



# UNIVERSAL ROBOTS

## Podręcznik PolyScope



**Wersja 3.13**

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 © 2009–2020, Universal Robots A/S

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

# Spis treści

<b>II Podręcznik PolyScope</b>	<b>II-1</b>
<b>10 Konfiguracja bezpieczeństwa</b>	<b>II-3</b>
10.1 Wprowadzenie	II-3
10.2 Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa	II-5
10.3 Błędy i synchronizacja bezpieczeństwa	II-5
10.4 Tolerancje	II-6
10.5 Suma kontrolna bezpieczeństwa	II-6
10.6 Tryby bezpieczeństwa	II-7
10.7 Tryb ruchu swobodnego	II-7
10.7.1 Jazda wstecz	II-8
10.8 Blokada hasłem	II-8
10.9 Zastosowanie	II-8
10.10 Limity ogólne	II-9
10.11 Limity przegubów	II-11
10.12 Granice	II-12
10.12.1 Wybór granicy do skonfigurowania	II-13
10.12.2 Wizualizacja 3D	II-14
10.12.3 Konfiguracja płaszczyzny bezpieczeństwa	II-14
10.12.4 Konfiguracja granicy narzędzia	II-18
10.13 We/wy bezpieczeństwa	II-19
10.13.1 Sygnały wejściowe	II-20
10.13.2 Sygnały wyjściowe	II-21
<b>11 Rozpoczęcie programowania</b>	<b>II-23</b>
11.1 Wprowadzenie	II-23
11.2 Pierwsze kroki	II-24
11.2.1 Instalacja ramienia robota i skrzynki sterowniczej	II-24
11.2.2 Włączanie i wyłączanie skrzynki sterowniczej	II-24
11.2.3 Włączanie i wyłączanie ramienia robota	II-24
11.2.4 Szybki start	II-25
11.2.5 Pierwszy program	II-25
11.3 Interfejs programistyczny PolyScope	II-27
11.4 Ekran powitalny	II-28
11.5 Ekran inicjowania	II-29
<b>12 Edytory ekranowe</b>	<b>II-31</b>
12.1 Ekranowy edytor wyrażeń	II-31
12.2 Ekran edytora postawy	II-31

<b>13 Sterowanie robotem</b>	<b>II-35</b>
13.1 Karta Ruch	II-35
13.1.1 Robot	II-35
13.1.2 Pozycja narzędzia i funkcji	II-36
13.1.3 Porusz narzędzie	II-36
13.1.4 Porusz przeguby	II-36
13.1.5 Ruch swobodny	II-36
13.2 Karta we/wy	II-37
13.3 MODBUS	II-38
13.4 Karta Ruch automatyczny	II-39
13.5 Instalacja → Załaduj/zapisz	II-40
13.6 Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (TCP)	II-41
13.6.1 Dodawanie, zmienianie nazwy, modyfikowanie i usuwanie punktów TCP	II-42
13.6.2 Aktywny TCP	II-42
13.6.3 Domyślny punkt TCP	II-42
13.6.4 Uczenie pozycji punktu TCP	II-42
13.6.5 Uczenie orientacji TCP	II-43
13.6.6 Obciążenie	II-43
13.6.7 Środek ciężkości	II-44
13.7 Instalacja → Sposób montażu	II-44
13.8 Instalacja → Konfiguracja we/wy	II-45
13.8.1 Typ sygnału we/wy	II-46
13.8.2 Przydzielanie nazw zdefiniowanych przez użytkownika	II-46
13.8.3 Akcje we/wy i sterowanie kartą we/wy	II-46
13.9 Instalacja → Bezpieczeństwo	II-47
13.10 Instalacja → Zmienne	II-48
13.11 Instalacja → Konfiguracja we/wy klienta MODBUS	II-49
13.12 Instalacja → Funkcje	II-52
13.12.1 Korzystanie z funkcji	II-53
13.12.2 Nowy punkt	II-54
13.12.3 Nowa linia	II-55
13.12.4 Funkcja płaszczyznowa	II-56
13.12.5 Przykład: Ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu	II-57
13.12.6 Przykład: Dynamiczna aktualizacja postawy funkcji	II-57
13.13 Ustawienia śledzenia przenośnika	II-58
13.14 Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa	II-59
13.14.1 Konfiguracja ustawień przyspieszania/zwalnianie	II-59
13.15 Instalacja → Program domyślny	II-60
13.16 Karta rejestru	II-62
13.16.1 Zapisywanie raportów błędów	II-62
13.16.2 Plik pomocy technicznej	II-63
13.17 Ekran ładowania	II-63
13.18 Karta uruchomienia	II-65

<b>14 Programowanie</b>	<b>II-67</b>
14.1 Nowy program	II-67
14.2 Karta Program	II-68
14.2.1 Drzewo programu	II-68
14.2.2 Wskazanie wykonywania programu	II-69
14.2.3 Przycisk wyszukiwania	II-69
14.2.4 Przyciski cofnij/ponów	II-70
14.2.5 Tablica przyrządów programu	II-70
14.3 Zmienne	II-71
14.4 Polecenie: Ruch	II-71
14.5 Polecenie: Ustalony punkt orientacyjny	II-75
14.6 Polecenie: Względny punkt orientacyjny	II-80
14.7 Polecenie: Zmienny punkt orientacyjny	II-81
14.8 Polecenie: Kierunek	II-81
14.9 Polecenie: Do	II-82
14.10 Polecenie: Czekaj	II-84
14.11 Polecenie: Ustaw	II-84
14.12 Polecenie: Wyskakujące okno	II-85
14.13 Polecenie: Zatrzymaj	II-86
14.14 Polecenie: Komentarz	II-86
14.15 Polecenie: Folder	II-87
14.16 Polecenie: Pętla	II-87
14.17 Polecenie: Instrukcja warunkowa if	II-88
14.18 Polecenie: PodProgram	II-89
14.19 Polecenie: Przypisanie	II-90
14.20 Polecenie: Skrypt	II-91
14.21 Polecenie: Zdarzenie	II-92
14.22 Polecenie: Wątek	II-93
14.23 Polecenie: Przełącznik	II-93
14.23.1 Licznik czasu	II-94
14.24 Polecenie: Wzór	II-95
14.25 Polecenie: Siła	II-96
14.26 Polecenie: Paleta	II-100
14.27 Polecenie: Wyszukaj	II-101
14.28 Polecenie: Śledzenie przenośnika	II-105
14.29 Polecenie: Zablokuj	II-105
14.30 Karta Urządzenie graficzne	II-105
14.31 Karta struktury	II-107
14.32 Karta zmiennych	II-108
14.33 Polecenie: Inicjalizacja zmiennych	II-109
<b>15 Ekran konfiguracji</b>	<b>II-111</b>
15.1 Język i jednostki	II-112
15.2 Aktualizacja robota	II-113
15.3 Ustawienie hasła	II-114
15.4 Kalibracja ekranu	II-115
15.5 Skonfiguruj sieć	II-116



15.6	Ustaw godzinę . . . . .	II-116
15.7	Konfiguracja URCap . . . . .	II-117

**Część II**

**Podręcznik PolyScope**



# 10 Konfiguracja bezpieczeństwa

## 10.1 Wprowadzenie

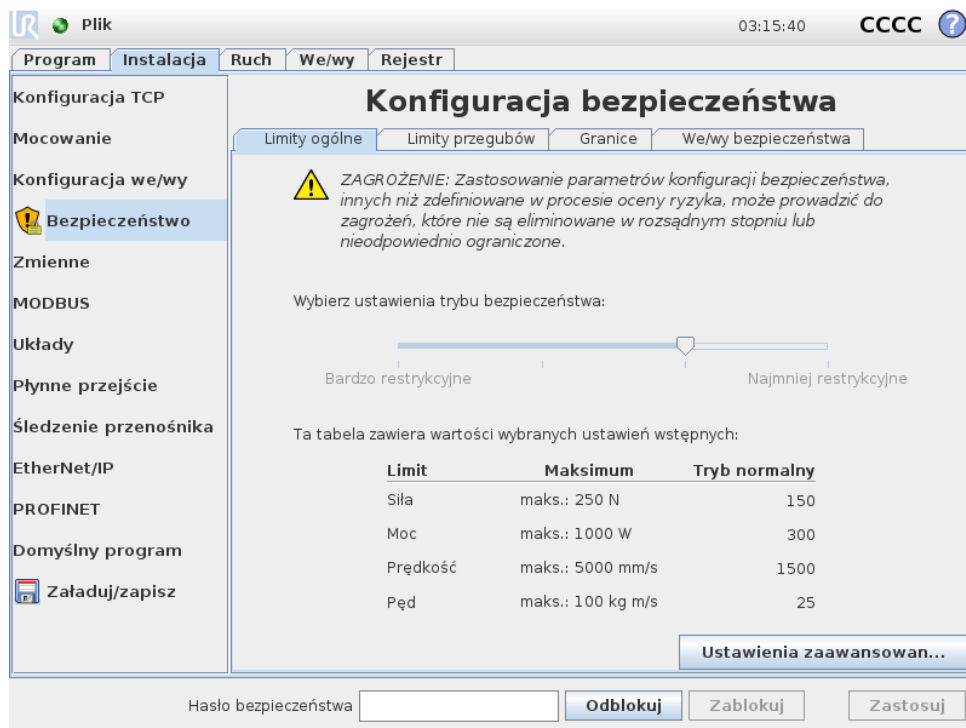
Robot jest wyposażony w zaawansowany system bezpieczeństwa. Aby zagwarantować bezpieczeństwo całego personelu i wyposażenia w pobliżu robota, konieczne jest skonfigurowanie ustawień systemu bezpieczeństwa zależnie od szczególnych parametrów jego przestrzeni roboczej. Pierwszą rzeczą, o jaką musi zadbać integrator, to zastosowanie ustawień wyznaczonych w procesie oceny ryzyka. Szczegółowe informacje o systemie bezpieczeństwa przedstawia Podręcznik instalacji sprzętu.



### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Używanie i konfiguracja interfejsów i funkcji dotyczących bezpieczeństwa muszą być zgodne z oceną ryzyka, jaką przeprowadza integrator dla szczególnego zastosowania robota, zob. Podręcznik instalacji sprzętu.
2. Konfiguracji bezpieczeństwa w ustawieniach i uczeniu uczenia musi być zastosowana zgodnie z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora i zanim ramię robota zostanie włączone po raz pierwszy.
3. Wszystkie ustawienia w konfiguracji bezpieczeństwa dostępne na tym ekranie i podrzędnych kartach muszą być ustawione zgodnie z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora.
4. Integrator musi zapewnić, że wszystkie zmiany wprowadzane w ustawieniach konfiguracji bezpieczeństwa są zgodne z oceną ryzyka wykonaną przez integratora.
5. Integrator ma obowiązek zapobiegania wprowadzaniu zmian w konfiguracji bezpieczeństwa przez nieupoważnione osoby, na przykład przez ochronę hasłem.

Ekran Konfiguracja bezpieczeństwa jest dostępny przez ekran powitalny (zob. 11.4) po naciśnięciu przycisku Programuj robota, wybraniu karty Instalacja i opcji Bezpieczeństwo. Konfiguracja bezpieczeństwa jest chroniona hasłem, zob. 10.8.



Ustawienia bezpieczeństwa obejmują wiele wartości granicznych, które służą do ograniczania ruchów ramienia robota, a także ustawień funkcji bezpieczeństwa do konfigurowalnych wejść i wyjść. Są one zdefiniowane w poniższych kartach podrzędnych ekranu bezpieczeństwa:

- Karta podrzędna *Limity ogólne* pozwala na zdefiniowanie maksymalnych wartości *siły, mocy, prędkości i pędu* ramienia robota. Kiedy istnieje szczególnie wysokie ryzyko uderzenia osoby lub elementu środowiska, w tych ustawieniach należy wprowadzić niskie wartości. Jeśli ryzyko jest niskie, to ustawienie wyższych limitów ogólnych pozwala na szybszy ruch robota i wywieranie większej siły w jego środowisku. Więcej szczegółowych informacji jest dostępnych w p. 10.10.
- Karta podrzędna *Limity przegubów* zawiera limity *prędkości przegubów i pozycji przegubów*. Limity *prędkości przegubów* ograniczają maksymalną prędkość kątową poszczególnych przegubów i służą do dalszego ograniczenia prędkości ramienia robota. Limity *pozycji przegubów* określają dopuszczalny zakres pozycji dla poszczególnych przegubów (w ich przestrzeni). Więcej szczegółowych informacji jest dostępnych w p. 10.11.
- Karta podrzędna *Granice* określa płaszczyzny bezpieczeństwa (w przestrzeni kartezjańskiej) i granice orientacji narzędzia dla punktu TCP robota. Płaszczyzny bezpieczeństwa można skonfigurować jako nieprzekraczalne limity pozycji dla punktu centralnego narzędzia robota (TCP) lub jako miejsce wyzwolenia limitów bezpieczeństwa trybu *ograniczonego* (zob. 10.6). Granica orientacji narzędzia nakłada nieprzekraczalny limit na orientację punktu TCP. Więcej szczegółowych informacji jest dostępnych w p. 10.12.
- Karta podrzędna *We/wy bezpieczeństwa* określa funkcje bezpieczeństwa dla wszystkich konfigurowalnych wejść i wyjść (zob. 13.2). Możliwe jest na przykład skonfigurowanie *zatrzymania awaryjnego* jako wejście. Więcej szczegółowych informacji jest dostępnych w p. 10.13.

## 10.2 Zmiana konfiguracji bezpieczeństwa



Ustawienia konfiguracji bezpieczeństwa wolno zmieniać wyłącznie zgodnie z oceną ryzyka, przeprowadzoną przez integratora.

Zalecana procedura zmiany konfiguracji bezpieczeństwa jest następująca:

1. Należy się upewnić, że wszystkie zmiany są zgodne z oceną ryzyka przeprowadzoną przez integratora.
2. Dostosuj ustawienia bezpieczeństwa do właściwego poziomu, określonego w ocenie ryzyka przeprowadzonej przez integratora.
3. Zweryfikuj zastosowanie ustawień bezpieczeństwa.
4. Umieść poniższy napis w instrukcjach dla operatorów: „Przed pracą w pobliżu robota upewnij się, że konfiguracja bezpieczeństwa odpowiada oczekiwanej. Można to sprawdzić np. przez porównanie sumy kontrolnej w prawym górnym rogu PolyScope (zob. 10.5 Podręcznik PolyScope).”

## 10.3 Błędy i synchronizacja bezpieczeństwa

Stan zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa w porównaniu z załadowaną w interfejsie GUI instalacji robota jest zobrazowany przez ikonę tarczy przy napisie *Bezpieczeństwo* z lewej strony ekranu. Te ikony pozwalają szybko poznać bieżący stan. Zdefiniowane są następująco:

-  *Konfiguracja zsynchronizowana*: Pokazuje, że instalacja GUI jest identyczna z aktualnie zastosowaną konfiguracją bezpieczeństwa. Nie wprowadzono żadnych zmian.
-  *Konfiguracja zmieniona*: Pokazuje, że instalacja GUI jest inna niż aktualnie zastosowana konfiguracja bezpieczeństwa.

Podczas edytowania konfiguracji bezpieczeństwa ikona tarczy będzie informować, czy bieżące ustawienia są zastosowane.

Jeśli dowolne z pól tekstowych na karcie *Bezpieczeństwo* będzie zawierać nieprawidłowe dane, konfiguracja bezpieczeństwa będzie w stanie błędu. Jest to wskazywane na kilka sposobów:

1. Obok napisu *Bezpieczeństwo* z lewej strony ekranu wyświetlana jest czerwona ikona błędu.
2. Karty podrzędne zawierające błędy są oznaczone u góry czerwoną ikoną.
3. Pola tekstowe zawierające błędy są oznaczone czerwonym tłem.

W przypadku próby odejścia od karty *Instalacja* przy istniejących błędach, pojawia się okno dialogowe z poniższymi opcjami:

1. Rozwiązanie problemów w celu usunięcia wszystkich błędów. Opcja będzie widoczna, kiedy czerwona ikona błędu nie będzie już wyświetlana obok napisu *Bezpieczeństwo* z lewej strony ekranu.
2. Przywrócenie wcześniej zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa. Spowoduje to odrzucenie wszystkich zmian i pozwoli na kontynuowanie nawigacji.

W przypadku próby odejścia od karty Instalacja bez występujących błędów, pojawia się inne okno dialogowe z poniższymi opcjami:

1. Zastosowanie zmian i ponowne uruchomienie systemu. Spowoduje to zastosowanie zmian konfiguracji bezpieczeństwa w systemie i ponowne uruchomienie. Uwaga: To nie oznacza, że zmiany zostały zapisane. Zamknięcie robota na tym etapie spowoduje utratę wszystkich zmian w instalacji robota, włącznie z konfiguracją bezpieczeństwa.
2. Przywrócenie wcześniej zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa. Spowoduje to odrzucenie wszystkich zmian i pozwoli na kontynuowanie nawigacji.

## 10.4 Tolerancje

*Ramię robota* posiada wbudowane zakresy tolerancji, które zapobiegają narażeniu na niebezpieczeństwo. Tolerancja bezpieczeństwa jest różnicą pomiędzy bezpiecznym limitem a maksymalną wartością operacyjną. Na przykład, ogólna tolerancja prędkości wynosi  $-150\text{mm/s}$ . Oznacza to, że jeżeli użytkownik ustawi ograniczenie prędkości na poziomie  $250\text{mm/s}$ , to maksymalna prędkość operacyjna wyniesie  $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ . Zakresy tolerancji bezpieczeństwa zapobiegają zagrożeniom bezpieczeństwa przy zezwoleniu na odchylenia w pracy programu. Na przykład, przy dużych obciążeniach mogą pojawić się sytuacje, gdzie *Ramię robota* musi przez krótki czas pracować powyżej standardowej maksymalnej prędkości operacyjnej, aby pokonać zaprogramowaną trajektorię. Przykład takiej sytuacji przedstawia rysunek 10.1.



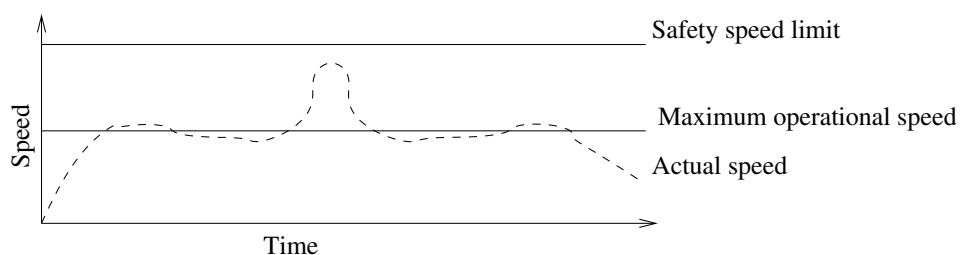
### OSTRZEŻENIE:

Zawsze wymagana jest ocena ryzyka z zastosowaniem wartości limitów bez tolerancji.



### OSTRZEŻENIE:

Tolerancje są zależne od wersji oprogramowania. Zaktualizowanie oprogramowania może zmienić tolerancje. Różnice między wersjami można znaleźć w informacjach o aktualizacji.



Rysunek 10.1: Przykład zakresu tolerancji bezpieczeństwa.

## 10.5 Suma kontrolna bezpieczeństwa

Tekst w prawym górnym rogu ekranu zawiera skrócone przedstawienie konfiguracji bezpieczeństwa aktualnie używanej przez robota. Zmiana tekstu oznacza, że zmieniła się bie-

żąca konfiguracja bezpieczeństwa. Kliknięcie sumy kontrolnej pozwala na wyświetlenie szczegółowych informacji o aktualnie obowiązującej konfiguracji bezpieczeństwa.

## 10.6 Tryby bezpieczeństwa

W normalnych warunkach (tzn. poza zatrzymaniem ochronnym) system bezpieczeństwa działa w jednym z poniższych *trybów bezpieczeństwa*, każdy z przypisanym zestawem limitów bezpieczeństwa:

*Tryb normalny*: Tryb bezpieczeństwa aktywny domyślnie.

*Tryb ograniczony*: Aktywny, kiedy punkt TCP robota znajduje się za płaszczyzną *wyzwalania trybu ograniczonego* (zob. 10.12) lub po wyzwoleniu przez konfigurowalny sygnał wejściowy (zob. 10.13).

*Tryb przywracania*: Kiedy ramię robota narusza jeden z pozostałych trybów (czyli *Normalny* lub *Ograniczony*) i nastąpiło zatrzymanie kategorii 0,<sup>1</sup> ramię robota wznowi działanie w trybie **Przywracanie**. Ten tryb umożliwi robotowi powrót z niewielką szybkością do dozwolonej strefy za pomocą karty **Ruch** lub **ruchu swobodnego**. Uruchomienie programów robota w tym trybie jest niemożliwe.



### OSTRZEŻENIE:

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

Karty podrzędne ekranu konfiguracji bezpieczeństwa pozwalają 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 z trybu *normalnego*.

W przypadku naruszenia limitu bezpieczeństwa z aktywnego zestawu limitów, 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 ustalonym zestawem limitów, którego użytkownik nie może dostosowywać. Szczegółowe informacje o limitach w trybie *przywracania* zawiera Podręcznik instalacji sprzętu.

## 10.7 Tryb ruchu swobodnego

Jeśli w trybie *Ruch swobodny* (zob. 13.1.5) ramię robota zbliży się do pewnych limitów, użytkownik odczuje w ruchu przeciwdziałającą siłę. Ta siła jest generowana dla limitów pozycji, orientacji i prędkości punktu TCP robota oraz pozycji i prędkości przegubów.

Zastosowanie tej przeciwdziałającej siły ma na celu poinformowanie użytkownika, że bieżąca pozycja lub prędkość są zbliżone do limitu i zapobieganie naruszeniu tego limitu przez robota. Jeśli jednak użytkownik przyłoży wystarczającą siłę do ramienia robota, taki limit może zostać przekroczony. Wielkość siły zwiększa się w miarę zbliżania się ramienia robota do limitu.

<sup>1</sup>Wg ISO 60204-1, więcej informacji zawiera słowniczek.

### 10.7.1 Jazda wstecz

W trybie *ruchu swobodnego* przegubami robota można poruszać z użyciem relatywnie niewielkiej siły, ponieważ hamulce są zwolnione. 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*.

Aby włączyć funkcję *wycofania*:

1. Naciśnij włącznik, aby włączyć zasilanie przegubów. Stan robota to „Bezczynny”. **Nie** zwalnij hamulców (tzn. nie naciskaj przycisku START).
2. Naciśnij i przytrzymaj przycisk *Ruch swobodny*. Stan robota zmienia się na „Wycofanie”.
3. Gdy przycisk *Ruch swobodny* jest aktywny/naciśnięty, hamulce zostaną zwolnione tylko w przegubach, na które będzie działała duża siła. Podczas korzystania z funkcji *wycofania* robota porusza się z trudnością.

## 10.8 Blokada hasłem

Wszystkie ustawienia na tym ekranie są zablokowane aż do wprowadzenia prawidłowego hasła bezpieczeństwa (zob. 15.3) w białym polu tekstowym na dole ekranu i naciśnięcia przycisku *Odblokuj*. Ekran można ponownie zablokować, naciskając przycisk *Blokuj*. Karta *Bezpieczeństwo* jest blokowana automatycznie po opuszczeniu ekranu konfiguracji bezpieczeństwa. Kiedy ustawienia są zablokowane, widoczna jest ikona kłódki obok napisu *Bezpieczeństwo* z lewej strony ekranu. Kiedy ustawienia są odblokowane, widoczna jest ikona otwartej kłódki.



#### **UWAGA:**

Kiedy ekran konfiguracji bezpieczeństwa jest odblokowany, zasilanie ramienia robota jest odcięte.

## 10.9 Zastosowanie

Po odblokowaniu konfiguracji bezpieczeństwa ramię robota pozostaje niezasilane przez cały czas wprowadzania zmian. Zasilania ramienia robota nie można włączyć do chwili zastosowania zmian lub przywrócenia ustawień, a ręczne włączenie zasilania wykonuje się z poziomu ekranu inicjalizacji.

Przed wyjściem z karty instalacji wszelkie zmiany w konfiguracji bezpieczeństwa muszą zostać zastosowane lub przywrócone. Te zmiany *nie obowiązują* do chwili naciśnięcia przycisku *Zastosuj* i potwierdzenia. Potwierdzenie wymaga wzrokowej kontroli zmian wprowadzonych do ramienia robota. Ze względów bezpieczeństwa przedstawiane informacje są podawane w jednostkach układu SI. Poniżej przedstawiono przykładowe okno dialogowe z potwierdzeniem.

**Potwierdzenie zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa**

Limity ogólne | Limity przegubów | Granice | We/wy bezpieczeństwa | Różne

Limit	Tryb normalny	Tryb ograniczony
Siła	150,00	120,00 N
Moc	300,00	200,00 W
Prędkość	1,50	0,75 m/s
Pęd	25,00	10,00 kg m/s

Ponadto po potwierdzeniu zmiany są zapisywane automatycznie jako część bieżącej instalacji robota. Więcej informacji o zapisywaniu instalacji robota zawiera 13.5.

## 10.10 Limity ogólne

Ogólne limity bezpieczeństwa służą do ograniczania liniowej prędkości punktu TCP robota, a także siły jaką może wywierać na środowisko. Składają się z poniższych wartości:

**Siła:** Limit maksymalnej siły, jaką punkt TCP robota może wywierać na środowisko.

**Moc:** Limit maksymalnej pracy mechanicznej wykonywanej przez robota w środowisku z uwzględnieniem faktu, że obciążenie jest częścią robota, a nie środowiska.

**Prędkość:** Limit maksymalnej liniowej prędkości punktu TCP robota.

**Pęd:** Limit maksymalnego pędu ramienia robota.

Istnieją dwa sposoby konfiguracji ogólnych limitów bezpieczeństwa w instalacji: *Ustawienia podstawowe* oraz *Ustawienia zaawansowane*, które są dalej opisane z większą dokładnością.

Zdefiniowanie ogólnych limitów bezpieczeństwa nakłada ograniczenie wyłącznie na narzędzie, a nie limity dla całego ramienia robota. To oznacza, że określenie limitu prędkości *nie gwarantuje*, że inne części ramienia robota będą podlegać takim samym ograniczeniom.

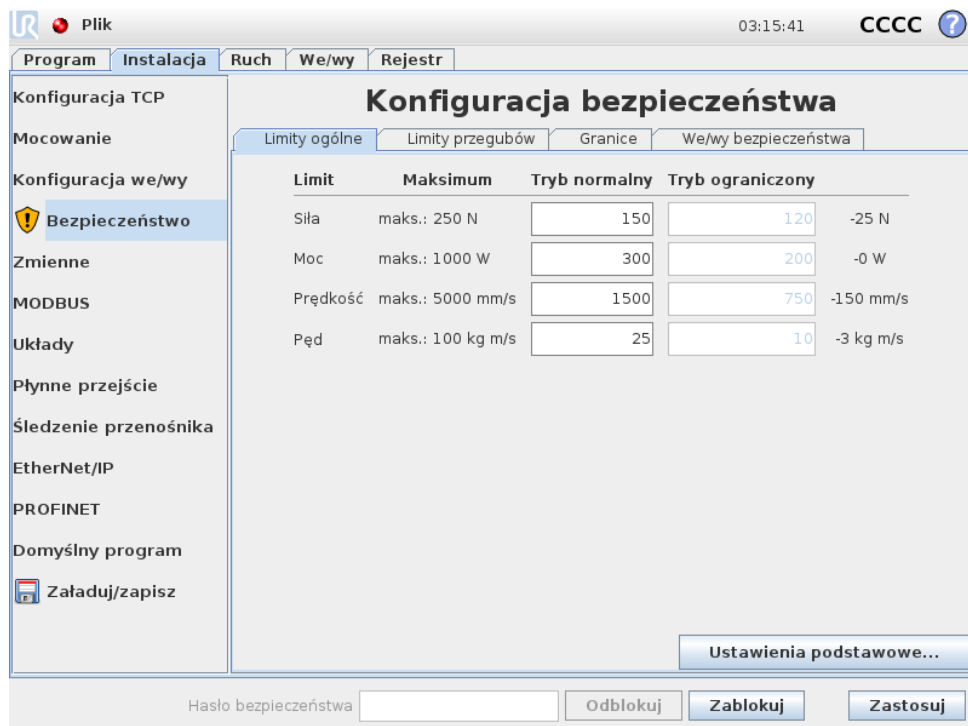
Jeśli w trybie *Ruch swobodny* (zob. 13.1.5) bieżąca prędkość punktu TCP robota zbliży się do limitu *Prędkość*, użytkownik odczuje przeciwdziałającą siłę, której wielkość wzrasta w miarę zbliżania się prędkości do limitu. Siła jest wytwarzana, kiedy prędkość bieżąca zbliży się na około 250 mm/s do limitu.

**Ustawienia podstawowe** Panel podrzędny ze wstępnymi limitami ogólnymi pokazywany jako ekran domyślny zawiera suwak z czterema zdefiniowanymi zbiorami wartości dla siły, mocy, prędkości i pędu dla trybów *Normalny* i *Ograniczony*.

Szczególne zestawy wartości są widoczne w interfejsie GUI. Wstępnie zdefiniowane zestawy wartości to jedynie sugestie i nie mogą zastąpić właściwej oceny ryzyka.

**Przełączanie do ustawień zaawansowanych** Jeśli żaden z predefiniowanych zestawów wartości nie będzie satysfakcjonujący, naciśnięcie przycisku *Ustawienia zaawansowane...* pozwala na przejście do ekranu zaawansowanych limitów ogólnych.

**Ustawienia zaawansowane**



Tutaj każdy z ogólnych limitów opisanych w p. 10.10 może zostać zmieniony niezależnie od pozostałych. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowej wartości. Najwyższa dopuszczalna wartość dla każdego z limitów jest podana w kolumnie o nazwie *Maksimum*. Limit siły można ustawić do wartości z zakresu od 100 N do 250 N, a limit mocy można ustawić do wartości z zakresu od 80 W do 1000 W.

Uwaga: Pola dla limitów w trybie *Ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie istnieje wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji zawiera 10.12 i 10.13). Ponadto limity *Prędkość* i *Pęd* w trybie *Ograniczonym* nie mogą być wyższe niż ich odpowiedniki z trybu *Normalnego*.

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Podczas wykonywania programu prędkość ramienia robota jest automatycznie regulowana, aby nie przekroczyć żadnej z wprowadzonych wartości pomniejszonej o tolerancję (zob. 10.4). Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłączenie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System

bezpieczeństwa wykonuje zatrzymanie kategorii 0, kiedy ramię robota przekroczy limit (bez tolerancji).

**OSTRZEŻENIE:**

Limit prędkości dotyczy wyłącznie punktu TCP robota, więc inne części ramienia robota mogą przemieszczać się szybciej niż wynika ze zdefiniowanej wartości.

**Przełączanie do ustawień podstawowych** Naciśnięcie przycisku Ustawienia podstawowe... spowoduje przejście z powrotem do ekranu podstawowych limitów ogólnych. We wszystkich limitach ogólnych zostają przywrócone ich ustawienia *domyślne*. Jeśli ta czynność może doprowadzić do utraty niestandardowych wartości, zostanie wyświetlone wyskakujące okienko z prośbą o potwierdzenie czynności.

## 10.11 Limity przegubów

Przeguby	Zakres	Tryb normalny		Tryb ograniczony		
		Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	
Podstawa	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Bark	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Łokieć	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Nadgarstek 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Nadgarstek 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Nadgarstek 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Limity przegubów ograniczają ruch poszczególnych przegubów w ich własnej przestrzeni. Oznacza to, że nie odnoszą się do przestrzeni kartezjańskiej, lecz do wewnętrznej pozycji obrotu przegubów i ich obrotowej prędkości. Przyciski wyłącznego wyboru w górnej części panelu umożliwiają niezależne ustawienie prędkości maksymalnej oraz zakresu pozycji dla tych przegubów.

Jeśli w trybie *Ruch swobodny* (zob. 13.1.5) bieżąca pozycja lub szybkość przegubu zbliży się do limitu, użytkownik odczuje przeciwdziałającą siłę, której wielkość wzrasta w miarę zbliżania się przegubu do limitu. Siła jest wytwarzana, kiedy szybkość przegubu zbliży się na około 20°/s do limitu szybkości lub pozycja zbliży się na około 8° do limitu 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.

**Prędkość maksymalna** Ta opcja określa maksymalną prędkość kątową dla każdego przegubu. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowej wartości. Najwyższa dopuszczalna wartość jest podana w kolumnie o nazwie *Maximum*. Żadnej z wartości nie można ustawić poniżej wartości tolerancji.

Można zauważyć, że pola dla limitów w trybie *Ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie istnieje wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji zawiera 10.12 i 10.13). Ponadto limity w trybie *Ograniczonym* nie mogą być wyższe niż ich odpowiedniki z trybu *Normalnego*.

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Podczas wykonywania programu prędkość ramienia robota jest automatycznie regulowana, aby nie przekroczyć żadnej z wprowadzonych wartości pomniejszonej o tolerancję (zob. 10.4). Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. Jeśli jednak prędkość kątowna jednego z przegubów przekroczy wprowadzoną wartość (bez tolerancji), system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

**Zakres pozycji** Na tym ekranie określony jest zakres pozycji dla każdego z przegubów. Odbywa się to przez dotknięcie odpowiedniego pola tekstowego i wprowadzenie nowych wartości granicznych dolnej i górnej pozycji przegubu. Wprowadzony zakres musi mieścić się w wartościach podanych w kolumnie o nazwie *Zakres*, a dolna granica nie może przewyższać górnej.

Uwaga: Pola dla limitów w trybie *Ograniczonym* są nieaktywne, jeśli nie istnieje wyznaczona płaszczyzna bezpieczeństwa ani konfigurowalny sygnał wejściowy, które mogłyby taki tryb uruchomić (więcej szczegółowych informacji zawiera 10.12 i 10.13).

Tolerancje i jednostki każdego z limitów są wymienione na końcu odpowiadającego mu wiersza. Pierwsza wartość tolerancji dotyczy wartości minimalnej, a druga wartości maksymalnej. Wykonywanie programu jest przerywane, kiedy pozycja przegubu zmierza do wyjścia z zakresu określonego przez dodanie pierwszej tolerancji do wprowadzonej minimalnej wartości oraz odjęcia drugiej tolerancji od wprowadzonej maksymalnej wartości, a przegub kontynuuje ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. Jeśli jednak pozycja przegubu przekroczy wprowadzony zakres, system bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0.

---

## 10.12 Granice

Na tej karcie możliwe jest skonfigurowanie granicznych limitów, na które składają się płaszczyzny bezpieczeństwa oraz limit maksymalnego dopuszczalnego odchylenia orientacji narzędzia robota. Możliwe jest także zdefiniowanie płaszczyzn, które powodują wyzwolenie przejścia do trybu *ograniczonego*.

Płaszczyzny bezpieczeństwa pozwalają na ograniczenie dopuszczalnej przestrzeni roboczej robota i wymuszenie pozostawania punktu TCP po właściwej stronie płaszczyzny oraz jej nieprzekraczania. Można skonfigurować do ośmiu płaszczyzn bezpieczeństwa. Ograniczenie orientacji narzędzia może być przydatne do zapewnienia, że ta orientacja nie będzie odbiegać od pożądanej o większą wartość, niż określono.

**OSTRZEŻENIE:**

Zdefiniowanie płaszczyzn bezpieczeństwa ogranicza wyłącznie punkt TCP, nie stanowi limitu dla całego ramienia robota. To oznacza, że określenie płaszczyzny bezpieczeństwa *nie gwarantuje*, że inne części ramienia robota będą podlegać takim ograniczeniom.

Konfiguracja każdego z limitów granicznych opiera się na jednej z funkcji zdefiniowanych w bieżącej instalacji robota (zob. 13.12).

**UWAGA:**

Przed edytowaniem konfiguracji bezpieczeństwa mocno zalecane jest utworzenie wszystkich funkcji niezbędnych dla konfiguracji wszystkich pożądanych limitów granicznych i przypisanie im właściwych nazw. Należy pamiętać, że zasilanie ramienia robota jest wyłączane po odblokowaniu karty *Bezpieczeństwo*, więc niedostępna będzie funkcja *Narzędzie* (zawierająca aktualną pozycję i orientację punktu TCP robota) oraz tryb *ruchu swobodnego* (zob. 13.1.5).

Jeśli jest włączony tryb *Ruch swobodny* (zob. 13.1.5) i bieżąca pozycja punktu TCP robota jest zbliżona do płaszczyzny bezpieczeństwa lub odchylenie orientacji narzędzia robota od pożądanej orientacji jest bliskie określonymu maksymalnemu odchyleniu, użytkownik poczuje odpychającą siłę, która wzrasta w miarę zbliżania się punktu TCP do limitu. Siła jest wytwarzana, kiedy punkt TCP znajdzie się około 5 cm od płaszczyzny bezpieczeństwa lub odchylenie orientacji narzędzia wynosi około 3° od wyznaczonego odchylenia maksymalnego.







