



**Fundusze Europejskie**  
Program Regionalny



**Rzeczpospolita  
Polska**



**Śląskie.**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego



# Opis kroków szkolenia

Niniejsza instrukcja zawiera szczegółowy opis wszystkich etapów obecnych w ramach szkolenia VR. Poniższe objaśnienie jak i sam kurs zostały podzielone na **moduły**, które dzielą się na **scenariusze**, a te składają się z **kroków**. Do zaliczenia tych ostatnich wymagane jest wykonanie określonych zadań wypisanych na jednej z dwóch tablic istniejących wewnątrz rzeczywistości wirtualnej, konkretniej na lewej. Zaliczenie danego zadania sygnalizowane jest poprzez zmianę koloru tekstu z białego na zielony, a zaliczenie wszystkich zadań dodatkowo powoduje uaktywnienie przycisku *Next Step* znajdującego się na panelu przed kursantem oraz odtworzenie specjalnego sygnału dźwiękowego. Teksty wypisane kolorem beżowym oznaczają dodatkowe informacje, niebędące zadaniami (nie trzeba ich wykonywać). Prawa tablica zazwyczaj prezentuje krótki, uruchamiany w pętli film instruktażowy pokazujący jak zaliczyć dane zadanie. Ponadto w części kroków przy niektórych obiektach są automatycznie wyświetlane odpowiedzi (ToolTips), które ułatwiają zlokalizowanie pewnych elementów, a niekiedy ponadto zawierają dodatkowe informacje na temat zastosowania danego obiektu.

Pojedynczy **krok** zawiera w sobie co najmniej jeden warunek ukończenia, który odpowiada przeprowadzeniu prostej czynności jak kilkukrotne naciśnięcie przycisku na pilocie sterowniczym, czy ustawienie robota przemysłowego w określonej pozycji. Wszystkie zadania do wykonania w ramach pojedynczego kroku są wyświetlane na dedykowanej ku temu tablicy wewnątrz szkolenia. Każdy pojedynczy krok posiada swoją własną listę zadań, tekst na tablicy, film instruktażowy oraz nagranie lektora.

**Scenariusze** mają za zadanie przedstawić kursantowi kompleksową wiedzę na temat pojedynczego zagadnienia, na przykład wyjaśnić jak działa ruch przegubowy, czy z jakich elementów bezpieczeństwa składa się cела zrobotyzowana. W tym celu kursant zostaje przeprowadzony przez kilka kroków (ich liczba różni się w zależności od skomplikowania scenariusza) zawierających informacje o pojedynczych składowych owego zagadnienia.

Tematycznie zbieżne scenariusze zawierają się w **modułach**, które reprezentują lekcje odbywane w ramach szkolenia. Dla przykładu odpowiedź na pytanie "jak działa ruch liniowy" jest opisana wewnątrz scenariusza, natomiast moduł zawierać będzie odpowiedź na ogólne pytanie "jak poruszać robotem". Moduły zostały ułożone w taki sposób, aby kursant musiał wykorzystywać wiedzę nabytą w ramach wcześniej wykonanych modułów tym samym utrwalać nabyte umiejętności.

## • Moduł 1 - zapoznanie się z technologią VR

Pierwszy moduł skupia się przede wszystkim na wprowadzeniu kursanta do środowiska wirtualnego i zapoznaniu go z technologią VR. Zanim rozpocznie się ów etap należy upewnić się, iż przestrzeń VR została poprawnie skonfigurowana, nie znajdują się w niej obiekty, z którymi można się zderzyć, a kontrolery są wystarczająco naładowane. Ponadto trener powinien na tym etapie wytłumaczyć kursantowi jak dopasować urządzenia (headset, kontrolery) aby wygodnie z nich korzystać.

- Scenariusz I - zapoznanie się z technologią VR

Jedyny scenariusz w pierwszym module pokrywa się tematycznie z ogólną zawartością tegoż modułu przez co nie wymaga szczególnego komentarza. Zaliczanie danego kroku odbywa się poprzez naciśnięcie zielonego przycisku *Next Step* po wykonaniu wszystkich zadań, bądź naciśnięcie przycisku *ACK* na pilocie sterowniczym.

*Kroki 1-5*

1. **Wstęp i podstawy obsługi kontrolera** - Po wystłuchaniu wstępu należy przyłożyć jeden palec (kciuk) do gładzika (touchpada), nakierować wirtualną dłoń nad przycisk *Next Step* aż pojawi się wokół niego obwódka, a następnie nacisnąć "spust" z tyłu kontrolera, bądź wcisnąć gładzik.



**Zdjęcie 1 - Przycisk Next Step**

2. **Rozglądanie się po otoczeniu** - Poprzez obracanie głowy/całego ciała należy skierować wzrok (małą kropkę pośrodku pola widzenia) na pięć zielonych prostokątów rozmieszczonych na scenie dookoła kursanta.
3. **Interakcja z elementami celi** - Należy odwrócić się, trzymając palec na gładziku zbliżyć wirtualną dłoń do drewnianej skrzynki aż ta zostanie podświetlona, nacisnąć i przytrzymać gładzik/spust kontrolera, przesunąć trzymaną teraz skrzynię poza obwód krzyża, a następnie zwolnić gładzik/spust co spowoduje upuszczenie skrzyni na podłogę.
4. **Podstawy obsługi pilota sterowniczego** - Należy nacisnąć odpowiedniki zaznaczonych przycisków z wirtualnej wersji pilota sterowniczego (teach pendant) na fizycznym pilocie sterowniczym. Najechnie palcem na dany przycisk podświetli jego wirtualny odpowiednik co umożliwia śledzenie położenia palców. Przyciski wymagane do naciśnięcia to: Y-/J2-, Z/J3+, RZ-/J6- oraz RZ+/J6+.
5. **Podsumowanie** - Po wystłuchaniu komentarza podsumowującego można przejść do kolejnej części szkolenia.

- **Moduł 2 - zapoznanie się z całą zrobotyzowaną i elementami bezpieczeństwa**

Drugi moduł koncentruje się na zaprezentowaniu kursantowi elementów celi zrobotyzowanej, zasad bezpieczeństwa i tego jak poruszać się po obszarze szkolenia. Na tym etapie kursant powinien wiedzieć jak wchodzić w interakcję z elementami otoczenia.

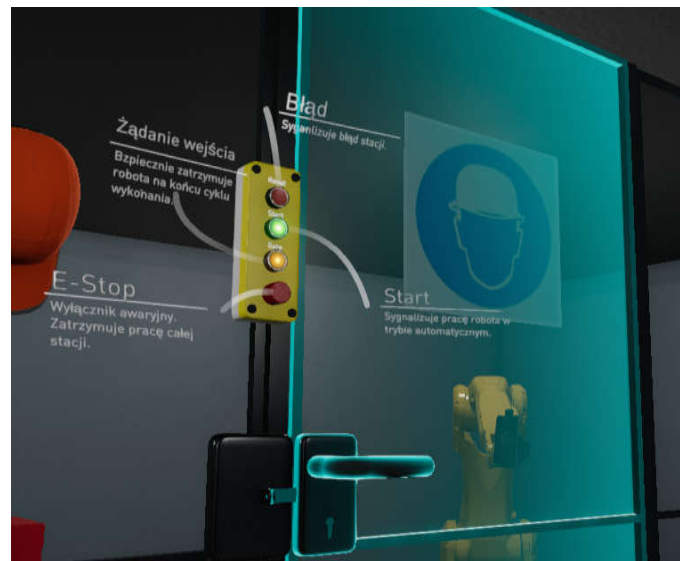
- **Scenariusz I - zapoznanie się z elementami celi zrobotyzowanej**

Celem tego scenariusza jest przedstawienie kursantowi podstawowych elementów wyposażenia celi zrobotyzowanej, takich jak szafka robota, pulpit sterowniczy, czy kolumna świetlna. Zadania sprowadzają się do zlokalizowania danego elementu na scenie po uprzednim wystuchaniu informacji na temat danego obiektu. Elementy te są podświetlane jasno niebieską obwódką, która zaczyna pulsować po upływie parunastu sekund od rozpoczęcia zadania - dzięki temu staje się ona bardziej widoczna. Mniejsze elementy mogą być również dodatkowo podkreślone przez specjalną strzałkę skierowaną w ich stronę.

W celu zlokalizowania obiektu kursant musi patrzeć bezpośrednio na dany element (obrócić się tak, aby skierować punkt w centrum pola widzenia na urządzenie) przez krótki czas (około jedną sekundę), co jest symbolizowane poprzez specjalny symbol ładowania.

#### *Kroki 1-7*

1. **Wprowadzenie** - Po wystuchaniu lektora można przejść do dalszej części scenariusza.
2. **Bramka wejściowa** - Należy zlokalizować bramkę wejściową (po lewej stronie kursanta patrzącego na tablice, jest na niej zawieszona tabliczka informująca o konieczności noszenia czapki ochronnej) i patrzeć na nią przez sekundę.



**Zdjęcie 2 - Bramka wejściowa**

3. **Pulpit sterowniczy** - Należy zlokalizować pulpit sterowniczy (po lewej stronie kursanta patrzącego na tablice, duży obiekt z ekranem i przyciskami) i patrzeć na niego przez sekundę.



**Zdjęcie 3 - Pulpit sterowniczy**

4. **Kolumna świetlna** - Należy zlokalizować kolumnę świetlną (po lewej stronie kursanta patrzącego na tablice, przyczepiona do górnej części pulpitu sterowniczego) i patrzeć na nią przez sekundę.



