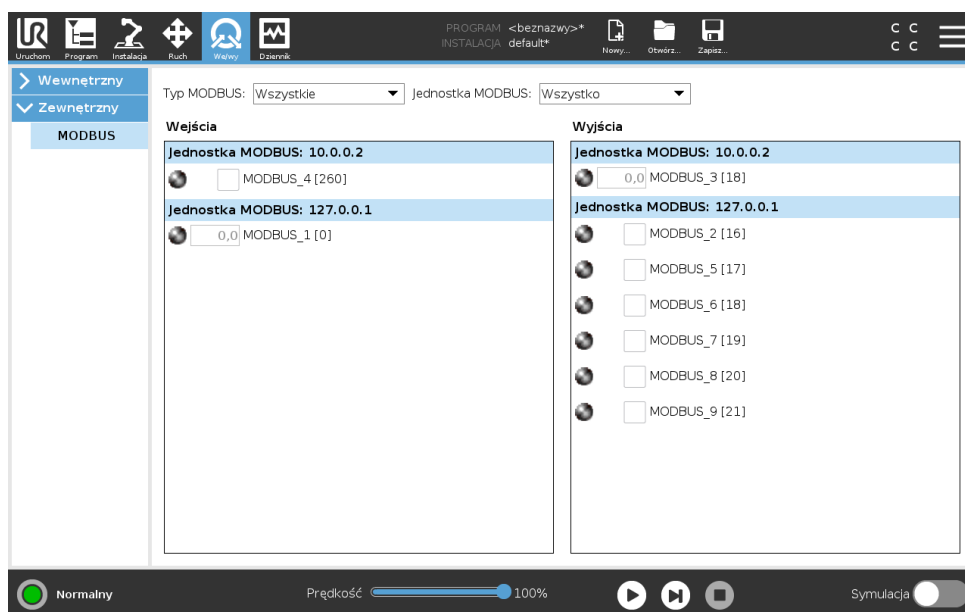
*Power* ☐ ☐ *GND*

#### Current

000 mA

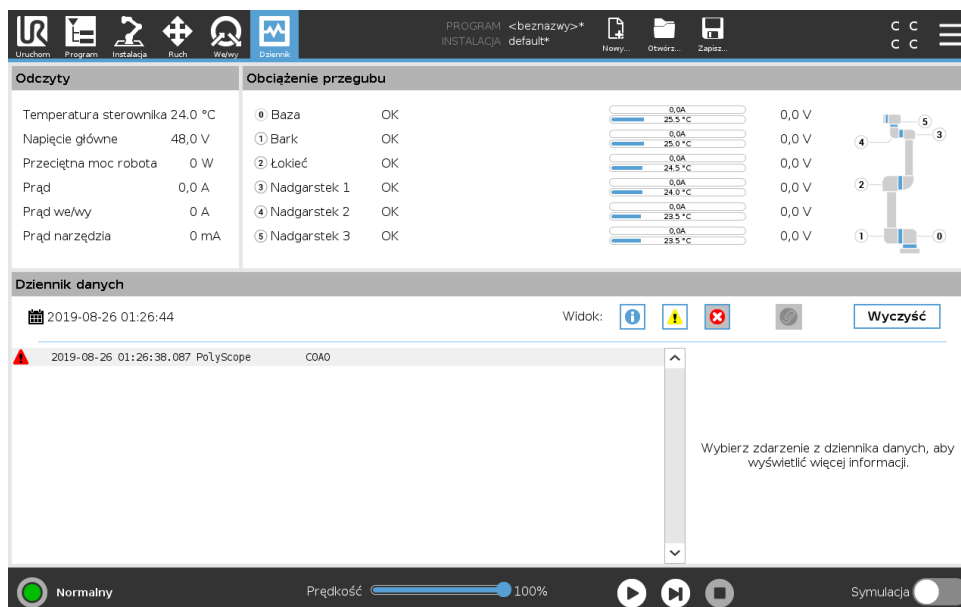
## 18.2 MODBUS

Na poniższym zrzucie ekranu pokazano sygnały we/wy klienta MODBUS ustawione podczas instalacji. Za pomocą menu rozwijanych w górnej części ekranu można zmieniać wyświetlaną treść na podstawie typu sygnału i jednostki MODBUS, jeśli skonfigurowano więcej niż jedną. Każdy sygnał na listach zawiera informacje o stanie połączeń, wartości, nazwie i adresie sygnału. Sygnały wyjściowe można przełączać, jeśli pozwala na to stan połączenia i opcje wybrane na karcie we/wy (patrz 16.1.4).





## 19 Karta rejestru



### 19.1 Odczyty i obciążenie przegubu

W górnej połowie ekranu wyświetlana jest kondycja ramienia robota i skrzynki sterowniczej. Lewa strona ekranu zawiera informacje związane ze skrzynką sterowniczą, natomiast prawa strona ekranu zawiera informacje o przegubach robota. Dla każdego przegubu wyświetlane są informacje o temperaturze, obciążeniu przegubu oraz napięciu.

### 19.2 Rejestr dat

Pierwsza kolumna określa kategorię istotności pozycji rejestru. Druga kolumna pokazuje czas przybycia komunikatów. Kolejna kolumna pokazuje nadawcę komunikatu. Ostatnia kolumna pokazuje sam komunikat. Komunikaty można filtrować za pomocą przycisków przełączających właściwych dla istotności. Powyższy rysunek ilustruje wyświetlanie błędów przy odfiltrowaniu komunikatów informacyjnych i ostrzegawczych. Niektóre komunikaty rejestru służą do przekazywania większej ilości informacji wyświetlanych po prawej stronie po wybraniu odpowiedniej pozycji rejestru.

### 19.3 Zapisywanie raportów błędów

Szczegółowy raport o stanie jest dostępny, gdy w wierszu rejestru zostanie wyświetlona ikona spinacza.