Kiedy płaszczyzna jest zdefiniowana jako *wyzwalająca tryb ograniczony*, a punkt TCP za nią przejdzie, system bezpieczeństwa przechodzi do trybu *ograniczonego*, w którym zastosowanie mają *ograniczone* ustawienia bezpieczeństwa. Płaszczyzny wyzwalające podlegają takim samym zasadom, co zwykle płaszczyzny bezpieczeństwa za wyjątkiem tego, że ramię robota może przez nie przejść.

### 10.12.1 Wybór granicy do skonfigurowania


Panel *Granice bezpieczeństwa* po lewej stronie karty służy do wybrania limitu granicznego do skonfigurowania.

Aby wyznaczyć płaszczyznę bezpieczeństwa, należy kliknąć jedną z ośmiu pozycji podanych w panelu. Jeśli wybrana płaszczyzna bezpieczeństwa została już skonfigurowana, odpowiadające przedstawienie 3D płaszczyzny jest wyróżnione w *Widoku 3D* (zob. 10.12.2) z prawej strony panelu. Płaszczyznę bezpieczeństwa można zdefiniować w sekcji *Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa* (zob. 10.12.3) w dolnej części karty.

Aby skonfigurować graniczny limit orientacji narzędzia robota, należy kliknąć pozycję *Granica narzędzia*. Konfigurację limitu można zdefiniować w sekcji *Właściwości granicy narzędzia* (zob. 10.12.4) w dolnej części karty.

Aby włączyć lub wyłączyć wizualizację 3D limitu granicznego, należy kliknąć przycisk  / . Jeśli limit graniczny jest aktywny, *tryb bezpieczeństwa* (zob. 10.12.3 i 10.12.4) jest oznaczany jedną z ikon:  /  /  / .

## 10.12.2 Wizualizacja 3D

Widok 3D przedstawia skonfigurowane płaszczyzny bezpieczeństwa i limit graniczny orientacji dla narzędzia robota razem z bieżącą pozycją ramienia robota. Wszystkie pozycje skonfigurowanych granic, dla których włączono przełącznik widoczności (tzn. widoczne, ikona ) w sekcji *Granice bezpieczeństwa* są wyświetlane razem z aktualnie wybranym limitem granicznym.

Płaszczyzny bezpieczeństwa (aktywne) 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 wyzwalające są wyświetlane na niebiesko i na zielono. Mała strzałka określa stronę płaszczyzny, która *nie powoduje* przejścia do trybu *ograniczonego*. Kiedy płaszczyzna bezpieczeństwa jest wybrana w panelu z lewej strony karty, wyróżnione jest odpowiadające jej przedstawienie 3D.

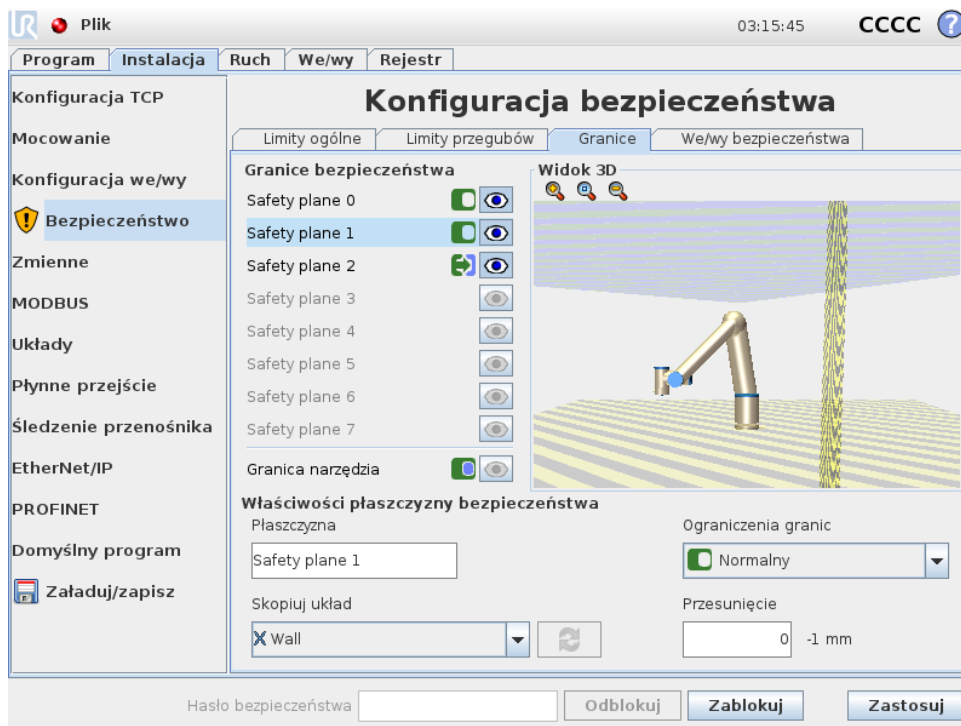
Limit graniczny orientacji narzędzia jest wizualizowany przez sferyczny stożek oraz wektor określający bieżącą orientację narzędzia robota. Wnętrze stożka odpowiada polu dopuszczalnemu dla orientacji narzędzia (wektora).

Kiedy płaszczyzna lub limit graniczny orientacji narzędzia są skonfigurowane, lecz nieaktywne, są wizualizowane w kolorze szarym.

Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku.

## 10.12.3 Konfiguracja płaszczyzny bezpieczeństwa




Sekcja *Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa* w dolnej części karty definiuje konfigurację wybranej płaszczyzny bezpieczeństwa na panelu *Granice bezpieczeństwa* w lewej górnej części karty.







**Nazwa** W polu tekstowym Nazwa użytkownik może przypisać nazwę do wybranej płaszczyzny bezpieczeństwa. Nazwę można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową.

**Funkcja kopiowania** Pozycja i kierunek normalny płaszczyzny bezpieczeństwa są zdefiniowane za pomocą funkcji (zob. 13.12) z bieżącej instalacji robota. Rozwijane pole w lewej dolnej części sekcji Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa pozwala na wybranie funkcji. Dostępne są tylko funkcje typu wskazującego i płaszczyznowe. Wybranie pozycji <Niezdefiniowane> powoduje wyczyszczenie konfiguracji płaszczyzny.

Oś Z wybranej funkcji będzie wskazywać zabronioną przestrzeń, natomiast kierunek normalny do płaszczyzny będzie wskazywać w przeciwną stronę. Wyjątek zachodzi po wybraniu funkcji Baza, wtedy kierunek normalny będzie wskazywać ten sam kierunek. Jeśli płaszczyzna jest skonfigurowana jako *wyzwalająca tryb ograniczony* (zob. 10.12.3), kierunek normalny wskazuje stronę płaszczyzny, która *nie powoduje przejścia do trybu ograniczonego*.

Należy pamiętać, że podczas konfiguracji płaszczyzny bezpieczeństwa przez wybranie funkcji informacje o pozycji są tylko *kopiuwane* do tej płaszczyzny, a sama płaszczyzna *nie jest* powiązana z tą funkcją. To oznacza, że zmiana pozycji lub orientacji funkcji użytej do skonfigurowania płaszczyzny bezpieczeństwa nie spowoduje automatycznej aktualizacji płaszczyzny. Jeśli funkcja zostanie zmieniona, jest to oznaczane ikoną  znajdującą się nad selektorem funkcji. Kliknięcie przycisku  przy selektorze powoduje zaktualizowanie parametrów płaszczyzny bezpieczeństwa według bieżącej pozycji i orientacji funkcji. Ikona  jest wyświetlana także wtedy, kiedy wybrana funkcja została usunięta z instalacji.

**Tryb bezpieczeństwa** Rozwijane menu z prawej strony panelu Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa pozwala na określenie *trybu bezpieczeństwa* dla płaszczyzny bezpieczeństwa. Dostępne są poniższe tryby:

Wyłączony	Płaszczyzna bezpieczeństwa <i>nigdy nie jest aktywna</i> .
 Normalny	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie <i>normalnym</i> , <i>aktywna</i> jest płaszczyzna trybu normalnego i ma funkcję <i>bezwzględnego limitu</i> dla położenia punktu TCP robota.
 Ograniczony	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie <i>ograniczonym</i> , <i>aktywna</i> jest płaszczyzna trybu ograniczonego i ma funkcję <i>bezwzględnego limitu</i> dla położenia punktu TCP robota.
 Normalny & ograniczony	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie albo <i>normalnym</i> , albo <i>ograniczonym</i> , <i>aktywna</i> jest płaszczyzna trybu normalnego & ograniczonego i ma funkcję <i>bezwzględnego limitu</i> dla położenia punktu TCP robota.
 Tryb ograniczony wyzwalany	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie albo <i>normalnym</i> , albo <i>ograniczonym</i> , <i>aktywna</i> jest płaszczyzna trybu <i>ograniczonego wyzwalanego</i> i powoduje przejście systemu bezpieczeństwa do trybu <i>ograniczonego</i> zawsze, kiedy punkt TCP znajduje się za nią.

Wybrany *tryb bezpieczeństwa* jest wskazywany przez ikonę przy odpowiadającej pozycji na panelu Granice bezpieczeństwa. Jeśli ustawienie *trybu bezpieczeństwa* to *Wyłączony*, nie jest wyświetlana żadna ikona.

**Przesunięcie** Po wybraniu funkcji w rozwijanym polu w lewej dolnej części panelu Właściwości płaszczyzny bezpieczeństwa, płaszczyznę można liniowo przesunąć przez dotknięcie pola tekstowego *Przesunięcie* w prawej dolnej części tego panelu i wprowadzenie wartości. Wprowadzenie wartości dodatniej zwiększa dozwoloną przestrzeń roboczą robota przez odsunięcie płaszczyzny w kierunku przeciwnym do wektora normalnego, natomiast wprowadzenie wartości ujemnej zmniejsza dozwoloną przestrzeń przez odsunięcie płaszczyzny w kierunku zgodnym z wektorem normalnym.

Tolerancja i jednostka przesunięcia płaszczyzny granicznej są widoczne z prawej strony pola tekstowego.

**Działanie płaszczyzn *limitu bezwzględnego*** Wykonywanie programu jest przerywane, kiedy punkt TCP zmierza do przekroczenia aktywnej płaszczyzny o bezwzględnym limicie zmniejszonej o wartość tolerancji (zob. 10.4) i jeśli kontynuuje ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłączenie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0, jeśli punkt TCP przekroczy określoną, graniczną płaszczyznę bezpieczeństwa (bez tolerancji).

**Działanie płaszczyzn *wyzwalania trybu ograniczonego*** Jeśli nie jest włączone zatrzymanie ochronne, a system bezpieczeństwa nie jest w specjalnym trybie *przywracania* (zob. 10.6), system

pracuje w trybie *normalnym* albo *ograniczonym* i ruchy ramienia robota są ograniczone przez właściwy zbiór limitów.

Domyślnie system bezpieczeństwa jest w trybie *normalnym*. Przejście do trybu *ograniczonego* następuje po każdym wystąpieniu poniższej sytuacji:

- a) Punkt TCP robota znajduje się za jedną z płaszczyzn *wyzwolenia trybu ograniczonego*, czyli znajduje się po stronie płaszczyzny *przeciwej* do kierunku małej strzałki na wizualizacji płaszczyzny.
- b) Skonfigurowana jest wejściowa funkcja bezpieczeństwa trybu *ograniczonego* i sygnały wejściowe są w stanie niskim (szczegółowe informacje zawiera p. 10.13).

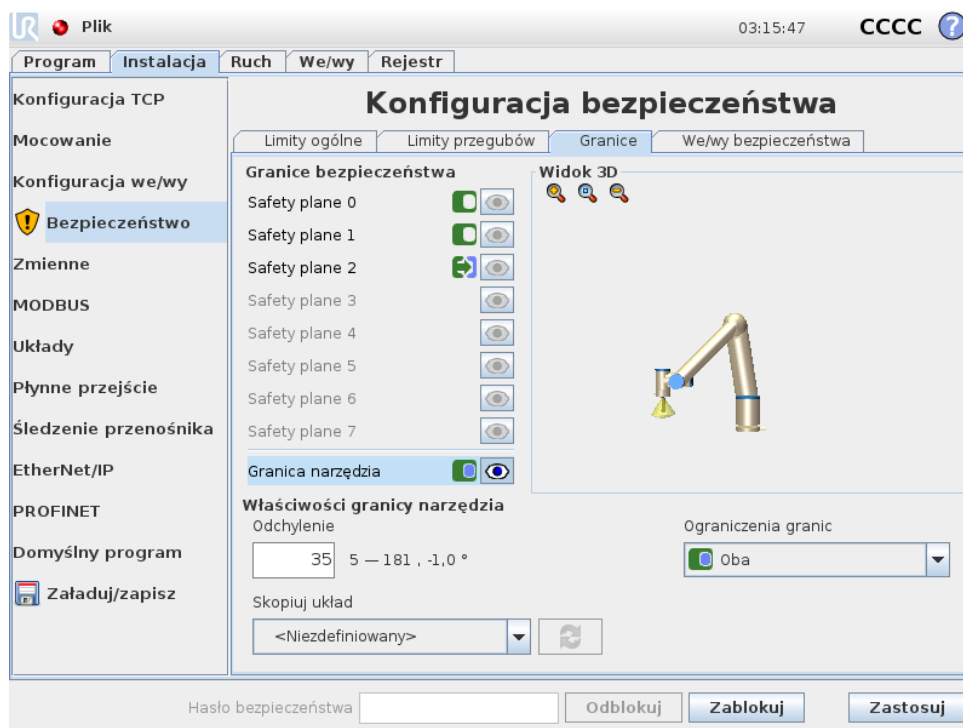
Jeśli nie obowiązuje już żaden z powyższych warunków, system bezpieczeństwa przechodzi z powrotem do trybu *normalnego*.

Jeśli przejście z trybu *normalnego* do *ograniczonego* zostało spowodowane przekroczeniem płaszczyzny *wyzwolenia trybu ograniczonego*, następuje przejście od zbioru limitów trybu *normalnego* do zbioru limitów trybu *ograniczonego*. Natychmiast jak punkt TCP robota znajdzie się 20 mm lub bliżej płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego* (lecz ciągle będzie znajdować się po stronie trybu *normalnego*), dla każdej z wartości limitów obowiązuje łagodniejszy limit trybu *normalnego* lub *ograniczonego*. Kiedy punkt TCP robota przejdzie przez płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, zbiór limitów trybu *normalnego* nie jest już aktywny i obowiązuje zbiór limitów trybu *ograniczonego*.

Jeśli przejście z trybu *ograniczonego* do *normalnego* zostało spowodowane przekroczeniem płaszczyzny *wyzwolenia trybu ograniczonego*, następuje przejście od zbioru limitów trybu *ograniczonego* do zbioru limitów trybu *normalnego*. Natychmiast jak punkt TCP robota przejdzie przez płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, dla każdej z wartości limitów obowiązuje łagodniejszy limit trybu *normalnego* lub *ograniczonego*. Kiedy punkt TCP robota znajdzie się 20 mm lub dalej od płaszczyzny *wyzwalania trybu ograniczonego* (po stronie trybu *normalnego*), zbiór limitów trybu *ograniczonego* nie jest już aktywny i obowiązuje zbiór limitów trybu *normalnego*.

Jeśli przewidywana trajektoria punktu TCP robota przekracza płaszczyznę *wyzwalania trybu ograniczonego*, ramię robota rozpocznie wyhamowywanie jeszcze przed przekroczeniem płaszczyzny, o ile może dojść do przekroczenia limitu prędkości przegubu, narzędzia lub limitu pędu z nowego zbioru limitów. Istnieje wymóg większej restrykcyjności tych limitów w trybie *ograniczonym*, więc takie wczesne hamowanie może wystąpić wyłącznie przy przejściu od trybu *normalnego* do *ograniczonego*.

## 10.12.4 Konfiguracja granicy narzędzia



Panel Właściwości granic narzędzia w dolnej części karty definiuje limit dla orientacji narzędzia robota, który składa się z pożądanej orientacji narzędzia oraz wartości maksymalnego dopuszczalnego odchylenia tej orientacji.

**Odchylenie** Pole tekstowe `Odchylenie` zawiera wartość maksymalnego dopuszczalnego odchylenia orientacji narzędzia robota od orientacji pożądanej. Wartość można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową.

Przy polu tekstowym wyświetlany jest dopuszczalny zakres wartości z tolerancją i jednostką odchylenia.

**Funkcja kopiowania** Pożądana orientacja narzędzia robota jest zdefiniowana za pomocą funkcji (zob. 13.12) z bieżącej instalacji robota. Oś Z wybranej funkcji będzie zastosowana jako wektor pożądanej orientacji narzędzia dla tego limitu.

Rozwijane pole w lewej dolnej części panelu Właściwości granic narzędzia pozwala na wybranie funkcji. Dostępne są tylko funkcje typu wskazującego i płaszczyznowe. Wybranie pozycji <Niezdefiniowane> powoduje wyczyszczenie konfiguracji płaszczyzny.

Należy pamiętać, że podczas konfiguracji limitu przez wybranie funkcji informacje o orientacji są tylko *kopiuwane* do tego limitu, a sam limit *nie jest* powiązany z tą funkcją. To oznacza, że zmiana pozycji lub orientacji funkcji użytej do skonfigurowania limitu nie spowoduje jego automatycznej aktualizacji. Jeśli funkcja zostanie zmieniona, jest to oznaczane ikoną ⚠ znajdująca się nad selektorem funkcji. Kliknięcie przycisku ↻ przy selektorze powoduje zaktualizowanie limitu według bieżącej orientacji funkcji. Ikona ⚠ jest wyświetlana także wtedy, kiedy wybrana funkcja została usunięta z instalacji.

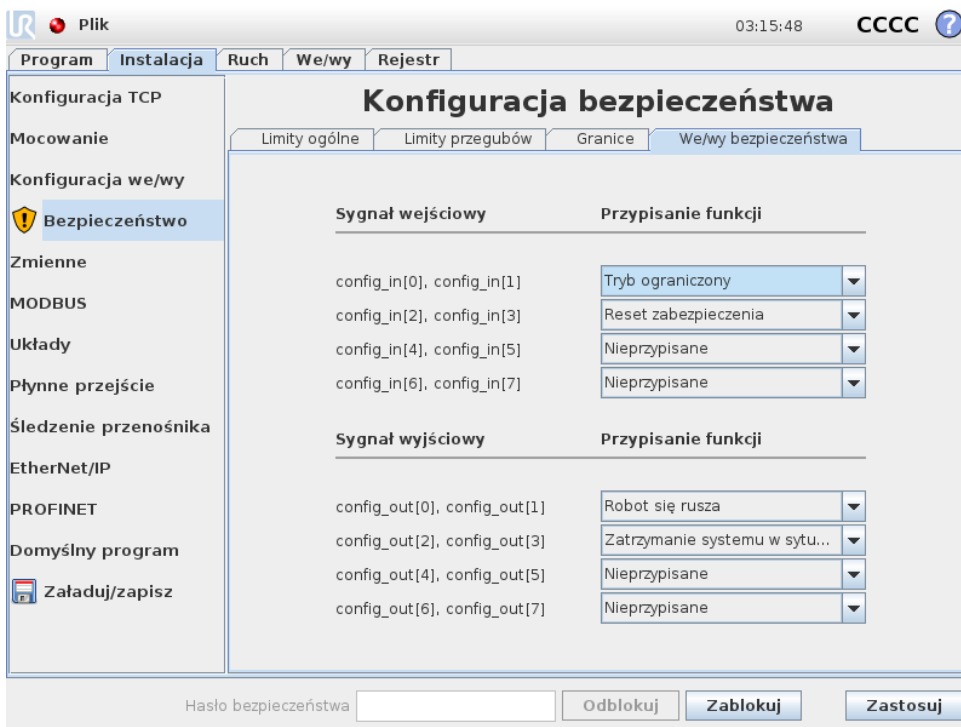
**Tryb bezpieczeństwa** Rozwijane menu z prawej strony panelu Właściwości granic narzędzia pozwala na określenie trybu bezpieczeństwa dla granic orientacji narzędzia. Dostępne są następujące opcje:

<input type="checkbox"/> Wyłączony	Limit granicy narzędzia nigdy nie jest aktywny.
<input checked="" type="checkbox"/> Normalny	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie <i>normalnym</i> , graniczny limit narzędzia jest aktywny.
<input type="checkbox"/> Ograniczony	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie <i>ograniczonym</i> , graniczny limit narzędzia jest aktywny.
<input checked="" type="checkbox"/> Normalny & ograniczony	Kiedy system bezpieczeństwa jest w trybie albo <i>normalnym</i> , albo <i>ograniczonym</i> , graniczny limit narzędzia jest aktywny.

Wybrany tryb bezpieczeństwa jest wskazywany przez ikonę przy odpowiadającej pozycji na panelu Granice bezpieczeństwa. Jeśli ustawienie trybu bezpieczeństwa to Wyłączony, nie jest wyświetlana żadna ikona.

**Działanie** Wykonywanie programu jest przerywane, kiedy odchylenie orientacji narzędzia zmierza do przekroczenia maksymalnego odchylenia zmniejszonego o wartość tolerancji (zob. 10.4) i jeśli kontynuuje ruch wzdłuż przewidywanej trajektorii. Należy zauważyć, że znak minus widoczny przy każdej wartości tolerancji ma na celu wyłącznie wskazanie, że tolerancja jest odejmowana od rzeczywistej wprowadzonej wartości. System bezpieczeństwa wykona zatrzymanie kategorii 0, jeśli odchylenie orientacji narzędzia przekroczy limit (bez tolerancji).

## 10.13 We/wy bezpieczeństwa



Ten ekran definiuje funkcje bezpieczeństwa dla konfigurowalnych wejść i wyjść (we/wy). We/wy są podzielone między wejścia i wyjścia, każde z nich dobrane w parę tak, że każda funkcja

gwarantuje kategorię<sup>2</sup> 3 i wej/wyj PLd.

Każda *funkcja bezpieczeństwa* może sterować tylko jedną parą wejść/wyjść. Próba ponownego wybrania jednej funkcji bezpieczeństwa powoduje usunięcie jej z pierwszej pary wcześniej zdefiniowanych we/wy. Są 5 *funkcje bezpieczeństwa* dla sygnałów wejściowych i 5 dla sygnałów wyjściowych.

Uwaga: Zastosowanie funkcji bezpieczeństwa dla zestawu styków spowoduje zastąpienie wszystkich akcji we/wy określonych dla styków w konfiguracji we/wy (zob. 13.8).

### 10.13.1 Sygnały wejściowe

Dla sygnałów wejściowych można wybrać następujące *funkcje bezpieczeństwa*: Zatrzymanie awaryjne systemu, Tryb ograniczony, Resetowanie zabezpieczeń, Trójpozycyjne urządzenie zezwalające i Tryb pracy.

**Zatrzymanie awaryjne systemu** Po skonfigurowaniu umożliwia zastosowanie dodatkowego przycisku Zatrzymanie awaryjne poza przyciskiem Przycisk zatrzymania awaryjnego na sterowniku uczenia. W ramach tej funkcji należy użyć urządzenia zgodnego z normą ISO 13850.

**Tryb ograniczony** Wszystkie limity bezpieczeństwa mają dwa tryby, w których mogą być stosowane: *Normalny* który określa domyślną konfigurację bezpieczeństwa oraz *Ograniczony* (więcej szczegółowych informacji zawiera p. 10.6). Po wybraniu tej wejściowej funkcji bezpieczeństwa, niski stan wejścia powoduje przejście systemu bezpieczeństwa do trybu *ograniczonego*. W razie konieczności ramię robota wyhamowuje, aby zachować zgodność ze zbiorem limitów trybu *ograniczonego*. 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. Należy pamiętać, że płaszczyzny bezpieczeństwa również powodują przejście do trybu *ograniczonego* (szczegółowe informacje zawiera p. 10.12.3).

**Resetowanie zabezpieczeń** Jeśli funkcja Zatrzymanie przez zabezpieczenie jest podłączona do we/wy bezpieczeństwa, to wejście pozwala na utrzymanie stanu zatrzymania przez zabezpieczenie do czasu wyzwolenia resetowania. Ramię robota nie wykona ruchu w stanie zatrzymania przez zabezpieczenie.





#### OSTRZEŻENIE:

Domyślnie funkcja Resetowanie zabezpieczeń jest skonfigurowana dla styków wejściowych 0 i 1. Całkowite wyłączenie funkcji oznacza, że ramię robota wychodzi ze stanu zatrzymania przez zabezpieczenie natychmiast, kiedy wejście Zatrzymanie przez zabezpieczenie przejdzie do stanu wysokiego. Ujmując inaczej, w przypadku braku funkcji Resetowanie zabezpieczeń wejścia SI0 i SI1 Zatrzymanie przez zabezpieczenie (zob. Podręcznik instalacji sprzętu) całkowicie określają, czy stan zatrzymania przez zabezpieczenie jest aktywny, czy nie.

<sup>2</sup>Wg ISO 13849-1, więcej informacji zawiera słowniczek.

**Trójpozycyjne urządzenie zezwalające i Tryb pracy** Pozwalają na zastosowanie 3-pozycyjnego urządzenia zezwalającego, pracującego jako dodatkowy środek bezpieczeństwa podczas konfigurowania i programowania robota. Przy skonfigurowanym wejściu *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające* robot działa w „trybie wykonawczym” lub „trybie programowania”. W prawym górnym rogu pojawi się ikona odpowiadająca bieżącemu trybowi:

-  *Tryb wykonawczy*: Robot może wykonywać tylko predefiniowane zadania. Karta Ruch oraz tryb Ruch swobodny są niedostępne.
-  *Tryb programowania*: Ograniczenia obowiązujące w *trybie wykonawczym* są zniesione. Kiedy jednak stan wejścia *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające* jest niski, robot jest zatrzymywany przez zabezpieczenie. Również suwak szybkości jest ustawiony według wartości początkowej, która odpowiada 250 mm/s, co można stopniowo zwiększać i uzyskać większą szybkość. Suwak szybkości jest ustawiany do niskiej wartości zawsze, kiedy stan wejścia *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające* zmienia się z niskiego na wysoki.

Są dwa sposoby konfiguracji dla doboru trybu pracy:

1. Aby wybrać tryb pracy za pomocą zewnętrznego urządzenia wyboru trybu, należy skonfigurować wejście *Tryb pracy*. Opcja jego konfiguracji będzie dostępna w rozwijanych menu po skonfigurowaniu wejścia *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające*. Robot będzie w *trybie wykonawczym*, kiedy stan wejścia *Tryb pracy* jest niski i w *trybie programowania*, kiedy jest wysoki.
2. Aby wybrać tryb pracy w oprogramowaniu PolyScope, w konfiguracji bezpieczeństwa musi być skonfigurowane i podłączone tylko wejście *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające*. W takim przypadku domyślnym trybem jest *wykonawczy*. Aby przełączyć się do *trybu programowania*, należy nacisnąć przycisk „Zaprogramuj robota” na ekranie powitalnym. Aby powrócić do *trybu wykonawczego*, wystarczy opuścić ekran „Zaprogramuj robota”.



#### UWAGA:

- Po potwierdzeniu konfiguracji we/wy bezpieczeństwa przy włączonej funkcji *Trójpozycyjne urządzenie zezwalające* automatycznie wyświetla się ekran powitalny. Automatyczne wyświetlenie ekranu powitalnego następuje także po zmianie trybu pracy z *programowania* na *wykonawczy*.
- Jeśli stosowany jest fizyczny przełącznik trybu, musi on być zgodny z ISO 10218-1; akapit 5.7.1 dot. wyboru.
- Włącznik 3-pozycyjny oraz jego działanie, cechy oraz praca musi w całości być zgodny z ISO 10218-1: akapit 5.8.3 dot. Uruchamiania urządzenia.

### 10.13.2 Sygnały wyjściowe

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

**Zatrzymanie awaryjne systemu** Niski stan sygnału pojawia się tylko, kiedy system bezpieczeństwa został przełączony do stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście Zatrzymanie awaryjne robota lub Przycisk zatrzymania awaryjnego. Aby uniknąć zablokowania, po wyzwoleniu stanu zatrzymania awaryjnego przez wejście Zatrzymanie awaryjne systemu niski sygnał nie będzie wysyłany.

**UWAGA:**

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 Zatrzymanie awaryjne robota podłączonym do zewnętrznego urządzenia zatrzymania awaryjnego. W takich przypadkach wyjście awaryjnego zatrzymania systemu będzie miało 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.

**Ruch robota** Niski stan sygnału pojawia się zawsze, kiedy ramię robota jest w stanie ruchu. Kiedy ramię robota jest w stałym położeniu, stan sygnału jest wysoki.

**Robot się nie zatrzymuje** Sygnał jest w stanie wysokim, kiedy robot jest zatrzymany lub w trakcie zatrzymywania spowodowanego przez zatrzymanie awaryjne lub przez zabezpieczenie. W innych przypadkach sygnał jest w niskim stanie logicznym.

**Tryb ograniczony** Wysyła niski stan sygnału, 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.

# 11 Rozpoczęcie programowania

## 11.1 Wprowadzenie

Ramię robota Universal Robots składa się z przegubów i rur. Przeguby oraz ich przyjęte nazwy są pokazane na rysunku 11.1. **Podstawa** to miejsce zamocowania robota, a narzędzie robota jest przyłączane na drugim końcu (**Nadgarstek 3**). Poprzez koordynowanie ruchu każdego z przegubów robot może swobodnie przesuwać swoje narzędzie za wyjątkiem obszaru bezpośrednio nad i pod podstawą.

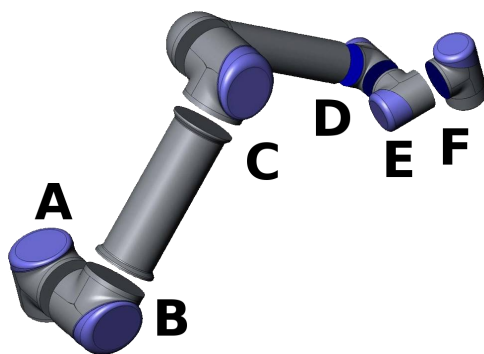
PolyScope to graficzny interfejs użytkownika (GUI), który pozwala użytkownikowi na obsługę ramienia robota i skrzynki sterowniczej, wykonywanie programów robota i łatwe tworzenie nowych.

Poniższa sekcja zawiera wprowadzenie do pracy z robotem. Dalej znajdują się bardziej szczegółowe opisy ekranów i funkcji PolyScope.



### NIEBEZPIECZEŃSTWO:

1. Dokument Podręcznik instalacji sprzętu zawiera ważne informacje dotyczące bezpieczeństwa, które integrator robotów UR musi ze zrozumieniem przeczytać przed włączeniem robota po raz pierwszy.
2. Integrator musi ustawić parametry konfiguracji bezpieczeństwa określone w procesie oceny ryzyka, zanim po raz pierwszy włączy ramię robota, zob. rozdział 10.



Rysunek 11.1: Przeguby robota. A: Podstawa, B: Bark, C: Łokieć i D, E, F: Nadgarstek 1, 2, 3

## 11.2 Pierwsze kroki

Zanim możliwe będzie używanie PolyScope, konieczne jest zainstalowanie ramienia robota i skrzynki sterowniczej oraz włączenie skrzynki.

### 11.2.1 Instalacja ramienia robota i skrzynki sterowniczej

Aby zainstalować ramię robota i skrzynkę sterowniczą, należy wykonać procedurę:

1. Rozpakuj ramię robota oraz skrzynkę sterowniczą.
2. Robota należy zamontować na podłożu stabilnym i wystarczająco wytrzymałym, aby utrzymać co najmniej dziesięciokrotność pełnego momentu obrotowego przegubu podstawowego i pięciokrotność masy ramienia robota. Podłoże musi być wolne od wibracji.
3. Umieść skrzynkę sterowniczą na jej podstawie.
4. Podłącz kabel robota do robota oraz do skrzynki sterowniczej.
5. Podłącz wtyczkę zasilania sieciowego skrzynki sterowniczej.



**OSTRZEŻENIE:**

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

Szczegółowe instrukcje instalacji zawiera Podręcznik instalacji sprzętu. Należy pamiętać, że zanim ramię robota wykona jakiegokolwiek zadanie konieczne jest przeprowadzenie oceny ryzyka.

### 11.2.2 Włączanie i wyłączanie skrzynki sterowniczej

Skrzynkę sterowniczą włącza się przez naciśnięcie przycisku zasilania z przedniej strony panelu z ekranem dotykowym. Ten panel jest zwykle nazywany *sterownikiem uczenia*. Kiedy skrzynka sterownicza zostaje włączona, na ekranie dotykowym pojawi się tekst z pracującego systemu operacyjnego. Po około jednej minucie na ekranie pojawi się kilka przycisków, a okno wyskakujące przeprowadza użytkownika do ekranu inicjowania (zob. 11.5).

Skrzynkę sterowniczą można wyłączyć przez naciśnięcie zielonego przycisku zasilania na ekranie lub za pomocą przycisku Wyłącz na ekranie powitalnym (zob. 11.4).



**OSTRZEŻENIE:**

Wyłączenie przez wyjęcie wtyczki z gniazdka ściennego może spowodować uszkodzenie systemu plików robota, co może doprowadzić do usterki robota.

### 11.2.3 Włączanie i wyłączanie ramienia robota

Ramię robota można włączyć, jeśli skrzynka sterownicza jest włączona i jeśli nie jest włączony żaden z przycisków zatrzymania awaryjnego. Włączanie ramienia robota odbywa się na ekranie inicjowania (zob. 11.5) przez dotknięcie przycisku Wł. na ekranie, a następnie naciśnięcie przycisku Start. Podczas uruchamiania robota wydaje on dźwięk i nieznacznie się porusza w chwili zwolnienia hamulców.

Zasilanie ramienia robota można wyłączyć przez dotknięcie przycisku **Wył.** na ekranie inicjowania. Zasilanie ramienia robota jest także wyłączane automatycznie w chwili wyłączenia skrzynki sterowniczej.

### 11.2.4 Szybki start

Aby szybko uruchomić robota po jego zainstalowaniu, należy wykonać czynności:

1. Naciśnij przycisk zatrzymania awaryjnego z przodu sterownika uczenia.
2. Naciśnij przycisk zasilania na sterowniku uczenia.
3. Poczekaj minutę na rozruch systemu, podczas którego na ekranie dotykowym będzie wyświetlany tekst.
4. Kiedy system będzie gotowy, na ekranie dotykowym wyświetlone zostanie okno wyskakujące z informacją, że robot wymaga inicjowania.
5. Dotknij przycisk **OK** w wyskakującym oknie dialogowym. Nastąpi przejście do ekranu inicjowania.
6. Poczekaj na okno dialogowe **Potwierdzenie zastosowanej konfiguracji bezpieczeństwa** i naciśnij przycisk **Potwierdź konfigurację bezpieczeństwa**. Spowoduje to wprowadzenie wstępnego zestawu parametrów bezpieczeństwa, które będą musiały być dostosowane według oceny ryzyka.
7. Odblokuj przycisk zatrzymania awaryjnego. Stan robota zmienia się z **Zatrzymania awaryjnego** na **Wyłączenie zasilania**.
8. Wyjść poza zasięg robota (jego przestrzeń roboczą).
9. Dotknij przycisk **Wł.** na ekranie dotykowym. Odczekaj kilka sekund, aż stan robota zmieni się na **Bezczynność**.
10. Sprawdź, czy masa obciążenia i wybrane mocowanie są prawidłowe. Użytkownik jest informowany, jeśli wybrane mocowanie nie odpowiada mocowaniu wykrytemu na podstawie danych z czujników.
11. Dotknij przycisk **Start** na ekranie dotykowym. Robot wydaje on dźwięk i nieznacznie się porusza w chwili zwolnienia hamulców.
12. Dotknij przycisk **OK**, aby przejść do ekranu powitalnego.

### 11.2.5 Pierwszy program

Program to lista poleceń informujących robota, co ma robić. Interfejs PolyScope pozwala programować robota nawet osobom z niewielkim doświadczeniem programistycznym. W przypadku większości zadań programowanie jest wykonywane wyłącznie przy pomocy panelu dotykowego, bez wpisywania jakichkolwiek zagadkowych poleceń.

Ruch narzędzia jest częścią programu robota, ucząc jego ramię, w jaki sposób ma się poruszać. W przypadku interfejsu PolyScope ruchy narzędzia są ustawiane przy pomocy **punktów orientacyjnych**. Połączone punkty orientacyjne tworzą ścieżkę, po której porusza się ramię robota. Punkt orientacyjny można ustawić za pomocą karty **Ruch**, przesuwając robota ręcznie (ucząc) do określonej pozycji. Można go też obliczyć za pomocą oprogramowania. Do przesunięcia ramienia robota do żądanej pozycji używa się karty **Ruch** (patrz 13.1). Robota można również nauczyć pozycji, przeciągając jego ramię w żądane miejsce, jednocześnie trzymając wciśnięty przycisk ruchu swobodnego z tyłu sterownika uczenia.