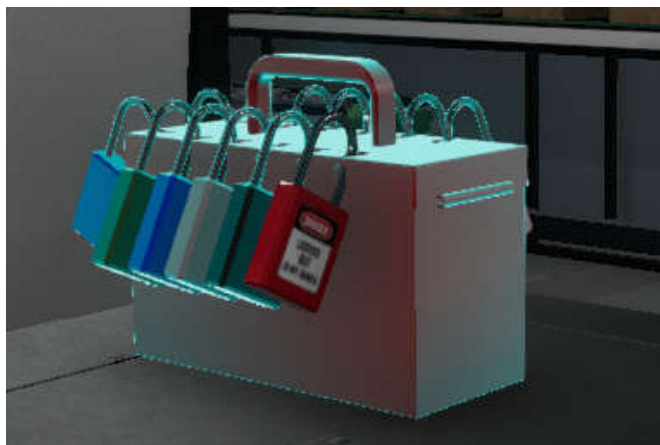
Zdjęcie 4 - Kolumna świetlna

5. **Szafka robota** - Należy zlokalizować szafkę robota (po lewej stronie kursanta patrzącego na tablice, pomiędzy pulpitem sterowniczym, a bramką wejściową - stoi na niej skrzynka z kłódkami bezpieczeństwa) i patrzeć na nią przez sekundę.



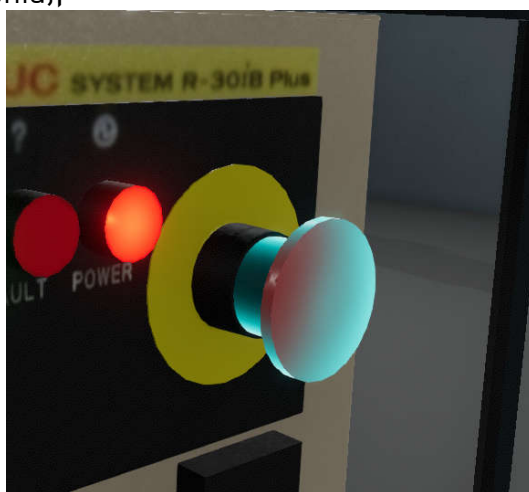
Zdjęcie 5 - Szafka robota

6. **Kłódkki bezpieczeństwa** - Należy zlokalizować skrzynkę z kłódkami bezpieczeństwa (po lewej stronie kursanta patrzącego na tablice, stoi na szafce robota) i patrzeć na nią przez sekundę.



Zdjęcie 6 - Skrzynka z kłódkami bezpieczeństwa

7. **Wyłącznik awaryjny E-Stop** - Należy zlokalizować trzy wyłączniki bezpieczeństwa E-Stop: czerwony grzybek na szafce robota, czerwony przycisk na dole kasetki sterowniczej (żółty element z 4 przyciskami przy bramce wejściowej) oraz na pilocie sterowniczym (jego fizyczny odpowiednik jest trzymany przez kursanta w ręce). Na każdy z przycisków trzeba spoglądać przez sekundę - należy się upewnić, iż obiekt na który się patrzy znajduje się w centrum pola widzenia (pokrywa się z punktem w centrum pola widzenia),



Zdjęcie 7- Przycisk E-Stop (szafka robota)

- Scenariusz II - korzystanie z przycisków E-Stop i resetowanie alarmów

Kolejny scenariusz ma za zadanie przedstawić kursantowi jedną z najpopularniejszych metod awaryjnego zatrzymywania produkcji w przypadku zagrożenia utraty życia i zdrowia, czy uszkodzenia sprzętu - przyciski E-Stop. Użytkownik jest przeprowadzany przez procedurę awaryjnego zatrzymania oraz późniejszego przywrócenia trybu automatycznego (produkcji). Pośród

zadań do wykonania znajdują się również takie, które odnoszą się do małych elementów (pojedynczych przycisków). Jeśli kursant przez pewien czas nie będzie w stanie odnaleźćżądanego elementu to zostanie wyświetlona specjalna strzałka go wskazująca.

### *Kroki 8-13*

**8. Użycie przycisku awaryjnego E-Stop** - Należy wcisnąć co najmniej jeden z trzech dostępnych przycisków awaryjnych *E-Stop*. Dwa z nich są wirtualne (jeden na kasetce koła bramki wejściowej, a drugi na szafce robota), a trzeci znajduje się na fizycznym pulpicie sterowniczym znajdującym się w ręku kursanta (należy wcisnąć czerwony grzybek w świecie rzeczywistym, a nie jego wirtualny odpowiednik). Następnie należy zaobserwować (patrzeć na nie przez sekundę) ramię robota, które zatrzymało się w wyniku wciśnięcia przycisku *E-Stop*.

**9. Sygnały informujące o awaryjnym zatrzymaniu** - Należy odnaleźć trzy lampki alarmowe, które zaświeciły się w wyniku wciśnięcia przycisku *E-Stop*, a następnie przypatrywać się im przez sekundę. Pierwsza lampka znajduje się na pulpicie sterowniczym (przycisk *Alarms Reset*), druga jest częścią kolumny świetlnej (wystarczy zaobserwować całą kolumnę), a ostatnia to część kasetki sterowniczej (żółta skrzyneczka przy bramce wejściowej, pierwszy przycisk od góry).

**10. Wyciągnięcie przycisków E-Stop** - Należy wyciągnąć wszystkie wciśnięte przyciski *E-Stop* - domyślnie ten wciśnięty w ramach kroku 8, choć w przypadku naciśnięcia większej ich liczby należy wyciągnąć wszystkie. Informacja o tym, który przycisk awaryjny *E-Stop* jest aktualnie wciśnięty jest wyświetlana na pulpicie sterowniczym. W celu wyciągnięcia wirtualnych przycisków należy ponownie wejść z nimi w interakcję. Przycisk fizyczny (na pulpicie sterowniczym) wyciąga się poprzez przekręcenie go zgodnie z ruchem wskazówek zegara.





Zdjęcie 8 - Informacja o wciśnięciu E-Stop pojawia się na ekranie pulpitu sterowniczego

11. **Resetowanie alarmów bezpieczeństwa** - Należy nacisnąć przycisk *Safety Reset* znajdujący się na pulpicie sterowniczym (jeden z dwóch migających przycisków - drugi od dołu rząd, skrajnie lewy przycisk). Jeśli przycisk ten został naciśnięty wcześniej to nie będzie on mrugać na czerwono, a krok zostanie automatycznie zaliczony.
12. **Resetowanie pozostałych alarmów** - Należy nacisnąć przycisk *Alarms Reset* znajdujący się na pulpicie sterowniczym (drugi od dołu rząd, przycisk drugi od lewej). Jeśli przycisk ten został naciśnięty wcześniej to nie będzie on mrugać na czerwono, a krok zostanie automatycznie zaliczony.
13. **Przywrócenie trybu automatycznego** - Należy przycisnąć przycisk *START* znajdujący się na pulpicie sterowniczym (najniższy rząd, skrajnie prawy przycisk). Po jego naciśnięciu przycisk powinien zacząć świecić na zielono. Alternatywnie można również wznowić pracę robota poprzez naciśnięcie przycisku *START* na kasetce sterowniczej (zielony, drugi od góry przycisk na kasetce).

## • Scenariusz III - bezpieczne wchodzenie do celi zrobotyzowanej

Celem ostatniego scenariusza w drugim module jest nauczanie kursanta sekwencji czynności, których wykonanie powinno zapewnić (na tyle ile to możliwe) bezpieczne wejście do wnętrza celi. Przedstawiane są w nim podstawowe środki bezpieczeństwa dostępne dla pracownika celi zrobotyzowanej. Pośród zadań do wykonania znajdują się również takie, które odnoszą się do

małych elementów (pojedynczych przycisków). Jeśli kursant przez pewien czas nie będzie w stanie odnaleźć żadanego elementu to zostanie wyświetlona specjalna strzałka go wskazująca.

#### Kroki 14-20

**14. Zatrzymywanie pracy robota** - Należy nacisnąć przycisk *STOP* znajdujący się na pulpicie sterowniczym (najniższy rząd, skrajnie lewy przycisk), a następnie przypatrzeć się zatrzymanemu już ramieniu robota przez sekundę.

**15. Tryby pracy robota, stacyjka trybu pracy** - Po wystuchaniu tekstu lektora należy zbliżyć się do szafki robota i jednokrotnie wejść w interakcję z kluczykiem w stacyjce znajdującym się w górnej części frontalnej ściany w celu przejścia w tryb pracy robota *T1*. Domyślnie stacyjka ustawiona jest w tryb *Auto* (okolice godziny 11). Pierwsza interakcja przełączy robota w tryb ruchu *T1* (okolice godziny 12), a kolejna przełączy robota w tryb *T2* (okolice godziny 1). Po dotarciu do tej pozycji kolejne interakcje będą obracały stacyjkę w przeciwną stronę (*T2-T1-Auto*), aż zostanie osiągnięty ponownie pierwszy tryb (*Auto*). *Uwaga! W wyniku przejścia na tryby ruchu T1 i T2 na pulpicie sterowniczym zostanie wyświetlony alarm. Nie jest to jednak błąd i można go zignorować. Informuje on o braku wciśnięcia przycisków czuwaka, które zostaną omówione w dalszej części szkolenia.*



Zdjęcie 9 - Stacyjka i kluczyk trybu pracy robota

**16. Czapka ochronna** - Należy wejść i utrzymać interakcję z czapką ochronną znajdującą się na ścianie celi nad szafką robota, zbliżyć czapkę w okolice wirtualnej głowy kursanta, a następnie zwolnić interakcję - czapka powinna zostać umiejscowiona na wirtualnej głowie użytkownika.



Zdjęcie 10 - Czapka ochronna

17. **Otwieranie bramki wejściowej** - Należy wejść i utrzymać interakcję z klamką znajdującą się na bramce wejściowej, a następnie pociągnąć kontroler tak, aby bramka została otworzona. Bramka nie musi być otwarta w pełni, wystarczy, że zostanie uaktywniony przycisk *Teleport* znajdujący się obok przycisku *Next Step*.

18. **Kłódka bezpieczeństwa** - Należy wejść i utrzymać interakcję z wyróżnioną kłódką bezpieczeństwa znajdującą się w skrzyneczce z kłódkami bezpieczeństwa (stoi ona na szafce robota, należy chwycić kłódkę z frontального rzędu znajdującą się po skrajnie prawej stronie). Następnie należy przenieść ową kłódkę w okolice zamka bramki wejściowej i zwolnić interakcję - kłódka powinna zostać umiejscowiona na skoblu zamka bramki wejściowej.