- Należy wybrać wiersz rejestru i dotknąć przycisku Zapisz raport, aby zapisać raport na dysku USB.
- Raport można zapisać podczas wykonywania programu.

**UWAGA:**

W przypadku wygenerowania nowego raportu najstarszy jest usuwany. Przechowywać można tylko pięć najnowszych raportów.

Przegląd i eksportować można następującą listę błędów:

- Awaria
- Wewnętrzne wyjątki PolyScope
- Zatrzymanie ochronne
- Nieobsługiwany wyjątek w URCap
- Naruszenie

Wyeksportowany raport zawiera: program użytkownika, dziennik historii, instalację i listę uruchomionych usług.

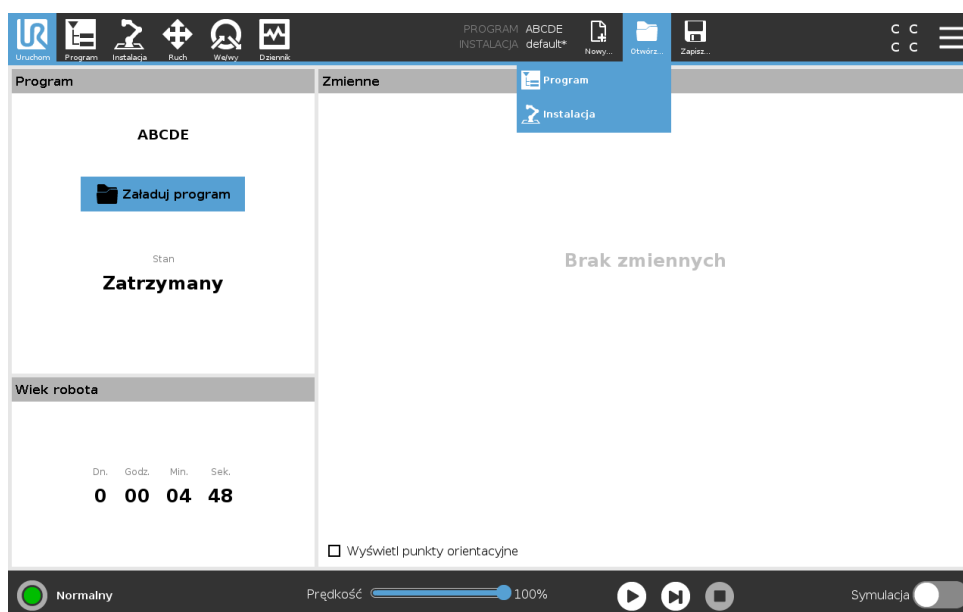
## 20 Menedżer programów i instalacji



Menadżer programów i instalacji zawiera trzy ikony umożliwiające tworzenie, ładowanie oraz konfigurowanie programów i instalacji: **Nowy...**, **Otwórz...** i **Zapisz...**. W polu Ścieżka pliku wyświetlona jest nazwa aktualnie załadowanego programu oraz typu instalacji. Ścieżka pliku zmienia się po utworzeniu lub załadowaniu nowego programu lub instalacji. Użytkownik może mieć kilka plików instalacji dla robota. Utworzone programy używają aktywnej instalacji i będą ją automatycznie ładować.

### 20.1 Otwórz...

Umożliwia załadowanie programu i/lub instalacji.



Otwieranie programu

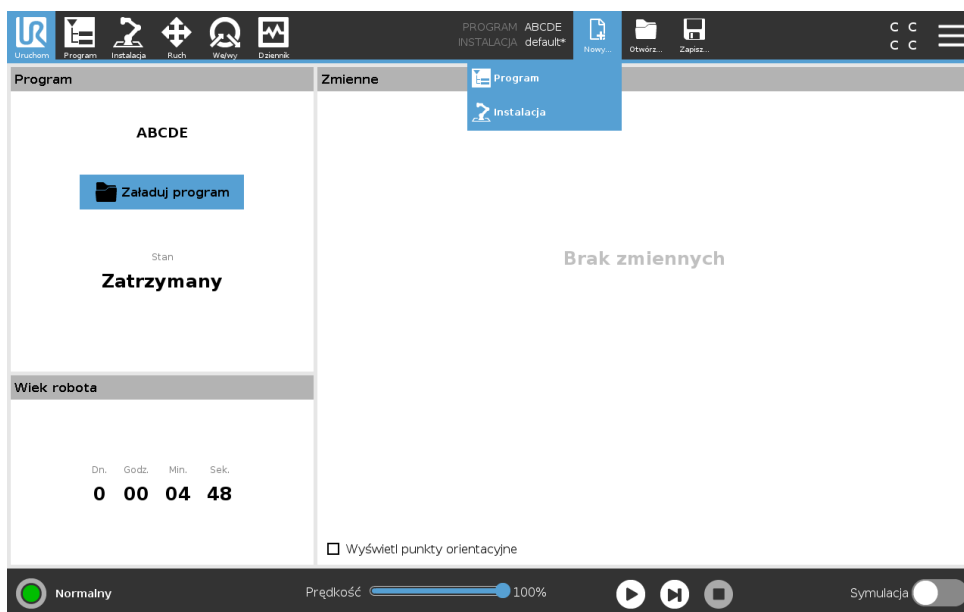
1. W menadżerze programów i instalacji należy dotknąć przycisku **Otwórz...** i wybrać opcję Program.
2. Na ekranie Załaduj program wybrać istniejący program i dotknąć przycisku Otwórz.
3. W ścieżce pliku sprawdzić, czy wyświetlana jest nazwa żadanego programu.

Otwieranie instalacji.