Poza przechodzeniem przez punkty orientacyjne program może 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 uruchomionemu ramieniu robota na poruszanie się między dwoma punktami orientacyjnymi.

1. Dotknij przycisk `Programuj robota` i wybierz opcję `Pusty program`.
2. Dotknij przycisk `Następny` (w prawym dolnym rogu), aby wybrać wiersz `<pusty>` w strukturze drzewa po lewej stronie ekranu.
3. Przejdź do karty `Struktura`.
4. Dotknij przycisk `Porusz`.
5. Przejdź do karty `Polecenie`.
6. Naciśnij przycisk `Następny`, aby przejść do ustawień `Punkt orientacyjny`.
7. Naciśnij przycisk `Ustaw ten punkt orientacyjny obok obrazka „?”`.
8. Na ekranie `Ruch` można poruszać robotem, naciskając różne niebieskie strzałki, można też przesunąć robota, naciskając przycisk `Ruch swobodny` znajdujący się z tyłu sterownika uczenia, jednocześnie ciągnąc za ramię robota.
9. Naciśnij przycisk `OK`.
10. Naciśnij przycisk `Dodaj punkt orientacyjny przed`.
11. Naciśnij przycisk `Ustaw ten punkt orientacyjny obok obrazka „?”`.
12. Na ekranie `Ruch` przesunij robota, naciskając różne niebieskie strzałki lub naciskając przycisk `Ruch swobodny`, jednocześnie ciągnąc za ramię robota.
13. Naciśnij przycisk `OK`.
14. Program jest gotowy. Po naciśnięciu symbolu „Odtwarzaj” robot zacznie poruszać się między dwoma punktami. Stań w bezpiecznej odległości i w gotowości do naciśnięcia przycisku zatrzymania awaryjnego i naciśnij przycisk „Odtwarzaj”.
15. Gratulacje! Oto pierwszy program robota, przemieszczający go pomiędzy dwoma podanymi punktami orientacyjnymi.

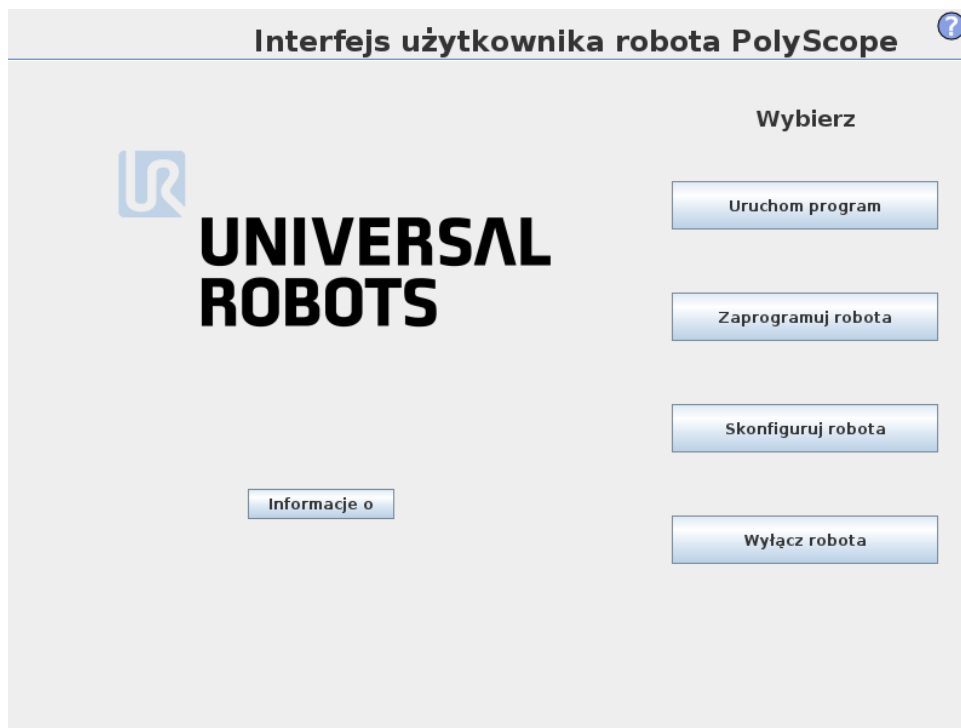


#### OSTRZEŻENIE:

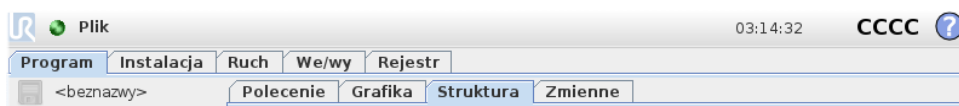
1. Nie wolno przemieszczać robota na niego ani na inne obiekty, może to spowodować jego uszkodzenie.
2. Głowę i tułów należy utrzymywać poza zasięgiem (przestrzenią roboczą) robota. Nie wolno umieszczać palców w miejscach, w których mogą być pochwycone.
3. To tylko przewodnik szybkiego startu, pokazujący 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.

## 11.3 Interfejs programistyczny PolyScope

PolyScope pracuje na ekranie dotykowym dołączonym do skrzynki sterowniczej.



Powyższa ilustracja przedstawia ekran powitalny. Niebieskawe obszary ekranu to przyciski, które można nacisnąć przez dotknięcie ekranu palcem lub odwróconym długopisem. PolyScope ma hierarchiczną strukturę ekranów. W środowisku programowania ekrany są ułożone jako *karty*, umożliwiając łatwy dostęp.

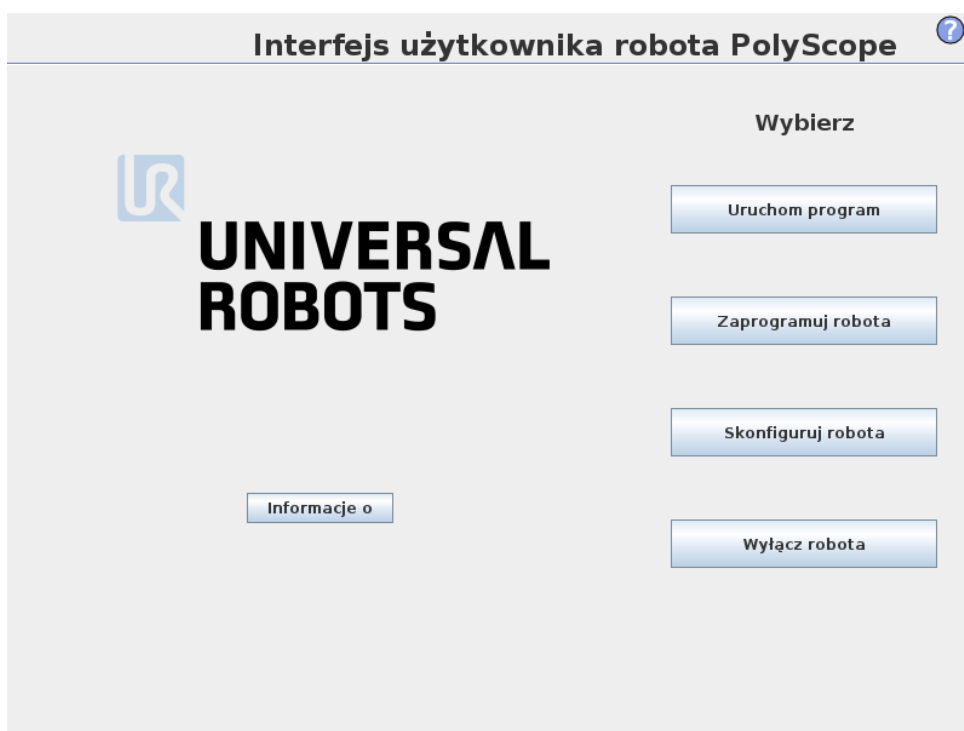


W tym przykładzie wybrana jest karta **Program** na górnym poziomie, a poniżej wybrana jest karta **Struktura**. Karta **Program** zawiera informacje związane z aktualnie załadowanym programem. Po wybraniu karty **Ruch** ekran zmienia się na ekran **Ruch**, z którego można poruszać ramieniem robota. Podobnie wybór karty **We/wy** pozwala na monitorowanie i zmianę aktualnego stanu elektrycznych wejść i wyjść.

Do skrzynki sterownika lub pilota uczenia można podłączyć mysz i klawiaturę, ale nie jest to wymagane. Prawie wszystkie pola tekstowe mogą być obsługiwane dotykowo, a ich dotknięcie uruchamia klawiaturę ekranową lub standardową.

W kolejnych sekcjach zostały opisane różne ekrany PolyScope.

## 11.4 Ekran powitalny



Po włączeniu sterującego komputera PC pokazany zostaje ekran powitalny. Na ekranie tym znajdują się następujące opcje:

- **Uruchom program:** Wybór i uruchomienie istniejącego programu. Jest to najprostszy sposób obsługi ramienia robota i skrzynki sterowniczej .
- **Zaprogramuj robota:** Zmiana programu lub utworzenie nowego.
- **Skonfiguruj robota:** Zmiana języka, ustawienie haseł, aktualizacja oprogramowania itp.
- **Wyłącz robota:** Wyłączenie zasilania ramienia robota i wyłączenie skrzynki sterowniczej.
- **Informacje o:** Szczegółowe informacje o wersjach oprogramowania, nazwie hosta, adresie IP, numerze seryjnym i informacje prawne.

## 11.5 Ekran inicjowania



Na tym ekranie można sterować inicjowaniem ramienia robota.

### Wskaźnik stanu ramienia robota

Dioda stanu wskazuje stan roboczy ramienia robota:

- Jasnoczerwona dioda oznacza, że ramię robota jest aktualnie w stanie zatrzymanym, może być kilka przyczyn.
- Jasnożółta dioda oznacza, że ramię robota jest włączone, ale nie jest gotowe do normalnej pracy.
- Zielona dioda oznacza, że ramię robota jest włączone i gotowe do normalnej pracy.

Napis pojawiający się obok diody dokładniej określa aktualny stan ramienia robota.

### Aktywne obciążenie i instalacja

Kiedy ramię robota jest włączane, masa obciążenia zastosowana w sterowniku do obsługi ramienia robota jest wyświetlana w małym, białym polu tekstowym. Tą wartość można zmienić, dotykając pola tekstowego i wprowadzając nową.

Należy pamiętać, że ustawienie tej wartości nie zmienia obciążenia w instalacji robota (zob. 13.6), ustawiana jest tylko masa obciążenia, która ma być wykorzystywana przez sterownik.

Podobnie nazwa aktualnie załadowanego pliku instalacji jest wyświetlana w szarym polu tekstowym. Możliwe jest załadowanie innej instalacji przez dotknięcie pola tekstowego lub użycie znajdującego się obok przycisku **Załaduj**. Możliwe jest również dostosowanie załadowanej instalacji za pomocą przycisków znajdujących się przy widoku 3D w dolnej części ekranu.

Zanim ramię robota zostanie uruchomione, bardzo ważne jest sprawdzenie, czy aktywne obciążenie i aktywna instalacja odpowiadają rzeczywistej sytuacji, w jakiej znajduje się ramię robota.

## Inicjowanie ramienia robota



### **NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

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



### **PRZESTROGA:**

Należy zachować wielką ostrożność, jeśli ramię robota dotyka przeszkody lub stołu, ponieważ dociskanie ramienia do przeszkody może uszkodzić przekładnię przegubu.

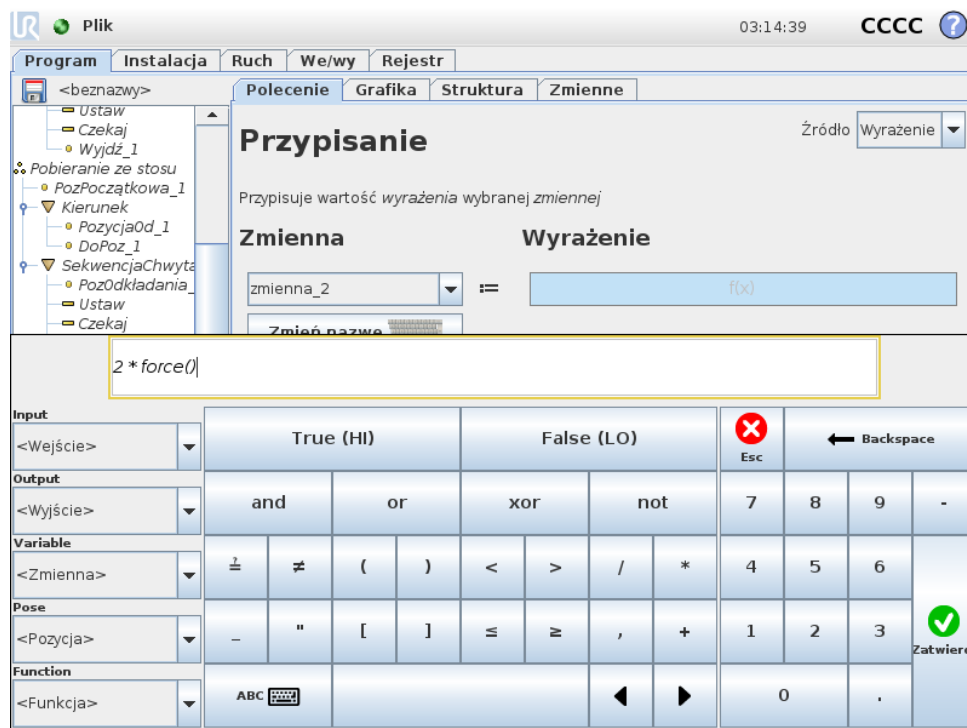
Duży przycisk z umieszczoną na nim zieloną ikoną służy do wykonywania rzeczywistego inicjowania ramienia robota. Napis na nim i wykonywane czynności zależą od aktualnego stanu ramienia robota.

- Po uruchomieniu komputera PC sterownika należy jeden raz nacisnąć przycisk, aby włączyć ramię robota. Stan ramienia robota zmieni się wtedy na **Włączenie zasilania**, a następnie na **Bezczynny**. Należy pamiętać, że przy zatrzymaniu awaryjnym zasilanie ramienia robota nie jest możliwe, więc przycisk ten będzie nieaktywny.
- Kiedy stan robota to **Bezczynny**, należy ponownie dotknąć przycisku w celu uruchomienia ramienia. W takiej chwili sprawdzane są dane z czujników pod kątem skonfigurowanego mocowania ramienia robota. Jeśli zostanie wykryta niezgodność (z tolerancją 30°), przycisk staje się nieaktywny, a pod nim wyświetlany jest komunikat o błędzie. Jeśli weryfikacja mocowania będzie pomyślna, dotknięcie przycisku spowoduje zwolnienie wszystkich hamulców przegubów i ramię robota będzie gotowe do normalnej pracy. Należy pamiętać, że przy zwalnianiu hamulców robot wydaje dźwięk i nieznacznie się porusza.
- Jeśli ramię robota naruszy jeden z limitów bezpieczeństwa podczas uruchamiania, będzie działać w specjalnym **trybie przywracania**. W tym trybie dotknięcie przycisku spowoduje przełączenie do ekranu ruchu przywracającego, w którym ramię robota można wycofać do limitów bezpieczeństwa.
- W przypadku wystąpienia awarii możliwe jest ponowne uruchomienie sterownika za pomocą przycisku.
- Jeśli sterownik aktualnie nie pracuje, dotknięcie przycisku spowoduje jego uruchomienie.

Mniejszy przycisk z umieszczoną na nim czerwoną ikoną służy do wyłączenia zasilania ramienia robota.

# 12 Edytory ekranowe

## 12.1 Ekranowy 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.

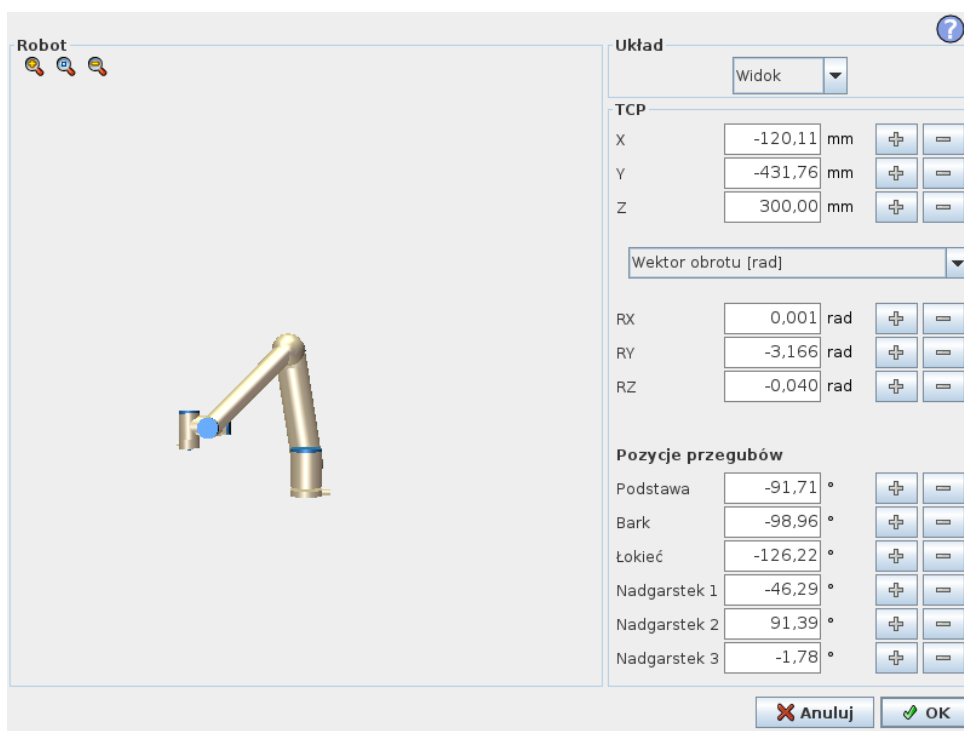
Wyrażenie jest sprawdzane pod kątem błędów gramatycznych po naciśnięciu przycisku Ok. Naciśnięcie przycisku Anuluj powoduje wyjście z ekranu z odrzuceniem wszystkich zmian.

Wyrażenie może wyglądać następująco:

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

## 12.2 Ekran edytora postawy

Na tym ekranie można wyznaczyć docelowe położenia przegubów lub docelową postawę (pozycję i orientację) narzędzia robota. Ten ekran pracuje w „trybie offline” i nie kontroluje bezpośrednio ramienia robota.



## Robot

Bieżące położenie ramienia robota i wyznaczona nowa pozycja docelowa są przedstawiane w grafice 3D. Rysunek 3D ramienia robota pokazuje aktualną pozycję ramienia robota, a jego „cień” pokazuje jego pozycję docelową kontrolowaną przez wartości wyznaczone po prawej stronie ekranu. 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. 10.12), 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 wyzwalające są przedstawiane w kolorach niebieskim i zielonym z małą strzałką, która wskazuje tę stronę płaszczyzny, po której aktywne są limity trybu *normalnego* (zob. 10.6). 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 docelowy punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

## Pozycja narzędzia i funkcji

W prawym górnym rogu ekranu można znaleźć selektor funkcji. Selektor określa, względem której funkcji sterować ramieniem robota.

Pod selektorem funkcji wyświetlana jest nazwa aktualnie aktywnego punktu centralnego narzędzia (TCP). Więcej informacji o konfigurowaniu kilku punktów TCP zawiera 13.6. W polach

## 12.2 Ekran edytora postawy

tekstowych znajdują się pełne wartości współrzędnych tego punktu TCP względem wybranej funkcji. Wartości X, Y i Z kontrolują pozycję narzędzia, natomiast RX, RY i RZ kontrolują jego orientację.

W rozwijanym menu powyżej pól RX, RY i RZ można zmienić sposób przedstawienia orientacji. Dostępne typy to:

- **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 (obrot 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.

Wartości można edytować, klikając daną współrzędną. Kliknięcie przycisku + lub – z prawej strony pola pozwala na dodanie lub odjęcie pewnej wielkości do lub od wartości bieżącej. Przyciśnięcie i przytrzymanie przycisku spowoduje bezpośrednie zwiększenie lub zmniejszenie wartości. Im dłużej trwa przytrzymanie przycisku, tym większa będzie wartość powiększenia lub zmniejszenia.

### Pozycje przegubów

Pozwala na bezpośrednie określenie pozycji poszczególnych przegubów. Każde położenie przegubu może mieć przypisaną wartość w zakresie od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , który odpowiada *limitom przegubu*. Wartości można edytować, klikając daną pozycję przegubu. Kliknięcie przycisku + lub – z prawej strony pola pozwala na dodanie lub odjęcie pewnej wielkości do lub od wartości bieżącej. Przyciśnięcie i przytrzymanie przycisku spowoduje bezpośrednie zwiększenie lub zmniejszenie wartości. Im dłużej trwa przytrzymanie przycisku, tym większa będzie wartość powiększenia lub zmniejszenia.

### Przycisk OK

Jeśli ekran został aktywowany z karty *Ruch* (zob. 13.1), kliknięcie przycisku OK spowoduje powrót do karty *Ruch*, w której robot przejdzie do wyznaczonego miejsca 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*. Różne typy ruchu opisuje 14.4.

### Przycisk Anuluj

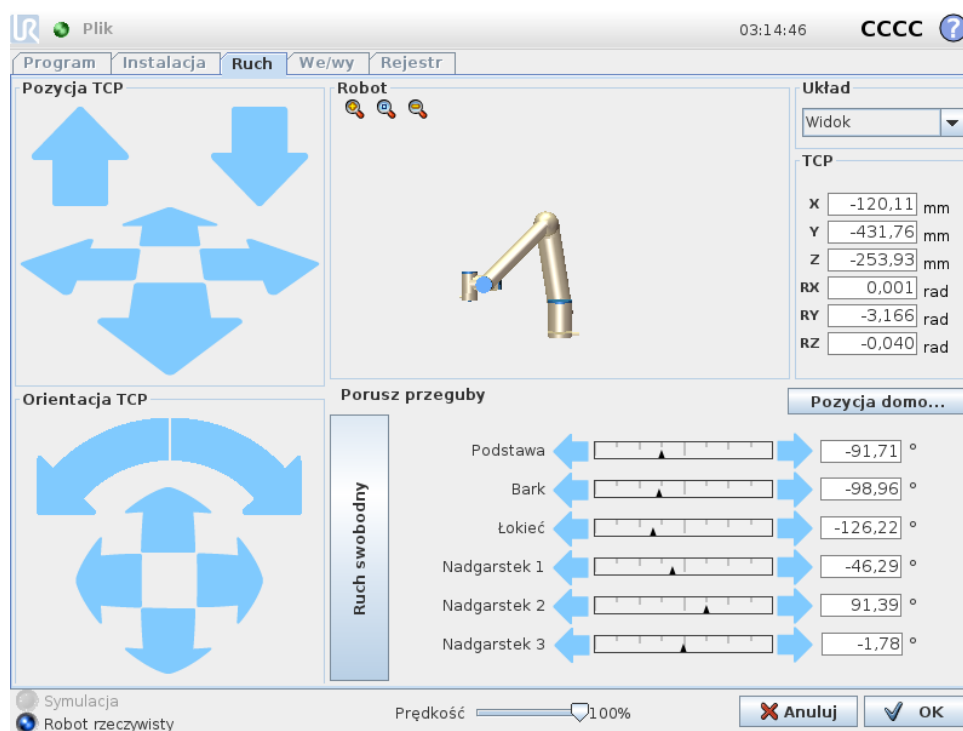
Kliknięcie przycisku *Anuluj* powoduje wyjście z ekranu z odrzuceniem wszystkich zmian.



## 13 Sterowanie robotem

### 13.1 Karta Ruch

Na tym ekranie zawsze można przesunąć ramię robota bezpośrednio (skokowo) albo przez przesuwanie i obracanie narzędzia robota, albo przez przemieszczanie przegubów robota osobno.



#### 13.1.1 Robot

Bieżąca pozycja ramienia robota jest pokazana na grafice 3D. Naciśnięcie ikony szkła powiększającego pozwala na powiększenie lub oddalenie, a przeciągnięcie palcem po ekranie na zmianę widoku. Aby uzyskać najlepsze poczucie kontroli nad ramieniem robota, należy wybrać funkcję **Widok** i obrócić kąt podglądu rysunku 3D tak, aby dopasować go do swojego punktu widzenia rzeczywistego ramienia robota.

Jeśli bieżąca pozycja punktu TCP robota zbliży się do płaszczyzny bezpieczeństwa lub wyzwania albo orientacja narzędzia robota jest w pobliżu granicy limitu orientacji (zob. 10.12), wyświetlany jest model 3D pobliskiego 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. 10.6). 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, reprezentacja 3D nie jest już wyświetlana. Jeśli punkt TCP narusza lub bardzo zbliża się do limitu granicznego, wizualizacja tego limitu zmienia kolor na czerwony.

### 13.1.2 Pozycja narzędzia i funkcji

W prawym górnym rogu ekranu można znaleźć selektor funkcji. Określa on, względem której funkcji sterować ramieniem robota.

Nazwa aktualnie aktywnego punktu centralnego narzędzia (TCP) jest wyświetlana pod selektorem funkcji. W polach tekstowych znajdują się pełne wartości współrzędnych tego punktu TCP względem wybranej funkcji. Więcej informacji o konfigurowaniu kilku punktów TCP, (zob. 13.6).

Wartości można zmienić ręcznie przez kliknięcie współrzędnych lub pozycji przegubu. Spowoduje to przejście do ekranu edytora postawy (zob. 12.2), gdzie możliwe jest określenie pozycji docelowej oraz orientacji narzędzia lub docelowych pozycji przegubów.

### 13.1.3 Porusz narzędzie

- Przytrzymanie naciśniętej strzałki przesunięcia (góra) przesuwa końcówkę narzędzia robota we wskazanym kierunku.
- Przytrzymanie naciśniętej strzałki obrotu (dół) zmieni orientację 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.

Uwaga: Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zatrzymanie ruchu

### 13.1.4 Porusz przeguby

Pozwala na bezpośrednie kontrolowanie poszczególnych przegubów. Każdy przegub ma możliwość ruchu w zakresie od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , są to domyślne ograniczenia przegubów wskazwane dla każdego z nich na poziomym pasku. Kiedy przegub dotrze do swojego ograniczenia, nie będzie można go odsunąć jeszcze bardziej. Jeśli limity dla przegubu zostaną skonfigurowane z zakresem pozycji innym niż domyślny (zob. 10.11), to zakres ten jest oznaczony na poziomym pasku w kolorze czerwonym.

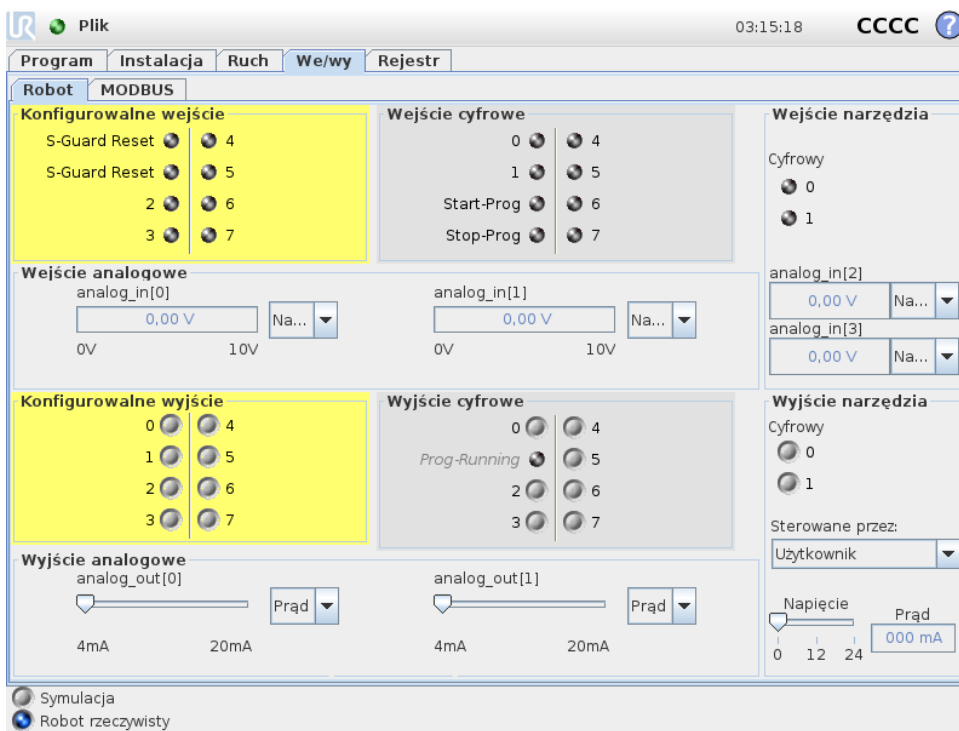
### 13.1.5 Ruch swobodny

Kiedy zostanie przytrzymany przycisk *Ruch swobodny*, można fizycznie chwycić ramię robota i przeciągnąć je do pozycji, w której powinno się znajdować. Jeśli ustawienie grawitacji (zob. 13.7) na karcie **Konfiguracja** będzie nieprawidłowe lub ramię robota będzie przenosić ciężki przedmiot, po naciśnięciu przycisku **Ruch swobodny** może dojść do ruchu (opadania) robota. W tym przypadku wystarczy ponownie zwolnić przycisk **Ruch swobodny**.

**OSTRZEŻENIE:**

1. Koniecznie należy używać właściwych ustawień instalacji (np. kąt mocowania robota, ciężar w punkcie TCP, odsunięcie TCP). Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane z programem.
2. Przed użyciem przycisku **Ruch swobodny** należy sprawdzić prawidłowość ustawień TCP i mocowania robota. Jeśli te ustawienia będą nieprawidłowe, ramię robota będzie się poruszać po naciśnięciu przycisku **Ruch swobodny**.
3. Funkcji ruchu swobodnego (**impedancja/wycofanie**) wolno używać tylko w instalacjach, w których ocena ryzyka to dopuszcza. Narzędzia i przeszkody nie powinny mieć ostrych krawędzi ani wprowadzać punktów zgniecenia. Cały personel musi pozostawać poza zasięgiem ramienia robota.

## 13.2 Karta we/wy



Na tym ekranie można zawsze monitorować oraz 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 zachowują 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. 10.13). 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.

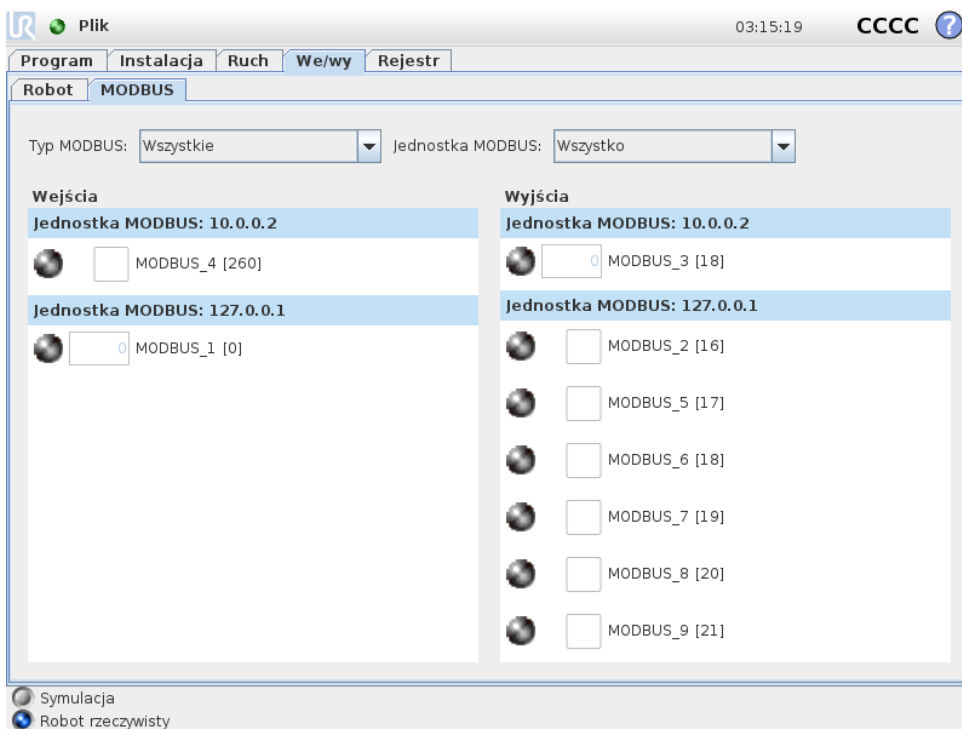
Szczegóły elektryczne sygnałów są opisane w rozdziale ??.

**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.

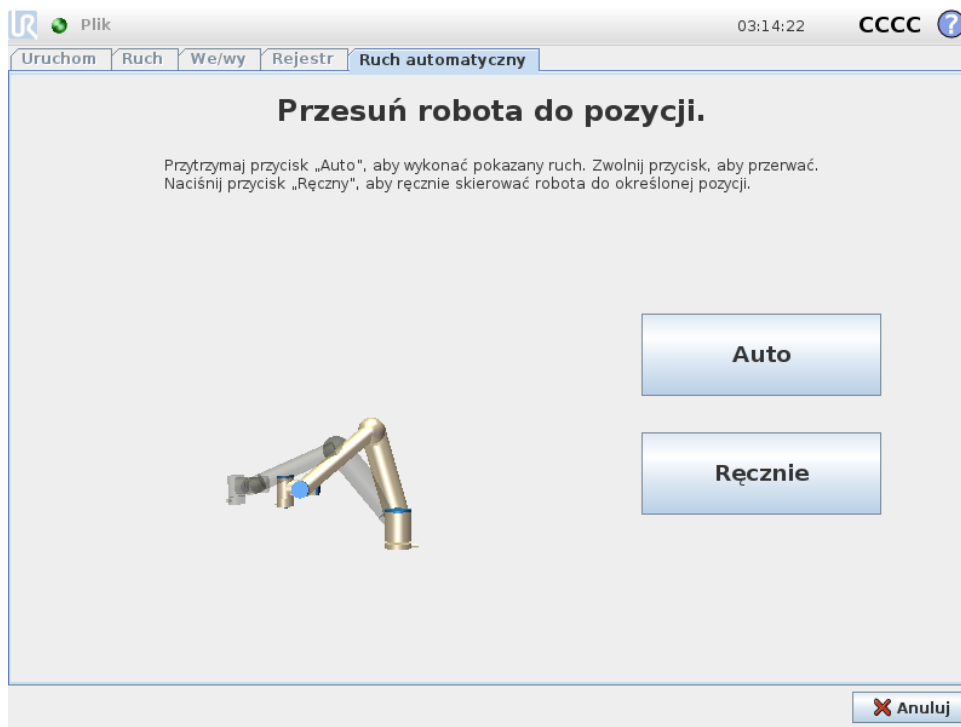
## 13.3 MODBUS

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 (zob. 13.8).



## 13.4 Karta Ruch automatyczny

Karta Ruch automatyczny jest przydatna, kiedy konieczne jest przeniesienie ramienia robota do szczególnej pozycji w przestrzeni roboczej. Do przykładów można zaliczyć przeniesienie ramienia robota do pozycji początkowej programu przed jego wykonaniem lub przeniesienie do punktu orientacyjnego na czas modyfikowania programu.



### Animacja

Animacja pokazuje ruch ramienia robota, który zostanie za chwilę wykonany.



**PRZESTROGA:**

Animację należy porównać z pozycją prawdziwego ramienia robota w celu sprawdzenia, czy ramię może bezpiecznie wykonać ruch bez kolizji z żadnymi przeszkodami.



**PRZESTROGA:**

Funkcja ruchu automatycznego wykonuje ruch robota wzdłuż trajektorii cienia. Kolizje mogą spowodować uszkodzenie robota lub innego wyposażenia.

### Auto

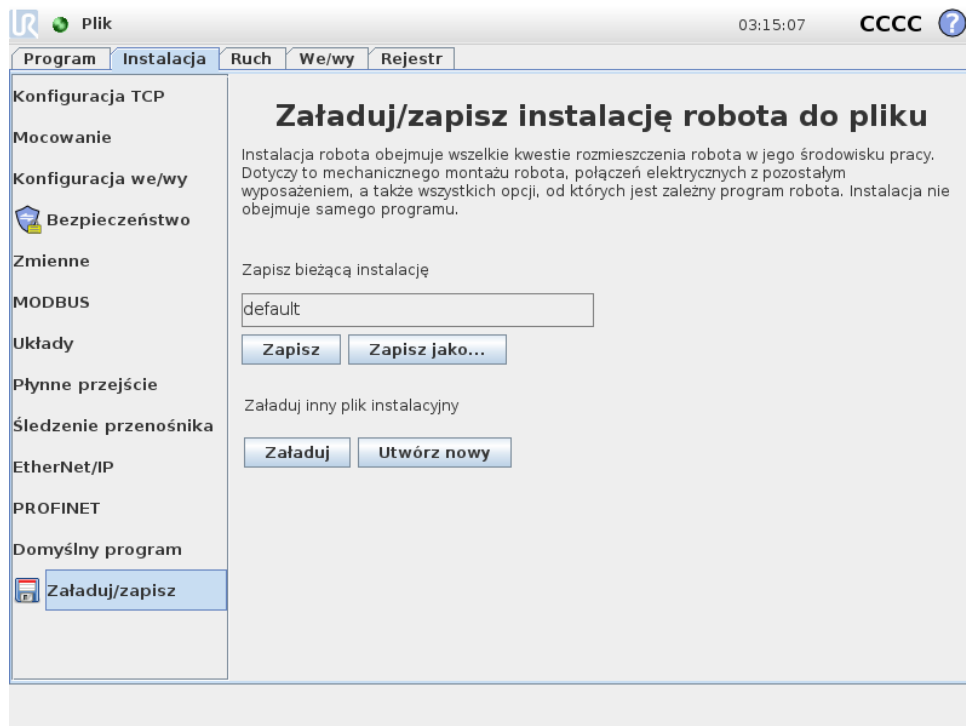
Aby przesunąć ramię robota tak, jak pokazano na animacji, należy nacisnąć i przytrzymać przycisk **Auto**.