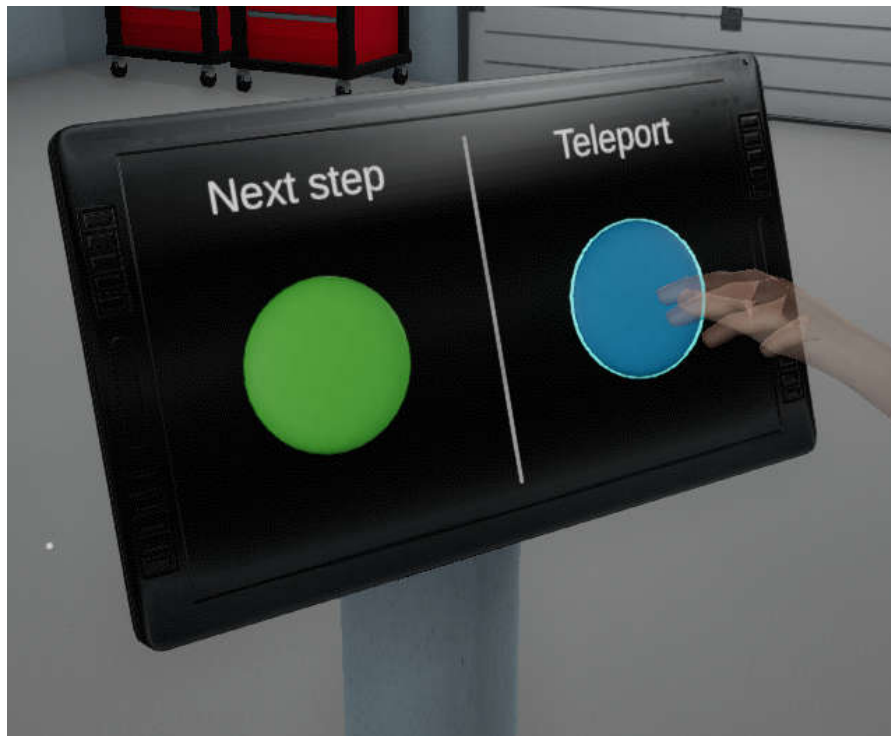


Zdjęcie 11a - Kłódka bezpieczeństwa



Zdjęcie 11b - Kłódka bezpieczeństwa na skoblu bramki wejściowej

19. **Przechodzenie do wnętrza celi** - Należy nacisnąć przycisk *Teleport* znajdujący się po prawej stronie przycisku *Next Step*. Nastąpi teraz przeniesienie do wnętrza celi. Dopóki bramka wejściowa jest otwarta można się dowolnie przemieszczać pomiędzy tymi dwoma miejscami, aczkolwiek kolejne zadania zaleca się wykonywać z wnętrza celi.



Zdjęcie 12 - Przycisk Teleport

20. **Podsumowanie** - Po wystłuchaniu podsumowania można przejść do kolej części szkolenia.

## • Moduł 3 - podstawy poruszania robotem

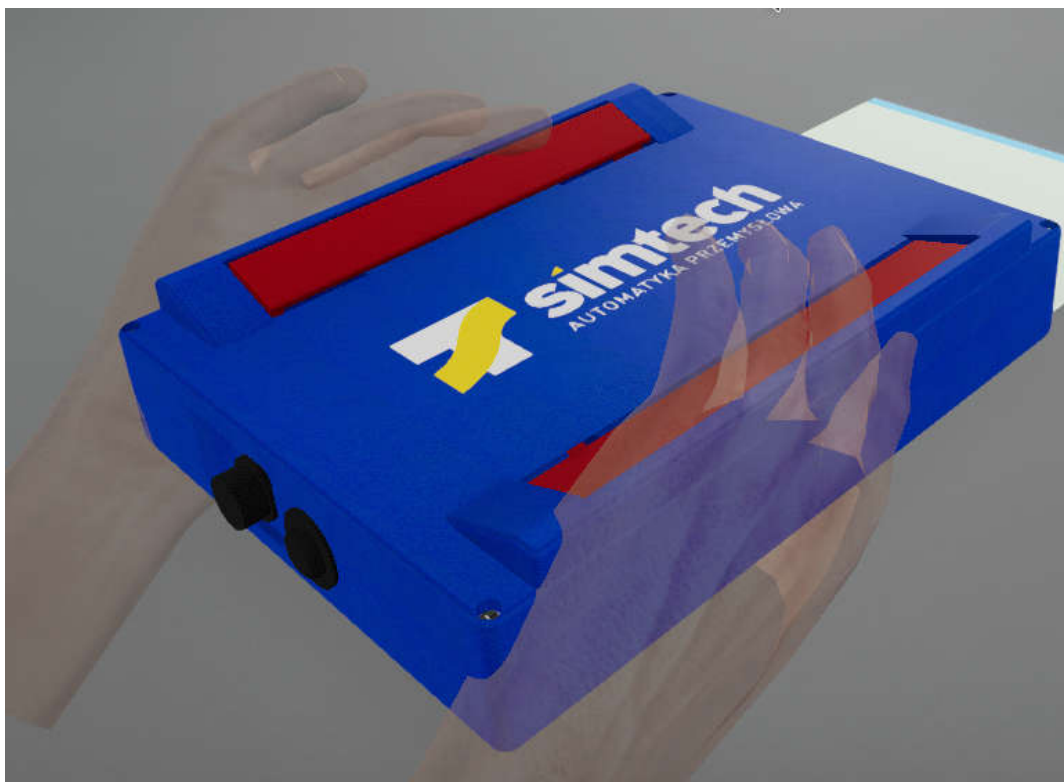
Trzeci moduł skupia się przede wszystkim na podstawach korzystania z pilota sterowniczego (teach pendant) w celu ręcznego sterowania ramieniem robota przemysłowego. Zaleca się wykonywanie zadań będąc wewnątrz celi. Ponadto w porównaniu do wcześniejszych modułów wymagane jest korzystanie z fizycznego pilota sterowniczego obiema rękami. Z tego też powodu sugeruje się, aby kursant założył pasek kontrolera wokół nadgarstka, a później pozwolił mu swobodnie wisieć. Przechodzenie do kolejnych kroków można wykonywać nie tylko poprzez naciśnięcie przycisku *Next Step*, ale również poprzez wciśnięcie przycisku *Ack* (*Acknowledge*) na pilocie sterowniczym (najniższy rząd, przycisk drugi od lewej, czy też skrajnie lewy w centralnej kolumnie przycisków).

## • Scenariusz I - Przyciski czuwaka

Scenariusz pierwszy stanowi wprowadzenie do poruszania robotem przemysłowym, to znaczy informuje kursanta o konieczności ciągłego przytrzymywania przycisku czuwaka (deadmen) podczas ruchu robota. Stanowi również moment przejścia z używania kontrolera na pilot sterowniczy.

#### *Kroki 1-3*

1. **Wprowadzenie** - Po wystuchaniu lektora można przejść do dalszej części szkolenia.
2. **Przyciski czuwaka** - Należy ułożyć dłoń na fizycznym pilocie sterowniczym (teach pendant) aby móc wygodnie nacisnąć przycisk czuwaka znajdujący się na tylnej obudowie, a następnie nacisnąć dowolny przycisk czuwaka.



**Zdjęcie 13 - Przyciski czuwaka znajdujące się na tylnej części obudowy pilota sterowniczego**

3. **Odblokowywanie napędów robota** - Należy wcisnąć i przytrzymać wybrany przycisk czuwaka znajdujący się z tyłu obudowy. Następnie ciągle trzymając czuwak należy nacisnąć przycisk *Reset* na pilocie sterowniczym (czwarty od dołu w skrajnie lewej kolumnie).

- Scenariusz II - Ruch przegubowy (Joint)

Kolejny scenariusz ma za zadanie przedstawić kursantowi podstawy poruszania robotem przemysłowym w przegubowym trybie ruchu, czyli w trybie ruchu *Joint*. Użytkownik dowie się jak wybierać dany tryb ruchu, a następnie pozna umiejscowienie przegubów ramienia robota przy pomocy wizualizacji osi obrotu poszczególnych przegubów. Należy pamiętać, iż aby poruszać robotem wymagane jest odblokowanie napędów robota (trzymanie wciśniętego przycisku czuwaka i naciśnięcie przycisku *Reset*).

#### *Kroki 4-7*

4. **Przycisk *COORD*** - Należy odszukać na trzymanym w rękę pilocie sterowniczym przycisk *COORD* (drugi rząd od dołu, skrajnie prawa kolumna), a następnie nacisnąć go co najmniej raz.

5. **Tryb ruchu *Joint*** - Należy wybrać tryb ruchu *Joint* spośród dostępnych trybów ruchu - przełączenia się pomiędzy trybami ruchu odbywa się poprzez naciskanie przycisku *COORD* (drugi rząd od dołu, skrajnie prawa kolumna). Informacja o aktualnym trybie ruchu jest wyświetlana w prawej górnej części ekranu pilota sterowniczego.

6. **Ruch w trybie przegubowym** - Pozostając w przegubowym trybie ruchu należy odblokować napędy robota (nacisnąć i przytrzymać przyciski czuwaka znajdujące się w tylnej części obudowy pendanta, a następnie przycisnąć przycisk *Reset* - czwarty rząd od dołu, skrajnie lewa kolumna), a następnie poruszać robotem w pierwszej osi naciskając przyciski X-/J1-, bądź X+/J1+ (pierwszy rząd przycisków ruchu - dwanaście przycisków w dwóch kolumnach przy prawej krawędzi klawiatury). Poruszenie pierwszą osią powinno wyłączyć wizualizację osi obrotu nałożoną na ramię robota.