1. W menadżerze programów i instalacji należy dotknąć przycisku **Otwórz...** i wybrać opcję Instalacja.
2. Na ekranie Załaduj instalację robota wybrać istniejącą instalację i dotknąć przycisku Otwórz.
3. W polu Konfiguracja bezpieczeństwa wybrać Zastosuj i uruchom ponownie, aby ponownie uruchomić robota.
4. Wybrać opcję Ustaw instalację, aby wybrać instalację dla bieżącego programu.
5. W ścieżce pliku sprawdzić, czy wyświetlana jest nazwa żądanej instalacji.

## 20.2 Nowy...

Umożliwia utworzenie nowego programu i/lub instalacji.



### Tworzenie nowego programu

1. W menadżerze programów i instalacji należy dotknąć przycisku **Nowy...** i wybrać opcję Program.
2. Na ekranie Program skonfigurować nowy program zgodnie z potrzebami.
3. W menadżerze programów i instalacji dotknąć przycisku **Zapisz...** i wybrać Zapisz wszystko lub Zapisz program jako...
4. Na ekranie Zapisz program jako wprowadzić nazwę pliku i dotknąć przycisku Zapisz.
5. W ścieżce pliku sprawdzić, czy wyświetlana jest nazwa nowego programu.

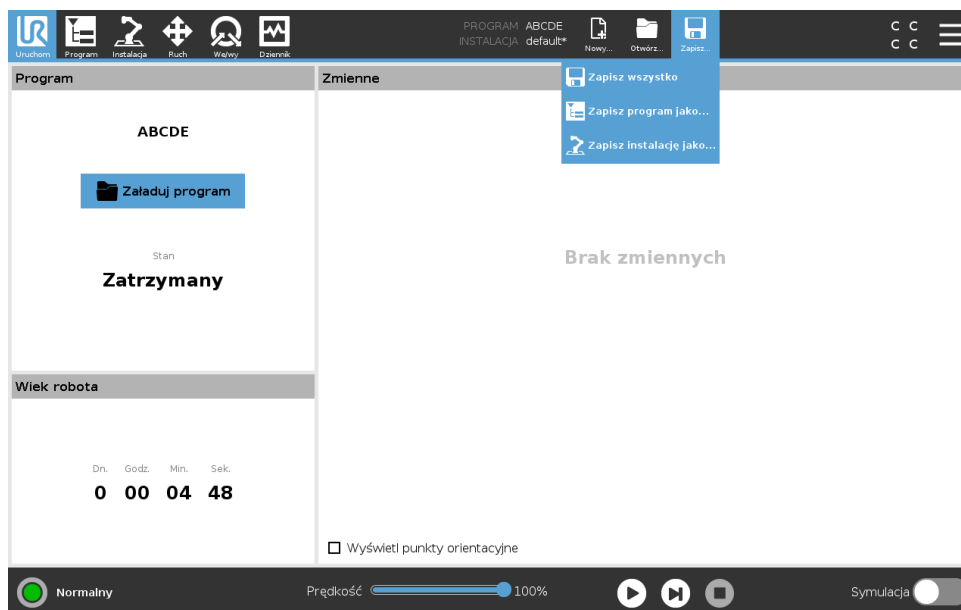
### Tworzenie nowej instalacji

Uwaga: Aby można było używać instalacji po wyłączeniu zasilania robota, należy ją zapisać.

1. W menadżerze programów i instalacji należy dotknąć przycisku **Nowy...** i wybrać opcję Instalacja.
2. Dotknąć przycisku Potwierdź konfigurację bezpieczeństwa.
3. Na ekranie Instalacja skonfigurować nową instalację zgodnie z potrzebami.

4. W menadżerze programów i instalacji należy dotknąć przycisku **Zapisz...** i wybrać opcję Zapisz instalację jako...
5. Na ekranie Zapisz instalację robota wprowadzić nazwę pliku i dotknąć przycisku Zapisz.
6. Wybrać opcję Ustaw instalację, aby wybrać instalację dla bieżącego programu.
7. W ścieżce pliku sprawdzić, czy wyświetlana jest nazwa nowej instalacji.

## 20.3 Zapisz...



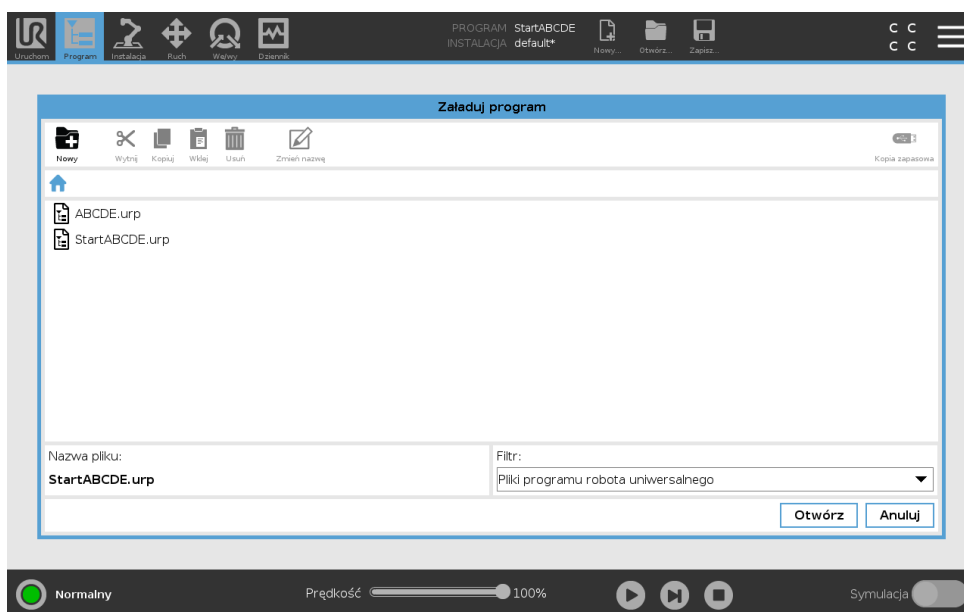
Funkcja **Zapisz...** ma trzy opcje. W zależności od załadowanego/utworzonego programu/instalacji, dostępne są następujące opcje:

**Zapisz wszystko** – służy do natychmiastowego zapisania bieżącego programu i instalacji bez pytania ze strony systemu o różne lokalizacje lub nazwy. Uwaga: W przypadku braku zmian w programie lub instalacji, przycisk Zapisz wszystko... nie jest aktywny.