Uwaga: Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zatrzymanie ruchu.

## Ręcznie

Naciśnięcie przycisku **Ręcznie** spowoduje przejście do karty **Ruch**, na której możliwe jest ręczne przemieszczanie ramienia robota. Jest to konieczne tylko wtedy, kiedy ruch przedstawiony na animacji nie jest optymalny.

## 13.5 Instalacja → Załaduj/zapisz



Instalacja robota obejmuje kwestie rozmieszczenia ramienia robota i skrzynki sterowniczej w środowisku pracy. Dotyczy to mechanicznego montażu ramienia robota, połączeń elektrycznych z pozostałym wyposażeniem, a także wszystkich opcji, od których jest zależny program robota. Instalacja nie obejmuje samego programu.

Te ustawienia można określać na różnych ekranach karty **Instalacja** za wyjątkiem domen we/wy, które określa się na karcie **We/wy** (zob. 13.2).

Można mieć więcej niż jeden plik instalacji dla danego robota. Stworzone programy będą korzystały z aktywnej instalacji i będą ją automatycznie ładować, kiedy będą wykorzystywane.

Wszelkie zmiany w instalacji muszą zostać zapisane, aby zostały zachowane po wyłączeniu zasilania. Jeśli istnieją jakiegokolwiek niezapisane dane instalacji, obok napisu **Załaduj/zapisz** z lewej strony karty **Instalacja** wyświetlana jest ikona dyskietki.

Instalację można zapisać, naciskając przycisk **Zapisz** lub **Zapisz jako...** Zapisanie programu także powoduje zapisanie aktywnej instalacji. Aby załadować inny plik instalacji, należy nacisnąć przycisk **Załaduj**. Naciśnięcie przycisku **Utwórz nowy** przywraca wszystkie ustawienia instalacji robota do wartości domyślnych.

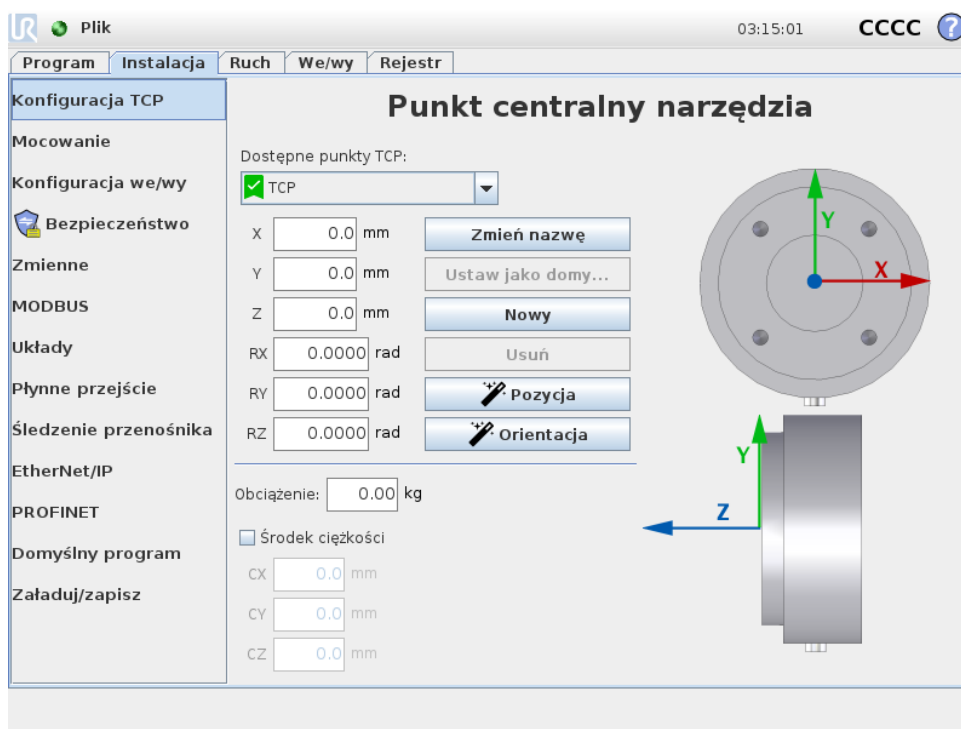
**PRZESTROGA:**

Nie zaleca się używania robota przy instalacji ładowanej z nośnika USB. Aby zastosować instalację zapisaną na nośniku USB, należy ją najpierw załadować, a następnie zapisać w lokalnym folderze programu za pomocą przycisku **Zapisz jako...**

## 13.6 Instalacja → Konfiguracja punktu centralnego narzędzia (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 przynosi 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 zeru, 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. 12.2).

### 13.6.1 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 **Zmień nazwę**. 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.

### 13.6.2 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. 14.4) lub Ustaw.

### 13.6.3 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.

### 13.6.4 Uczenie pozycji punktu TCP

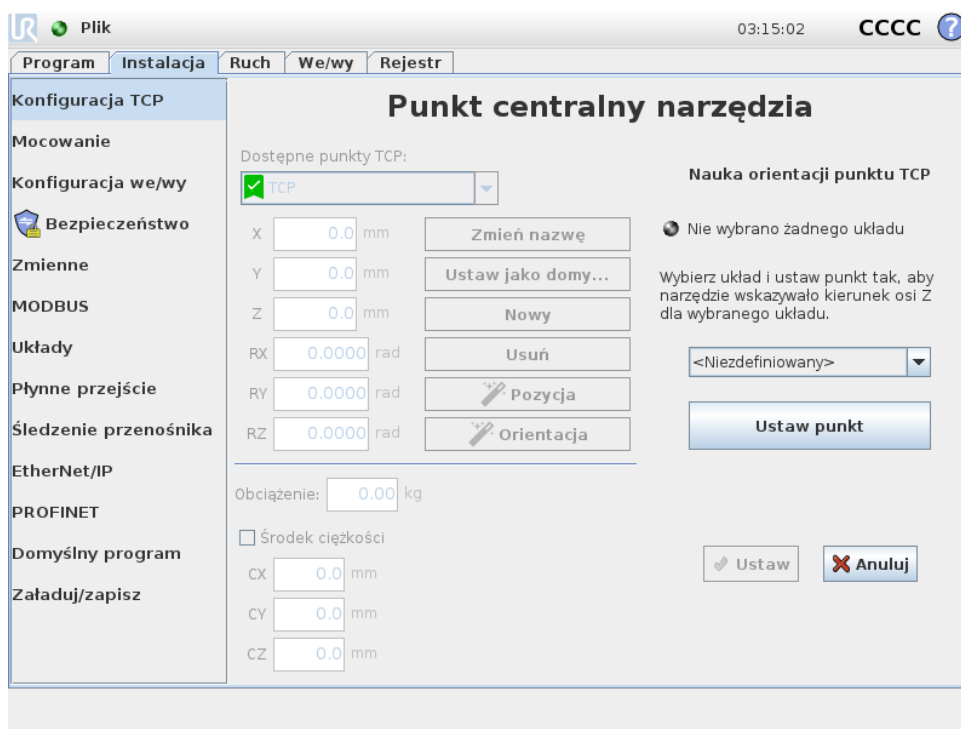
Współrzędne pozycji punktu TCP można obliczyć automatycznie, w tym celu należy:

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 zmieni 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.

### 13.6.5 Uczenie orientacji TCP



1. Dotknąć przycisk **Kreator orientacji TCP**.
2. Wybrać funkcję z rozwijanej listy. (Patrz 13.12), 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**.

### 13.6.6 Obciążenie

Masa narzędzia robota jest określona w dolnej części ekranu. To ustawienie można zmienić dotykając białego pola tekstowego i wprowadzając nową masę. Ustawienie dotyczy wszystkich

zdefiniowanych punktów TCP. Szczegółowe informacje dotyczące dopuszczalnego obciążenia są podane w Podręczniku instalacji sprzętu.

### 13.6.7 Środek ciężkości

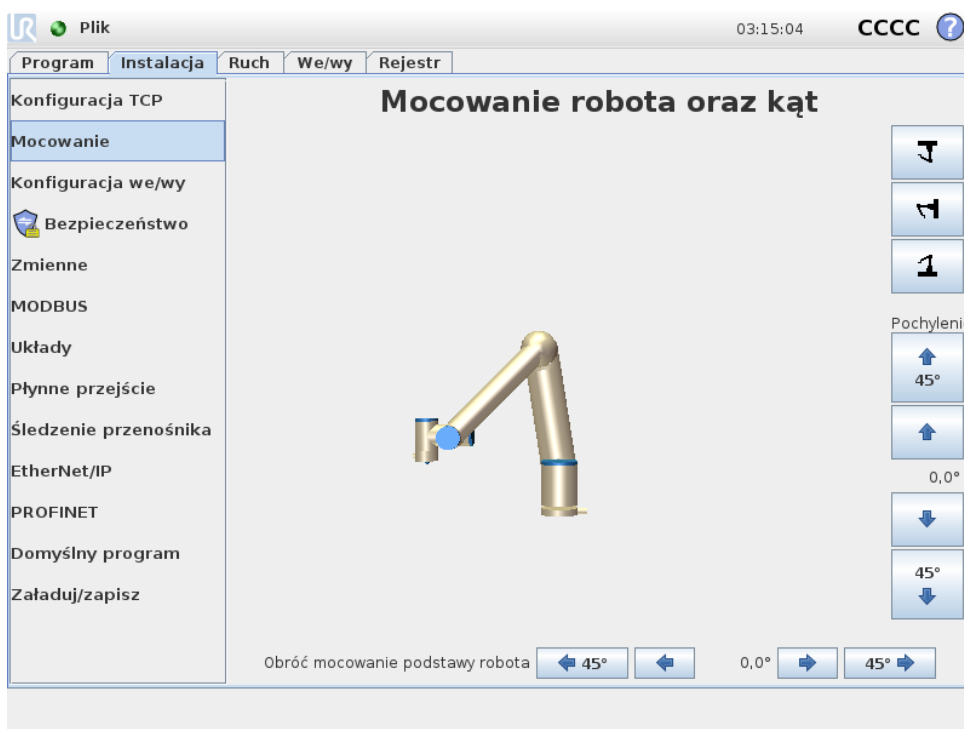
Środek ciężkości narzędzia określa się za pomocą pól CX, CY oraz CZ. Ustawienia dotyczą wszystkich zdefiniowanych punktów TCP. Instalacje utworzone przed wersją 3.8 obsługują środek ciężkości ustawiony w punkcie TCP, jeśli zostało to ustawione wcześniej. Jeśli środek ciężkości został ustawiony ręcznie, w wersji 3.8 lub nowszej możliwość ustawienia środka ciężkości w punkcie TCP jest trwale usunięta.



**OSTRZEŻENIE:**

Należy używać prawidłowych ustawień instalacji. Pliki instalacji powinny być zapisywane i ładowane wraz z programem.

## 13.7 Instalacja → 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.

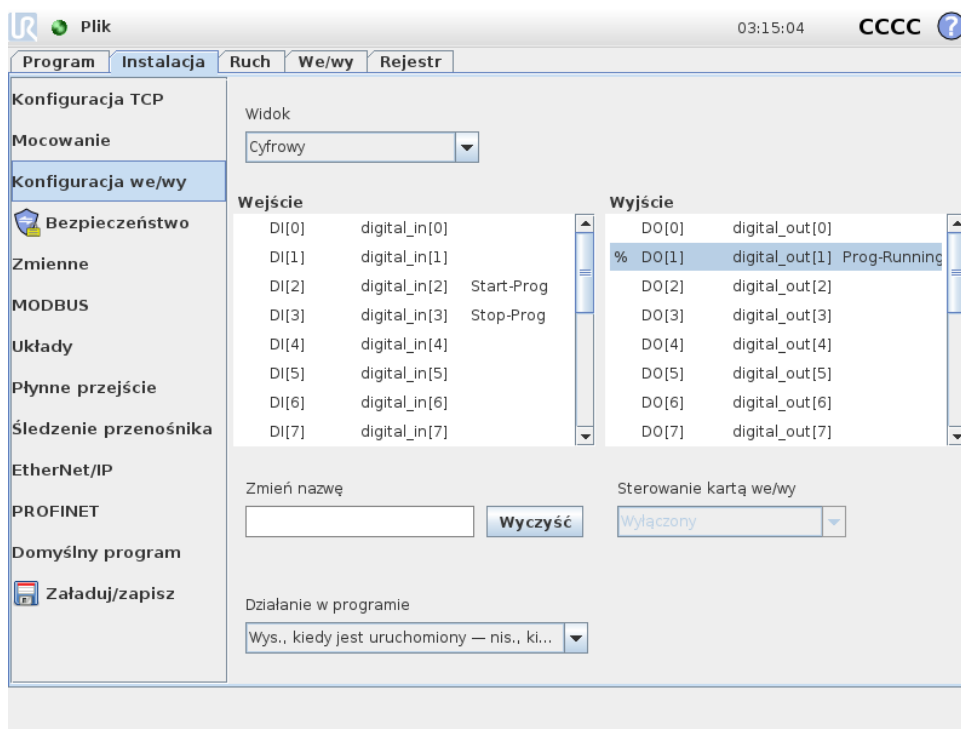
Przyciski po prawej stronie ekranu służą do zmiany kąta montażu ramienia robota. Trzy górne przyciski po prawej stronie służą do ustawiania kąta dla **sufitu** (180°), **ściany** (90°) oraz **podłogi** (0°). Za pomocą przycisków **Pochylenie** można ustawić dowolny kąt.

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.

## 13.8 Instalacja → Konfiguracja we/wy



Na ekranie Konfiguracja we/wy użytkownicy mogą zdefiniować sygnały we/wy oraz konfigurować akcje karty sterowania we/wy.

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).

### 13.8.1 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.

### 13.8.2 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 (14.10) i (14.17). Nazwane rejestry ogólnego przeznaczenia są w selektorze **Wejście** i **Wyjście** na ekranie **Edytor wyrażień**.

### 13.8.3 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 wznawia bieżący program na zboczu narastającym.
- 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 przesuwa 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 przesuwa 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.

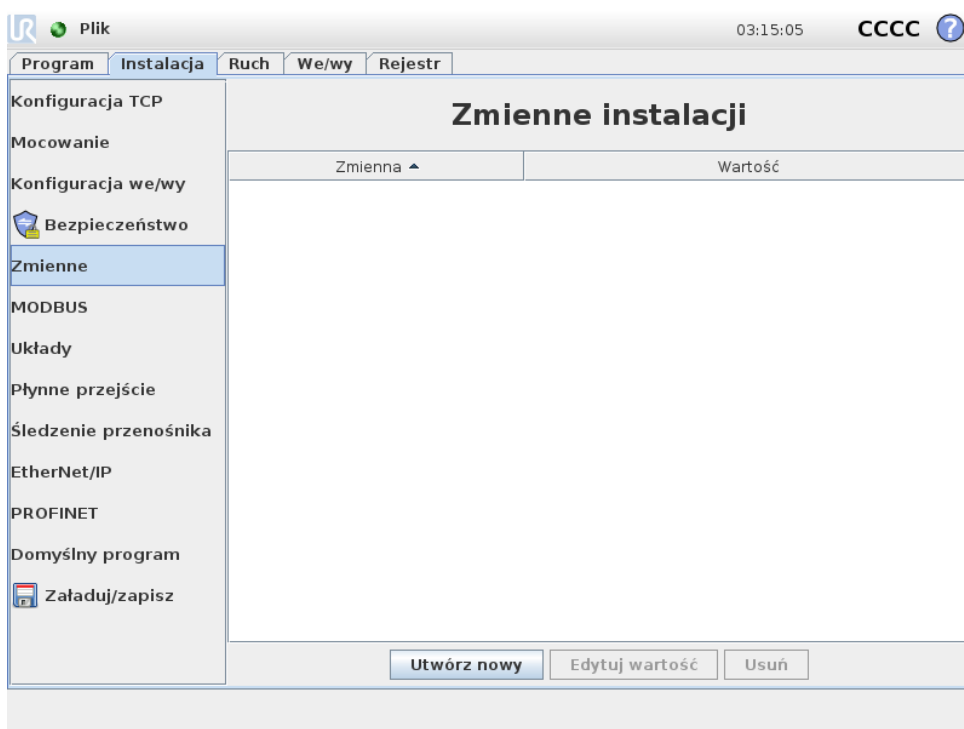
*Sterowanie kartą we/wy:* Należy określić, czy wyjściem można sterować na karcie we/wy (albo przez programistów, albo przez operatorów oraz programistów), czy też jest sterowane przez programy robota.

---

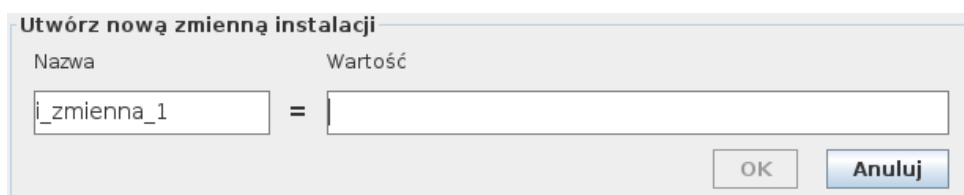
## 13.9 Instalacja → Bezpieczeństwo

Zob. rozdział 10.

## 13.10 Instalacja → 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.



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 zostanie załadowany program lub instalacja, 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.

## 13.11 Instalacja → 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. 13.11). 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 13.11). 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 *statusuotrzymania\_sygnału\_modbus, rejestru\_ustawień\_wyjściowych\_modbus* oraz *sygnału\_ustawień\_wyjściowych\_m*

*Adres podrzędny:* W tym polu tekstowym można ustawić określony adres podrzędny dla zadań 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.

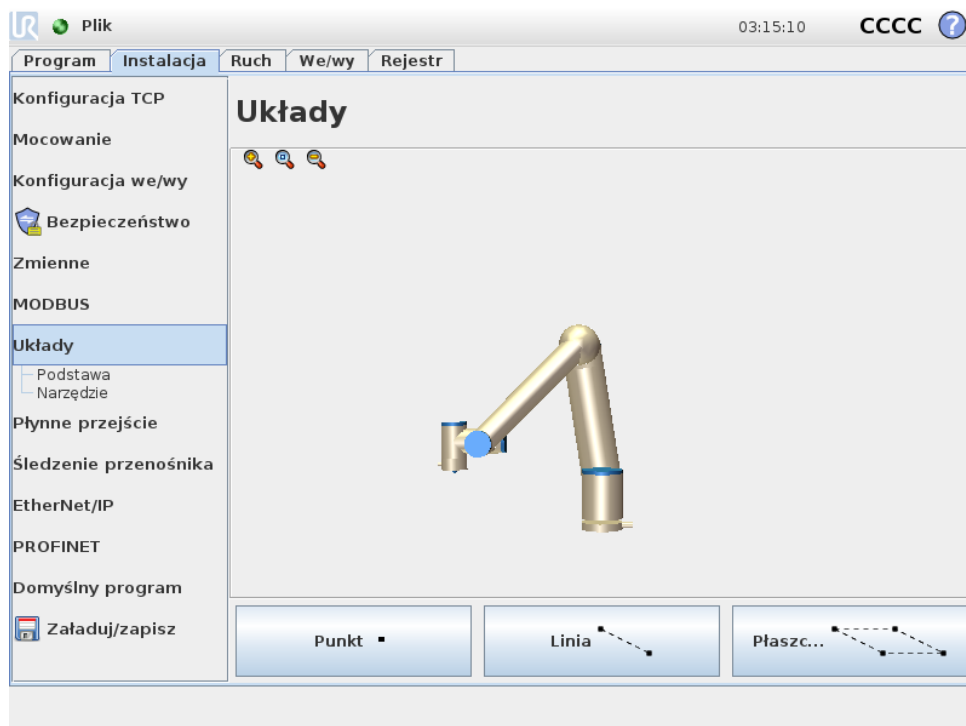
*Błędy w odpowiedzi:* Liczba pakietów, których nie udało się wysłać ze względu na błędny status wtyczki.

*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.

Copyright © 2009–2020, Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

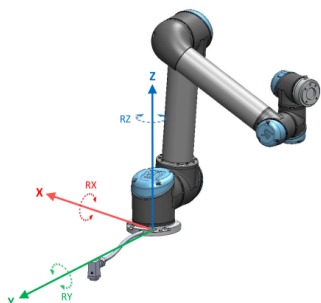
## 13.12 Instalacja → Funkcje



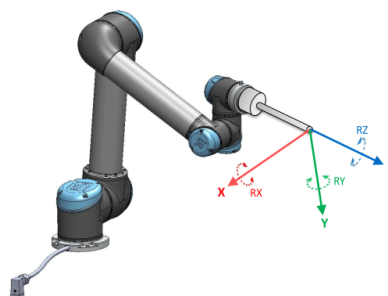
**Funkcja** to odwzorowanie obiektu, który został zdefiniowany za pomocą nazwy do użytku w przyszłości i sześcioma postawami wymiaru (pozycja i orientacja) względem podstawy robota. Niektóre elementy składowe programu robota obejmują ruchy, które muszą zostać wykonane

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 (zob. rysunek 13.1)
- Funkcja narzędzia jest usytuowana w punkcie początkowym pośrodku bieżącego punktu TCP (zob. rysunek 13.2)



Rysunek 13.1: Funkcja bazowa



Rysunek 13.2: 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 przesuwania ramienia 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 pozycje, 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: 13.12.2), (13.12.3) i (13.12.4).

### 13.12.1 Korzystanie z funkcji

Jeśli funkcja została zdefiniowana w instalacji, można odnieść się do niej z poziomu programu robota, aby powiązać ruch robota (np. polecenia **RuchL** i **RuchP**) z funkcją (patrz rozdział 14.4). Dzięki temu można w łatwy sposób dostosować program robota (np. przy wielu stanowiskach robota lub jeśli obiekt porusza się podczas wykonywania programu, lub stale po-

rusza się w ramach sceny). Zastosowanie funkcji obiektu pozwala przesunąć wszystkie ruchy programu względem tego obiektu. Więcej przykładów opisano w (rozdziały 13.12.5) i (13.12.6). Funkcje z możliwością impulsowania są przydatnymi narzędziami podczas przesuwania robota na karcie Ruch (rozdział 13.1) lub na ekranie **edytora postawy** (rozdział 12.2). Po wyborze funkcji jako układu odniesienia przyciski Porusz narzędzie odpowiedzialne za translację i rotację działają w wybranym obszarze funkcji (patrz 13.1.2) i (13.1.3), 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) przesuwają robota w odpowiednim kierunku względem stołu. Ponadto współrzędne punktu TCP będą mieściły się w ramie stołu.

---

### Zmień nazwę

Ten przycisk służy do zmiany nazwy funkcji.

---

### Usuń

Ten przycisk służy do usunięcia wybranej funkcji lub jej dowolnych funkcji podrzędnych.

---

### Pokaż osie

Wybór, czy osie współrzędnych wybranej funkcji będą widoczne na grafice 3D. Wybór ten działa na tym ekranie oraz na ekranie Przesuń.

---

### Zmiana punktu

Użyć przycisku **Zmień ten punkt**, aby ustawić lub zmienić wybraną funkcję. Wyświetlona zostaje karta **Ruch** (rozdział 13.1) i można ustawić nową pozycję funkcji.

---

### Z możliwością impulsowania

Wybierz, czy wybrana funkcja będzie mieć możliwość impulsowania. To określa, czy pojawi się on w menu funkcji na ekranie Przesuń.

---

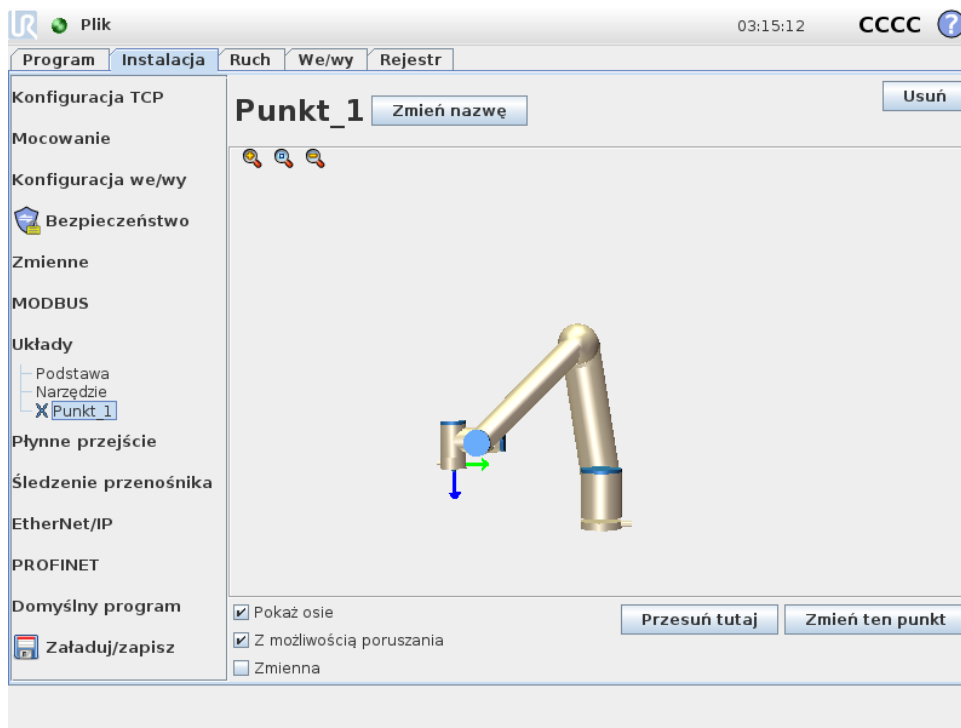
### Używanie funkcji Przesuń robota tutaj

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.

---

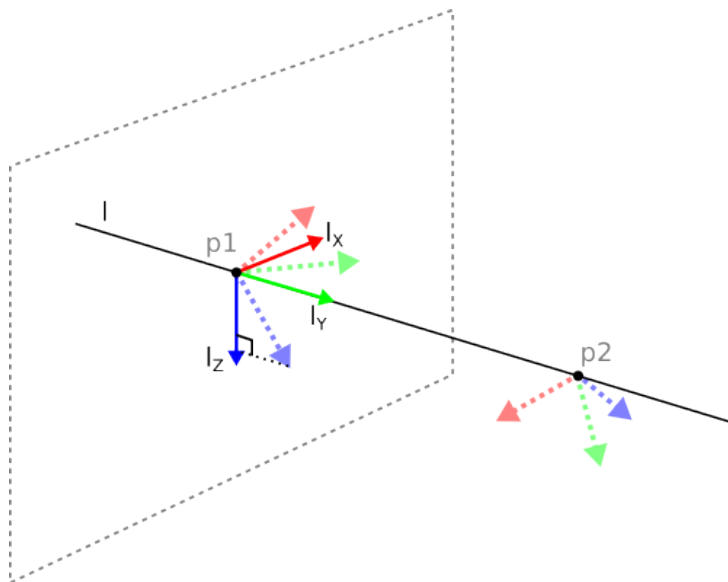
### 13.12.2 Nowy punkt

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.



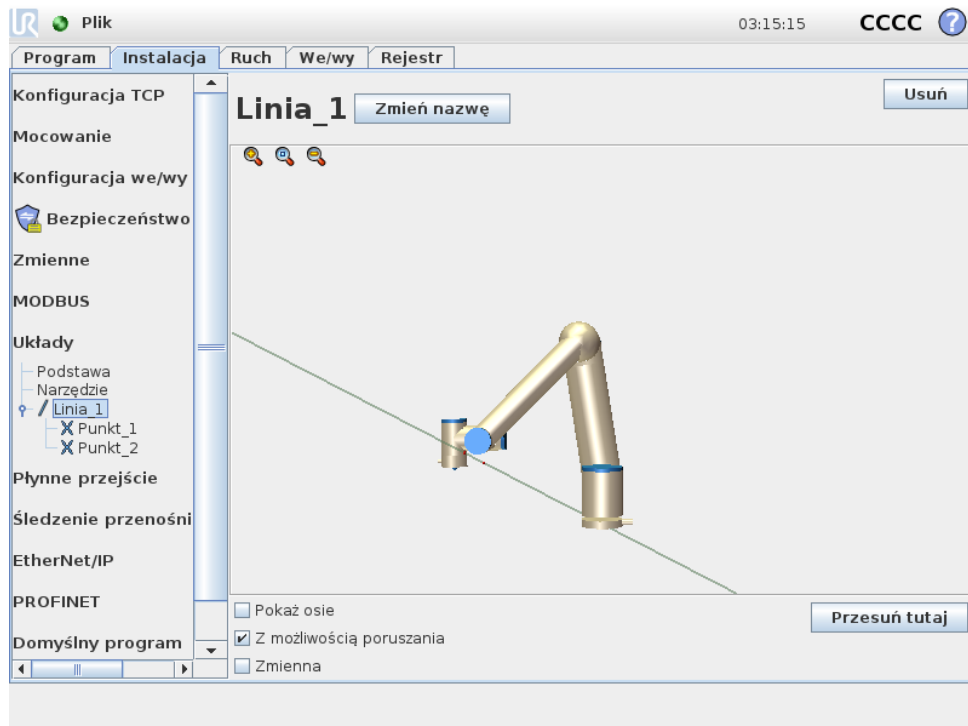
### 13.12.3 Nowa linia

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  $l$  jest zdefiniowana jako oś między dwiema funkcjami punktowymi  $p1$  i  $p2$ , zgodnie z rys. 13.3.



Rysunek 13.3: Definicja funkcji linii

Na rys. 13.3 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  $p1$ .



### 13.12.4 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

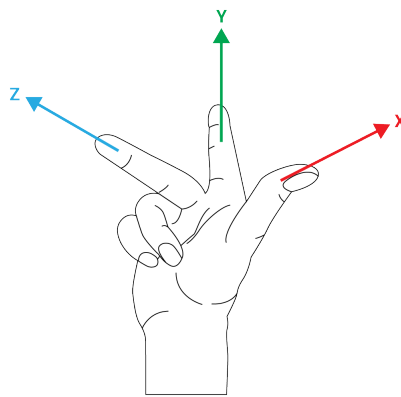
1. Na karcie Instalacja wybrać **Funkcje**.
2. W menu Funkcje wybrać **Płaszczyzna**.

#### 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.

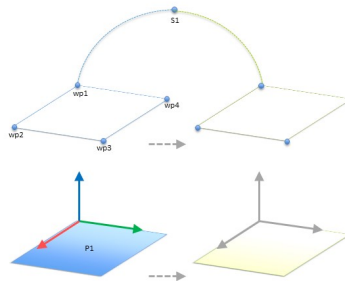
### 13.12.5 Przykład: Ręczna aktualizacja funkcji w celu dostosowania programu

Uwzględnij zastosowanie funkcji, gdy wiele części programu robota jest względnych do stołu. Rys. 13.4 przedstawia ruch z punktów orientacyjnych wp1 przez wp4.

```

Program robota
RuchJ
  S1
Funkcja RuchL #: Zmienna_P1
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4

```



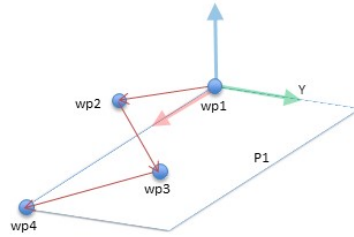
Rysunek 13.4: Wystarczy zaprogramować poprzez ręczną zmianę funkcji cztery punkty orientacyjne względne do funkcji płaszczyzny

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 rozwiązania tego samego zadania na wielu robotach, nawet jeśli np. inne miejsca w przestrzeni roboczej będą różnić się w poszczególnych instalacjach.

### 13.12.6 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 13.5).

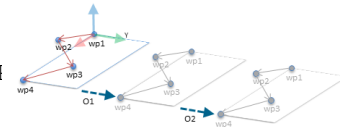


Rysunek 13.5: Polecenie *RuchL* z czterema punktami orientacyjnymi względnie do funkcji płaszczyzny

Program robota

```

RuchJ
  wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  Zmienna_P1 = postawa_tłum(zmienna_I
Funkcja RuchL #: Zmienna_P1
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
  
```

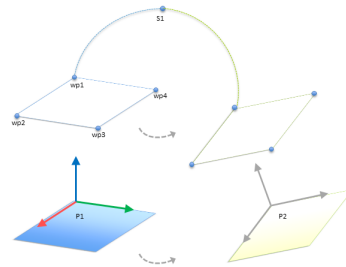


Rysunek 13.6: Stosowanie przesunięcia do funkcji płaszczyzny

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 13.7: 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. 13.6, 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. 13.7), gdzie funkcję referencyjną polecenia *RuchL zmiennej\_P1* można przełączać pomiędzy dwoma płaszczyznami *P1* i *P2*.

## 13.13 Ustawienia śledzenia przenośnika

Ustawienia śledzenia przenośnika pozwalają skonfigurować ruch maksymalnie dwóch osobnych przenośników. Ustawienia śledzenia przenośnika obejmują opcje konfigurowania robota tak, aby współpracował z bezwzględnie lub przyrostowymi koderami, a także liniowymi lub

kołowymi przenośnikami.

## Parametry przenośnika

*Przyrostowe:* kodery można podłączać do wejść cyfrowych 0 do 3. Dekodowanie sygnałów cyfrowych przebiega z częstotliwością 40 kHz. Wybranie kodera **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 13.11).

## 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.

## 13.14 Płynne przejście między trybami bezpieczeństwa

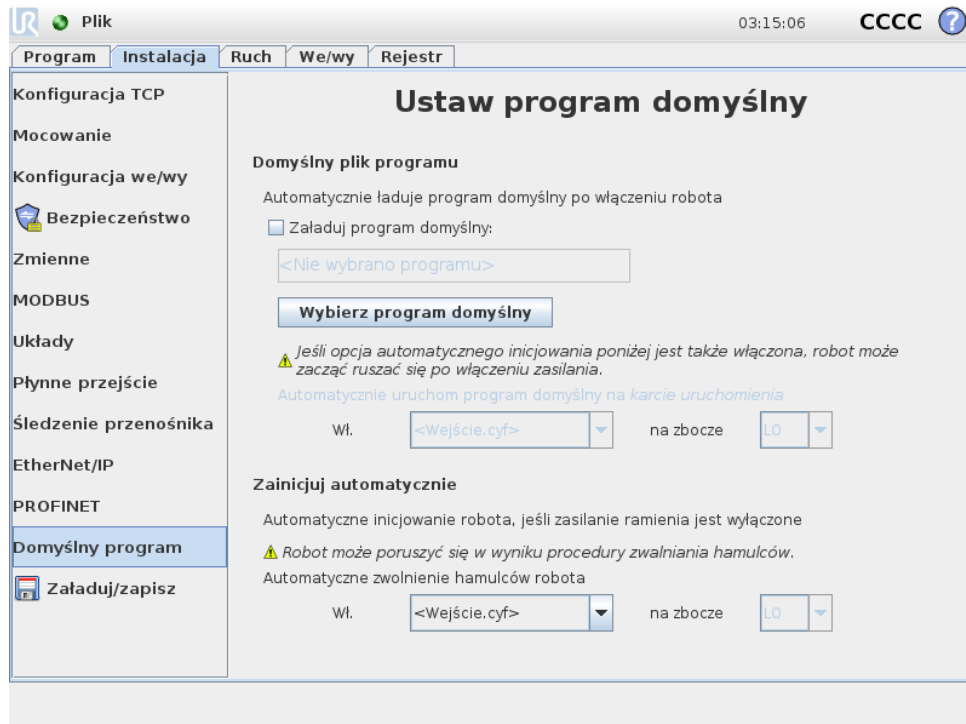
Przełączając między trybami bezpieczeństwa podczas zdarzeń (np. wejście trybu ograniczonego, płaszczyzna wyzwalamąca tryb ograniczony, zatrzymanie przez zabezpieczenie oraz 3-pozycyjne urządzenie zezwalające), ramię robota stara się przeznaczyć 0,4 s na utworzenie przejścia „miękkiego”. Istniejące aplikacje mają niezmienną zachowanie, przekładające się na ustawienie „twarde”. Nowym plikiem instalacyjnym przypisywane jest domyślnie ustawienie „miękkie”.