7. **Ruch w trybie przegubowym c.d.** - Pozostając w przegubowym trybie ruchu należy odblokować napędy robota (nacisnąć i przytrzymać przyciski czuwaka znajdujące się w tylnej części obudowy pendanta, a następnie przycisnąć przycisk *Reset* - czwarty rząd od dołu, skrajnie lewa kolumna), a następnie poruszać drugą, trzecią, czwartą, piątą i szóstą osią ruchu (przegubem ramienia robota) - zaleca się poruszać tylko jedną osią w danym momencie. Aby poruszyć daną osią należy odszukać odpowiadający jej rząd w grupie przycisków ruchu na pilocie sterowniczym (dwanaście przycisków w dwóch kolumnach przy prawej krawędzi klawiatury) - druga oś jest kontrolowana przez drugi rząd przycisków (Y-/J2-; Y+/J2+), a trzecia oś przez trzeci rząd (Z-/J3-; Z+/J3+). Pozostałe osie są kontrolowane w analogiczny sposób. Aby zaliczyć zadanie wystarczy poruszyć daną osią tylko w jedną, wybraną stronę (co jest sygnalizowane przez wyłączenie wizualizacji osi obrotu danego przegubu), ale ruch w przeciwną stronę nie powoduje anulowania postępu zadania.



## • Scenariusz III - Limity osi

Trzeci scenariusz przedstawia problem, który może wystąpić podczas ręcznego poruszania ramieniem robota, czyli wejście w limit jednej z osi. W momencie dotarcia do limitu danego przegubu napędy robota są blokowane i zgłaszany jest odpowiedni błąd. Poniższy scenariusz prezentuje kursantowi jakie czynności należy wykonać aby móc wznowić poruszanie ramieniem robota.

*Uwaga! Przebarwienie elementów robota na czerwono w wyniku osiągnięcia limitu jest dodatkowym sygnalizowaniem błędu jedynie w ramach tego scenariusza - w innych etapach szkolenia osiągnięcie limitu osi będzie sygnalizowane z pominięciem przebarwienia.*

### Kroki 8-9

**8. Osiągnięcie limitu osi** - Należy poruszyć ramieniem robota w wybranej osi ruchu aż do osiągnięcia jej limitu (zostanie to zasygnalizowane między innymi poprzez zatrzymanie robota i przebarwienia danego przegubu na czerwono). W tym celu zaleca się odblokowanie napędów robota, pozostanie w przegubowym trybie ruchu, wybranie dowolnego przycisku ruchu (na przykład Z+/J3+) i przytrzymanie owego przycisku aż robot wejdzie w limit danej osi. Nie zaleca się obracania czwartym, ani szóstym przegubem (Rx-/J4-; Rx+/J4+; Rz-/J6-; Rz+/J6+), gdyż nie posiadają one limitów osi obrotu.

**9. Wychodzenie z limitu osi** - W wyniku osiągnięcia limitu napędy robota zostały zablokowane - należy powtórzyć sekwencję ich odblokowywania (wciśnięcie i przytrzymanie przycisków czuwaka, naciśnięcie przycisku *Reset* na pilocie sterowniczym), a następnie poruszyć osią, która osiągnęła limit w przeciwną stronę do ruchu, który spowodował wejście w ów limit. Dla przykładu jeśli w poprzednim kroku wciskany był przycisk Z+/J3+ to należy skorzystać z przycisku Z-/J3-. Po opuszczeniu limitu dany fragment robota odzyska swój pierwotny kolor. W ramach tego kroku (jak i w ogólnym przypadku) w celu wyjścia z limitu osi zaleca się sterowanie robotem w trybie przegubowym *Joint*.

## • Scenariusz IV - Ruch liniowy (Base)

Ostatni scenariusz trzeciego modułu jest podobny do scenariusza drugiego - prezentuje podstawy poruszania się w kolejnym trybie ruchu. Tym razem kursant zostaje zapoznany z liniowym trybem ruchu, czyli trybem *Base*. Należy pamiętać, iż aby poruszać robotem wymagane jest odblokowanie napędów robota (trzymanie wciśniętego przycisku czuwaka i naciśnięcie przycisku *Reset*).

### Kroki 10-16

**10. Tryb ruchu *Base*** - Korzystając z przycisku *COORD* (drugi rząd od dołu, skrajnie prawa kolumna) należy przejść w tryb ruchu *Base*. Informacja o aktualnym trybie ruchu jest wyświetlana w prawej górnej części ekranu pilota sterowniczego. Wymagane może być kilkakrotnie naciśnięcie przycisku *COORD*.

11. **Ruch w trybie liniowym 1** - Pozostając w liniowym trybie ruchu (*Base*) należy poruszać chwytakiem robota w osi X poprzez wykorzystanie przycisków ruchu (pierwszy rząd) X-/J1-; X+/J1+.
12. **Ruch w trybie liniowym 2** - Pozostając w liniowym trybie ruchu (*Base*) należy poruszać chwytakiem robota w osi Y poprzez wykorzystanie przycisków ruchu (drugi rząd) Y-/J2-; Y+/J2+.
13. **Ruch w trybie liniowym 3** - Pozostając w liniowym trybie ruchu (*Base*) należy poruszać chwytakiem robota w osi Z poprzez wykorzystanie przycisków ruchu (trzeci rząd) Z-/J3-; Z+/J3+.
14. **Ruch w trybie liniowym 4** - Pozostając w liniowym trybie ruchu (*Base*) należy obrócić chwytak robota wokół osi X poprzez wykorzystanie przycisków ruchu (czwarty rząd) Rx-/J4-; Rx+/J4+.
15. **Ruch w trybie liniowym 5** - Pozostając w liniowym trybie ruchu (*Base*) należy obrócić chwytak robota wokół osi Y, a następnie wokół osi Z poprzez wykorzystanie przycisków ruchu (odpowiednio piąty i szósty rząd) Ry-/J5-; Ry+/J5+ oraz Rz-/J6-; Rz+/J6+.
16. **Podsumowanie** - Po wystuchaniu podsumowania można przejść do dalszej części szkolenia.

- **Moduł 4 - zastosowanie nabytej dotychczas wiedzy w celu wykonania praktycznego zadania**

Moduł czwarty skupia się na przeprowadzeniu kursanta przez proste, praktyczne zadanie, które po pierwsze ma podsumować i utrwalić dotychczasową wiedzę, a po drugie stanowić wprowadzenie do kolejnego modułu, w którym kursant zacznie uczyć robota zadanego programu. Zadanie owo polega na ręcznym pokierowaniu ramienia robota w taki sposób, aby przełożyć paletę z jednego podajnika na drugi. Wykorzystuje ono poznane w poprzednich modułach elementy (na przykład tryby ruchu, gdyż część ruchów prościej wykonać w trybie przegubowym, a część w trybie liniowym) jak również informuje o kolejnym zestawie porad obsługi robota przemysłowego (na przykład aby obracać robotem w taki sposób, aby paleta przeszła przed, a nie za ramieniem robota, gdyż w przeciwnym wypadku dojdzie do osiągnięcia limitu pierwszej osi). Przed przystąpieniem do tego modułu zaleca się zapoznanie z poprzednimi etapami szkolenia, w szczególności z modułem trzecim.

- **Scenariusz I - przekładanie palety**

Scenariusz ten jest jedynym scenariuszem modułu czwartego i pokrywa się merytorycznie z założeniami modułu. W scenariuszu kilkakrotnie należy ustawić chwytak robota w specjalnie oznaczonym obszarze (niebieski prostopadłościan). Jeśli chwytak znajduje się w zaznaczonym obszarze, to obszar ów zmienia kolor na zielono, ale jeśli go opuści to dla dodatkowego zaznaczenia ów prostopadłościan zostanie zaznaczony na czerwono. W celu większej precyzji przypomina się o



możliwości zmiany pozycji kursanta - może on się przemieszczać wewnątrz obszaru symulacji co może wpłynąć na jego percepcję.

### *Kroki 1-11*

1. **Wprowadzenie** - Po wysłuchaniu lektora można przejść do dalszej części szkolenia.
2. **Otwieranie i zamykanie chwytaka** - Należy odblokować napędy robota (przytrzymać przyciski czuwaka i nacisnąć przycisk *Reset* na pilocie sterowniczym), a następnie przetestować działanie przycisków *Tool On* oraz *Tool Off* (dolna część centralnej grupy przycisków pilota sterowniczego, prawa strona owej grupy). Wymagane jest co najmniej jednokrotne zamknięcie chwytaka (*Tool On*) oraz co najmniej jednokrotne otwarcie chwytaka (*Tool Off*). Aby zaliczyć krok należy pozostawić chwytak w pozycji otwartej (testowanie powinno się zakończyć poprzez użycie przycisku *Tool Off*).
3. **Ustawianie robota nad paletą** - Zalecane jest przetączenie się w tryb ruchu (przycisk *COORD*) przegubowy *Joint* (aczkolwiek ustawienie poprawnej pozycji, a tym samym zaliczenie kroku może zostać wykonane w trybie ruchu *Base*). W tym kroku należy po pierwsze ustawić chwytak robota w zaznaczonym przez niebieski prostopadłościan obszarze nad pierwszym podajnikiem, a ponadto skierować szczęki chwytaka w dół, w stronę podłogi. W tym celu najlepiej wykorzystać obrót pierwszego przegubu (przycisk *X+/J1+*) w celu przestawienia szczęk chwytaka w okolice zaznaczonego obszaru, następnie ustawić szczęki chwytaka pionowo w dół (na przykład przy pomocy przycisków *Ry-/J5-*; *Ry+/J5+*), aby ostatecznie skorygować pozycję chwytaka, tak aby spełniała wymagania kroku.
4. **Dojazd robota do palety** - Zaleca się przetączenie w tryb ruchu liniowy *Base*. Należy następnie opuścić szczęki chwytaka do zaznaczonego na niebiesko obszaru - w tym celu najlepiej skorzystać z przycisku *Z-/J3-*. Można ponadto ustawić szczęki chwytaka tak, aby wchodziły pomiędzy deski palety, a nie w same deski, aczkolwiek nie jest to wymagane (jest to uproszczenie z uwagi na możliwy brak precyzji kursanta).
5. **Chwytnie palety** - Należy zamknąć szczęki chwytaka przy pomocy przycisku *Tool On* bez przemieszczania robota. Chwytak powinien zamknąć się na palecie tym samym ją chwytając.
6. **Podnoszenie palety** - Należy podnieść chwytak robota, który aktualnie powinien trzymać paletę, tak aby paleta znalazła się w zaznaczonym na niebiesko obszarze nad podajnikiem. W tym celu najlepiej skorzystać z liniowego trybu ruchu (*Base*) i przycisku *Z+/J3+*.
7. **Przenoszenie palety nad drugi podajnik** - Należy przenieść paletę nad drugi podajnik, tak aby znalazła się w zaznaczonym na niebiesko obszarze. W tym celu najlepiej przetączyć się w przegubowy tryb ruchu (*Joint*), a następnie skorzystać z przycisku *X-/J1-*. Ważnym jest to, aby ramię robota z paletą wykonało obrót w

- kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, gdyż w przeciwnym wypadku dojdzie to osiągnięcia limitu na pierwszym przegubie.
8. **Opuszczanie palety** - Należy delikatnie odłożyć paletę na podajniku w taki sposób, aby szczęki chwytaka trzymające paletę znalazły się w zaznaczonym na niebiesko obszarze. Zaleca się przetączenie w liniowy tryb ruchu (*Base*) oraz skorzystania z przycisku Z-/J3-. Jeżeli paleta zostanie odłożona za nisko (jej model wejdzie w model podajnika), to zostanie ona zaznaczona czerwonym kolorem - należy wówczas unieść paletę w górę.
  9. **Odkładanie palety i odsunięcie chwytaka** - Należy otworzyć szczęki chwytaka przyciskiem *Tool Off*, a następnie unieść chwytak tak, aby znalazł się w zaznaczonym na niebiesko obszarze ponad paletą. W tym celu zaleca się skorzystanie z liniowego trybu ruchu (*Base*) oraz skorzystanie z przycisku Z+/J3+.
  10. **Powrót robota do pozycji początkowej** - Należy tak pokierować ramieniem robota, aby szczęki chwytaka znalazły się w zaznaczonym na niebiesko obszarze znajdującym się w pozycji zbliżonej do początkowej pozycji robota.
  11. **Podsumowanie** - Po wystuchaniu podsumowania można przejść do dalszej części szkolenia.

## • Moduł 5 - uczenia robota przemysłowego programów i ich wykonywanie

Moduł piąty dotyczy uczenia programów robota przemysłowego jak i późniejszego wykonywania ich. W pierwszej kolejności kursantowi prezentowane są podstawy tworzenia programów robota przemysłowego takie jak tworzenie nowego programu od podstaw, ustawianie kolejnych punktów trajektorii, a także późniejsza modyfikacja parametrów nauczonych punktów trajektorii. W dalszej części kursant pozna dostępne opcje przydatne przy uczeniu i testowaniu programów. Następnie pozna on podstawy zarządzania programami, takie jak ich usuwanie, czy duplikowanie. Finalną częścią owego modułu jest stworzenie programu wykonującego zadanie analogiczne do tego wykonywanego w module czwartym - przeniesienie palety pomiędzy podajnikami. Kursant jest prowadzony krok po kroku przez tworzenie takiego programu, aby ostatecznie mógł wywołać całą sekwencję przenoszenia palety przy pomocy zaledwie paru przycisków.

Moduł ów jest swoistym podsumowaniem dotychczasowej wiedzy, dlatego przed jego wykonaniem zaleca się ukończenie poprzednich etapów szkolenia. Ponadto jego ukończenie zajmuje ilość czasu zbliżoną do wszystkich wcześniejszych modułów razem wziętych, dlatego też sugeruje się pozwolić kursantowi na krótką przerwę przed przystąpieniem do wykonywania poniższych zadań.

W module kilkakrotnie należy wpisać tekst w zadane pole tekstowe. Wpisywanie tekstu odbywa się poprzez poruszanie się po wirtualnej klawiaturze typu *QWERTY*, którą otwiera się (jak również zamyka) przy pomocy przycisku *Keyboard* znajdującego się w prawym dolnym rogu klawiatury pilota sterowniczego. Poruszanie się po klawiaturze odbywa się za pomocą przycisków strzałek (górna, centralna część klawiatury pilota), wybór danej litery potwierdza się poprzez naciśnięcie

przycisku *Enter* (prawy, górny róg klawiatury pilota), a do usunięcia ostatniego znaku służy przycisk *Prev* (trzeci rząd od góry, skrajnie lewa kolumna).

Częstym zadaniem przed którym stanie kursant jest umieszczenie chwytaka, bądź chwytaka wraz z paletą w zaznaczonym na niebiesko obszarze. Poprawne wykonanie tego zadania sygnalizowane jest poprzez zmianę koloru obszaru na zielono. Jednocześnie opuszczenie tego obszaru spowoduje zmianę koloru na czerwony do czasu ponownego ustawienia chwytaka na wymaganą pozycję.

*Uwaga! Stworzone w ramach niniejszego modułu programy domyślnie są dostępne również po resecie aplikacji. Tym samym zaleca się, aby po zakończeniu całego kursu usunąć utworzone programy z listy programów. W przeciwnym wypadku kolejni kursanci również będą mieli dostęp do utworzonych programów, czy też będą mogli mieć problem z odszukaniem swojej wersji programu na liście programów o zbliżonej jeśli nie identycznej nazwie.*

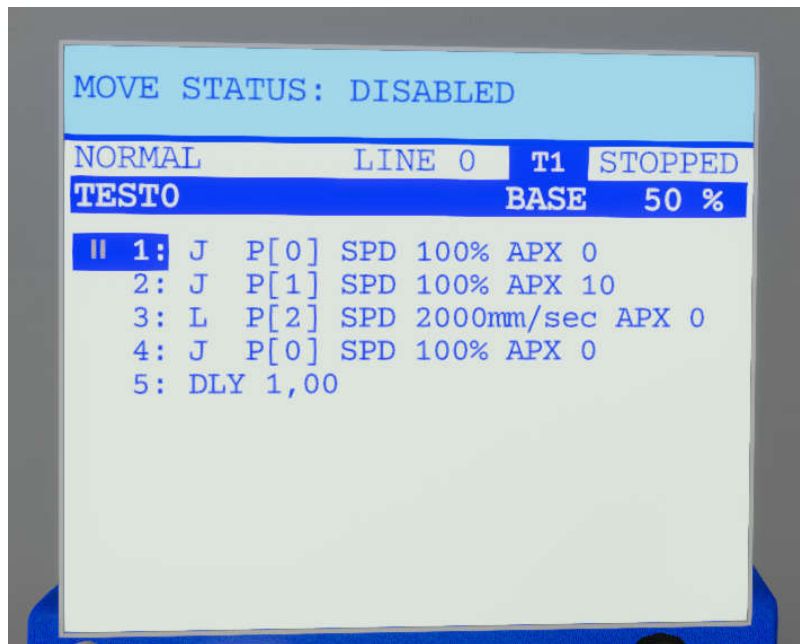
## • Scenariusz I - Pierwszy program krokowy

Pierwszy scenariusz ma za zadanie wprowadzić kursanta w podstawy pisanie programów dla robota przemysłowego poczynając od tworzenie nowego, pustego programu, poprzez dodawanie kolejnych punktów trajektorii, aż po uruchomienie stworzonego programu. W ramach scenariusza kursant stworzy zapętlony program składający się z 3 różnych punktów. Ich lokalizacja jest dowolna, aczkolwiek dla lepszego efektu zaleca się rozmieszczenie punktów daleko od siebie. Program stworzony w ramach niniejszego scenariusza będzie wykorzystywany w kolejnych scenariuszach.

### *Kroki 1-12*

1. **Wprowadzenie** - Po wysłuchaniu lektora można przejść do dalszej części szkolenia.
2. **Tworzenie nowego programu** - Należy wybrać na klawiaturze pilota sterowniczego przycisk *Menu* (centralny przycisk w pierwszy rzędzie od góry), następnie wybrać z nowo otwartego menu opcję *Program* (piąta pozycja na liście, do przemieszczania się pomiędzy opcjami służą przyciski ze strzałkami, a potwierdzenie wyboru odbywa się poprzez przycisk *Enter* znajdujący się w prawym górnym rogu klawiatury), później opcję *New* (pierwsza od góry na nowej liście). W nowo otwartym menu w pole *Name* należy wpisać dowolną, wybraną przez kursanta nazwę (na przykład *TEST*). Aby tego dokonać należy pozostać na polu *Name* (bądź przejść na nie przy pomocy strzałek), a następnie skorzystać z przycisku *Keyboard*, aby otworzyć wirtualną klawiaturę (obsługa owej klawiatury została opisana w ramach wstępu do modułu piątego). Po wpisaniu nazwy należy zamknąć wirtualną klawiaturę naciskając ponownie przycisk *Keyboard*, a następnie wybrać opcję *OK* znajdującą się na dole listy, po czym zatwierdzić wybór przyciskiem *Enter*.