**Zapisz program jako...** – służy do zmiany nazwy nowego programu i jego lokalizacji. Uwaga: aktualna instalacja zostaje również zapisana z istniejącą nazwą i w bieżącej lokalizacji.

**Zapisz instalację jako...** – służy do zmiany nazwy nowej instalacji i jej lokalizacji. Uwaga: aktualny program zostaje również zapisany z istniejącą nazwą i w bieżącej lokalizacji.

## 20.4 Menadżer plików



Ten rysunek przedstawia ekran ładowania zawierający następujące przyciski:

**Ścieżka okruszków chleba** Ścieżka okruszków chleba pokazuje listę katalogów prowadzących do aktualnej lokalizacji. Po wybraniu nazwy katalogu ze ścieżki lokalizacja zmienia się na wybrany katalog i wyświetla go w obszarze wyboru plików.

**Obszar wyboru plików** Należy dotknąć nazwę pliku, aby go otworzyć. Wybór katalogów następuje poprzez naciśnięcie i przytrzymanie ich nazwy przez pół sekundy.

**Filtr plików** Można określić typy wyświetlanych plików. Zaznaczenie opcji Pliki kopii zapasowej w tym obszarze powoduje wyświetlenie ostatnich 10 zapisanych wersji programów, gdzie rozszerzenie old0 to wersja najnowsza, a old9 najstarsza.

**Nazwa pliku** Tutaj pokazany jest aktualnie wybrany plik. Podczas zapisywania pliku należy użyć pola tekstowego w celu ręcznego wprowadzenia jego nazwy.

**Przyciski działań** Pasek akcji zawiera szereg przycisków umożliwiających zarządzanie plikami.

Akcja „Kopia zapasowa” z prawej strony paska akcji umożliwia tworzenie kopii zapasowej aktualnie zaznaczonych plików oraz katalogów w danej lokalizacji i pamięci USB. Akcja „Kopia zapasowa” jest dostępna tylko po podłączeniu zewnętrznego nośnika do gniazda USB.

## 21 Menu Hamburger

### 21.1 Pomoc

Dostępne są definicje wszystkich elementów składających się na funkcje interfejsu PolyScope.

1. W prawym rogu **górnego obszaru ekranu** dotknąć menu **Hamburger** i wybrać opcję **Pomoc**.
2. Dotknąć jeden z wyświetlonych czerwonych znaków zapytania, aby wybrać żądany element.
3. W prawym górnym rogu ekranu definicji elementów dotknąć czerwony znak X, aby zamknąć ekran Pomoc.

### 21.2 Informacje

Można wyświetlić informacje o wersji i informacje prawne.

1. Należy dotknąć menu **Hamburger** i wybrać opcję **Informacje**.
2. Dotknąć przycisku **Wersja** lub **Informacje prawne**, aby wyświetlić odpowiednie dane.
3. Dotknąć przycisku Zamknij, aby zamknąć ekran.

### 21.3 Ustawienia

#### Dostosowywanie ustawienia interfejsu PolyScope

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W menu bocznym po lewej stronie wybrać pozycję do dostosowania. Uwaga: W przypadku ustawienia hasła trybu pracy opcja **System** w menu bocznym jest dostępna tylko dla programisty.
3. W prawym dolnym rogu dotknąć **Zastosuj i uruchom ponownie**, aby zapisać zmiany.
4. W lewym dolnym rogu dotknąć **Wyjdź**, aby zamknąć ekran ustawień bez zapisywania zmian.

#### 21.3.1 Preferencje

##### Język

Można zmienić język interfejsu PolyScope oraz jednostki miary (metryczne lub imperialne).

##### Czas

Można uzyskać dostęp i/lub dostosować bieżącą godzinę i datę wyświetlaną w interfejsie PolyScope.

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć ikony menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji Preferencje wybrać opcję **Czas**.
3. Sprawdzić i/lub dostosować pozycje **Czas** i/lub **Data** zgodnie z potrzebami.
4. Dotknąć przycisku **Zastosuj i uruchom ponownie**, aby zastosować zmiany.

Data i czas są wyświetlane na karcie Rejestr (zob. 19.3) w sekcji **Rejestr dat**.

### Ukrywanie suwaka szybkości

Suwak szybkości jest umieszczony u podstawy karty Uruchom i pozwala operatorowi zmieniać szybkość wykonywania programu.

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć ikony menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji Preferencje dotknąć przycisku **Ekran wykonywania programu**.
3. Zaznaczyć pole wyboru, aby wyświetlić lub ukryć **suwak szybkości**.

## 21.3.2 Hasło

### Tryb

Hasło trybu pracy zapobiega nieautoryzowanym modyfikacjom konfiguracji robota, pozwalając na stworzenie w interfejsie PolyScope dwóch różnych ról użytkownika: automatycznej i ręcznej. Po skonfigurowaniu hasła trybu pracy programy oraz instalacje można tworzyć i ładować wyłącznie w trybie programisty. Przy każdym przejściu w tryb ręczny interfejs PolyScope prosi o wprowadzenie hasła, które zostało wcześniej skonfigurowane dla tego ekranu.