### 13.14.1 Konfiguracja ustawień przyspieszania/zwalnianie

- Nacisnąć kartę Instalacja.
- W menu bocznym po lewej stronie wybrać pozycję Płynne przejście.

- Wybrać pozycję Twarde, aby uzyskać większe przyspieszenie/zwalnianie, albo wybrać pozycję Miękkie w celu uzyskania płynniejszego domyślnego ustawienia przejścia.

## 13.15 Instalacja → Program domyślny



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 zbrocza 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.

## Ładowanie programu domyślnego

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 11.4).

## Uruchamianie programu domyślnego

Ekran **Uruchom program** służy do automatycznego uruchamiania programu domyślnego. Wykonywanie programu zostaje rozpoczęte automatycznie po załadowaniu domyślnego programu i wykryciu zmiany określonej przez zbrocze 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.

## Automatyczne inicjowanie

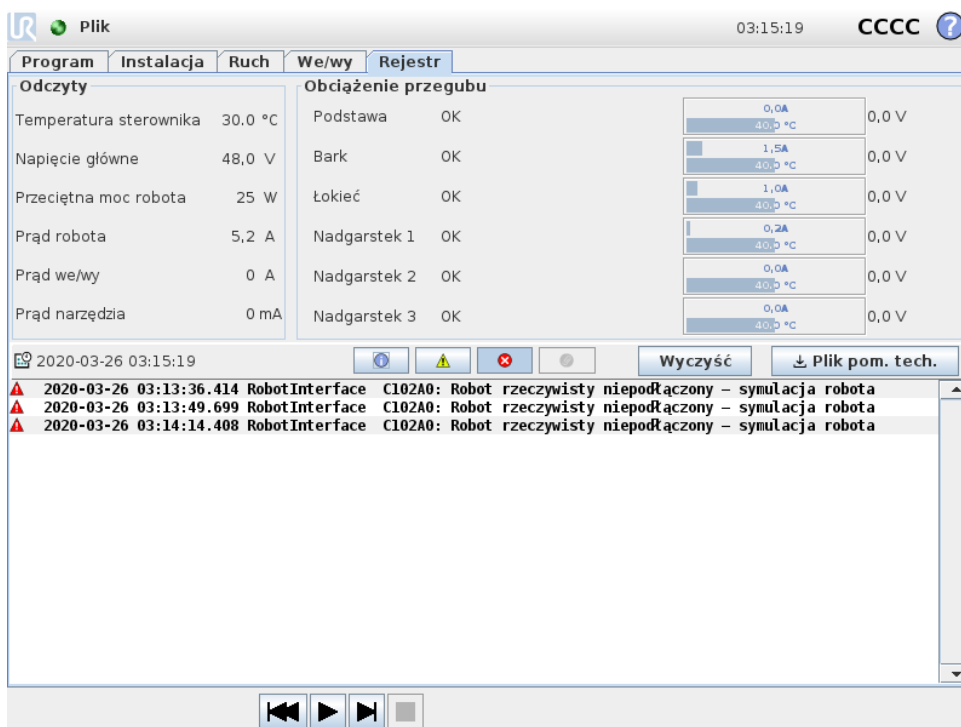
Ramię robota zostaje automatycznie zainicjowane. Ramię robota zostaje całkowicie zainicjowane w przypadku wykrycia przejścia zbrocza w wybranym, zewnętrznym sygnale wejściowym, niezależnie od tego, który ekran jest widoczny.

Zwolnienie hamulca to ostatni etap inicjalizacji. Podczas zwalniania hamulca ramię robota nieznacznie porusza się i generuje dźwięk klikania. Ponadto hamulców nie można automatycznie zwolnić, jeśli skonfigurowany sposób montażu jest niezgodny z wykrytym sposobem montażu (na podstawie danych z czujników). W takim przypadku konieczne jest ręczne zainicjowanie robota na ekranie inicjowania (patrz 11.5).

Przy uruchamianiu bieżący poziom sygnału wejściowego jest niezdefiniowany. Wybranie przejścia, które odpowiada poziomowi sygnału przy uruchomieniu powoduje natychmiastowe zainicjowanie ramienia robota.

Funkcja automatycznego inicjowania działa tylko po wyłączeniu zasilania ramienia robota.

## 13.16 Karta rejestru



**Kondycja robota** W górnej połowie ekranu jest wyświetlana „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 są wyświetlane informacje o temperaturze silnika oraz elektroniki, obciążeniu przegubu oraz napięciu elektrycznym.

**Rejestr robota** Komunikaty są wyświetlane w dolnej połowie ekranu. 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 pozycji rejestru. Powyższy rysunek ilustruje wyświetlanie błędów przy odfiltrowaniu komunikatów informacyjnych i ostrzegawczych. Niektóre komunikaty rejestru służą do przekazywania większej ilości informacji dostępnych po wybraniu odpowiedniej pozycji rejestru.

### 13.16.1 Zapisywanie raportów błędów

Po wystąpieniu błędu w PolyScope wygenerowany zostaje rejestr błędów. Na karcie rejestru można przeglądać i/lub eksportować wygenerowane raporty na dysk USB (zob. 13.16). 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.

**Raport błędu** 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.

### 13.16.2 Plik pomocy technicznej

Plik raportu zawiera informacje przydatne do diagnostyki i odtwarzania problemów. Plik zawiera informacje o wcześniejszych usterkach robota oraz bieżących ustawieniach robota, jego programach i instalacjach. Plik raportu można zapisać na zewnętrznym nośniku USB. Na ekranie Rejestr dotknij przycisku **Plik wsparcia** i postępuj zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi na ekranie, aby uzyskać dostęp do funkcji.



**UWAGA:**

Proces eksportowania może zająć do 20 minut zależnie od szybkości nośnika USB i rozmiaru plików pobranych z systemu plików robota. Raport jest zapisywany jako zwykły plik zip, który nie jest chroniony hasłem i który można edytować przed wysłaniem do zespołu pomocy technicznej.

## 13.17 Ekran ładowania

Na tym ekranie można wybrać program do załadowania. Istnieją dwie wersje tego ekranu: jedna jest używana, gdy użytkownik chce tylko załadować i wykonać program, a druga pozwala na jego edytowanie.



**UWAGA:**

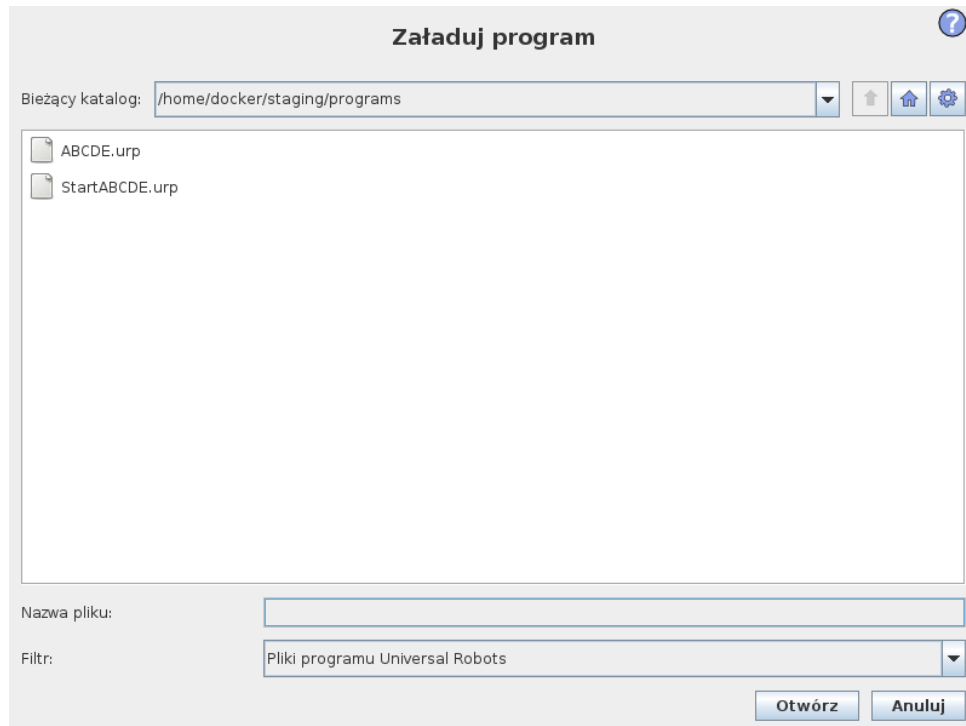
Wykonywanie programu z nośnika USB jest niezalecane. Aby wykonywać program zapisany na nośniku USB, należy go najpierw załadować, a następnie zapisać w lokalnym folderze `Programy` za pomocą opcji **Zapisz jako...** z menu **Plik**.

Główne różnice polegają na tym, które działania są dostępne dla użytkownika. Na podstawowym ekranie ładowania użytkownik będzie miał możliwość wyłącznie dostępu do plików bez

możliwości ich modyfikowania ani usuwania. Ponadto użytkownik nie może opuścić struktury katalogów, zaczynającej się od folderu `programy`. Użytkownik może przejść do podkatalogu, ale nie może wejść na poziom nadrzędny dla folderu `programy`.

W związku z tym wszystkie programy należy umieszczać w folderze programów i/lub w jego podfolderach.

## Układ ekranu



Ten rysunek przedstawia rzeczywisty ekran ładowania. Składa się z poniższych istotnych obszarów i przycisków:

**Historia ścieżki** Historia ścieżki pokazuje listę ścieżek prowadzących do aktualnej lokalizacji. Oznacza to, że pokazane są wszystkie katalogi nadrzędne aż do katalogu głównego komputera. Można tutaj zauważyć, że dostęp do katalogów powyżej folderu programów jest niemożliwy.

Po wybraniu nazwy folderu na liście okno dialogowe ładowania zmienia się na ten katalog i wyświetla go w obszarze wyboru plików (zob. 13.17).

**Obszar wyboru pliku** W tym obszarze okna dialogowego pokazana jest zawartość rzeczywistego obszaru. Pozwala to użytkownikowi na wybranie pliku przez pojedyncze kliknięcie jego nazwy lub otworenie pliku przez kliknięcie dwukrotne.

Katalogi są wybierane poprzez długie naciśnięcie przycisku, trwające ok. 0,5 s. Pojedyncze kliknięcie folderu podrzędny powoduje wyświetlenie jego zawartości.

**Filtr plików** Przez wykorzystanie filtra plików można ograniczyć wyświetlane pliki tylko do pożądanego typu. Wybranie opcji **Pliki kopii zapasowej** powoduje, że w obszarze wyboru plików będzie wyświetlanych ostatnich 10 zapisanych wersji każdego z programów, gdzie rozszerzenie `.old0` to wersja najnowsza, a `old9` najstarsza.

**Pole pliku** Tutaj pokazany jest aktualnie wybrany plik. Użytkownik ma możliwość ręcznego wprowadzenia nazwy pliku, klikając ikonę klawiatury z prawej strony pola. Pojawi się wtedy klawiatura ekranowa, przy pomocy której użytkownik może wprowadzić nazwę pliku bezpośrednio na ekranie.

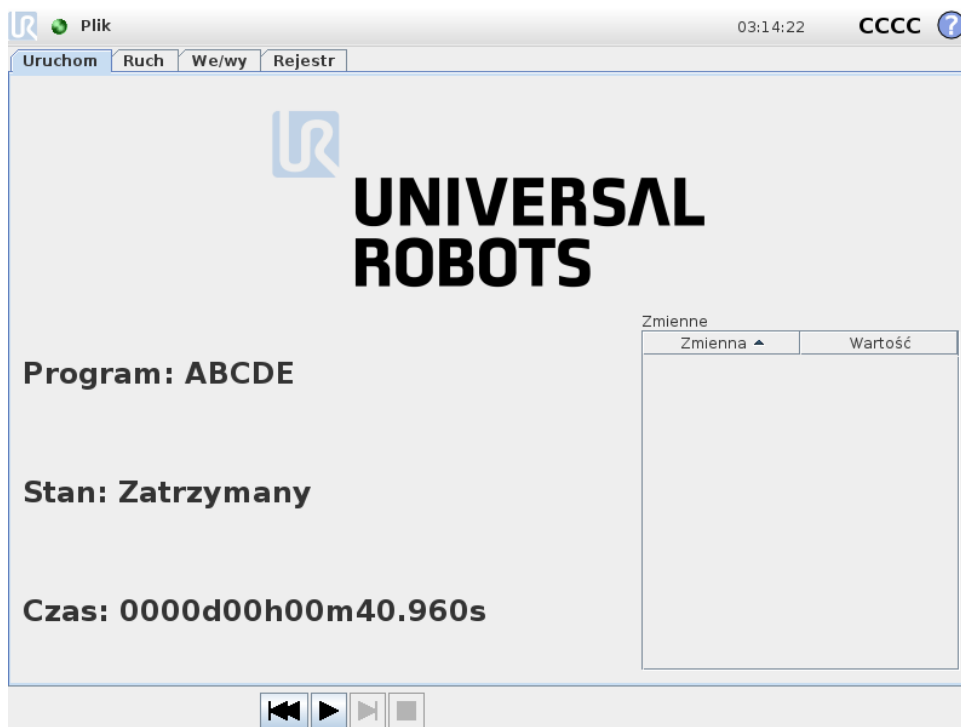
**Przycisk Otwórz** Kliknięcie przycisku Otwórz spowoduje otwarcie aktualnie wybranego pliku i powrót do poprzedniego ekranu.

**Przycisk Anuluj** Kliknięcie przycisku Anuluj spowoduje przerwanie trwającego procesu ładowania i przełączenie ekranu do poprzedniego obrazu.

**Przyciski działań** Zestaw przycisków pozwala użytkownikowi na wykonywanie działań, które normalnie byłyby dostępne po kliknięciu prawym przyciskiem nazwy pliku w zwykłym oknie dialogowym. Dostępna jest także możliwość poruszania się w górę struktury katalogów i bezpośrednio do folderu programu.

- Nadrzędny: Przejście do góry w strukturze katalogów. Ten przycisk będzie nieaktywny w dwóch przypadkach: kiedy bieżący katalog jest na najwyższym poziomie lub kiedy ekran działa w trybie ograniczonym i bieżący katalog jest folderem programu.
- Przejdź do folderu programu: Przejdź do ekranu głównego
- Działania: Działania takie jak utworzenie katalogu, usunięcie pliku itp.

## 13.18 Karta uruchomienia



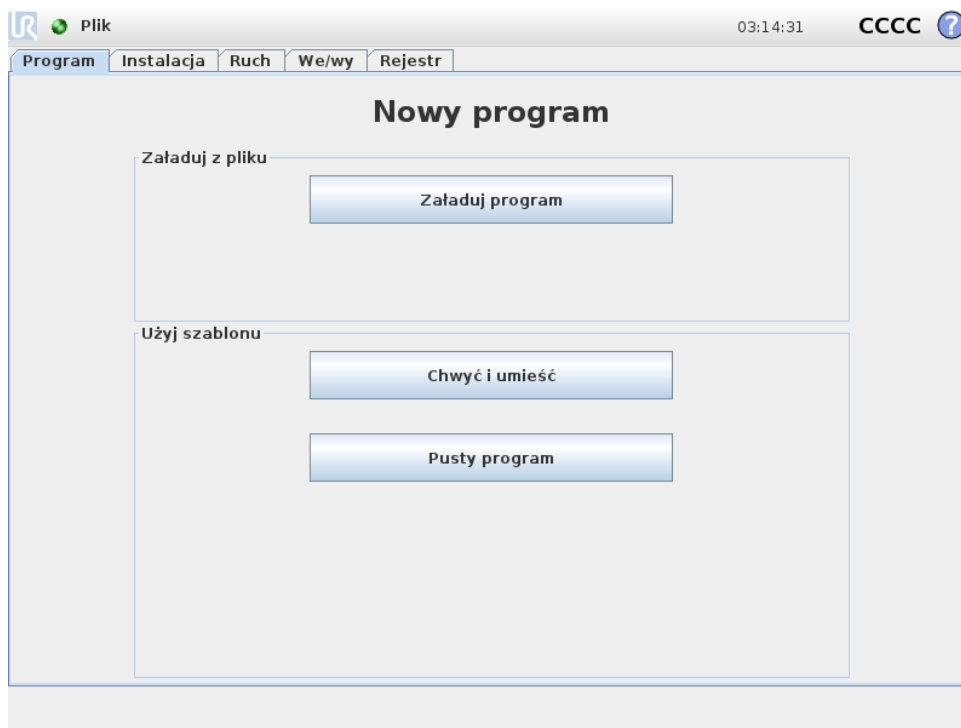
Ta karta umożliwia bardzo prostą obsługę ramienia robota i skrzynki sterowniczej i zawiera minimalną możliwą liczbę przycisków i opcji. W połączeniu z zabezpieczeniem hasłem części

PolyScope odpowiadającej za programowanie (zob. 15.3) pozwala ona przekształcić robota w narzędzie, w którym można uruchamiać wyłącznie gotowe napisane programy.

Ponadto w tej karcie możliwe jest automatyczne załadowanie i uruchomienie programu domyślnego na podstawie przejścia z boczna zewnętrznego sygnału wejściowego (zob. 13.15). Połączenie automatycznego ładowania i uruchamiania programu domyślnego oraz automatycznego inicjowania przy uruchomieniu może być użyte na przykład do zintegrowania ramienia robota z inną maszyną.

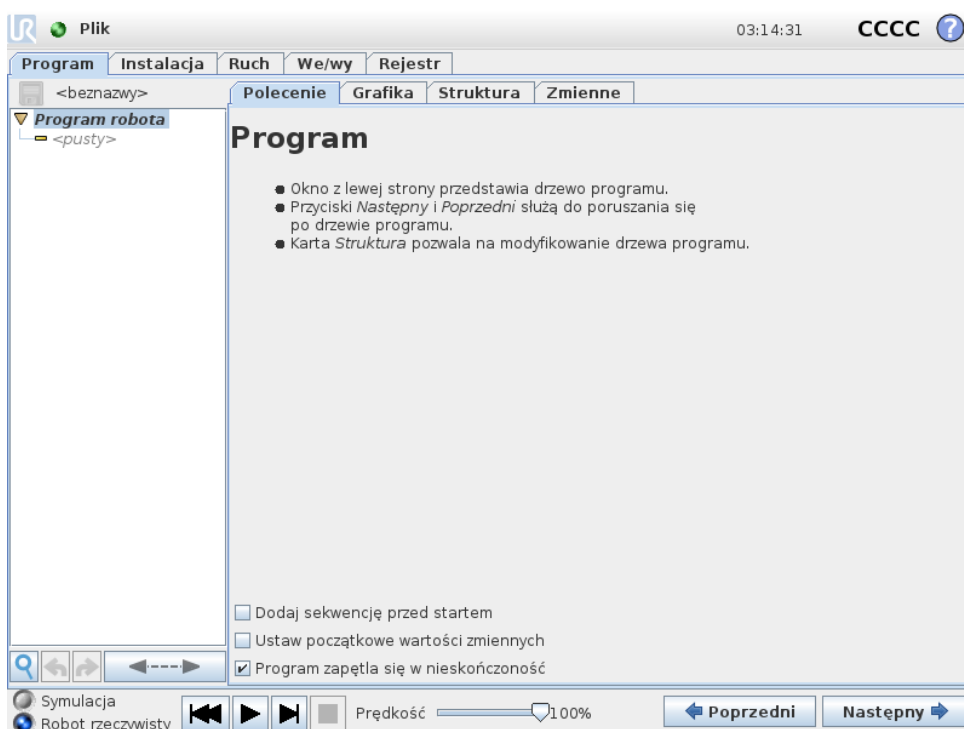
# 14 Programowanie

## 14.1 Nowy program



Nowy program robota można zacząć pracę albo od *szablonu*, albo od istniejącego (zapisanego) programu robota. *Szablon* może zapewnić ogólną strukturę programu, tak że konieczne jest tylko uzupełnienie szczegółów programu.

## 14.2 Karta Program



Na karcie Program jest wyświetlany aktualnie edytowany program.

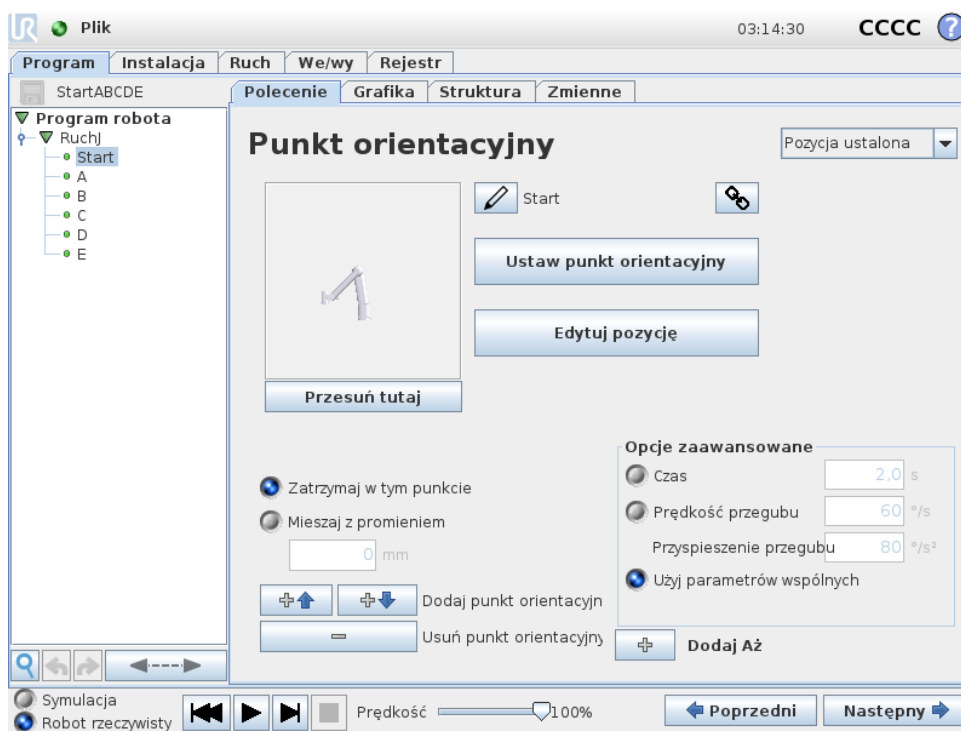
### 14.2.1 Drzewo programu







**Drzewo programu** z lewej strony ekranu wyświetla program jako listę poleceń, natomiast obszar z prawej strony ekranu wyświetla informacje dotyczące bieżącego polecenia.

Bieżące polecenie wybiera się, klikając listę poleceń lub używając przycisków **Poprzedni** i **Następny** w prawej dolnej części ekranu. Polecenia można wstawiać i usuwać na karcie **Struktura**. Nazwa programu jest wyświetlana bezpośrednio nad listą poleceń z małą ikoną dyskietki, którą można kliknąć, aby szybko zapisać program.



W drzewie programu aktualnie wykonywane polecenie jest wyróżnione, zgodnie z opisem w 14.2.2.

## 14.2.2 Wskazanie wykonywania programu





**Drzewo programu** zawiera wizualne elementy, które informują o tym, które polecenie jest wykonywane przez sterownik robota. Z lewej strony ikony polecenia widoczna jest mała ikona wskaźnika , a nazwa wykonywanego polecenia oraz wszystkich poleceń, dla których wykonywane polecenie jest podrzędne (zwykle oznaczane ikonami  / ) są wyróżniane niebieskim kolorem. Pomaga to użytkownikowi w odszukaniu wykonywanego polecenia w drzewie. Na przykład ramię robota porusza się w kierunku punktu orientacyjnego. Odpowiednie polecenie podrzędne takiego punktu oznaczone jest ikoną , a jego nazwa wraz z nazwą zawierającego je polecenia Ruch (zob. 14.4) są wyświetlane na niebiesko. Jeśli program zostanie wstrzymany, ikona wskaźnika jego wykonywania będzie oznaczać ostatnie wykonywane polecenie. Kliknięcie przycisku z ikoną  pod drzewem programu powoduje przejście w drzewie do aktualnie lub ostatnio wykonywanego polecenia. Jeśli użytkownik kliknie polecenie w czasie wykonywania programu, na karcie Polecenie będą widoczne informacje związane z wybranym poleceniem. Naciśnięcie przycisku  spowoduje, że na karcie Polecenie ponownie będą wyświetlane informacje o aktualnie wykonywanych poleceniach.

## 14.2.3 Przycisk wyszukiwania

Dotknąć , aby wyszukać w drzewie programu. Po kliknięciu wyszukiwania możliwe jest wprowadzenie tekstu, a pasujące węzły programu będą wyróżnione żółtym kolorem. Ponadto dostępne są przyciski nawigacji umożliwiające przechodzenie do poszczególnych znalezionych elementów. Naciśnięcie ikony , aby wyjść z trybu wyszukiwania. Uwaga: Aby uzyskać dostęp do dodatkowych przycisków nawigacji, należy rozwinąć drzewo programu.

### 14.2.4 Przyciski cofnij/ponów

Przyciski z ikonami  oraz  na pasku narzędzi u podstawy drzewa programu służą do cofania i przywracania zmian wprowadzonych w drzewie programu i w zawartych w nim poleceniach.

### 14.2.5 Tablica przyrządów programu

Najniższa część ekranu to *Tablica przyrządów*. *Tablica przyrządów* zawiera zestaw przycisków podobnych do tych ze starych magnetofonów, za pomocą których można uruchamiać i zatrzymywać programy, wykonywać je krokowo i ponownie uruchamiać. *Suwak szybkości* umożliwi regulację szybkości programu w dowolnej chwili, co bezpośrednio wpływa na szybkość ruchów robota. Ponadto *suwak szybkości* w czasie rzeczywistym pokazuje względną szybkość ruchu ramienia robota z uwzględnieniem ustawień bezpieczeństwa. Wskazywana wartość procentowa to maksymalna szybkość, jaką można osiągnąć w działającym programie bez przekraczania limitów bezpieczeństwa.

Z lewej strony *Tablicy przyrządów* znajdują się przyciski *Symulacja* i *Robot rzeczywisty*, które przełączają uruchomienie programu między pracą w trybie symulacji i pracą na prawdziwym robocie. Podczas pracy w trybie symulacji ramię robota się nie porusza, dzięki czemu nie może ulec uszkodzeniu ani uszkodzić pobliskiego wyposażenia w efekcie kolizji. Symulacja służy do testowania programów, jeśli nie ma pewności co do czynności ramienia robota.



#### **NIEBEZPIECZEŃSTWO:**

1. Po naciśnięciu przycisku *Odtwarzaj* należy koniecznie pozostawać poza przestrzenią roboczą robota. Zaprogramowany ruch może się różnić od oczekiwanego.
2. Przycisku *Krok* należy używać tylko w razie absolutnej konieczności. Po naciśnięciu przycisku *Krok* należy koniecznie pozostawać poza przestrzenią roboczą robota.
3. Program należy zawsze sprawdzać z szybkością ograniczoną przez suwak szybkości. Logiczne błędy programowania popełnione przez integratora mogą powodować nieoczekiwane ruchy ramienia robota.
4. W przypadku zatrzymania awaryjnego lub ochronnego programu robota się zatrzymuje. Możliwe jest jego wznowienie, o ile żaden przegub nie poruszy się o więcej niż 10°. Po naciśnięciu opcji odtwarzania robot powoli powróci na trajektorię i będzie kontynuować wykonywanie programu.

Podczas pisania programu wynikowe ruchy ramienia robota są pokazywane na rysunku 3D na karcie *Urządzenie graficzne*, której opis zawiera 14.30.

Obok każdego polecenia programu znajduje się mała ikona, która ma barwę czerwoną, żółtą lub zieloną. Czerwona ikona oznacza, że w danym poleceniu występuje błąd, żółta oznacza, że polecenie nie jest ukończone, zaś zielona oznacza, że całość jest prawidłowa. Program można uruchomić tylko wtedy, kiedy wszystkie polecenia są zielone.

## 14.3 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. 13.10). 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.

*Typy zmiennych:*

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

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

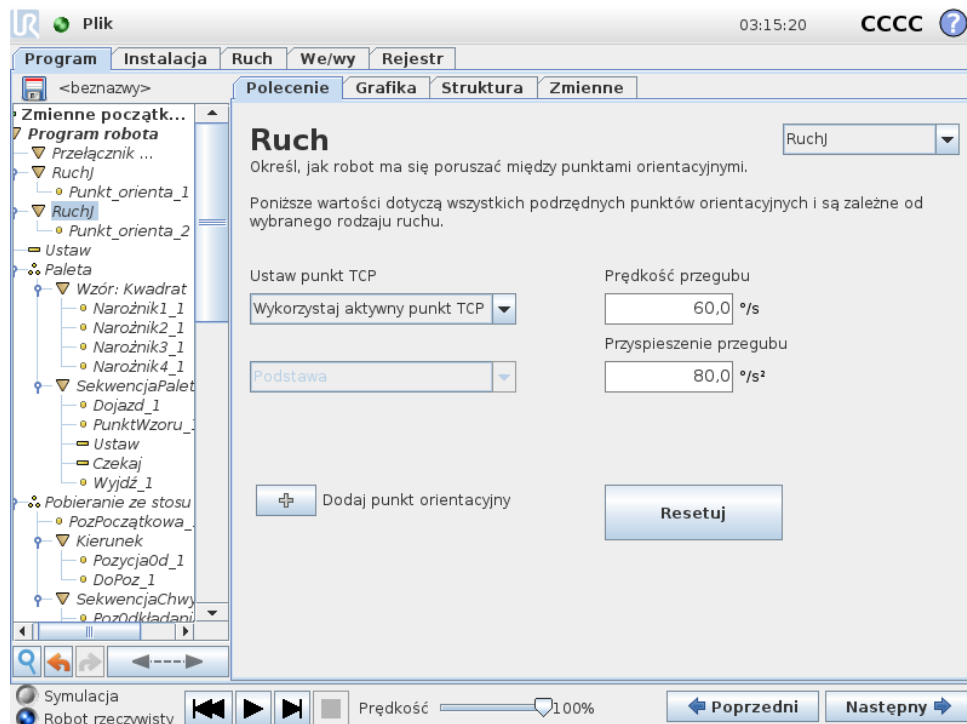
*zm.przec* Liczba zmiennoprzecinkowa (dziesiętna) (32 bity).

*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.

## 14.4 Polecenie: Ruch

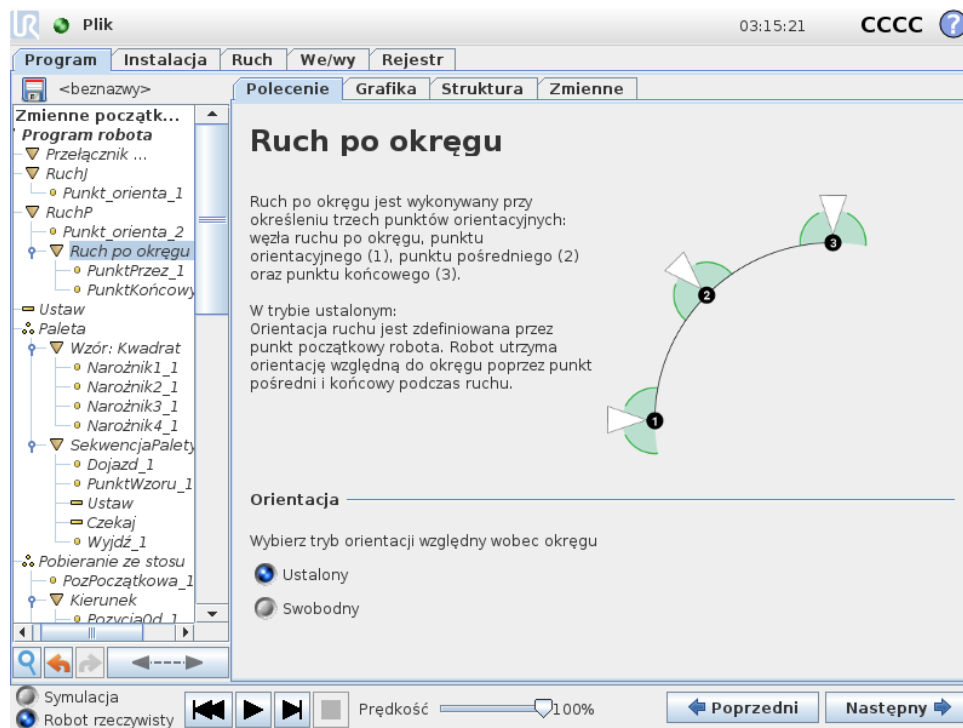


Polecenie **Ruch** steruje ruchem robota przez zadane punkty orientacyjne. Punkty orientacyjne muszą zostać określone w ramach polecenia Ruch. Polecenie Ruch określa przyspieszenie i szybkość, z jaką ramię robota będzie się poruszać między tymi punktami orientacyjnymi.

## 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**. Każdy przegub jest sterowany tak, aby jednocześnie osiągnąć żądane położenie końcowe. Ten rodzaj ruchu daje zakrzywiony tor narzędzia. Wspólnymi parametrami mającymi zastosowanie do tego rodzaju ruchu są maksymalna szybkość przegubu i przyśpieszenie 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

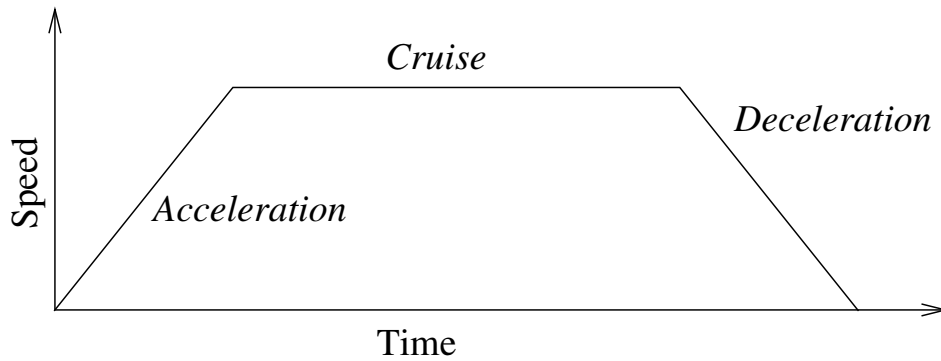
Punkt TCP używany dla punktów orientacyjnych w danym poleceniu Ruch można wybrać z menu rozwijanego. Z instalacji można wybrać TCP zdefiniowane przez użytkownika, aktywne TCP lub wykorzystać kołnierz narzędzia. Po wyborze TCP zdefiniowanego przez użytkownika lub aktywnego TCP ruch polecenia Ruch zostanie dostosowany do wybranej wartości. Wybór opcji **Ignoruj aktywny TCP** spowoduje, że TCP nie będzie wykorzystywany, a ruch w ramach polecenia Ruch zostanie dostosowany do kołnierza narzędzia (tj. ruch nie ulegnie korekcji).

Jeśli aktywny punkt TCP dla tego ruchu jest wyznaczony podczas wykonywania programu, musi być ustawiony dynamicznie za pomocą polecenia Ustaw (zob. 14.11) lub przez polecenia skryptu. Więcej informacji o konfigurowaniu nazwanych punktów TCP (zob. 13.6).

## Wybór funkcji

Funkcja rozmieszcza te punkty orientacyjne w ramach polecenia Ruch, które powinny być reprezentowane podczas określania punktów orientacyjnych (zob. rozdział 13.12). Oznacza to, że podczas ustawiania punktu orientacyjnego program będzie pamiętał współrzędne narzędzia w przestrzeni funkcji dla wybranej funkcji. Istnieje kilka okoliczności wymagających dokładniejszego omówienia:

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

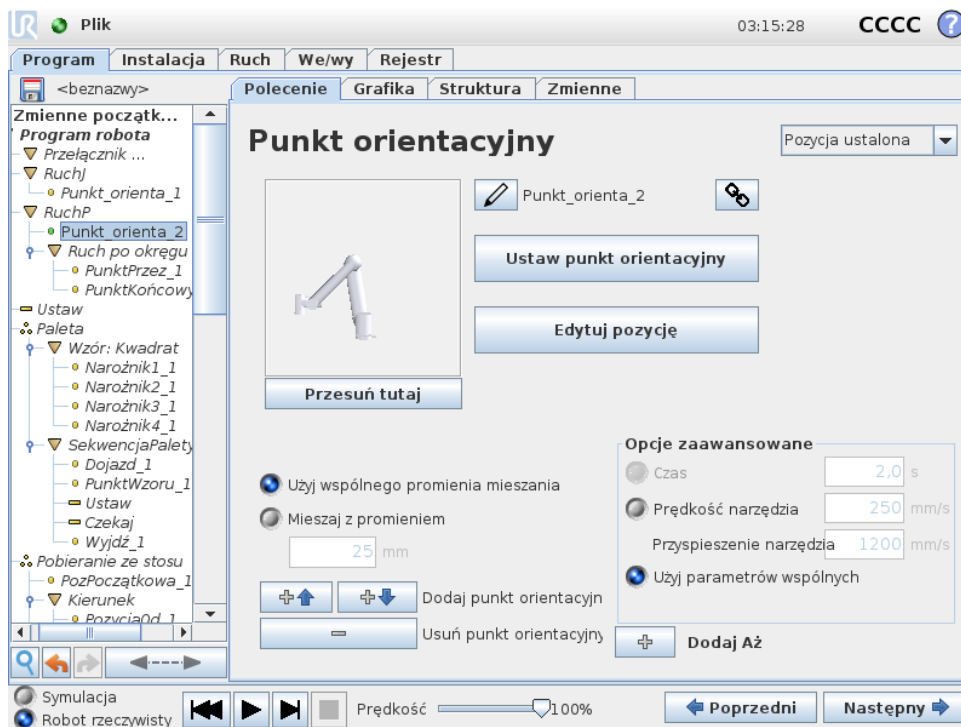


Rysunek 14.1: Profil szybkości dla ruchu. Krzywą można podzielić na trzy części: *przyspieszenie*, *stała szybkość* i *hamowanie*. Poziomą fazę *stała szybkość* jest określany przez ustawienie szybkości ruchu, zaś nachylenie faz *przyspieszenia* i *hamowania* są określane przez parametr przyspieszenia.