3. **Wstawienie nowego punktu trajektorii** - Należy wstawić nowy punkt przegubowy, co można osiągnąć poprzez wciśnięcie przycisku *Menu*, wybranie pierwszej z góry opcji *Insert Point*, a następnie wybraniu opcji *J-Joint*.
4. **Dodawanie nowych wierszy** - Należy wstawić dokładnie trzy nowe, puste wiersze do programu. W tym celu należy wcisnąć przycisk *Menu*, następnie wybrać trzecią od góry opcję *Edit*, a dalej pierwszą od góry opcję *Insert Lines Below*. W nowo otwartym menu w rzędzie *Count* należy wpisać wartość 3 poprzez użycie klawiatury numerycznej będącej częścią klawiatury pilota sterowniczego (centralna część). Wprowadzone wartości należy potwierdzić poprzez wybranie opcji *OK* znajdującej się na dole listy a następnie wciśnięcie przycisku *Enter*.
5. **Prędkość robota** - Należy ustawić prędkość ruchu ramienia robota na 80% przy pomocy przycisków *Speed Down* oraz *Speed Up* znajdujących się w lewym dolnym rogu klawiatury pilota (aktualną wartość prędkości można zaobserwować w prawym górnym rogu wyświetlacza), a następnie przestawić ramię robota na dowolną, inną pozycję (sekwencja czynności jak tego dokonać została omówiona w modułach 3 i 4).
6. **Nowy punkt liniowy** - Należy wstawić nowy punkt liniowy, czyli pozostając w głównym okienku programu zejść do następnego (drugiego) wiersza przy pomocy przycisków strzałek, następnie wcisnąć przycisk *Menu*, później *Insert Point*, a na końcu wybrać opcję *L-Linear*.
7. **Nowy punkt liniowy 2** - Należy przestawić ramię robota w inne, dowolnie wybrane miejsce, po czym wstawić w kolejnym pustym wierszu (trzecim) nowy punkt liniowy (*L-Linear*).
8. **Tworzenie pętli programu** - Należy skopiować pierwszy punkt (pierwszy wiersz) i wkleić go w ostatnim pustym wierszu (czwartym), tym samym zamykając pętlę programu robota. Aby tego dokonać należy zaznaczyć pierwszy wiersz programu (niebieskie zaznaczenie numeru wierszu przesuwane przy pomocy przycisków strzałek), następnie przejść do menu głównego (przycisk *Menu*), później opcję *Edit*, dalej *Copy* (trzecia opcja od góry), następnie przejść na czwarty wiersz programu, a ostatecznie wybrać *Menu->Edit->Paste* (czwarta opcja od góry).



Zdjęcie 14 - Przykładowy program

9. **Przygotowania do uruchomienia programu** - Należy zmienić prędkość ruchu robota poprzez przyciski *Speed Down* oraz *Speed Up* na 50%, a także przetączyć się na tryb krokowy poprzez przycisk *Step Mode* (trzeci rząd od dołu, skrajnie lewa kolumna) - informacja o aktualnym trybie ruchu znajduje się w lewym górnym rogu wyświetlacza (napisy *Normal* oraz *Step* - należy ustawić tryb ruchu tak, aby wyświetlany był ten drugi).
10. **Uruchamianie programu** - Należy odblokować napędy robota (przytrzymanie przycisków czuwaka i naciśnięcie przycisku *Reset*), a następnie pozostając w krokowym trybie ruchu uruchomić program naciskając przycisk *Play* (czwarty rząd od góry, skrajnie lewa kolumna).
11. **Przechodzenie do kolejnego kroku programu** - Pozostając w krokowym trybie ruchu (*Step*) należy przejść do kolejnego punktu programu ponownie odblokowując napędy robota (jeśli zostały zablokowane) i naciskając przycisk *Play*.
12. **Kontynuowanie programu do jego zakończenia** - Pozostając w krokowym trybie ruchu należy kontynuować wykonywanie programu (przycisk *Play*) aż do dotarcia do ostatniego wiersza programu.

## • Scenariusz II - Tryb ciągły

Scenariusz ten skupia się wokół ciągłego trybu ruchu - nie powodującego zatrzymywania programu po każdej wykonanej instrukcji. Ponadto prezentuje kursantowi jak poprawnie zatrzymywać ruch robota i go wznowiać, a także jak przemieścić ramię robota na pozycję zapisaną w jednym z punktów programu.

### *Kroki 13-17*

**13. Tryb ciągły** - Należy przejść w ciągły tryb ruchu przy pomocy przycisku *Step Mode* (wyświetlacz w lewym górnym rogu powinien wyświetlać *Normal*, a nie *Step*), a następnie uruchomić wykonywanie programu przyciskiem *Play* (należy pamiętać o ewentualnym odblokowaniu napędów robota).

**14. Zmiana prędkości w trakcie ruchu** - Pozostając w ciągłym trybie ruchu należy uruchomić ponownie wykonywanie programu przyciskiem *Play*, a w trakcie jego wykonywania zmienić prędkość ruchu robota przy pomocy przycisków *Speed Down* i *Speed Up*.

**15. Zatrzymywanie robota w trakcie ruchu i wznowianie programu** - Pozostając w ciągłym trybie ruchu należy uruchomić wykonywanie programu (z ewentualnym odblokowaniem napędu) przyciskiem *Play*, po czym w trakcie wykonywania owego programu nacisnąć przycisk *Stop* (piąty rząd od góry, skrajnie lewa kolumna, bezpośrednio pod przyciskiem *Play*). Następnie należy wznowić wykonywanie programu przyciskiem *Play* i poczekać na wykonanie programu do jego końca.

**16. Przechodzenie robotem do pozycji z wybranego punktu trajektorii** - Należy wybrać trzeci wiersz programu, a następnie nacisnąć przycisk *Move To* (drugi od dołu rząd, centralna kolumna).

**17. Powrót robota na pozycję startową** - Należy ustawić ramię robota w pozycji startowej, to znaczy wybrać pierwszy wiersz programu, a następnie nacisnąć przycisk *Move To* (drugi od dołu rząd, centralna kolumna).

## • Scenariusz III - Parametryzacja punktów trajektorii

Trzeci scenariusz ma na celu zaprezentować kursantowi możliwości modyfikowania parametrów punktów programu takich jak aproksymacja, czy lokalna prędkość robota przechodzącego przez dany punkt.

### *Kroki 18-22*

**18. Aproksymacja ruchu (APX)** - Przy pomocy przycisków strzałek góra/dół należy wybrać drugi wiersz programu, a następnie przy pomocy strzałek lewo/prawo zaznaczyć wartość liczbową na prawo od symbolu *APX* (czterokrotnie przejść w prawo, ostatnia wartość w wierszu). Następnie przy pomocy klawiatury numerycznej znajdującej się na klawiaturze pilota sterowniczego w centralnej części należy wpisać wartość 10.

**19. Prędkość lokalna** - Przy pomocy przycisków strzałek góra/dół należy wybrać trzeci wiersz programu, a następnie przy pomocy strzałek lewo/prawo zaznaczyć wartość liczbową znajdującą się na prawo od symbolu *SPD* (trzykrotnie przejść w prawo). Jeżeli dany punkt trajektorii jest punktem liniowym (na początku wiersza znajduje się litera *L*), to należy zastąpić aktualną wartość *SPD* wartością 500 przy pomocy klawiatury numerycznej. Jeśli dany punkt trajektorii jest punktem przegubowym (na początku wiersza znajduje się



litera *J*, to należy zastąpić aktualną wartość *SPD* wartością 45 przy pomocy klawiatury numerycznej.

**20. Nadpisywanie punktów trajektorii** - Należy przestawić ramię robota w dowolną, inną, wybraną przez kursanta pozycję, następnie ustawić kursor (zaznaczyć przy pomocy przycisków strzałek góra/dół) na ostatnim wierszu ze współrzędnymi (wiersz czwarty, a nie piąty), a następnie nadpisać ten punkt przez aktualną pozycję ramienia robota poprzez naciśnięcie przycisku *REC* (pierwszy rząd od góry, druga kolumna od prawej na klawiaturze pilota).

**21. Zmiana typu punktu** - Przy pomocy przycisków strzałek góra/dół należy wybrać drugi wiersz, a następnie przy pomocy strzałek lewo/prawo zaznaczyć literę *L* (jednokrotnie przejść w prawo) i nacisnąć przycisk *Enter* co zmieni rodzaj punktu z liniowego (*L-Linear*), na przegubowy (*J-Joint*).

**22. Uruchomienie nowej wersji programu** - Pozostając w ciągłym trybie ruchu (i po ewentualnym odblokowaniu napędów robota) należy uruchomić program o zmodyfikowanych punktach trajektorii poprzez naciśnięcie przycisku *Play*.

## • Scenariusz IV - Kopia zapasowa

Scenariusz czwarty skupia się na tworzeniu kopii zapasowej programów jak również usuwaniu niepotrzebnych programów z listy programów.

### *Kroki 23-24*

**23. Tworzenie kopii zapasowej programu** - Należy utworzyć kopię zapasową aktualnego programu poprzez przejście do menu głównego (przycisk *Menu*), następnie wybrać opcję *Program* (piąta opcja od góry), a stamtąd wybrać opcję *Duplicate...* (trzecia opcja od góry), następnie wybrać dowolny program z listy programów (możliwe jest wybranie dowolnego programu z listy, ale zaleca się aby wybrać program stworzony w ramach wcześniejszych scenariuszy - będzie to ostatni program na liście), następnie wpisać dowolną, wybraną przez użytkownika nazwę (zaleca się nazwę inną niż nazwa oryginalnego programu), a także potwierdzić nazwę kopii programu poprzez wybranie opcji *OK*.

**24. Usuwanie programu z listy programów** - Należy usunąć program z listy programów (obecnie kursant jest przetaczony na świeżo zrobioną kopię programu). W tym celu należy przejść do menu głównego (*Menu*), stamtąd wybrać opcję *Program* (piąta opcja od góry), a następnie wybrać opcję *Remove...* (czwarta opcja od góry). Po otwarciu listy programów należy wybrać program do usunięcia - może to być dowolny program z wyłączeniem aktualnie wybranego programu (utworzonej kopii zapasowej), aczkolwiek zaleca się usunięcie pierwowzoru świeżo utworzonej kopii zapasowej.

## • Scenariusz V - Program do przekładania palet

Piąty i ostatni scenariusz ma na celu podsumować nabytą przez kursanta do tej pory wiedzę i przeprowadzić go przez praktyczne zadanie - napisanie programu do przekładania palety pomiędzy dwoma podajnikami. Po ukończeniu scenariusza kursant powinien być w stanie samodzielnie nauczyć robota przemysłowego prostych programów.

### *Kroki 25-44*

**25. Dodawanie nowego programu** - Należy utworzyć nowy, pusty program (przycisk *Menu*, opcje *Program* oraz *New*) nadając mu nazwę *Pallet1*.

**26. Punkt początkowy** - Należy dodać aktualny punkt do programu jako punkt przegubowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *J-Joint*), a następnie ustawić jego aproksymację (*APX*) na 10.