### Bezpieczeństwo

Hasło bezpieczeństwa zapobiega nieautoryzowanym modyfikacjom ustawień bezpieczeństwa.

## 21.4 System

### 21.4.1 Kopia zapasowa i przywracanie ustawień

Można zapisać kompletną kopię systemu w pamięci USB i użyć jej w celu przywrócenia ustawień systemu do poprzedniego stanu. Może to być konieczne w razie usterki dysku twardego lub przypadkowego usunięcia danych.



#### UWAGA:

Podczas operacji tworzenia kopii zapasowej i przywracania ustawień należy użyć jednego z gniazd USB w skrzynce sterowniczej (CB). Gniazdo USB w skrzynce sterowniczej gwarantuje stabilniejszą pracę, a tworzenie kopii zapasowej zajmuje mniej czasu.

### Tworzenie kopii zapasowej systemu

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć ikony menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji System dotknąć opcji **Kopia zapasowa/przywracanie ustawień**.
3. Wybrać lokalizację do zapisania kopii zapasowej i nacisnąć przycisk **Kopia zapasowa**.
4. Naciśnij przycisk **OK** w celu ponownego uruchomienia systemu.

### Przywracanie ustawień systemu

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć ikony menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji System dotknąć opcji **Kopia zapasowa/przywracanie ustawień**.
3. Wybrać plik z kopią zapasową i nacisnąć przycisk **Przywróć ustawienia**.
4. Naciśnij przycisk **OK**, aby potwierdzić.

### 21.4.2 Aktualizuj

Można instalować aktualizacje przy użyciu pamięci USB, aby oprogramowanie robota było zawsze aktualne.

#### Aktualizowanie oprogramowania

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć ikony menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji System dotknąć opcji **Aktualizuj**.
3. Należy włożyć nośnik pamięci USB i dotknąć pozycji **Szukaj**, aby wyświetlić odpowiednie pliki aktualizacyjne.
4. Na liście plików aktualizacyjnych wybrać żadaną wersję i dotknąć pozycji **Aktualizuj**, aby rozpocząć instalację.



#### OSTRZEŻENIE:

Po każdej aktualizacji oprogramowania należy zawsze sprawdzać programy. Aktualizacja może wprowadzić zmiany w ich trajektoriach.

### 21.4.3 Sieć

Można skonfigurować połączenie robota z siecią, wybierając jedną z trzech dostępnych metod sieciowych:

- DHCP
- Adres statyczny
- Sieć wyłączona (jeśli nie ma potrzeby podłączania robota do sieci)

W zależności od wybranej metody sieciowej należy skonfigurować ustawienia sieci:

- Adres IP
- Maskę podsieci
- Domyślna brama
- Preferowany serwer DNS
- Alternatywny serwer DNS

Uwaga: Należy nacisnąć przycisk **Zastosuj**, aby zastosować zmiany.

### 21.4.4 Zarządzanie URCaps

Można zarządzać istniejącym **URCaps** lub zainstalować nowy w robocie.

1. W górnym obszarze ekranu nacisnąć menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji System zaznaczyć opcję **URCaps**.
3. Nacisnąć przycisk **+**, wybrać plik **.urcap** i nacisnąć przycisk **Otwórz** Uwaga: szczegółowe informacje o nowym URCaps można sprawdzić, wybierając go w polu **Aktywne URCaps**. Więcej informacji pojawia się w polu **Informacje o URCaps** poniżej.

4. Aby przejść do instalacji wybranego URCap, należy nacisnąć przycisk **Uruchom ponownie**. Po tym kroku URCaps zostaje zainstalowany i jest gotowy do użycia.
5. Aby usunąć zainstalowany URCaps, należy wybrać go z listy Aktywne URCaps, nacisnąć przycisk -, a następnie przycisk **Uruchom ponownie**, aby zapisać zmiany.

### 21.4.5 Sterowanie zdalne

Robotem można sterować lokalnie (za pomocą sterownika uczenia) lub zdalnie (sterowanie zewnętrzne).

|  <b>Sterowanie lokalne nie umożliwia</b> |  <b>Sterowanie zdalne nie umożliwia</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wysyłanie do robota poleceń włączenia zasilania i zwolnienia hamulca za pośrednictwem sieci                               | Przesuwanie robota z poziomu karty ruchu                                                                                 |
| Odbieranie i wykonywanie programów robota oraz instalacji wysłanych za pośrednictwem sieci                                | Uruchamianie za pomocą sterownika uczenia                                                                                |
| Automatyczne uruchamianie programów przy rozruchu, sterowane z wejść cyfrowych                                            | Ładowanie programów i instalacji za pomocą sterownika uczenia                                                            |
| Automatyczne zwalnianie hamulca przy rozruchu, sterowane z wejść cyfrowych                                                | Ruch swobodny                                                                                                            |
| Uruchamianie programów sterowane z wejść cyfrowych                                                                        |                                                                                                                          |

Sterowanie robotem za pośrednictwem sieci i wejść cyfrowych jest domyślnie ograniczone. Włączenie i wybranie funkcji Sterowanie zdalne usuwa te ograniczenia. Aby umożliwić całkowicie zdalne sterowanie wykonywanymi programami i skryptami, należy włączyć sterowanie zdalne przez włączenie profilu Sterowanie lokalne (sterowanie PolyScope) robota.

Uwaga: Aby uzyskać dostęp do trybu zdalnego i lokalnego w profilu, należy włączyć funkcję Sterowanie zdalne w menu Ustawienia.