*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.

*Funkcja zmienna:* Jeśli dowolna z funkcji w aktualnie załadowanej instalacji zostanie określona jako zmienna, odpowiadające jej zmienne będzie również można wybrać w menu wyboru funkcji. Jeśli zostanie wybrana zmienna funkcji (nazywana nazwą funkcji i z przedrostkiem „\_var”), ruchy ramienia robota (z wyjątkiem **Względnych punktów orientacyjnych**) będą wykonywane względem rzeczywistej wartości zmiennej podczas działania programu. Wartością początkową zmiennej funkcji jest wartość rzeczywistej funkcji, jaką skonfigurowano podczas instalacji. W przypadku zmiany tej wartości zmiane ulegną ruchy robota.

## 14.5 Polecenie: Ustalony punkt orientacyjny



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

### Ustawianie punktu orientacyjnego

Należy nacisnąć ten przycisk, aby przejść do ekranu Ruch, gdzie można określić pozycję ramienia robota dla tego punktu orientacyjnego. Jeśli punkt orientacyjny został za pomocą polecenia Ruch umieszczony w przestrzeni liniowej (**RuchL** lub **RuchP**), dla tego polecenia Ruch musi zostać wybrana poprawna funkcja, aby można było nacisnąć ten przycisk.

### Nazwy punktów orientacyjnych

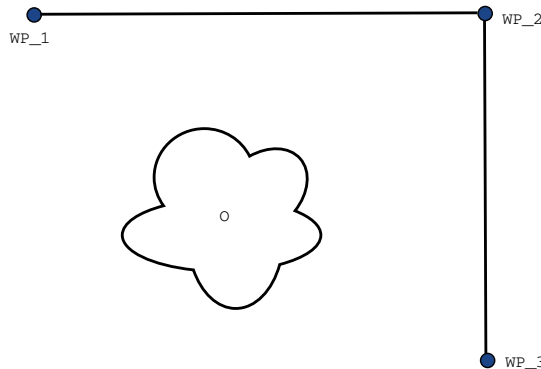
Punkty orientacyjne automatycznie otrzymują unikatową nazwę. Użytkownik może zmienić nazwę. Po kliknięciu ikony połączenia punkty orientacyjne zostają połączone i współdzielą informacje o pozycji. Pozostałe informacje na temat punktów orientacyjnych, takie jak promień mieszania, prędkość narzędzi/przegubów 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. 14.2), 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 14.2: 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 przeprowadzane 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.

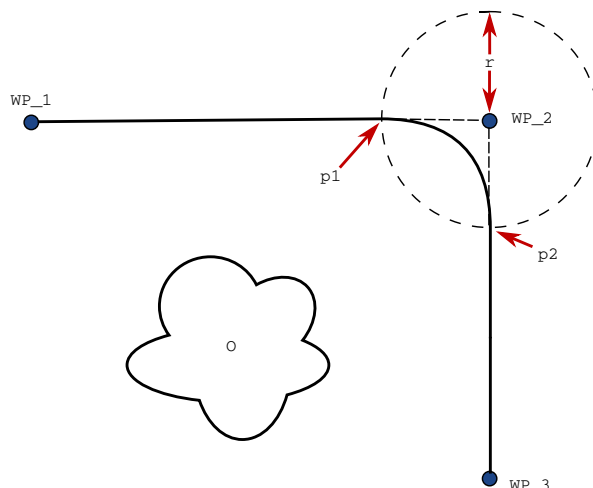
**Parametry mieszania** Wiele parametrów poza punktami orientacyjnymi ma wpływ na trajektorię mieszania (zob. rys. 14.3):

- Promień mieszania ( $r$ )
- Początkowa i końcowa prędkość robota (odpowiednio w położeniu  $p_1$  i  $p_2$ )
- 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 ( $RuchL$ ,  $RuchJ$ )

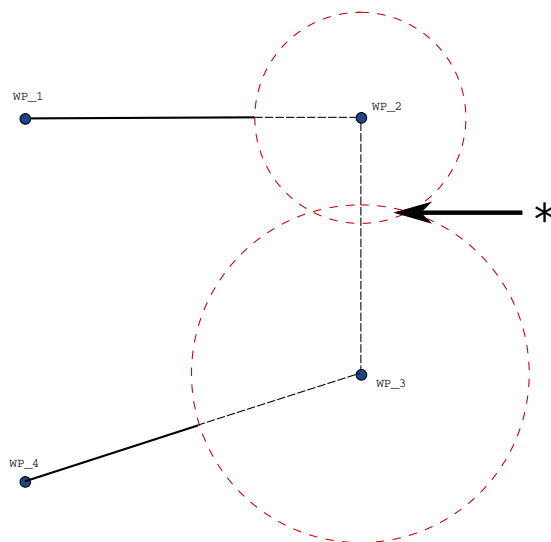
W przypadku ustawienia promienia mieszanej trajektorii ramienia robota zmienia się wokół punktu orientacyjnego, co pozwala ramieniu nie zatrzymywać się w tym punkcie.

Fragmenty mieszania nie mogą się nakładać, więc nie można ustawić promienia mieszanej nakładającego się na promień mieszanej poprzedniego lub następnego punktu orientacyjnego, zgodnie z rys. 14.4.

**Warunkowe trajektorie mieszania** Trajektorija mieszania jest uzależniona od punktu orientacyjnego, w którym jest ustawiony promień mieszania i kolejnej trajektorii mieszania w drzewie



Rysunek 14.3: Mieszanie WP\_2 z promieniem  $r$ , pozycja początkowa przejścia p1, pozycja końcowa mieszania p2. O jest przeszkodą.

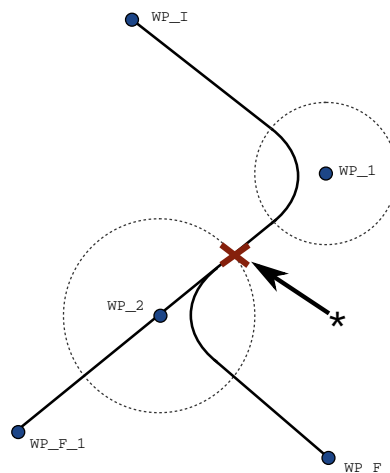


Rysunek 14.4: Nakładanie się promienia mieszania zabronione (\*).

programu. W programie na rys. 14.5 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
  
```

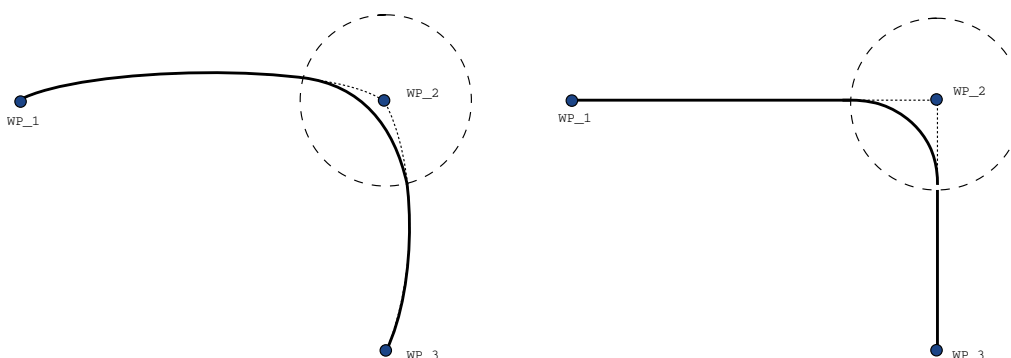


Rysunek 14.5: WP\_I to początkowy punkt orientacyjny. Istnieją dwa możliwe końcowe punkty orientacyjne, WP\_F\_1 i WP\_F\_2, w zależności od wyrażeń warunkowych. Wyrażenie warunkowe `jeśli` zostaje przeanalizowane, gdy ramię robota wejdzie w drugi obszar mieszania(\*).

**Kombinacje typów trajektorii** Można mieszać za pomocą wszystkich czterech kombinacji typów trajektorii **RuchJ** i **RuchL**, jednak określona kombinacja będzie miała wpływ na obliczoną trajektorię mieszania. Istnieją 4 kombinacje:

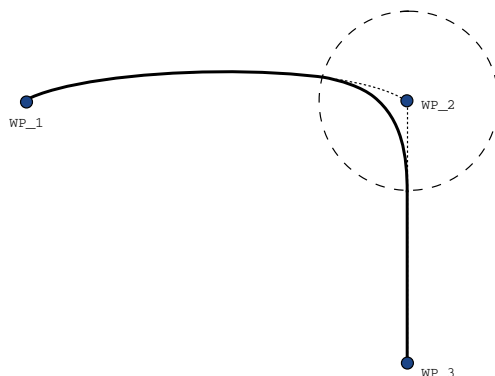
1. **RuchJ** do **RuchJ** (mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów)
2. **RuchJ** do **RuchL**
3. **RuchL** do **RuchL** (mieszanie wyłącznie w przestrzeni kartezjańskiej)
4. **RuchL** do **RuchJ**

Mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów (punkt 1) i mieszanie wyłącznie w przestrzeni kartezjańskiej (punkt 3) są porównane na rys. 14.6. Pokazane są dwa możliwe tory narzędzia dla takich samych zestawów punktów orientacyjnych.



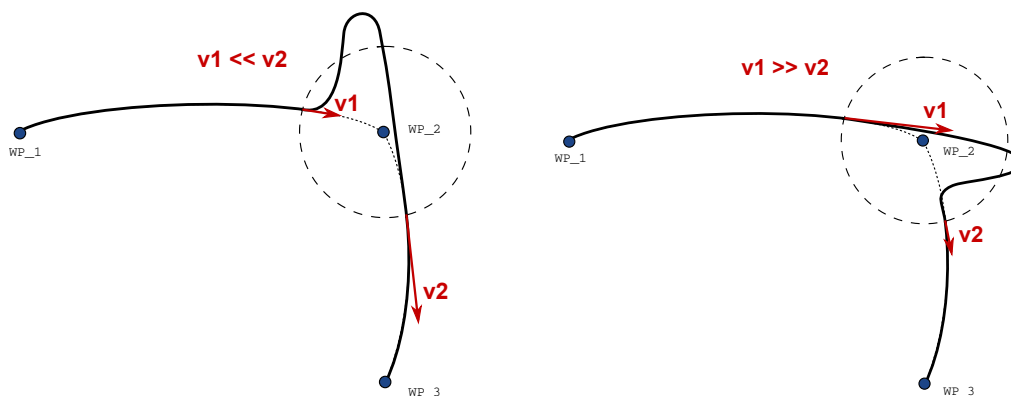
Rysunek 14.6: Ruch i mieszanie w przestrzeni przegubów (**RuchJ**) — przestrzeni kartezjańskiej (**RuchL**).

W innych kombinacjach punkty 2, 3 i 4 utworzą trajektorie, które pozostaną w granicach pierwotnej trajektorii przestrzeni kartezjańskiej. Przykład mieszania różnych typów trajektorii (punkt 2) jest widoczny na rys. 14.7.



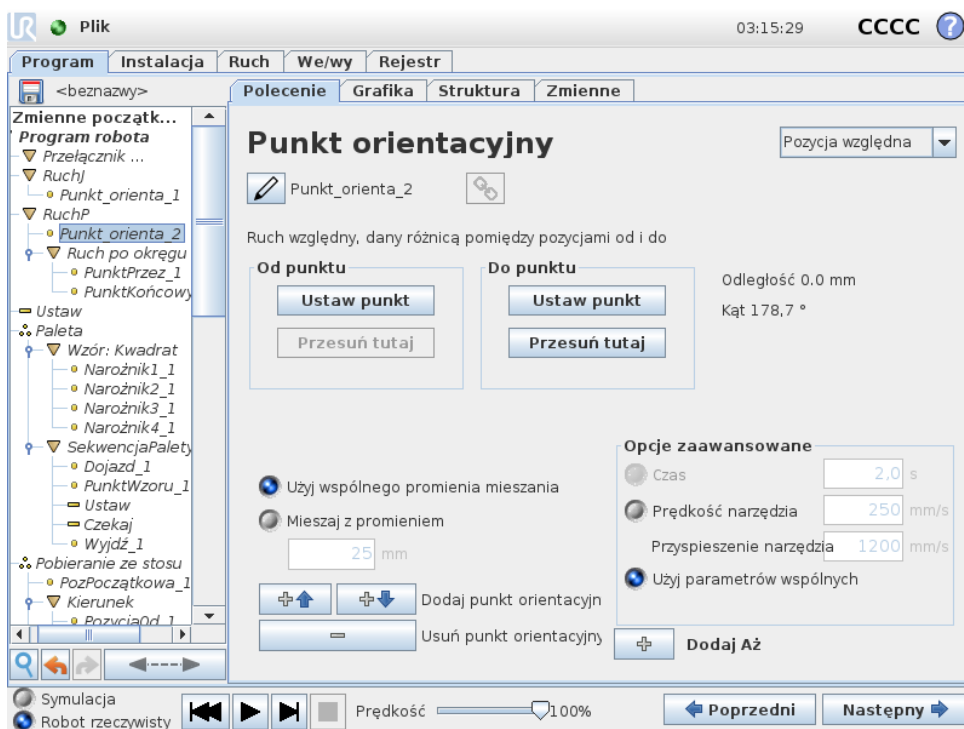
Rysunek 14.7: Przejście z ruchu w przestrzeni przegubów (RuchJ) do liniowego ruchu narzędzia (RuchL).

Mieszanie wyłącznie w przestrzeni przegubów (punkt 1) może jednak przebiegać w mniej intuicyjny sposób, ponieważ robot będzie starał się wybrać najpłynniejszą możliwą trajektorię w przestrzeni przegubów, biorąc pod uwagę prędkość i wymagania dotyczące czasu. Z tego powodu trajektorie mogą różnić się od torów określonych przez punkty orientacyjne. Taka sytuacja może zdarzyć się szczególnie w przypadku znacznych różnic prędkości przegubów dwóch trajektorii. *Uwaga:* jeśli prędkości znacznie różnią się (np. przez ustawienia zaawansowane — zarówno prędkości jak i czasu — określonego punktu orientacyjnego) może wystąpić duże odchylenie od pierwotnej trajektorii, zgodnie z rys. 14.8. Jeśli zachodzi potrzeba połączenia różnych prędkości i nie można zaakceptować odchylenia, należy rozważyć mieszanie w przestrzeni kartezjańskiej, korzystając z **RuchL**.



Rysunek 14.8: Mieszanie w przestrzeni przegubów następuje, gdy prędkość początkowa  $v_1$  jest znacznie niższa niż prędkość końcowa  $v_2$  lub na odwrót.

## 14.6 Polecenie: Względny punkt orientacyjny

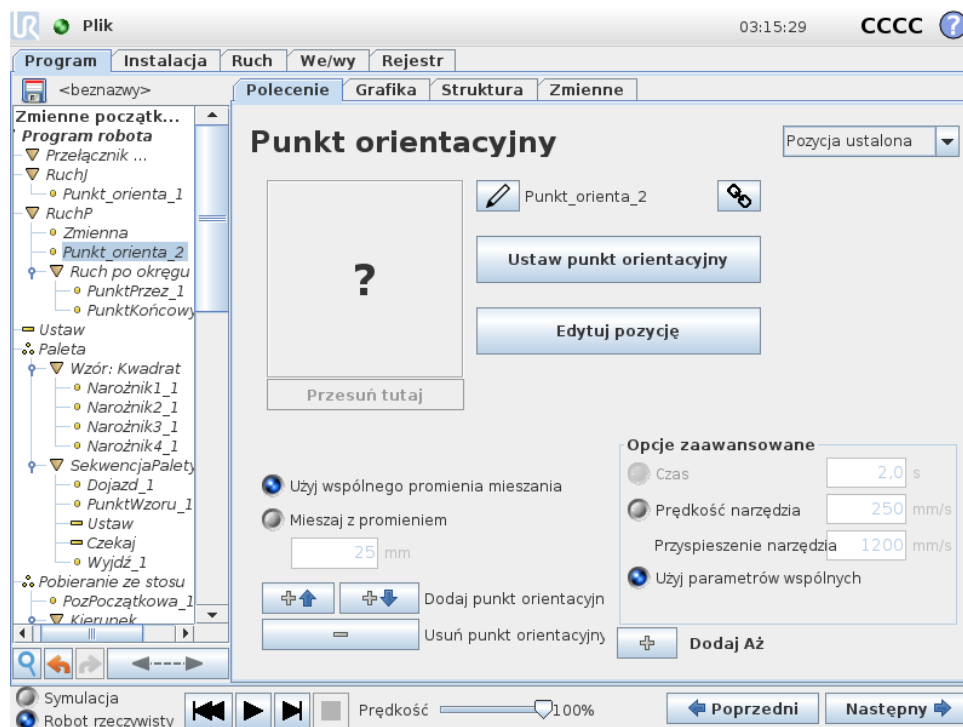


Punkt orientacyjny, którego pozycja jest podana względem poprzedniej pozycji ramienia robota, na przykład „dwa centymetry w lewo”. Pozycja względna jest zdefiniowana jako różnica pomiędzy dwoma podanymi pozycjami (od lewej do prawej).

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.

## 14.7 Polecenie: Zmienny punkt orientacyjny



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

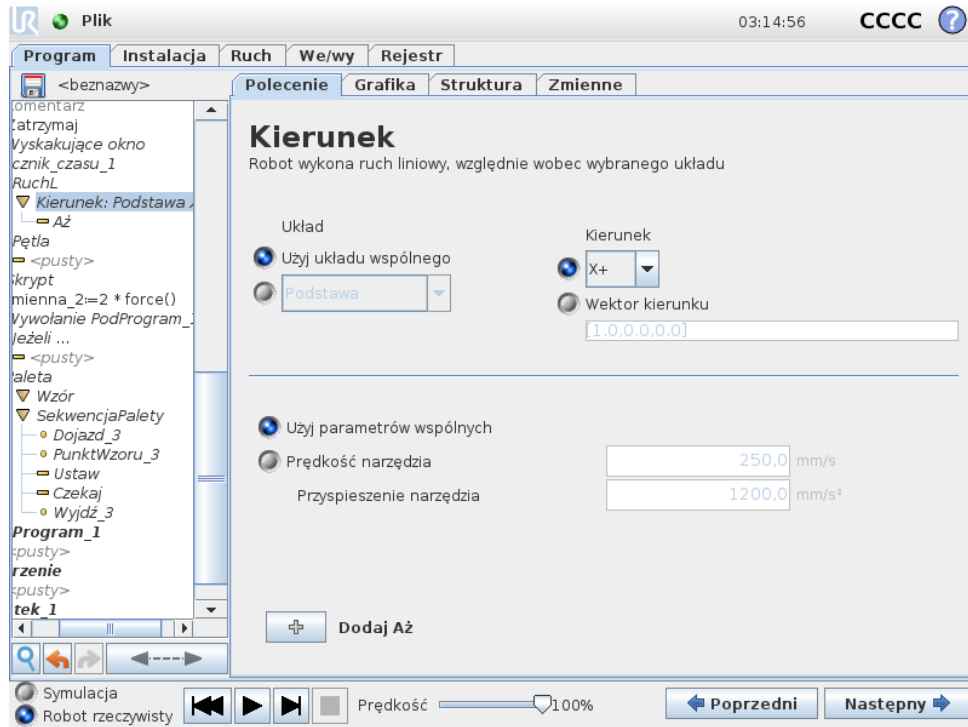
$\text{var}=\text{p}[0.5, 0.0, 0.0, 3.14, 0.0, 0.0]$ . Pierwsze trzy odpowiadają  $x,y,z$ , a ostatnie trzy stanowią informację o orientacji podaną w postaci *wektora obrotu* zdefiniowanego przez wektor  $rx,ry,rz$ . Długość osi to kąt obrotu podany w radianach, a sam wektor określa oś, dookoła której 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 14.5). 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
```

## 14.8 Polecenie: 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*. Należy mieć warunki *Do* celu zatrzymania ruchu ukierunkowanego. Należy dotknąć przycisku *Dodaj do*, aby określić kryteria zatrzymania.



### Zatrzymywanie ruchu ukierunkowanego

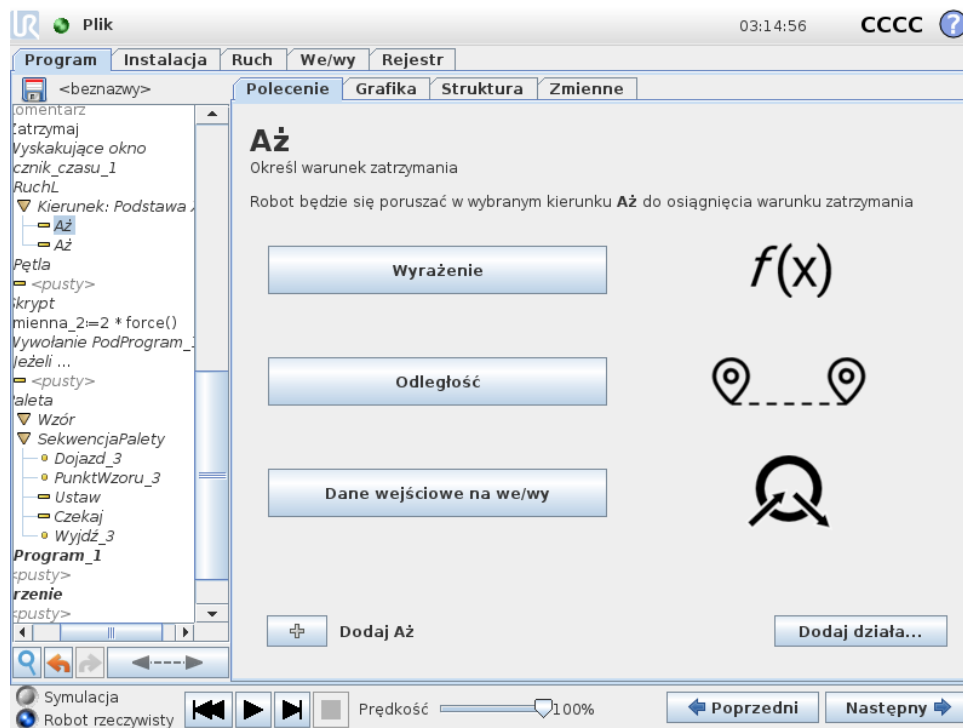
Można dodać ustawienie wektora kierunku dla pozycji **Prędkość narzędzia** oraz **Przyspieszenie narzędzia**, aby zdefiniować kierunek wektora ruchu liniowego i umożliwić takie zaawansowane zastosowania, jak:

- 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 dla wektora [2,1,0] robot porusza się dwie jednostki w kierunku x na każdą jednostkę w kierunku y z określoną prędkością.

## 14.9 Polecenie: Do

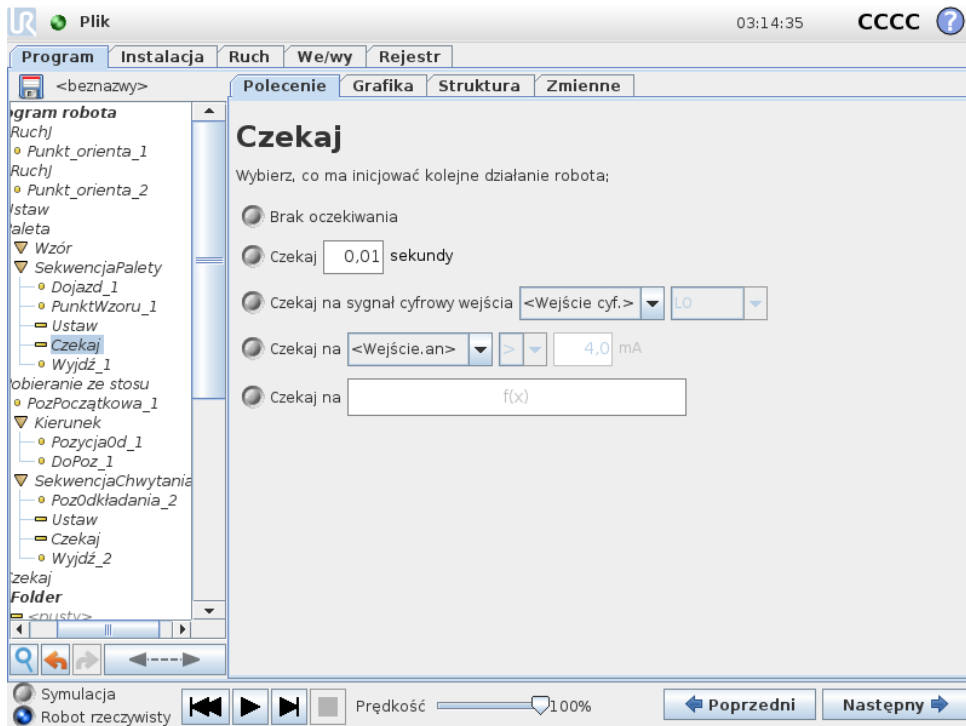
Węzeł programu **Do** definiuje kryteria zatrzymania dla ruchu. Robot porusza się po ścieżce i zatrzymuje po wykryciu kontaktu.



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

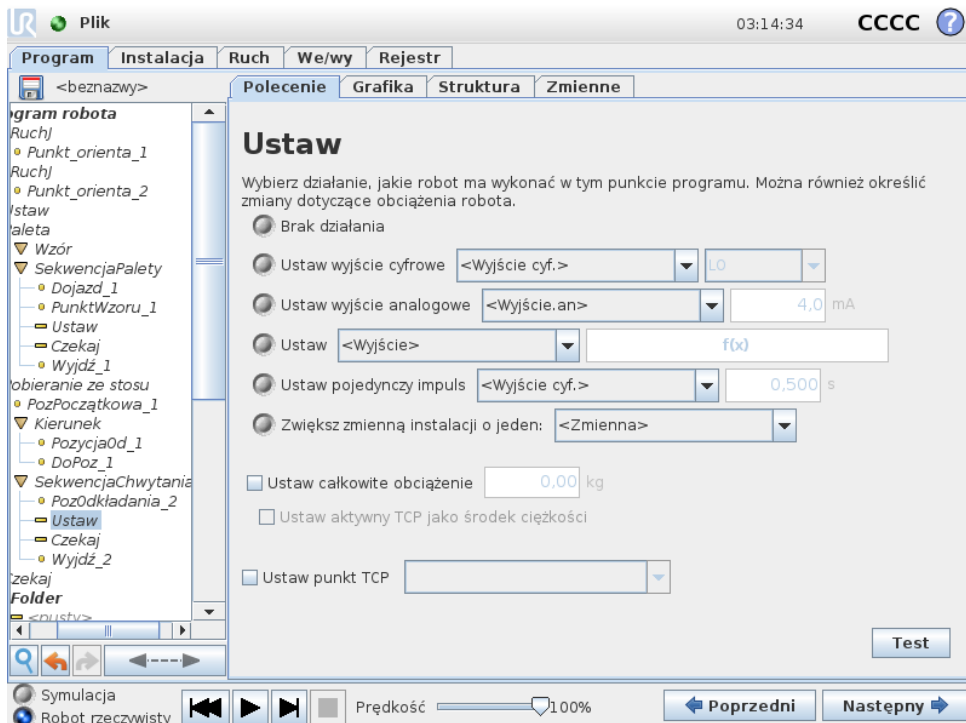
- **Węzły Dodaj akcję** Dodaj program, jeśli został spełniony określony warunek Do. Przykładowo w razie wykrycia stanu błędu, program może zostać zatrzymany za pomocą węzła Wyskakujące okienko.
- **Odległość** Tego węzła można używać do zatrzymania ruchu ukierunkowanego, gdy robot przesunął się o określoną odległość. Prędkość zostaje zmniejszona, aby robot zatrzymał się dokładnie w wymaganej odległości.
- **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.

## 14.10 Polecenie: Czekaj



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

## 14.11 Polecenie: Ustaw



## 14.12 Polecenie: Wyskakujące okno

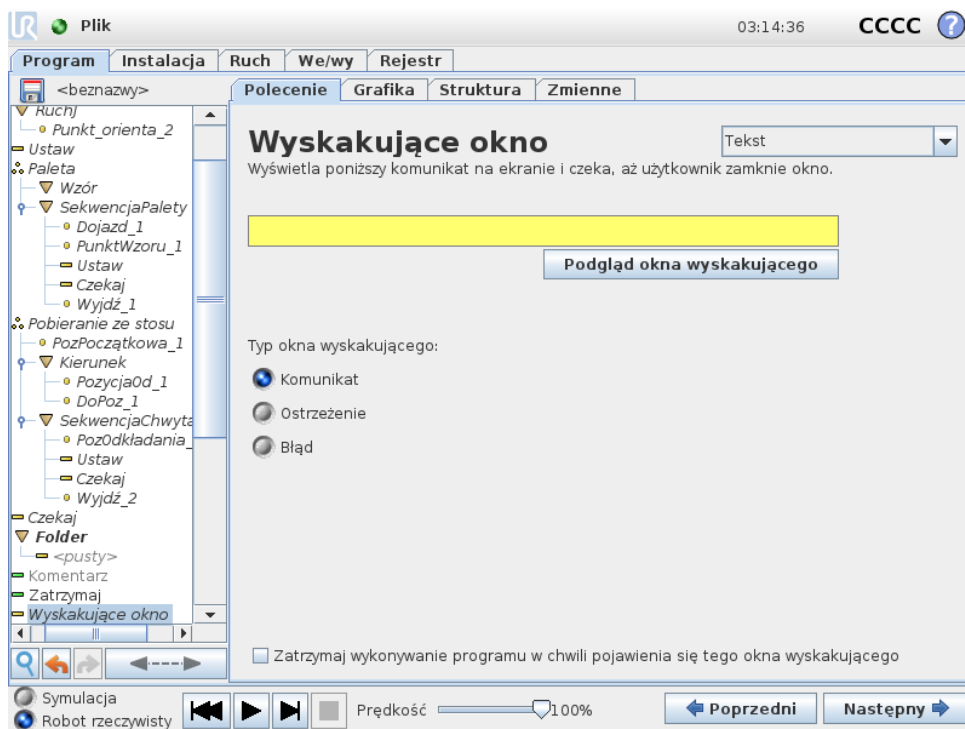
Ustawia wyjścia cyfrowe albo analogowe na zadaną wartość. Wyjścia cyfrowe można również skonfigurować tak, aby wysyłały pojedynczy impuls.

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, warto zamiast tego rozważyć zastosowanie doboru TCP z karty **Ruch** (zob. 14.4). Więcej informacji o konfigurowaniu nazwanych punktów TCP (zob. 13.6).

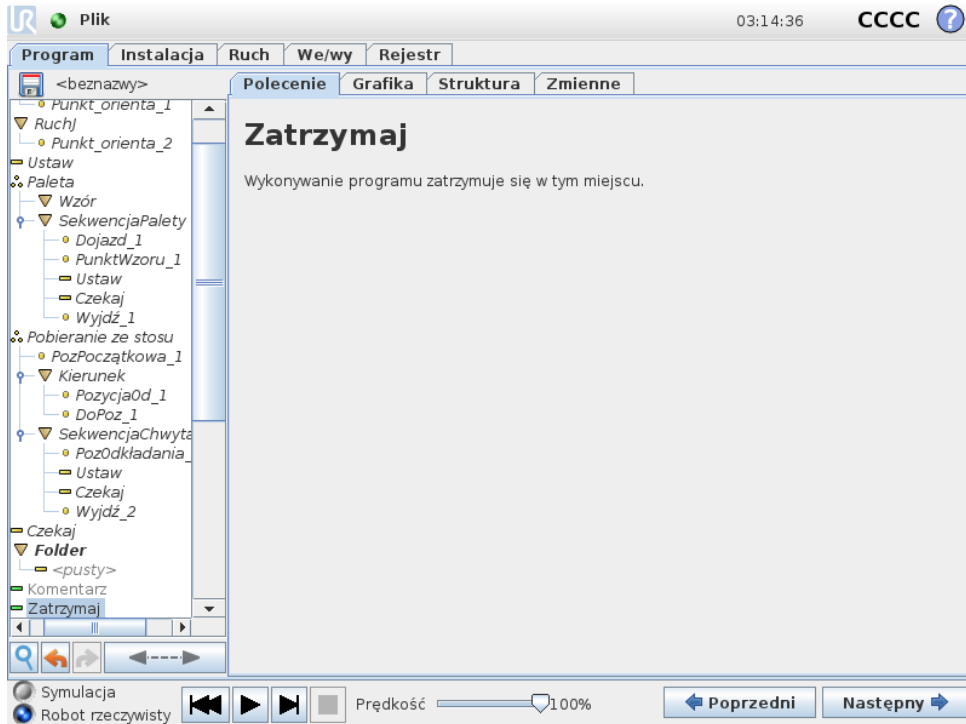
## 14.12 Polecenie: Wyskakujące okno



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.

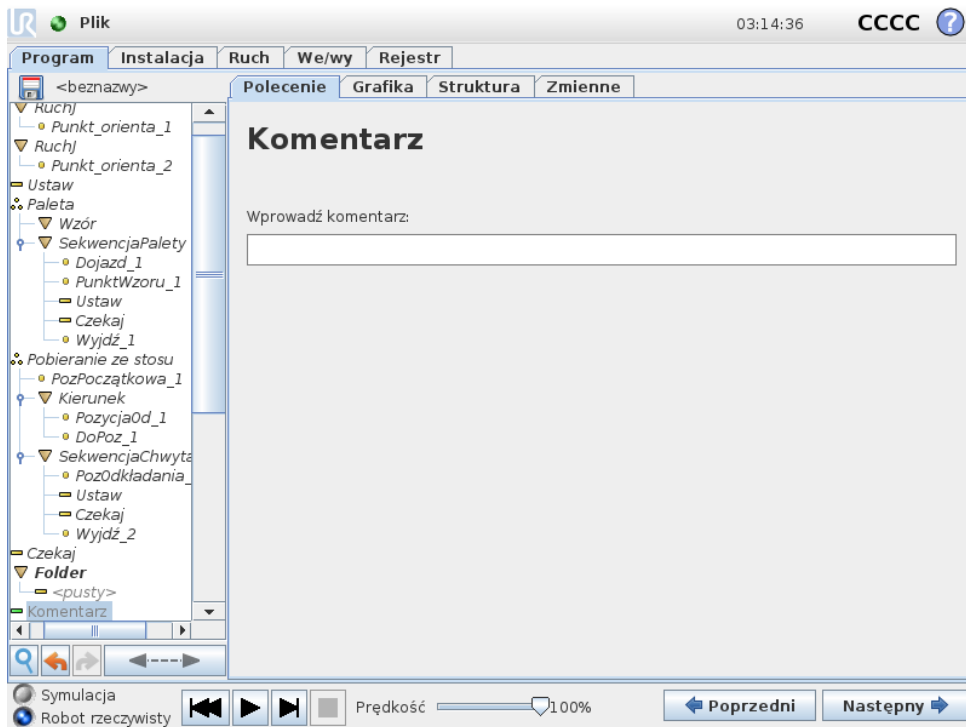
Uwaga: Komunikaty mogą zawierać maksymalnie 255 znaków.