**27. Wstawianie pustych wierszy** - Należy wstawić dokładnie dziesięć pustych wierszy poniżej pierwszego punktu programu (przycisk *Menu*, opcje *Edit* oraz *Insert Lines Below* - wpisać wartość 10). Nowe wiersze muszą być wstawione bezpośrednio pod pierwszym wierszem.

**28. Ustawianie chwytaka nad paletą** - Należy przemieścić chwytak w taki sposób, aby znalazł się w obszarze zaznaczonym na niebiesko (nad paletą) oraz, aby szczęki chwytaka były skierowane w dół w kierunku palety. Zaleca się skorzystanie z trybu ruchu *Joint*, aczkolwiek poprawne umiejscowienie chwytaka poprzez ruch w trybie *Base* również zaliczy zadanie.

**29. Zapisywanie punktu 1** - W kolejnym pustym wierszu (2) należy wstawić aktualny punkt jako punkt przegubowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *J-Joint*).

**30. Ustawienie chwytaka w pozycji do złapania palety** - Należy ustawić chwytak w pozycji umożliwiającej złapania palety (aby szczęki chwytaka znalazły się w zaznaczonym na niebiesko obszarze wewnątrz palety). W tym celu zaleca się skorzystanie z trybu ruchu *Base*, aczkolwiek poprawne umiejscowienie chwytaka poprzez ruch w trybie *Joint* również zaliczy zadanie. Ponadto sugeruje się obrócenie szczęk chwytaka w taki sposób, aby te znalazły się pomiędzy deskami palety.

**31. Zapisywanie punktu 2** - W kolejnym pustym wierszu (3) należy wstawić aktualny punkt jako punkt liniowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *L-Linear*). Następnie należy zmienić jego prędkość (*SPD*) na 500mm/s, a jego aproksymację (*APX*) na 0.

**32. Chwytnie palety** - Należy po pierwsze zamknąć szczęki chwytaka na palecie (przycisk *Tool On*), a po drugie wstawić w kolejnym pustym wierszu programu (4) instrukcję zamknięcia chwytaka (przycisk *Menu*, opcje *Instructions* oraz *Tool On*).



**33. Podnoszenie palety nad podajnik** - Cały czas trzymając chwytakiem paletę należy unieść paletę nad podajnik, tak aby paleta i trzymający ją chwytek znalazły się wewnątrz zaznaczonego na niebiesko obszaru. Zaleca się skorzystanie z trybu ruchu *Base*, aczkolwiek poprawne umiejscowienie chwytaka poprzez ruch w trybie *Joint* również zaliczy zadanie.

**34. Zapisywanie punktu 3** - W kolejnym pustym wierszu (5) należy wstawić aktualny punkt jako punkt liniowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *L-Linear*). Następnie należy zmienić jego prędkość (*SPD*) na 500mm/s, a jego aproksymację (*APX*) na 50.

**35. Dodawanie punktu pośredniego** - W pierwszej kolejności należy przenieść paletę tak aby znalazła się w zaznaczonym na niebiesko obszarze. W tym celu zaleca się wykorzystanie trybu ruchu *Joint* (, aczkolwiek zaliczenie reszty kroku zaliczy również i ten warunek, także możliwe jest poprawne ustawienie palety przy pomocy trybu ruchu *Base*). Następnie w kolejnym pustym wierszu programu (6) należy wstawić aktualny punkt (ten, przy którym obszar świeci się na zielono) jako punkt przegubowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *J-Joint*).

**36. Ustawianie palety nad drugim podajnikiem** - W pierwszej kolejności należy przenieść paletę tak aby znalazła się w zaznaczonym na niebiesko obszarze nad drugim podajnikiem. W tym celu zaleca się wykorzystanie trybu ruchu *Joint* (, aczkolwiek zaliczenie reszty kroku zaliczy również i ten warunek, także możliwe jest poprawne ustawienie palety przy pomocy trybu ruchu *Base*). Następnie w kolejnym pustym wierszu programu (7) należy wstawić aktualny punkt (ten, dla którego obszar świeci się na zielono) jako punkt przegubowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *J-Joint*). Dalej należy zmienić prędkość dodanego punktu (*SPD*) na 100%, a jego aproksymację (*APX*) na 20.

**37. Odkładanie palety na podajnik** - Należy odłożyć paletę na podajnik w taki sposób, aby szczęki chwytaka trzymającego paletę znalazły się w zaznaczonym na niebiesko obszarze, a jednocześnie model palety nie nachodził na model podajnika (co jest sygnalizowane przez przebarwienie palety na czerwono). W tym celu zaleca się skorzystanie z trybu ruchu *Base*, aczkolwiek poprawne umiejscowienie chwytaka poprzez ruch w trybie *Joint* również zaliczy zadanie.

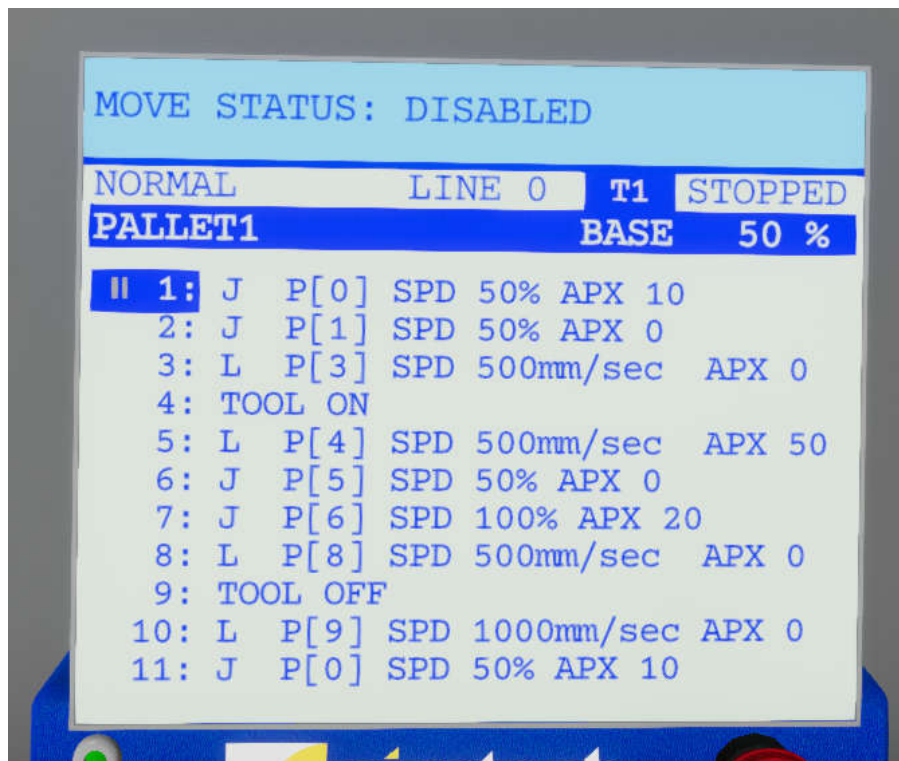
**38. Zapisywanie punktu 4** - W kolejnym pustym wierszu (8) należy wstawić aktualny punkt jako punkt liniowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *L-Linear*). Następnie należy zmienić jego prędkość (*SPD*) na 500mm/s, a jego aproksymację (*APX*) na 0.

**39. Wypuszczanie palety** - Należy po pierwsze otworzyć szczęki chwytaka wypuszczając paletę (przycisk *Tool Off*), a po drugie wstawić w kolejnym pustym wierszu programu (9) instrukcję otwarcia chwytaka (przycisk *Menu*, opcje *Instructions* oraz *Tool Off*).

**40. Odjeżdżanie chwytakiem** - W pierwszej kolejności należy przenieść chwytek tak aby znalazł się w zaznaczonym na niebiesko obszarze nad paletą. W tym celu zaleca się wykorzystanie trybu ruchu *Base* (, aczkolwiek zaliczenie reszty kroku zaliczy również i ten warunek, także możliwe jest poprawne ustawienie palety przy pomocy trybu ruchu *Joint*). Następnie w kolejnym pustym wierszu programu (10) należy wstawić aktualny punkt (ten,

przy którym obszar świeci się na zielono) jako punkt liniowy (przycisk *Menu*, opcje *Insert Point* oraz *L-Linear*).

**41. Zamykanie programu w pętli** - Należy skopiować pierwszy punkt programu (zaznaczyć pierwszy wiersz, nacisnąć przycisk *Menu*, a następnie wybrać opcje *Edit* oraz *Copy*) i wkleić go w ostatnim pustym wierszu (11) (zaznaczyć ostatni pusty wiersz, nacisnąć przycisk *Menu*, a następnie wybrać opcje *Edit* oraz *Paste*).



Zdjęcie 15 - Przykładowy program do przekładania palety

**42. Pierwsze testowanie programu** - Należy przestawić stacyjkę trybu pracy robota na szafce robota (zewnętrzny obszar celi zrobotyzowanej) na tryb pracy T1 (tryb ten powinien być ustawiony domyślnie). Następnie należy ustawić ciągły tryb ruchu robota (tryb ten powinien być ustawiony domyślnie - informacja w lewym górnym rogu wyświetlacza pilota sterowniczego powinna pokazywać *Normal*, a nie *Step*). Na koniec należy uruchomić program robota przyciskiem *Play*, co powinno być poprzedzone ewentualnym odblokowaniem napędów robota jeśli były zablokowane (przytrzymanie przycisków czuwaka i naciśnięcie przycisku *Reset*).

**43. Testowanie programu w trybie T2** - Należy przestawić stacyjkę trybu pracy robota na szafce robota (zewnętrzny obszar celi zrobotyzowanej) na tryb pracy T2. Następnie należy uruchomić program robota przyciskiem *Play*, co powinno być poprzedzone ewentualnym odblokowaniem napędów robota jeśli były zablokowane (przytrzymanie przycisków czuwaka i naciśnięcie przycisku *Reset*).

**44. Podsumowanie** - Po wysłuchaniu podsumowania można przejść do dalszej części szkolenia - kolejna, szósta część jest modułem egzaminującym, który jest uruchamiany przez trenera.