#### Włączanie sterowania zdalnego

1. W górnym obszarze ekranu nacisnąć menu Hamburger i wybrać opcję **Ustawienia**.
2. W sekcji System zaznaczyć opcję **Sterowanie zdalne**.
3. Nacisnąć przycisk **Włącz**, aby udostępnić funkcję Sterowanie zdalne. Interfejs PolyScope pozostaje aktywny. Uwaga: Włączenie opcji Sterowanie zdalne nie powoduje natychmiastowego włączenia funkcji. Pozwala na zmianę z trybu Sterowanie lokalne na tryb Sterowanie zdalne.
4. W menu profilu wybrać **Sterowanie zdalne**, aby zmienić ustawienia interfejsu PolyScope. Uwaga: Można powrócić do trybu Sterowanie lokalne, włączając go z powrotem w menu profilu lub wybierając opcje Operator bądź Programista, jeśli zostało skonfigurowane hasło.



## UWAGA:

- Choć sterowanie zdalne ogranicza dostępność akcji w interfejsie PolyScope, można nadal monitorować stan robota.
- Gdy robot zostanie wyłączony z aktywnym trybem Sterowanie zdalne, ponowne włączenie robota powoduje aktywację tego samego trybu.

---

## 21.5 Wyłącz robota

Przycisk **Wyłącz robota** służy do wyłączenia zasilania lub ponownego uruchomienia robota.

---

### Wyłączanie robota

1. W górnym obszarze ekranu dotknąć menu Hamburger i wybrać opcję **Wyłącz robota**.
2. Gdy zostanie wyświetlone okno dialogowe wyłączenia robota, dotknąć przycisku **Wyłącz zasilanie**.



# Słowniczek

**Kategoria zatrzymania 0** Ruch robota jest zatrzymywany przez natychmiastowe odcięcie jego zasilania. Jest to zatrzymanie niekontrolowane, w wyniku którego ruch robota może się odchylić od zaprogramowanego toru, ponieważ każdy przegub jest hamowany tak szybko, jak to możliwe. To zatrzymanie ochronne jest stosowane, kiedy dojdzie do przekroczenia limitu klasyfikowanego bezpieczeństwa lub w przypadku awarii części systemu sterowania z klasyfikowanym bezpieczeństwem. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13850 lub IEC 60204-1.

**Kategoria zatrzymania 1** Ruch robota jest zatrzymywany przy dostępnym zasilaniu. Zasilanie jest odcinane dopiero wtedy, kiedy robot się zatrzyma. Jest to zatrzymanie kontrolowane, w którym robot będzie podążać wzdłuż zaprogramowanego toru. Zasilanie jest odcinane od razu po zatrzymaniu robota. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13850 lub IEC 60204-1.

**Kategoria zatrzymania 2** Zatrzymanie kontrolowane przy utrzymaniu zasilania robota. System sterowania z klasyfikacją bezpieczeństwa monitoruje, czy robot pozostaje w pozycji zatrzymania. Aby uzyskać więcej informacji, zob. IEC 60204-1.

**Kategoria 3** Terminu *kategoria* nie należy mylić z terminem *kategoria zatrzymania*. *Kategoria* dotyczy rodzaju architektury wykorzystanej jako podstawa dla danego *poziomu działania*. Ważną cechą architektury *kategorii 3* jest to, że pojedyncza usterka nie może prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13849-1.

**Poziom działania** Poziom działania (PL, ang. Performance Level) jest poziomem nieciągłym i służy do określania możliwości części bezpieczeństwa w systemach sterowania w zakresie działań bezpieczeństwa w przewidywalnych warunkach. PLd jest drugą najwyższą klasyfikacją niezawodności, co oznacza, że funkcja bezpieczeństwa jest skrajnie wiarygodna. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13849-1.

**Pokrycie diagnostyczne (DC)** to miara wydajności narzędzi diagnostycznych zastosowanych w celu osiągnięcia klasyfikowanego poziomu działania. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13849-1.

**MTTFd** Średni czas między niebezpiecznymi awariami (ang. mean time to dangerous failure) to wartość oparta na obliczeniach i badaniach, służąca do osiągnięcia klasyfikowanego poziomu działania. Aby uzyskać więcej informacji, zob. ISO 13849-1.

**Integrator** Integrator jest podmiotem odpowiedzialnym za projekt ostatecznej instalacji robota. Integrator jest odpowiedzialny za wykonanie ostatecznej oceny ryzyka i musi zapewnić, że ostateczna instalacja spełnia wymagania lokalnego prawa i przepisów.

**Ocenę ryzyka** Jest to ogólny proces identyfikacji ryzyka wszelkiego rodzaju i ograniczenie go do właściwego poziomu. Ocena ryzyka powinna być udokumentowana. Więcej informacji zawiera norma ISO 12100.

**Współbieżność w zastosowaniu robota** Termin *współbieżność* dotyczy współpracy między operatorem i robotem w jego zastosowaniu. Dokładne definicje i opisy można znaleźć w normach ISO 10218-1 oraz ISO 10218-2.

**Konfiguracja bezpieczeństwa** Interfejsy i funkcje dotyczące bezpieczeństwa można konfigurować poprzez parametry konfiguracji bezpieczeństwa. Są one definiowane przez interfejs programowy, zob. część II.