### 14.13 Polecenie: Zatrzymaj



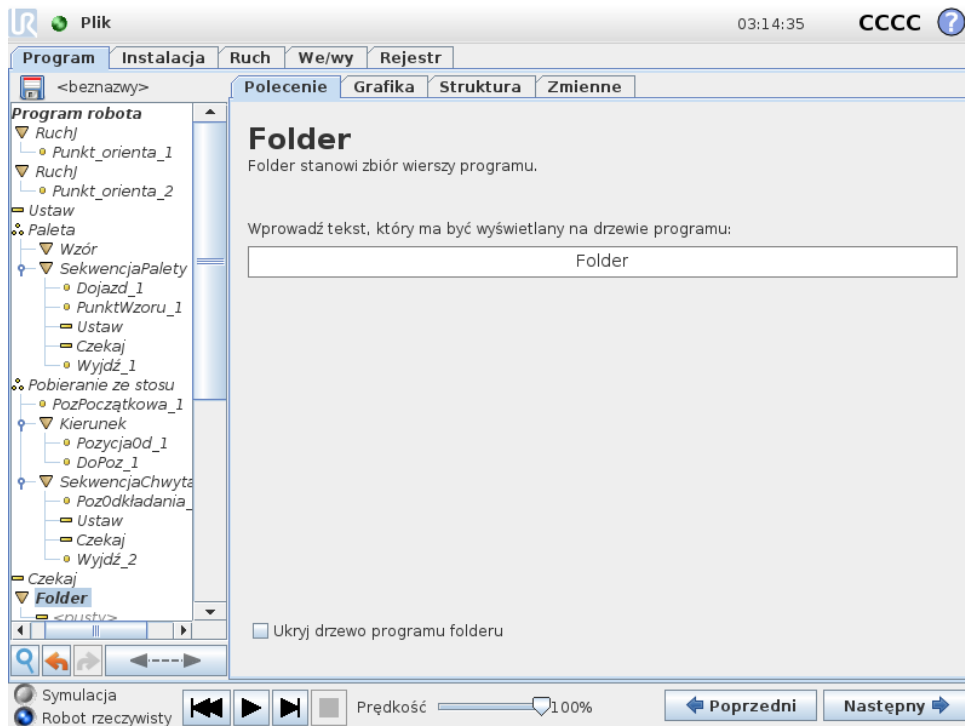
Wykonywanie programu zatrzymuje się w tym miejscu.

### 14.14 Polecenie: Komentarz



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

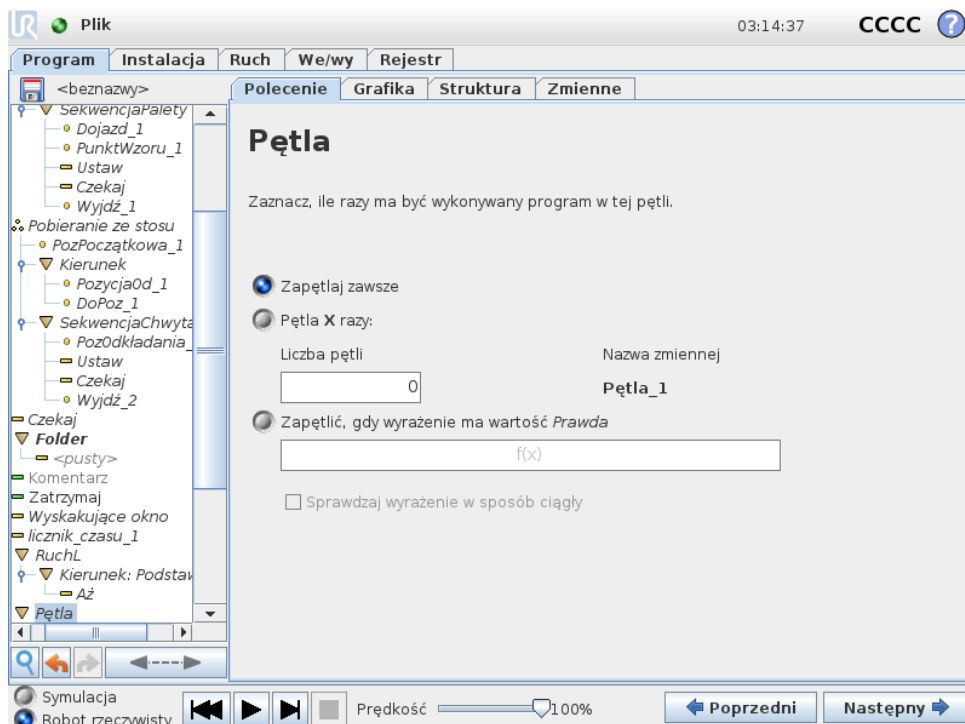
## 14.15 Polecenie: Folder



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.

## 14.16 Polecenie: Pętla

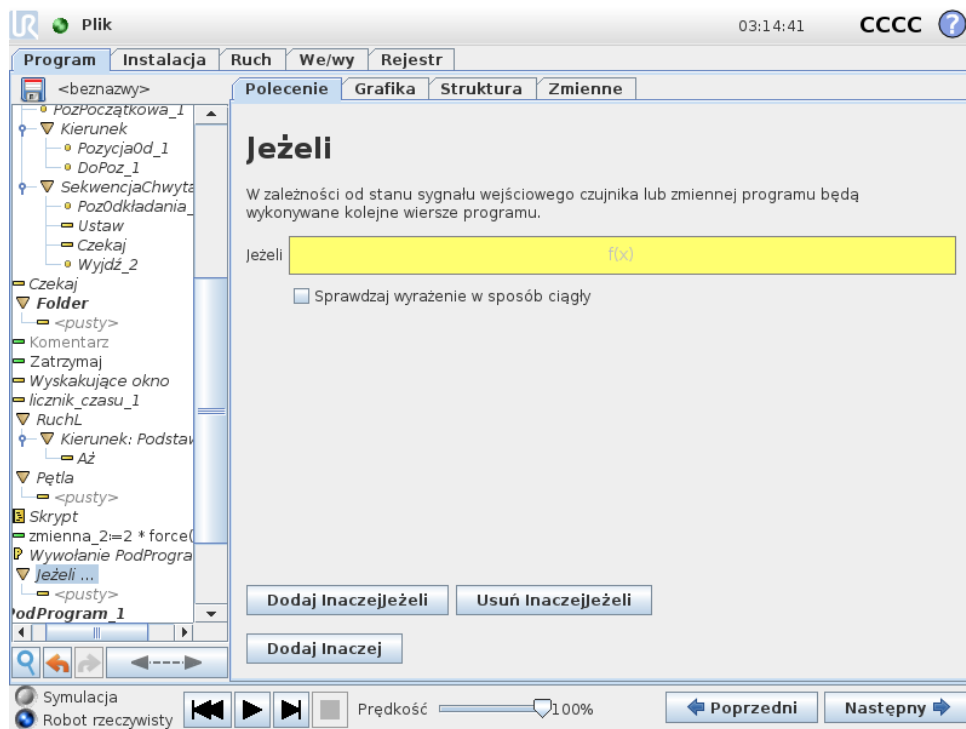


Zapętla wykonywanie zawartych w niej poleceń programu. W zależności od wybranej opcji zawarte w pętli polecenia programu są zapętłone w nieskończoność, wykonywane określoną liczbę razy albo dopóki podany warunek jest prawdziwy. W przypadku wykonywania pętli określoną liczbę razy jest tworzona dedykowana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

## 14.17 Polecenie: Instrukcja warunkowa if

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



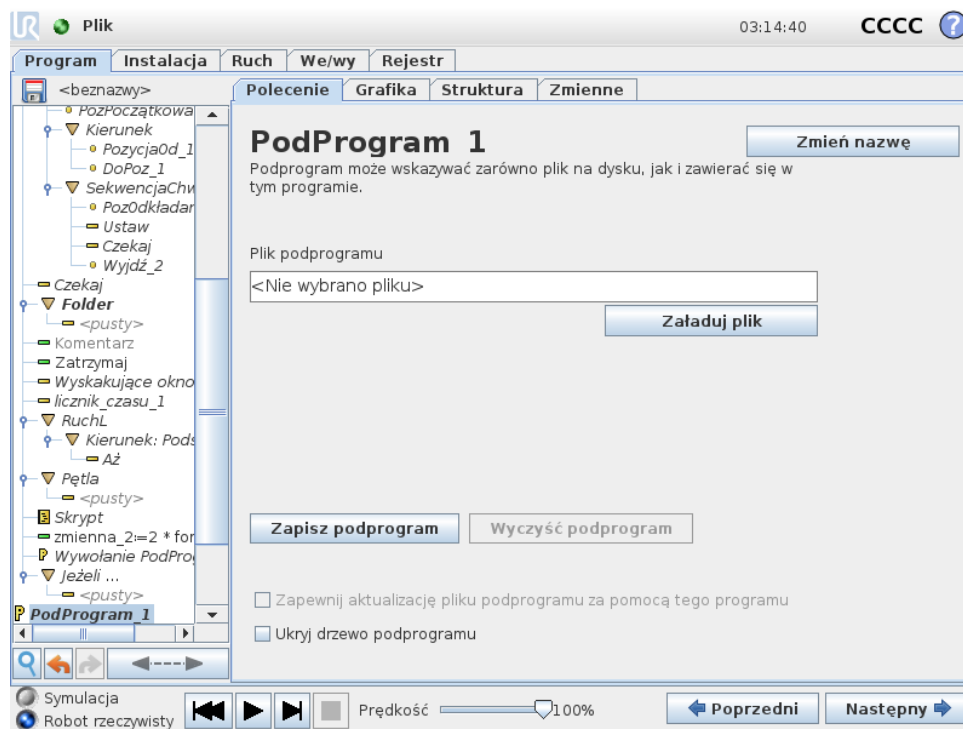
Wybrać warunki w edytorze wyrażeń, które tworzą wyrażenia przy użyciu instrukcji `If`. Jeśli wartością warunku jest `Prawda`, zostaną wykonane wyrażenia wewnątrz tej instrukcji warunkowej `If`. Instrukcja warunkowa `If` może mieć tylko jedno wyrażenie `Else`. Należy użyć poleceń `Dodaj ElseIf` i `Usuń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

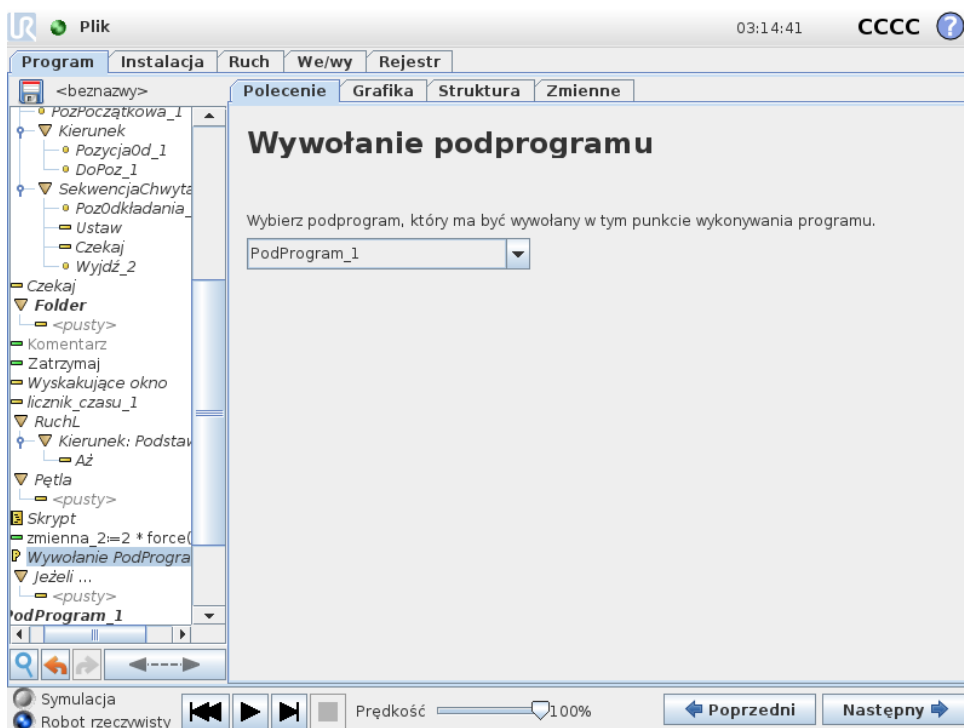
Jeśli w wyrażeniu If lub wyrażeniu Pętla z opcją Stale sprawdzaj wyrażenia są punkty orientacyjne, można dodać instrukcje stopj() lub stopl() za wyrażeniem, aby delikatnie wyhamować ramię robota. Ma to zastosowanie dla obu poleceń: If oraz Pętla (zob. rozdział 14.16).

## 14.18 Polecenie: PodProgram



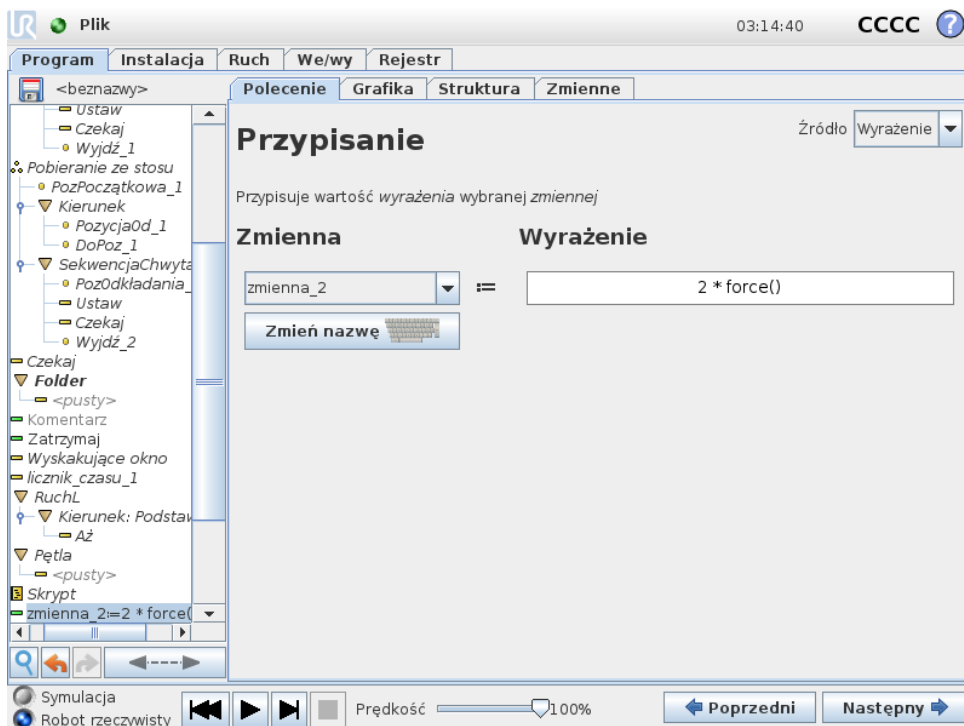
Podprogram może przechowywać fragmenty programu potrzebne w kilku miejscach. Podprogram może być oddzielnym plikiem na dysku oraz może być ukryty w celu ochrony przed jego przypadkowymi zmianami.

## Polecenie: Wywołanie PodProgramu



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

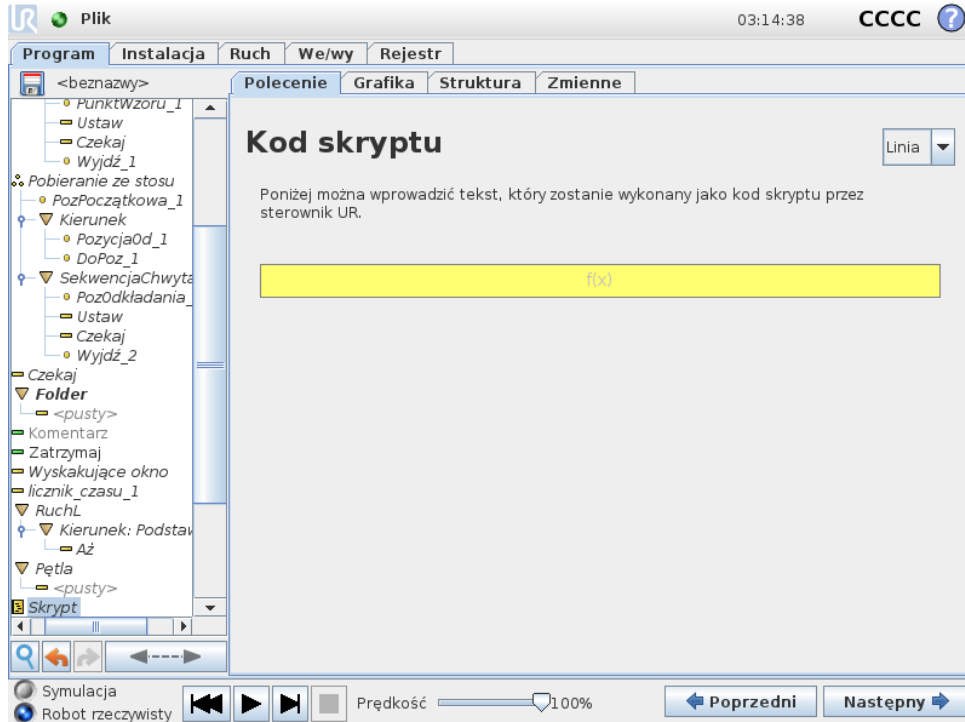
## 14.19 Polecenie: Przepisanie



## 14.20 Polecenie: Skrypt

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.

## 14.20 Polecenie: Skrypt



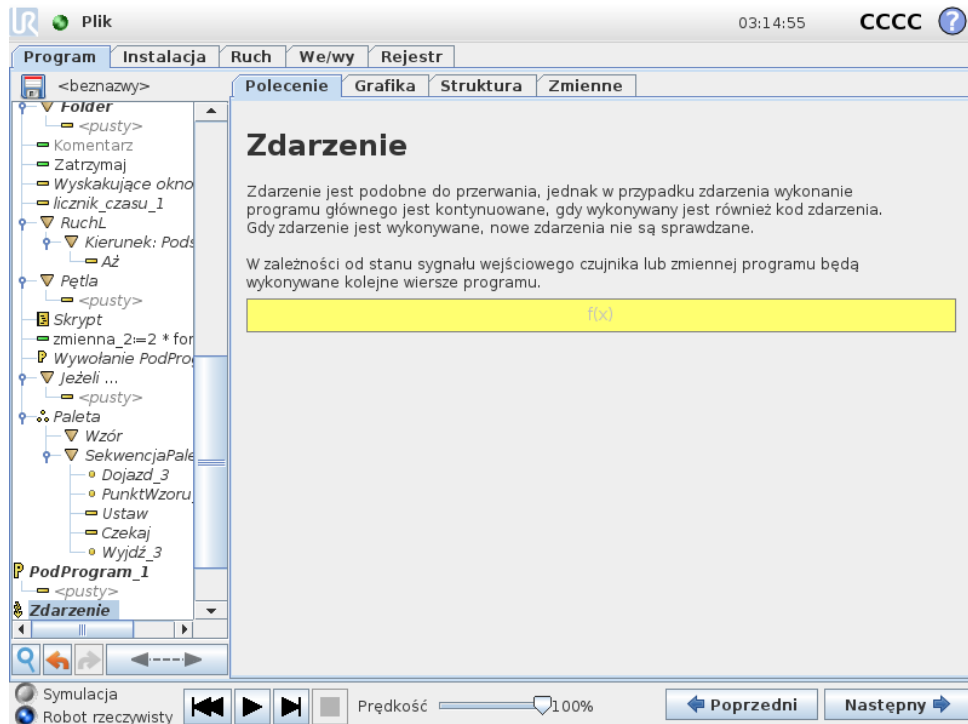
Następujące opcje są dostępne na liście rozwijanej w obszarze polecenia:

- **Linia** pozwala napisać pojedynczą linię kodu URScript za pomocą edytora wyrażeń ( 12.1)
- **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>).

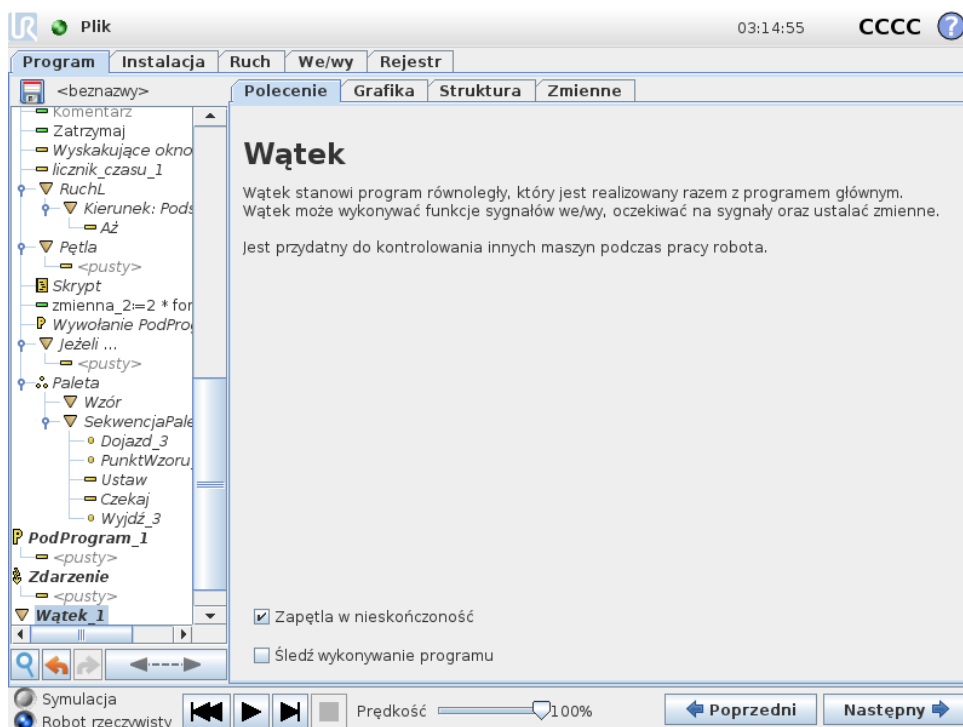
Funkcje i zmienne deklarowane w pliku URScript są dostępne do użycia w ramach programu w PolyScope.

## 14.21 Polecenie: Zdarzenie



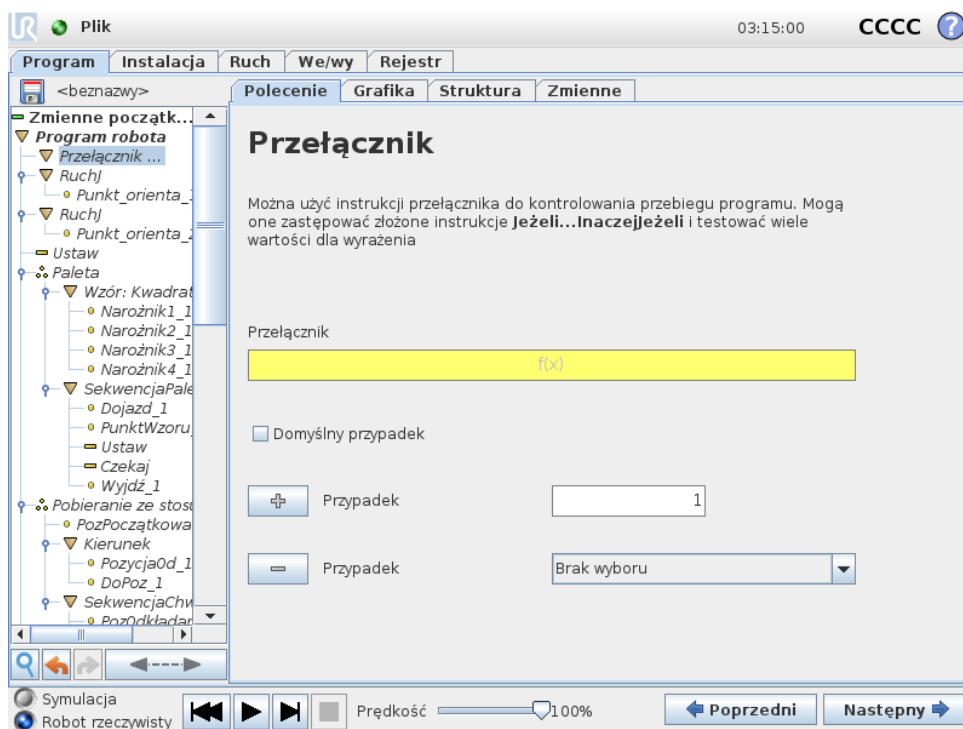
Zdarzenia można użyć do monitorowania sygnału wejściowego i wykonywania pewnego działania lub ustawienia zmiennej, gdy sygnał wejściowy osiąga poziom wysoki. Na przykład w razie osiągnięcia poziomu wysokiego przez sygnał wyjściowy program zdarzenia może odczekać 200 ms, po czym przywrócić niski poziom. 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 (8 ms).

## 14.22 Polecenie: Wątek



Wątek jest procesem równoległym do programu robota. Wątek może służyć do kontrolowania maszyny zewnętrznej niezależnie od ramienia robota. Wątek może się komunikować z programem robota za pomocą zmiennych i sygnałów wyjściowych.

## 14.23 Polecenie: Przełącznik

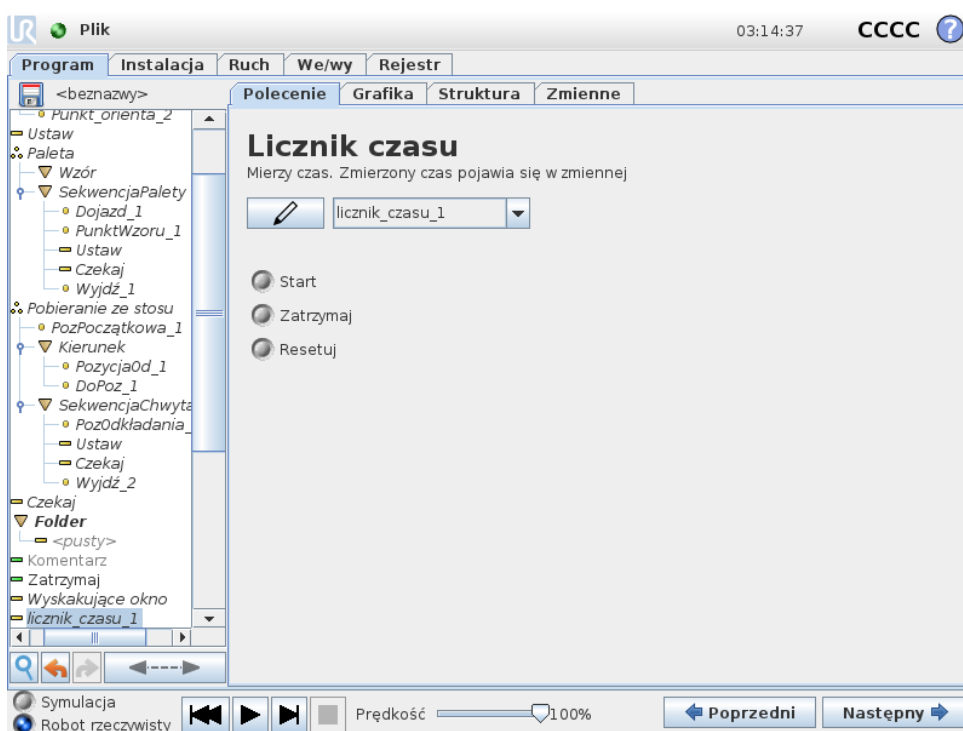


Copyright © 2009–2020, Universal Robots A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.

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.

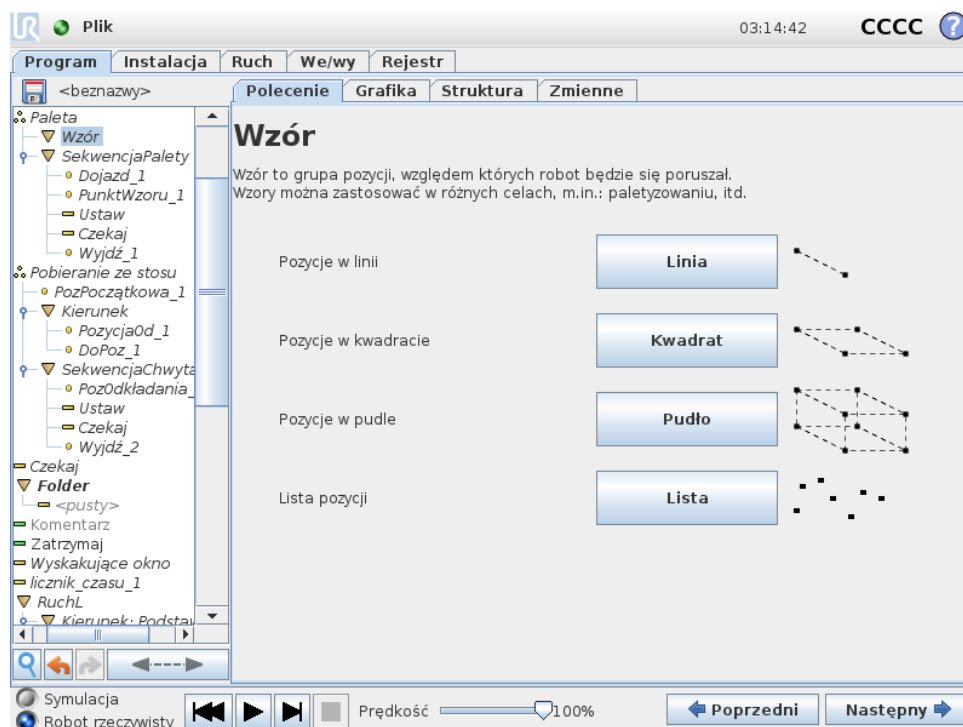
Każde polecenie **Przełącznik** może mieć kilka **Przypadków** i jeden **Przypadek domyślny**. Polecenie **Switch (Przełącznik)** może mieć zdefiniowany tylko jeden egzemplarz dowolnej wartości **Case (Przypadek)**. **Case (Przypadki)** można dodawać za pomocą przycisków na ekranie. Polecenie **Przypadek** można usunąć z ekranu dla tego przełącznika.

### 14.23.1 Licznik czasu



Licznik czasu mierzy czas pracy poszczególnych części programu. Zmienna programu

## 14.24 Polecenie: Wzór



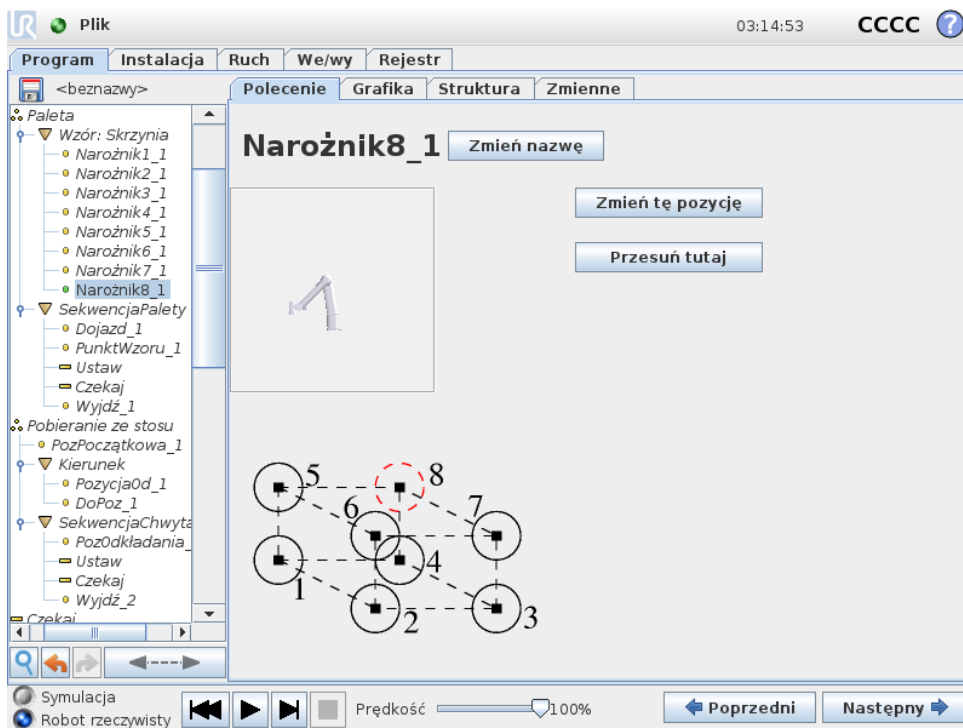
Polecenia **Wzór** można użyć do przechodzenia między pozycjami w programie robota. Polecenie **Wzór** odpowiada jednej pozycji podczas każdego wykonania.

Wzór może należeć do jednego z czterech typów. Pierwsze trzy: **Linia**, **Kwadrat** lub **Okno** mogą zostać użyte w pozycjach w regularnym wzorcu. Regularne wzorce są definiowane przez liczbę punktów charakterystycznych, przy czym te punkty definiują krawędzie wzorca. W przypadku **linii** są to dwa punkty końcowe, dla **kwadratu** są to trzy z czterech punktów narożnych, zaś dla **okna** są to cztery z ośmiu punktów narożnych. Programista wprowadza liczbę pozycji wzdłuż każdej krawędzi wzorca. Sterownik robota oblicza następnie poszczególne pozycje wzorca, proporcjonalnie dodając wektory brzegowe do siebie.

Jeśli pozycja, przez którą należy przejść nie pasuje do regularnego wzoru, można wybrać opcję **Lista**, gdzie programista wprowadza listę wszystkich pozycji. W ten sposób można obsłużyć dowolne rozmieszczenie pozycji.

### Definiowanie wzoru

W przypadku wybrania wzoru **Okno** ekran zmienia się na przedstawiony poniżej.



Do zdefiniowania boku okna we wzorze **Okno** służą trzy wektory. Te trzy wektory są podawane jako cztery punkty, przy czym pierwszy wektor jest skierowany od punktu jeden do punktu dwa, drugi od punktu dwa do punktu trzy, zaś trzeci wektor od punktu trzy do punktu cztery. Każdy wektor jest podzielony na liczbę odstępów czasu. Konkretnie położenie we wzorcu jest obliczane jako zwykle proporcjonalne dodanie wektorów odstępów czasowych.

Opcje **Linia** oraz **Kwadrat** działają podobnie.

Zmienna licznika jest używana podczas przechodzenia między pozycjami wzoru. Nazwa zmiennej jest wyświetlana na ekranie polecenia **Wzór**. Zmienna przyjmuje kolejno wartości od 0 do  $X * Y * Z - 1$ , czyli liczby punktów we wzorze. Tą zmienną można manipulować za pomocą przypisań i można jej używać w wyrażeniach.

## 14.25 Polecenie: 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 siły **Tryb Siła**, można wybrać jedną lub więcej osi, w której ramię robota 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.

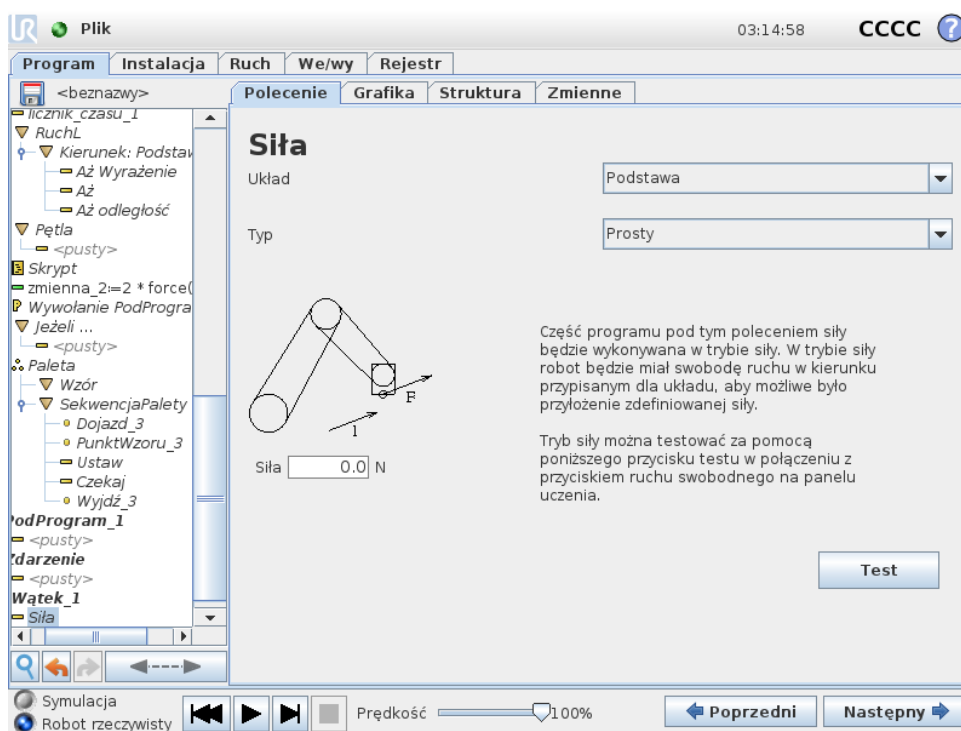
Mimo że oś została wybrana jako zgodna, program robota nadal będzie próbował przemieszczać robota wzdłuż tej osi. Jednak sterowanie siłą zapewnia, że ramię robota nadal będzie zbliżać się do określonej siły.

**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. 13.12).

## 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 ramię robota 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: 14.30) 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  $i$  i/lub momentu obrotowego jest niższa niż ustawiono.

## Wybór limitów

W przypadku wszystkich osi można ustawić limit, ale ma to różne znaczenie, w zależności od tego, czy oś jest zgodna czy niezgodna.

- **Zgodny:** Limitem jest maksymalna prędkość, jaką punkt TCP może uzyskać wzdłuż lub wokół osi. Jednostki to [mm/s] i [stopnie/s].
- **Niezgodny:** Limitem jest maksymalne odchylenie od trajektorii programu, jakie jest dopuszczalne, zanim nastąpi zatrzymanie ochronne robota. Jednostki to [mm] i [stopnie].