# Indeks

## Symbols

|                      |      |
|----------------------|------|
| : Automatyczny ..... | II-4 |
| : Lokalny .....      | II-4 |
| : Ręczny .....       | II-4 |
| : Zdalny .....       | II-4 |

## A

|            |               |
|------------|---------------|
| Auto ..... | II-37, II-114 |
|------------|---------------|

## B

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Bezpieczna pozycja początkowa ..... | II-31 |
| Błąd .....                          | II-68 |

## C

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Czas zatrzymania ..... | II-20 |
| Czekaj .....           | II-58 |

## D

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Do .....                       | II-55 |
| Do kontaktu z narzędziem ..... | II-57 |
| dolna część ekranu .....       | II-36 |
| Dolny obszar ekranu .....      | II-3  |
| Drzewo programu .....          | II-39 |
| Dziennik .....                 | II-4  |

## E

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Edytor postawy ..... | II-114       |
| Edytor wyrażeń ..... | II-70        |
| Edytuj pozycję ..... | II-27        |
| Ekran .....          | II-3         |
| Ethernet .....       | I-29, II-108 |
| EtherNet/IP .....    | I-29, II-111 |
| Ethernet/IP .....    | II-92        |

## F

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| Fabryczne ustawienia wstępne ..... | II-20          |
| Folder .....                       | II-61          |
| Funkcja .....                      | II-102, II-114 |
| Funkcja bazowa .....               | II-103         |
| Funkcja narzędzia .....            | II-103         |
| Funkcja zmienna .....              | II-48          |
| Funkcje .....                      | II-99          |
| Funkcje bezpieczeństwa .....       | I-13, I-14     |

## G

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Gwarancja .....           | I-57 |
| Górny obszar ekranu ..... | II-3 |

## I

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| Informacje .....                      | II-129               |
| Instalacja .....                      | II-3, II-125, II-126 |
| instalacja .....                      | II-94                |
| integrator .....                      | I-9                  |
| Interfejs narzędzia komunikacji ..... | II-97                |

## K

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| Kierunek narzędzia .....                 | II-28, II-29            |
| Konfiguracja .....                       | II-117                  |
| Konfiguracja bezpieczeństwa ....         | I-9, II-17–II-19, II-22 |
| Konfigurowalne we/wy .....               | I-33                    |
| Konstrukcja Przypadek przełącznika ..... | II-70                   |
| Kontakt z narzędziem .....               | II-56                   |
| Krok .....                               | II-5                    |
| Kąt pochylenia .....                     | II-29                   |
| Kąt przesunięcia .....                   | II-29                   |
| Kąt stożka .....                         | II-29                   |

## L

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| Limity .....           | II-44, II-115 |
| Limity przegubów ..... | II-22         |
| Limity robota .....    | II-19         |

## M

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Menadżer plików .....                 | II-125                              |
| Menedżer programów i instalacji ..... | II-4                                |
| Menu funkcja .....                    | II-81                               |
| Menu Hamburger .....                  | II-4                                |
| Mieszanie .....                       | II-50                               |
| Mini Displayport .....                | I-29                                |
| Moc .....                             | II-20                               |
| MODBUS .....                          | I-29, II-99, II-108, II-110, II-120 |

## N

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Napięcie .....              | II-119 |
| Narzędzie .....             | II-26  |
| Narzędzie wejść/wyjść ..... | I-44   |
| Niestandardowe .....        | II-20  |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| norma .....                  | I-73         |
| Normalny .....               | II-24        |
| Normalny & ograniczony ..... | II-24        |
| Nowy... ..                   | II-4, II-125 |

## O

|                                            |                    |
|--------------------------------------------|--------------------|
| Obciążenie przegubu .....                  | II-123             |
| ocena ryzyka .....                         | x, I-3, I-11, I-15 |
| oceny ryzyka .....                         | I-9                |
| Odległość Do .....                         | II-56              |
| Odległość zatrzymania .....                | II-20              |
| Odtwarzaj .....                            | II-5, II-36        |
| Ogranicz przegub łokciowy .....            | II-25              |
| Ograniczony .....                          | II-24              |
| Ograniczony limit kierunku narzędzia ..... | II-29              |
| okienko wyskakujące .....                  | II-60              |
| Otwórz... ..                               | II-4, II-125       |

## P

|                                                               |                                |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Parametry mieszania .....                                     | II-50                          |
| Podręcznik serwisowy .....                                    | x                              |
| Podręcznik skryptów .....                                     | x                              |
| Podstawa .....                                                | II-7, II-48                    |
| Podstawy .....                                                | I-59                           |
| Pokaż .....                                                   | II-24                          |
| PolyScope .. ix, I-20, II-3, II-7, II-9, II-32, II-62, II-87, | II-108, II-111, II-129, II-133 |

PolyScope odpowiadającej za programowanie  
II-35

|                                                          |                                    |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Porusz narzędzie .....                                   | II-113                             |
| Poza trybem ograniczonym .....                           | II-31                              |
| Pozycja .....                                            | II-27                              |
| Pozycja narzędzia .....                                  | II-26, II-27                       |
| Pozycja początkowa .....                                 | II-114                             |
| Program .....                                            | II-3, II-35, II-83, II-125, II-126 |
| Promień .....                                            | II-27                              |
| Prostota .....                                           | II-81                              |
| Przegub barku .....                                      | II-7                               |
| Przegub nadgarstka .....                                 | II-7                               |
| Przegub łokciowy .....                                   | II-7                               |
| Przycisk Test .....                                      | II-82                              |
| Prędkość narzędzia .....                                 | II-20                              |
| Prędkość przegubu łokciowego .....                       | II-20                              |
| Punkt .....                                              | II-81                              |
| Punkt centralny narzędzia .. II-21, II-27, II-48, II-87, | II-114                             |
| Punkt orientacyjny .....                                 | II-47, II-50, II-54                |
| Punkty orientacyjne .....                                | II-10, II-45, II-49                |
| Pęd .....                                                | II-20                              |
| Płaszczyzna normalna .....                               | II-25                              |
| Płaszczyzna wyzwiania .....                              | II-25                              |

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| Płaszczyzny bezpieczeństwa .. | II-23, II-113, II-115 |
|-------------------------------|-----------------------|

## R

|                                      |                                                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Rama .....                           | II-81                                           |
| Ramienia .....                       | I-59                                            |
| ramienia robota .....                | II-46                                           |
| Ramię robota .....                   | I-29, II-7, II-8, II-78, II-79, II-94,          |
|                                      | II-113                                          |
| ramię robota .....                   | II-80, II-82                                    |
| Ramię robota .....                   | I-73                                            |
| Resetowanie zabezpieczenia w trybie  |                                                 |
| automatycznym .....                  | II-30                                           |
| Resetowanie zabezpieczeń .....       | II-30                                           |
| Robot .....                          | II-26, II-113, II-114                           |
| Robot się nie zatrzymuje .....       | II-31                                           |
| Ruch .....                           | II-3, II-13, II-45, II-47, II-59, II-82, II-116 |
| Ruch automatyczny .....              | II-37                                           |
| Ruch robota .....                    | II-31                                           |
| Ruch swobodny .....                  | I-20, II-13, II-82, II-91, II-114,              |
|                                      | II-117                                          |
| ruch swobodny .....                  | II-82                                           |
| RuchJ .....                          | II-46, II-103, II-116                           |
| RuchL .....                          | II-46, II-103, II-116                           |
| RuchP .....                          | II-46, II-103                                   |
| ruchu swobodnego .....               | II-103                                          |
| Ręczny tryb wysokiej prędkości ..... | II-5, II-15                                     |

## S

|                                                          |                             |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Siła narzędzia .....                                     | II-20                       |
| Siła przegubu łokciowego .....                           | II-20                       |
| Skonfiguruj instalację robota .....                      | II-6                        |
| Skrzynka sterownicza .....                               | ix, I-25, I-32, I-42, II-94 |
| skrzynka sterownicza ... I-29, I-41, I-43, I-73, II-8,   | II-119                      |
| stan zatrzymania .....                                   | II-8                        |
| standard .....                                           | I-75                        |
| Standardowy & ograniczony limit kierunku                 |                             |
| narzędzia .....                                          | II-29                       |
| Standardowy limit kierunku narzędzia .....               | II-29                       |
| Sterowanie zdalne .....                                  | II-95, II-132               |
| Sterownik uczenia .. ix, I-41, II-3, II-8, II-32, II-132 |                             |
| sterownik uczenia .....                                  | I-26, II-82                 |
| Sukces .....                                             | II-68                       |
| Suma kontrolna bezpieczeństwa .....                      | II-4, II-19                 |
| Suwak szybkości .....                                    | II-5, II-13                 |
| sygnały wejściowe .....                                  | II-30                       |
| sygnały wyjściowe .....                                  | II-31                       |
| Symulacja .....                                          | II-5                        |
| Szablony .....                                           | II-83                       |

## T

|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| TCI .....                        | II-58                    |
| Tryb automatyczny .....          | II-13                    |
| Tryb normalny .....              | II-21, II-29             |
| Tryb ograniczony .....           | I-20, II-21, II-29–II-31 |
| tryb ograniczony .....           | II-27                    |
| Tryb ograniczony wyzwalany ..... | II-24                    |
| Tryb przywracania .....          | I-20, II-21              |
| Tryb ręczny .....                | II-13                    |
| Tryb siła .....                  | II-80                    |
| Tryby .....                      | I-19, II-23              |

## U

|                                        |                    |
|----------------------------------------|--------------------|
| Uchwyt .....                           | I-29               |
| UR+ .....                              | xi                 |
| URCaps .....                           | II-131             |
| Uruchom program .....                  | II-6               |
| Uruchomienie .....                     | II-3, II-35        |
| Ustaw .....                            | II-59              |
| Ustawienia .....                       | II-129             |
| Ustawienia bezpieczeństwa .....        | I-3, II-17, II-130 |
| Ustawienia śledzenia przenośnika ..... | II-98              |
| Usuń .....                             | II-24              |

## W

|                                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| We/wy .....                        | II-4, II-30, II-92 |
| we/wy .....                        | I-29, I-34, II-93  |
| We/wy bezpieczeństwa .....         | I-33, I-34         |
| we/wy bezpieczeństwa .....         | I-34               |
| We/wy ogólnego przeznaczenia ..... | I-33               |
| We/wyj bezpieczeństwa .....        | I-13               |
| wej/wyj .....                      | II-119             |
| Wektor kierunku .....              | II-56              |

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
| Wspornik montażowy .....                 | ix           |
| Wyrażenie Do .....                       | II-56        |
| Wyłącz .....                             | II-133       |
| Wyłączona .....                          | II-25        |
| Wyłączony .....                          | II-23        |
| Wyłączony limit kierunku narzędzia ..... | II-29        |
| Względne punkty orientacyjne .....       | II-48        |
| Węzeł programu .....                     | II-39, II-42 |
| Węzeł programu robota .....              | II-42        |
| wł/wył bezpieczeństwa .....              | I-19         |

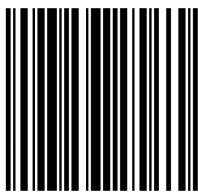
## Z

|                                                                  |                      |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Zainicjuj .....                                                  | II-5, II-8           |
| Zakres pozycji .....                                             | II-22                |
| Zalecenia bezpieczeństwa .....                                   | I-51                 |
| Zapisz... ..                                                     | II-4, II-125, II-127 |
| Zaprogramuj robota .....                                         | II-6                 |
| Zatrzymaj .....                                                  | II-5                 |
| Zatrzymanie awaryjne systemu .....                               | II-30, II-31         |
| Zatrzymanie przez zabezpieczenie w trybie<br>automatycznym ..... | II-30                |
| Zmienne .....                                                    | II-35, II-45         |
| Zmienne instalacji .....                                         | II-94                |
| Zmienny punkt orientacyjny .....                                 | II-48                |
| Zmień nazwę .....                                                | II-24                |
| Znaki ostrzegawcze .....                                         | I-4                  |



|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Łokcia .....                | I-59        |
| Ścieżka pliku .....         | II-125      |
| Śledzenie przenośnika ..... | I-32, II-83 |
| Środek stożka .....         | II-29       |

Software version: 5.5



99425