---

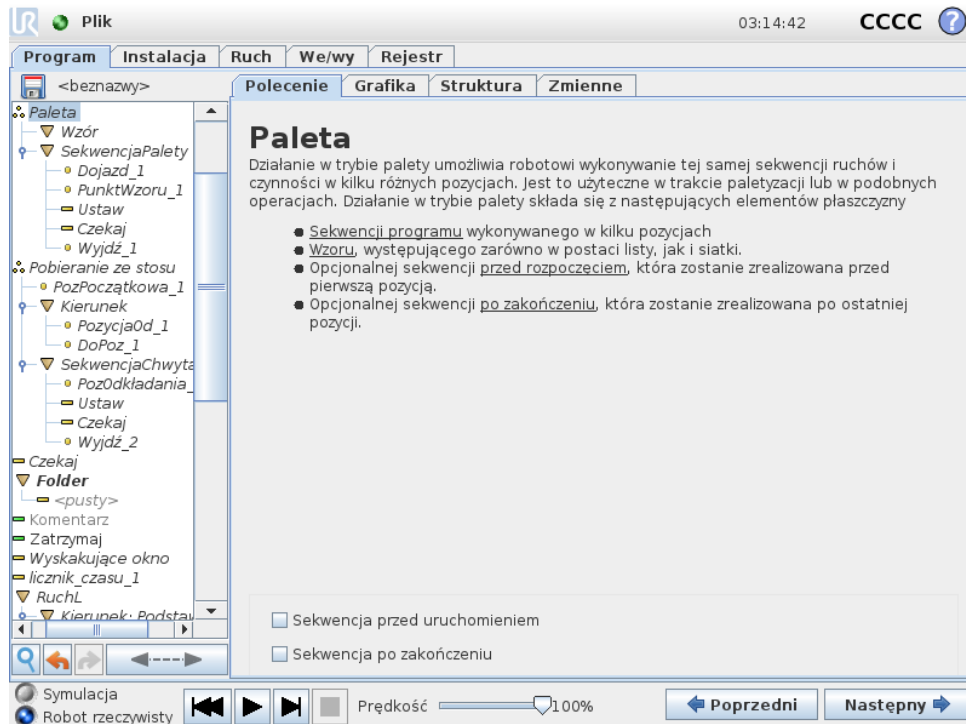
## Testuj ustawienia siły

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.

## 14.26 Polecenie: Paleta



Operacja palety może wykonać szereg ruchów w zbiorze miejsc podanym jako wzorzec, (zob. 14.24). W każdym położeniu w ramach wzorca zostanie wykonana sekwencja ruchów względem pozycji wzorca.

### Programowanie operacji Paleta

1. Zdefiniować wzorzec.
2. Utworzyć **sekwencję palety** do pobierania i umieszczania w każdym oddzielnym punkcie. Sekwencja opisuje, co należy zrobić w każdej pozycji wzorca.
3. Za pomocą przełącznika na ekranie polecenia sekwencji należy zdefiniować punkty orientacyjne w sekwencji, które powinny odpowiadać pozycjom wzorca.

### Sekwencja palety/Sekwencja kotwiczenia

W węźle **Sekwencja palety** ruchy ramienia robota są względne w stosunku do pozycji palety. Zachowanie sekwencji jest takie, że ramię robota znajdzie się w pozycji określonej przez wzorzec w opcji **Pozycja zakotwiczenia/punkt wzorca**. Pozostałe pozycje zostaną przesunięte, aby je dopasować. Polecenia **Ruch** nie należy używać wewnątrz sekwencji, ponieważ nie będzie ono względne do pozycji zakotwiczenia.

#### „Przed uruchomieniem”

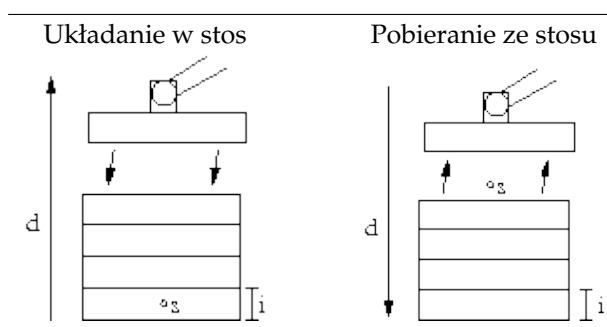
Opcjonalna sekwencja **Przed uruchomieniem** jest wykonywana przed samym rozpoczęciem operacji. Można jej użyć do czekania na sygnały gotowości.

### „Po zakończeniu”

Opcjonalna sekwencja **Po zakończeniu** jest wykonywana po zakończeniu operacji. Może ona służyć do sygnalizacji uruchomienia ruchu przenośnika w celu przygotowania się do następnej palety.

## 14.27 Polecenie: Wyszukaj

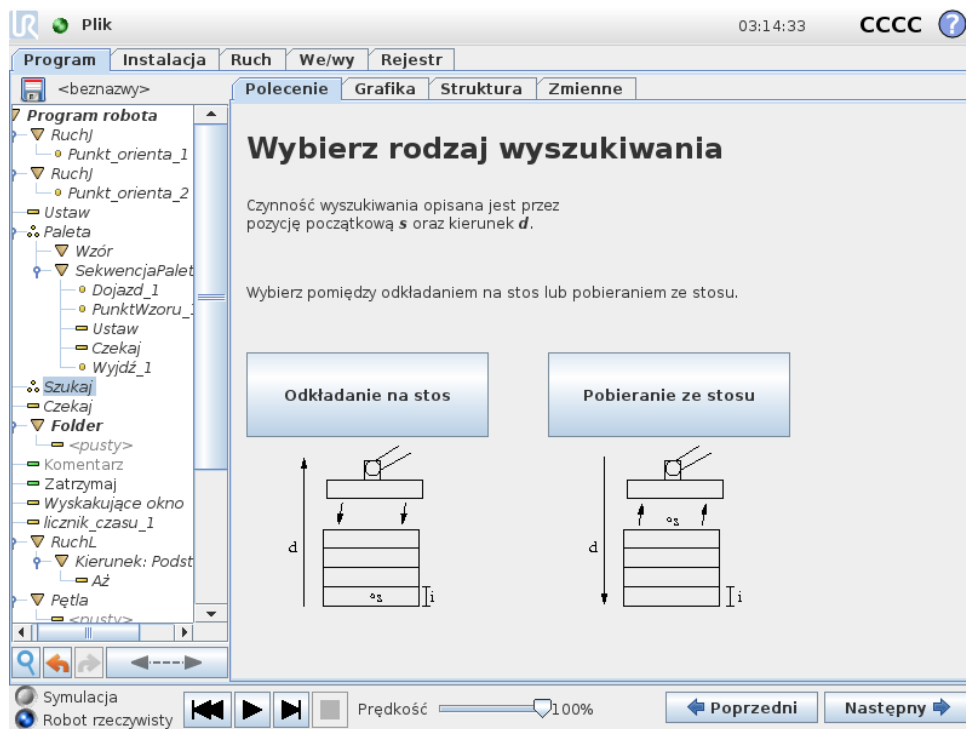
Funkcja wyszukiwania używa czujnika do określenia, czy została osiągnięta poprawna pozycja do uchwycenia lub upuszczenia elementu. Czujnikiem może być przycisk, czujnik ciśnieniowy lub pojemnościowy. Ta funkcja jest przeznaczona do pracy ze stosami elementów o różnej grubości lub w sytuacji, gdy nie 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  $i$ .

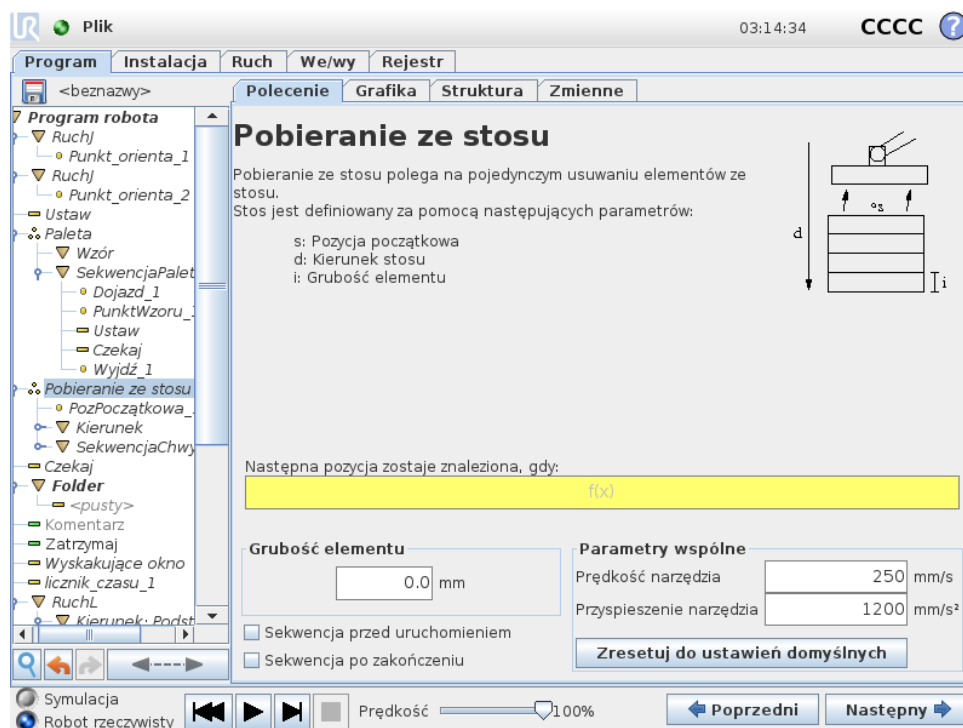
Ponadto należy zdefiniować warunek na wypadek osiągnięcia następnej pozycji w stosie oraz specjalną sekwencję programową, która będzie wykonywana dla każdej z pozycji stosu. Dodatkowo należy podać szybkość i przyspieszenie dla ruchów objętych operacją na stosie.

## 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 wysłał sygnał.

## Pobieranie ze stosu

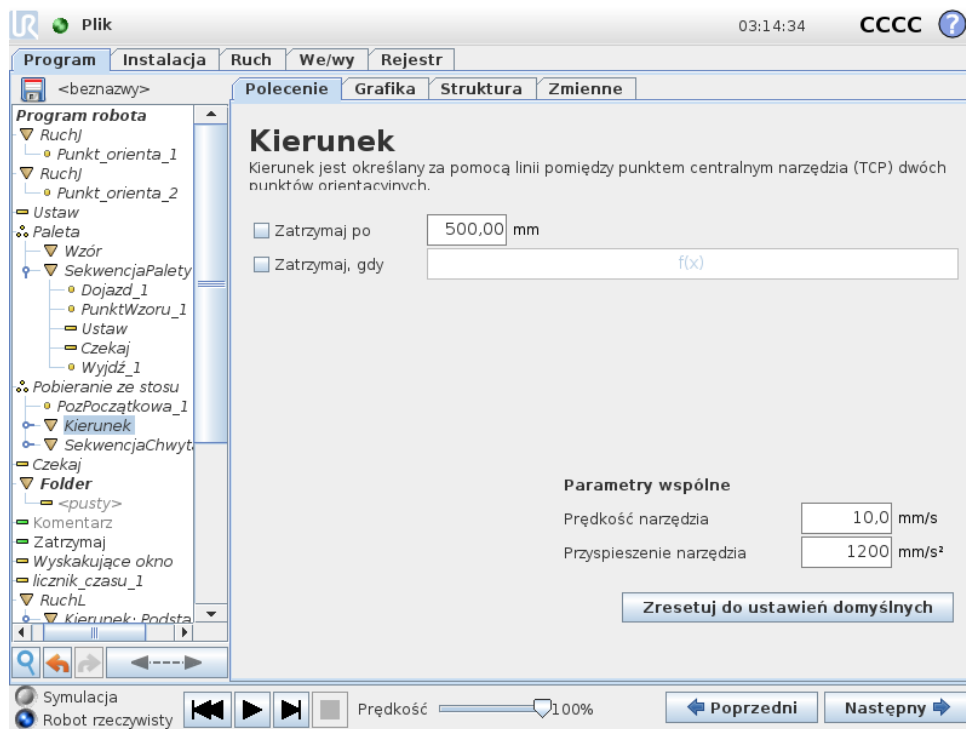


Podczas pobierania ze stosu ramię robota przemieszcza się od punktu początkowego w zadanym kierunku w celu wyszukania następnego elementu. Dotarcie do kolejnego elementu jest określone na podstawie warunku na ekranie. Kiedy warunek zostaje spełniony, robot zapamiętuje pozycję i wykonuje sekwencję specjalną. 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 pozycją 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 (zob. 14.26).

## 14.28 Polecenie: Śledzenie przenośnika

Robota można skonfigurować w taki sposób, aby śledził ruch jednego skonfigurowanego przenośnika (przenośnik 1). Jeśli funkcja **Śledzenie przenośnika** została skonfigurowana prawidłowo w instalacji, robot dostosowuje swój ruch tak, aby podążać za przenośnikiem. Węzeł programu **Śledzenie przenośnika** jest dostępny z poziomu karty **Kreatory** na karcie **Struktura**. Podczas śledzenia przenośnika w ramach tego węzła dopuszczalne są wszystkie ruchy, lecz są one wykonywane względem ruchu pasa przenośnika. Konfiguracja **Śledzenie przenośnika** na karcie **Instalacja** (zob. sekcję 13.13) zapewnia opcje konfigurowania robota w taki sposób, aby współpracował z bezwzględными i przyrostowymi koderami, a także liniowymi i kołowymi przenośnikami.



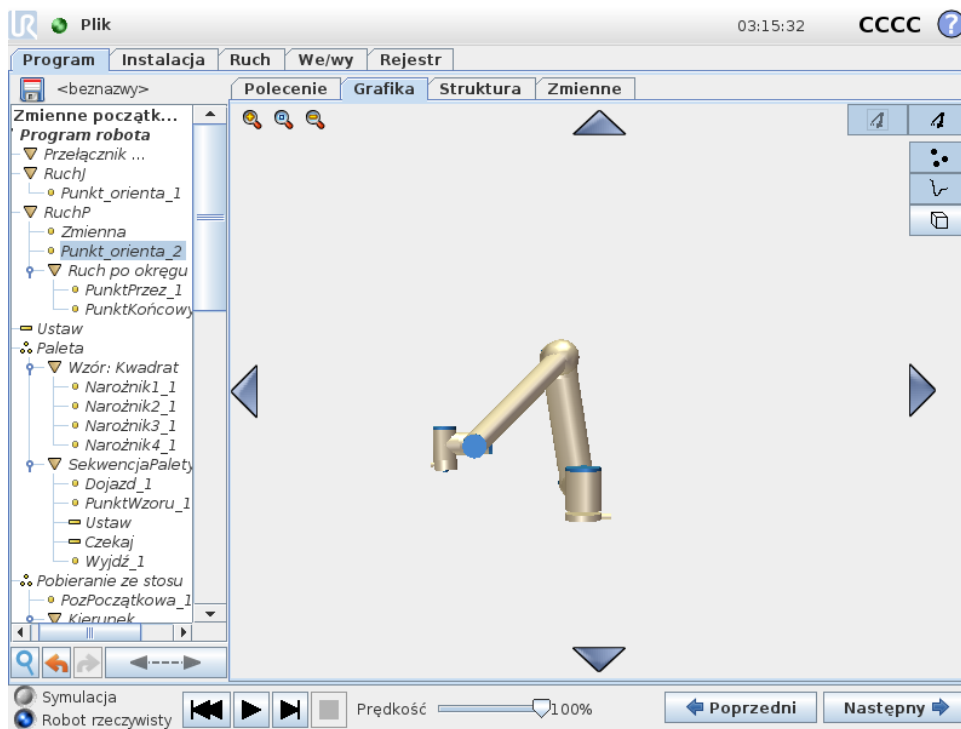
### UWAGA:

Skrzynka sterownicza może pomieścić tylko jeden koder przyrostowy używany z jednym przenośnikiem (przenośnik 1).

## 14.29 Polecenie: Zablokuj

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.

## 14.30 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 miesza-

nymi (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. 10.12), wyświetlany jest model 3D limitu granicznego.

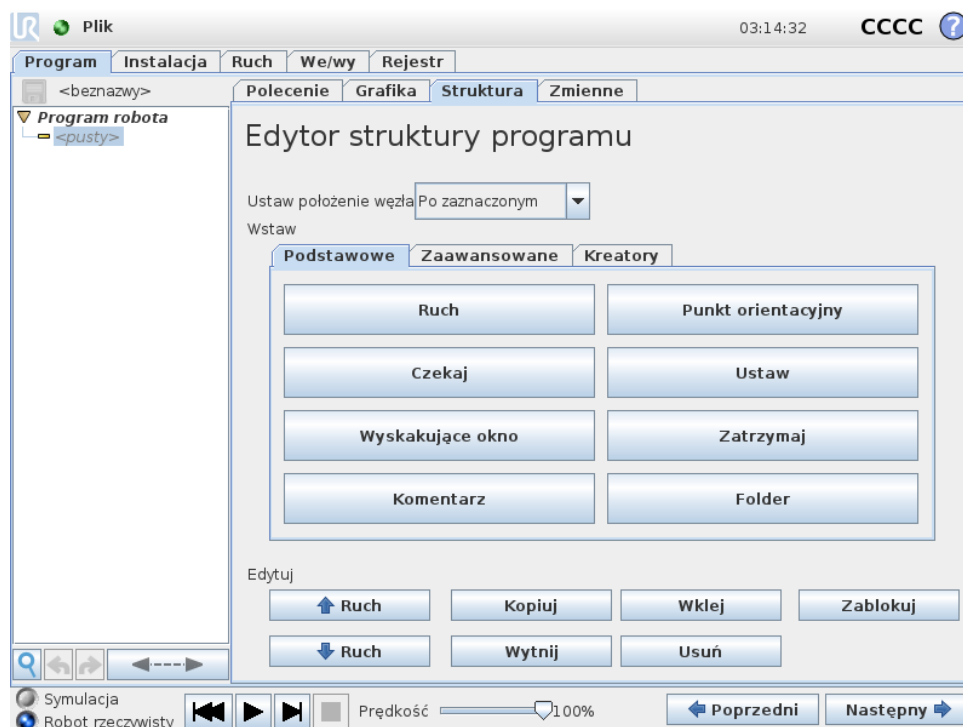
Należy pamiętać, że kiedy robot wykonuje program, wizualizacja limitów granicznych jest wyłączona.

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. 10.6). 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. Pokazane segmenty ruchu zależą od wybranego węzła programu. Jeśli wybrano węzeł **Ruch**, to wyświetlana ścieżka jest ruchem zdefiniowanym przez ten ruch. Jeśli wybrano węzeł **Punkt orientacyjny**, to ekran przedstawia kolejnych ~ 10 kroków ruchu.

## 14.31 Karta struktury



Karta struktury programu umożliwia wstawianie, przenoszenie, kopiowanie i usuwanie różnych rodzajów poleceń.

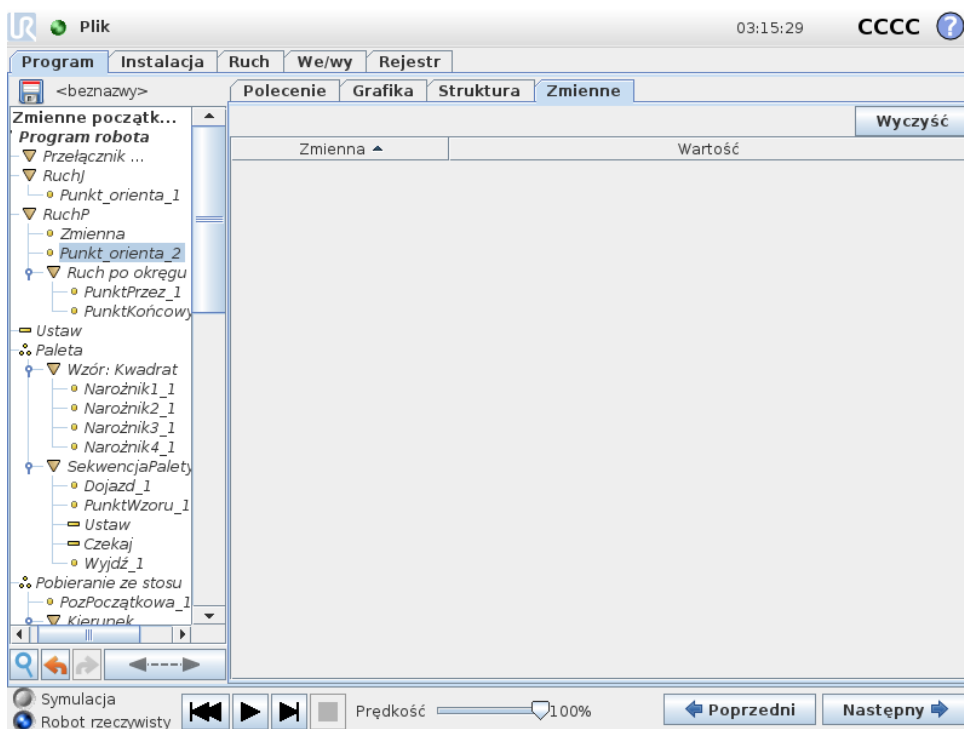
Aby wstawić nowe polecenia, należy wykonać czynności:

1. Wybrać istniejące polecenie programu.
2. Wybrać, czy nowe polecenie należy wstawić ponad czy pod wybranym poleceniem.
3. Nacisnąć przycisk rodzaju polecenia, jakie ma być wstawione. W celu zmiany szczegółów nowego polecenia, przejdź do karty Polecenie.

Polecenia można przesuwac, klonować i usuwać za pomocą przycisków w ramce edycji. Jeśli polecenie ma polecenia podległe (pokazane przez trójkąt obok polecenia), to wszystkie one są również przesuwane, klonowane lub usuwane.

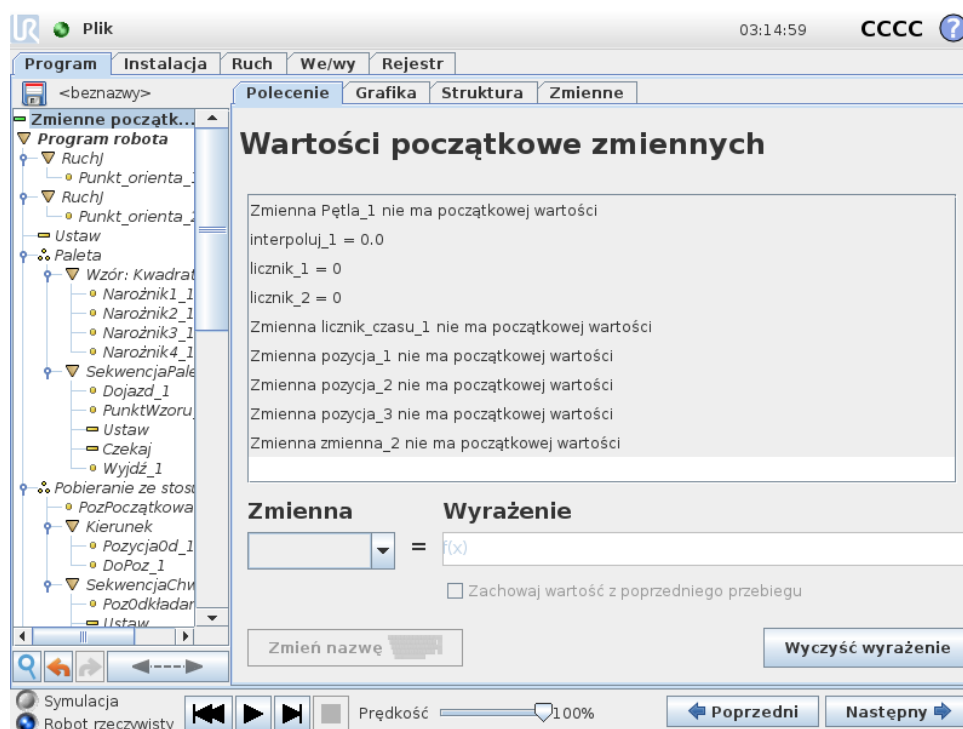
Nie wszystkie polecenia pasują do wszystkich miejsc w programie. Punkty orientacyjne muszą znajdować się pod poleceniem Ruch (niekoniecznie bezpośrednio pod). Polecenia `ElseIf` oraz `Else` muszą znajdować się za poleceniem `If`. Zwykle przenoszenie poleceń `ElseIf` może prowadzić do bałaganu. Zanim będzie można wykorzystać zmienne, konieczne jest przypisanie im wartości.

## 14.32 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 są uporządkowane alfabetycznie według nazw. Nazwy zmiennych na tym ekranie są przedstawione z maks. 50 znakami, a wartości zmiennych są przedstawione z maks. 500 znakami.

## 14.33 Polecenie: Inicjalizacja zmiennych



Ten ekran umożliwia ustawianie wartości zmiennej przed rozpoczęciem wykonywania programu (i wszelkich wątków).

Zmienną z listy zmiennych można wybrać, klikając ją lub korzystając z pola wyboru zmiennej. Dla wybranej zmiennej można wprowadzić wyrażenie, które będzie używane do ustawiania wartości zmiennej podczas uruchamiania programu.

W przypadku zaznaczenia pola wyboru **Zachowaj wartość z poprzedniego przebiegu** zmienna zostanie zainicjowana do wartości umieszczonej na karcie **Zmienne** (patrz 14.32). Umożliwia to zmiennym zachowanie swoich wartości między kolejnymi wykonaniami programu. Zmienna uzyska 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).



## 15 Ekran konfiguracji



- **Zainicjuj robota** Przejście do ekranu inicjalizacji, zob. 11.5.
- **Język i jednostki** Konfiguracja języka i jednostek pomiarowych używanych w interfejsie użytkownika, zob. 15.1.
- **Aktualizuj robota** Aktualizacja oprogramowania robota do nowszej wersji, zob. 15.2.
- **Ustaw hasło** Umożliwia zablokowanie dostępu do części programistycznej robota osobom bez znajomości hasła, zob. 15.3.
- **Kalibruj ekran** Kalibrowanie „właściwości dotykowych” ekranu dotykowego, zob. 15.4.
- **Konfiguruj sieć** Otwiera interfejs do konfigurowania połączenia skrzynki sterowniczej z siecią Ethernet, zob. 15.5.
- **Ustaw godzinę** Ustawienie godziny i daty w systemie i konfiguracja formatów wyświetlania zegara, zob. 15.6.
- **Konfiguracja URCap** Przegląd zainstalowanych URCap oraz opcje instalacji i odinstalowywania, patrz 15.7.
- **Powrót** Powrót do ekranu powitalnego.

## 15.1 Język i jednostki

Skonfiguruj robota ?

Zainicjuj robota

Kalibruj ekran

URCaps

Sieć

Język

Ustaw hasło

Godzina

Aktualizuj

Powrót

### Wybór języka

System  
Polski ▼

Klawiatura  
Int'l English ▼

English programming

---

### Wybór jednostek

Jednostki metryczne

Jednostki amerykańskie

Uruchom ponownie PolyScope, aby zostały wprowadzone nowe ustawienia

Na tym ekranie można wybrać język, jednostki i język klawiatury używane przez PolyScope.

Wybrany język będzie używany w napisach widocznych na różnych ekranach PolyScope oraz w osadzonej pomocy. Aby zachować nazwy poleceń w programie robota w języku angielskim, należy zaznaczyć pole „Programowanie angielskie”. Aby zmiany zostały wprowadzone, konieczne jest ponowne uruchomienie PolyScope.

Wybrany język klawiatury będzie domyślnie używany we wszystkich okienkach klawiatury w PolyScope.

## 15.2 Aktualizacja robota



Aktualizacje oprogramowania mogą być instalowane z pamięci Flash USB. Należy wsunąć nośnik pamięci USB i kliknąć opcję **Szukaj**, aby wyświetlić jego zawartość. Aby wykonać aktualizację, należy wybrać plik, kliknąć opcję **Aktualizuj** i postępować zgodnie z instrukcjami na ekranie.



### **OSTRZEŻENIE:**

Po każdej aktualizacji oprogramowania należy sprawdzać programy. Aktualizacja może wprowadzić zmiany w ich trajektoriach. Parametry zaktualizowanego oprogramowania można wyświetlić, naciskając przycisk „?” umieszczony w prawym górnym rogu interfejsu GUI. Parametry sprzętowe pozostają niezmiennione i można je znaleźć w oryginalnym podręczniku.

## 15.3 Ustawienie hasła

The screenshot shows a web interface titled "Skonfiguruj robota" (Configure robot). On the left is a vertical menu with buttons: "Zainicjuj robota", "Kalibruj ekran", "URCaps", "Sieć", "Język", "Ustaw hasło", "Godzina", "Aktualizuj", and "Powrót". The main area is divided into two sections:

- Hasło systemu** (System password): Includes fields for "Nowe hasło" (New password) and "Potwierdź nowe hasło" (Confirm new password), and a "Zastosuj" (Apply) button.
- Hasło bezpieczeństwa** (Safety password): Includes fields for "Bieżące hasło" (Current password), "Nowe hasło" (New password), and "Potwierdź nowe hasło" (Confirm new password), and a "Zastosuj" (Apply) button.

Obsługiwane są dwa hasła. Pierwsze jest *opcjonalnym* hasłem systemowym, które zapobiega nieuprawnionym modyfikacjom konfiguracji robota. Po ustawieniu hasła systemowego programy można ładować i uruchamiać bez hasła, ale użytkownik musi je poprawnie wprowadzić, aby tworzyć i zmieniać programy.

Drugie jest *wymaganym* hasłem bezpieczeństwa, które trzeba prawidłowo wprowadzić, aby możliwa była modyfikacja konfiguracji bezpieczeństwa.



**UWAGA:**

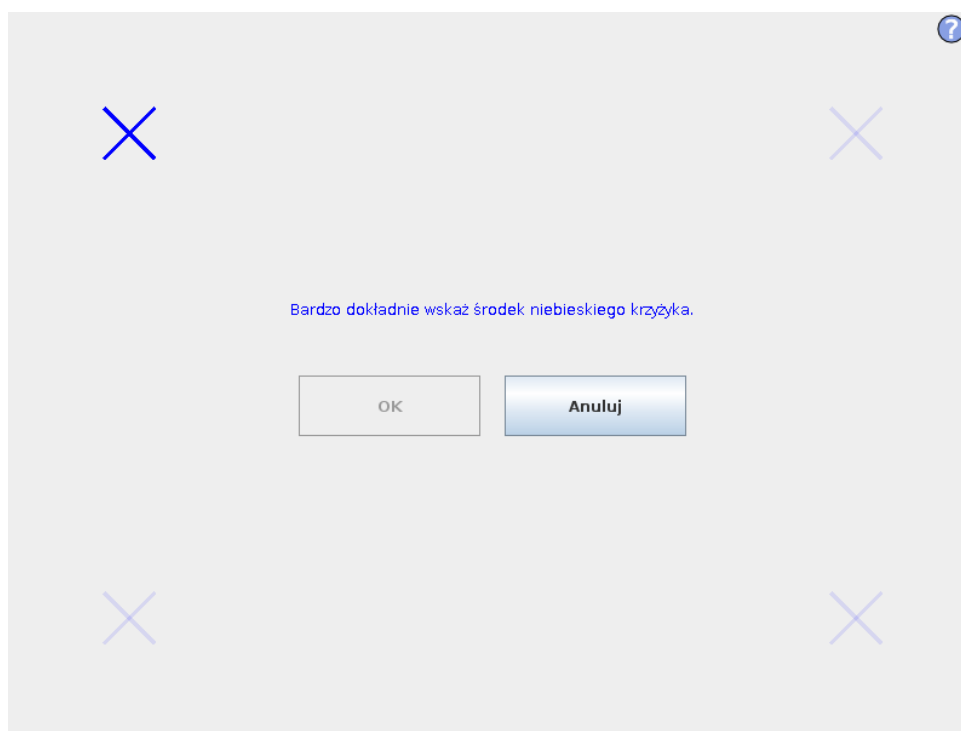
Aby zmienić konfigurację bezpieczeństwa, konieczne jest ustawienie hasła bezpieczeństwa.



**OSTRZEŻENIE:**

Hasło systemowe należy ustawić, aby zapobiegać wprowadzaniu zmian w instalacji robota przez nieupoważnione osoby.

## 15.4 Kalibracja ekranu



Kalibracja ekranu dotykowego. W celu skalibrowania ekranu dotykowego należy postępować zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi na ekranie. Preferowane jest wykorzystanie spiczastego, niemetalicznego przedmiotu, takiego jak zamknięty długopis. Ostrożne i staranne działanie pomaga osiągnąć lepsze wyniki.

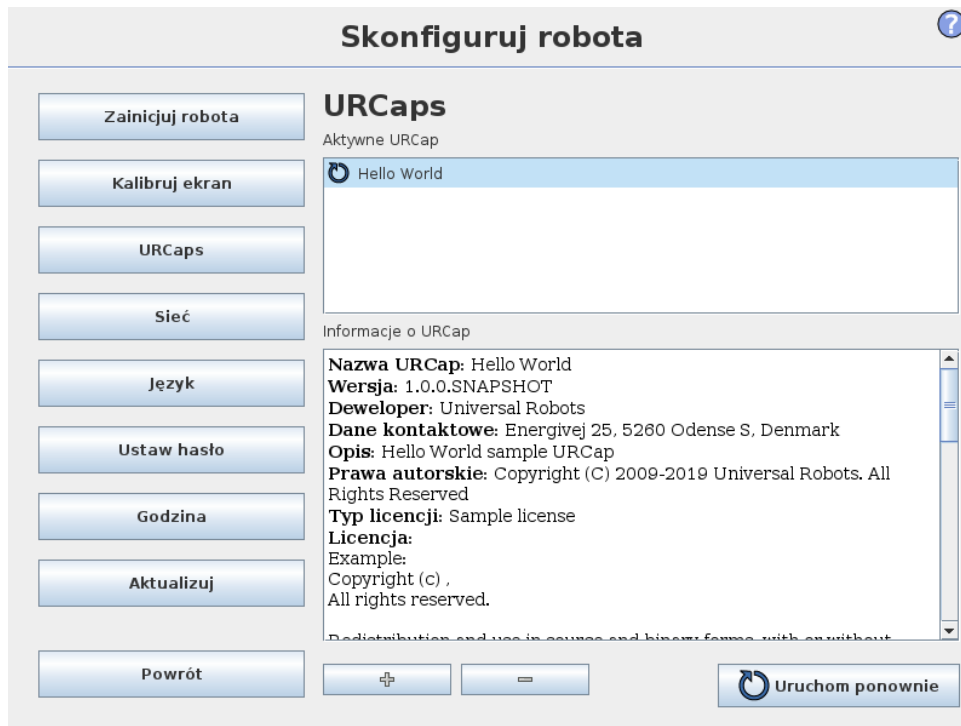
## 15.5 Skonfiguruj sieć

Panel do konfigurowania sieci Ethernet. Połączenie Ethernet nie jest potrzebne do realizacji podstawowych funkcji robota i jest domyślnie wyłączone.

## 15.6 Ustaw godzinę

Ustawienie godziny i daty w systemie oraz konfiguracja formatu wyświetlania zegara. Zegar jest wyświetlany w górnej części ekranów *Uruchom program* oraz *Programuj robota*. Dotknięcie zegara spowoduje chwilowe wyświetlenie daty. Aby zmiany zostały wprowadzone, konieczne jest ponowne uruchomienie graficznego interfejsu użytkownika.

## 15.7 Konfiguracja URCap






Górna lista zawiera przegląd wszystkich zainstalowanych *URCap*. Kliknięcie *URCap* powoduje wyświetlenie meta informacji (w tym nazwy *URCap*, wersji, licencji itp.) w obszarze *Informacje o URCap* poniżej listy.

Kliknij przycisk + w dolnej części ekranu, aby zainstalować nowy element *URCap*. Wyświetlone zostanie okno wyboru, gdzie można wybrać plik `.urcap`. Kliknij przycisk *Otwórz*, a *PolyScope* powróci do ekranu ustawień. Wybrany element *URCap* zostanie zainstalowany, a na liście pojawi się po chwili odpowiednia pozycja. Nowo zainstalowane oraz odinstalowane *URCap* wymagają ponownego uruchomienia oprogramowania *PolyScope* i wyświetlony zostanie przycisk *Uruchom ponownie*.

Aby odinstalować dany *URCap*, wystarczy go wybrać na liście, a następnie kliknąć przycisk -. *URCap* zniknie z listy, jednak ponowne uruchomienie oprogramowania jest nadal wymagane.

Ikona obok pozycji na liście informuje o stanie *URCap*. Poniżej opisano różne stany:

-  *URCap: ok*: *URCap* jest zainstalowany i działa prawidłowo.
-  *URCap: błąd*: *URCap* jest zainstalowany, jednak nie można go uruchomić. Skontaktuj się z deweloperem *URCap*.
-  *URCap: wymagane ponowne uruchomienie*: *URCap* został zainstalowany i wymagane jest ponowne uruchomienie oprogramowania.