- **Moduł 6 - test sprawdzający nabytą wiedzę i umiejętności**

Ostatni, szósty moduł ma na celu sprawdzenie wiedzy i umiejętności nabytych przez kursanta w całym szkoleniu i dlatego ma strukturę różną od poprzednich etapów. Składa się on z wprowadzenia, pięciu niezależnych od siebie zadań egzaminacyjnych oraz podsumowania wyników egzaminu. Zadania te charakteryzują się tym iż pojedyncze składowe zadania nie są wypisywane na tablicy, są niejawne dla kursanta. Są one składowymi ogólnego polecenia na przykład "Wejdź do celi zrobotyzowanej z zachowaniem zasad bezpieczeństwa". Skrócona treść polecenia jest wyświetlana na tablicy, a bardziej szczegółowe polecenie prezentuje tekst lektora (tekst lektora można powtórzyć przy pomocy przycisku *Help* znajdującym się w skrajnie dolnym rzędzie, w kolumnie drugiej od lewej na klawiaturze pilota sterowniczego). Każde zadanie wymaga wykonania przez kursanta paru czynności, za wykonanie których (w sposób poprawny) naliczane są mu dodatnie punkty. Popętnianie błędów, czy niedokładności karane jest punktami ujemnymi. Za każde zadanie można otrzymać do stu punktów. W porównaniu do wcześniejszych modułów do przejścia dalej kursant potrzebuje wykonać tylko część powierzonego mu zadania (np. wejść do środka celi zrobotyzowanej), a później w każdym momencie może przejść do wykonywania kolejnego zadania i to od niego zależeć będzie decyzja, czy wykonał już wszystkie zawarte w zadaniu polecenia - jeśli się pomyli to dostanie gorszy wynik.

Po ukończeniu piątego zadania zostanie wyświetlona tablica z wynikiem z całego egzaminu wraz z wypisaniem ewentualnych błędów, w wyniku których zostały naliczone punkty ujemne (w przypadku zbyt dużej ilości błędów nie wszystkie zostaną wypisane).

- **Wprowadzenie**

Etap ten ma za zadanie przedstawić kursantowi zasady egzaminu, za co będą dodawane, a za co odejmowane punkty. Po wysłuchaniu tekstu lektora można przejść do kolejnych części modułu.

- **Zadanie 1**

Pierwsze zadanie polega na sprawdzeniu wiedzy kursanta dotyczącej sekwencji czynności, które ten ma wykonać aby wejść do wnętrza celi zrobotyzowanej. Kursant musi po pierwsze zatrzymać

robotą w bezpieczny sposób, następnie otworzyć bramkę do celi, później zadbać o środki ochrony osobistej (czapka bezpieczeństwa, kłódka bezpieczeństwa), a ostatecznie wejść do środka celi.

zadanie w kroku	punkt. za wykonanie	punkt. za błąd
Zatrzymanie robota przyciskiem <i>STOP</i> na pulpicie sterowniczym (błąd: zatrzymanie robota dowolnym przyciskiem <i>E-Stop</i> )	+15	+5
Otwarcie bramki PO zatrzymaniu robota (błąd: otwarcie bramki BEZ zatrzymania robota)	+10	-10
Założenie kłódki na skobel bramki (błąd: brak kłódki)	+30	-0
Założenie czapki bezpieczeństwa na głowę (błąd: brak czapki)	+30	-0
Wejście do celi (błąd 1: wejście do celi bez kłódki bezpieczeństwa; błąd 2: wejście do celi bez czapki bezpieczeństwa; oba błędy mogą mieć miejsce)	+10	-80 (-40 Błąd 1) (-40 Błąd 2)

## • Zadanie 2

Drugie zadanie polega na przeprowadzeniu sekwencji czynności koniecznych do wznowienia trybu produkcji (stacyjka trybu robota ustawiona na tryb *Auto*). Kursant najpierw musi opuścić celę zrobotyzowaną, dalej zamknąć bramkę celi, wybrać odpowiedni tryb pracy, usunąć ewentualne błędy, po czym uruchomić produkcję przyciskiem *Start* znajdującym się na pulpicie sterowniczym.

zadanie w kroku	punkt. za wykonanie	punkt. za błąd
Wyjście z celi	+5	x
Błąd: wejście do celi w dowolnym momencie zadania bez założonej kłódki bezpieczeństwa	x	-50
Zdjęcie kłódki przed próbą zamknięcia drzwi (błąd: próba zamknięcia drzwi przed zdjęciem kłódki)	+15	-15
Zamknięcie bramki do wnętrza celi	+10	x

Przełączenie robota w tryb <i>AUTO</i> przed skasowaniem błędów	+20	x
Skasowanie błędów, gdy bramka jest zamknięta i robot znajduje się w trybie <i>AUTO</i>	+20	x
Poprawne uruchomienie produkcji przyciskiem <i>START</i> (błąd 1: naciśnięcie <i>START</i> przy otwartej bramce; błąd 2: naciśnięcie <i>START</i> gdy robot nie jest w trybie <i>AUTO</i> ; oba błędy mogą mieć miejsce)	+30	-55 (-30 Błąd 1) (-25 Błąd 2)

### • Zadanie 3

W trzecim zadaniu kursant musi odszukać i usunąć przyczynę błędu, a następnie wykonać ręcznie dowolny ruch robotem, w dowolnym trybu ruchu. Informacja na temat przyczyny błędu znajduje się na pulpicie sterowniczym. Kursant powinien wyciągnąć wciśnięty przycisk E-Stop, usunąć błędy na pulpicie sterowniczym, sprawdzić czy stacyjka robota jest ustawiona na tryb ręczny (*T1* - tryb *T2* jest mniej punktowany), po czym odblokować napędy robota (przytrzymać przyciski czuwaka i nacisnąć przycisk *Reset*) i zmienić pozycję ramienia robota.

zadanie w kroku	punkt. za wykonanie	punkt. za błąd
Skasowanie pozostałych błędów na pulpicie ( <i>Alarms Reset</i> )	+15	x
Skasowanie błędów bezpieczeństwa na pulpicie ( <i>Security Reset</i> )	+15	x
Wyciągnięcie wciśniętego przycisku <i>E-Stop</i> (szafka robota)	+30	x
Przełączenie robota w tryb <i>T1</i> (błąd: przełączenie robota w tryb <i>T2</i> )	+10	+5
Zwrócenie uwagi na listę alarmową, albo kolumnę świetlną gdy alarm jest aktywny (wystarczy spojrzeć na jedno, dodatkowe punkty nie są przyznawane za spojrzenie na oba)	+10	x
Odblokowanie napędów robota i poruszanie w dowolnym trybie po usunięciu błędów (błąd: próba poruszania robotem bez wcześniejszego usunięcia błędów)	+20	-30

Błąd: wejście w dowolnym momencie do wnętrza celi bez kłódki bezpieczeństwa	x	-50
Błąd: wejście w dowolnym momencie do wnętrza celi bez czapki bezpieczeństwa	x	-50

## • Zadanie 4

Czwarte zadanie polega na stworzeniu nowego, pustego programu, a następnie rozbudowaniu go o trzy punkty trajektorii i uruchomieniu go w trybie krokowym. Kursant w pierwszym kroku musi stworzyć nowy program (*Menu->Program->New->Dowolna nazwa*), następnie zalecane jest dodanie trzech pustych wierszy (*Menu->Edit->Insert Lines Below->3*), przełączenie się w tryb krokowy *Step Mode* (przycisk *Step Mode* -> informacja w lewym górnym rogu wyświetlacza ma wskazywać *Step*), odblokować napędy robota (przytrzymać przyciski czuwaka i nacisnąć przycisk *Reset*), po czym uruchomić program (*Play*).

zadanie w kroku	punkt. za wykonanie	punkt. za błąd
Utworzenie nowego programu o dowolnej nazwie	+40	x
Dodanie nowego punktu (punktowanie uwzględnia maksymalnie 3 punkty)	10 x ilość punktów	x
Każdy z punktów jest w innym miejscu (punktowanie uwzględnia maksymalnie 3 unikatowe punkty)	10 * (ilość unikatowych punktów -1)	x
Błąd: uruchomienie programu z mniej niż trzema punktami	x	-10
Uruchomienie programu w trybie krokowym (błąd: uruchomienie programu w trybie ciągłym)	+10	-20

## • Zadanie 5

Piąte, a zarazem ostatnie zadanie wymaga od kursanta wykonania polecenia analogicznego do scenariusza piątego w module piątym, czyli napisania od podstaw programu do przekładania palety pomiędzy podajnikami, a następnie uruchomienie go w trybie ręcznym w ciągłym trybie ruchu. Zadanie zwraca uwagę na ilość wykonanych instrukcji, rodzaj punktów (liniowy/przegubowy) do poszczególnych etapów, czy poprawność całego programu. Kursant ponadto zgodnie z tekstem

lektora nie powinien tworzyć nowego programu, ale usunąć wszystkie punkty z programu z zadania czwartego i rozbudować go o nową trajektorię.

zadanie w kroku	punkt. za wykonanie	punkt. za błąd
Usunięcie starych punktów w programie	+10	x
Punkt dojazdu robota nad paletę jako <i>J-Joint</i> (błąd: brak owego punktu, bądź punkt jako <i>L-Linear</i> )	+5	-10
Punkt obniżenia chwytaka do chwycenia palety jako <i>L-Linear</i> (błąd: brak owego punktu, bądź punkt jako <i>J-Joint</i> )	+10	-10
Dodanie instrukcji chwytającej paletę <i>Tool On</i> w miejscu pobrania palety (błąd: brak owej instrukcji)	+10	-10
Przejazd znad pierwszego podajnika nad drugi jako <i>J-Joint</i> (błąd: brak tego punktu, bądź punkt jako <i>L-Linear</i> )	+5	-10
Dodanie instrukcji otwierającej chwytak <i>Tool Off</i> w miejscu odłożenia palety (błąd: brak owej instrukcji)	+10	-10
Prawidłowe odłożenie palety na podajnik	+10	x
Punkt odjazdu robota po odłożeniu palety jako <i>L-Linear</i> (błąd: brak owego punktu, bądź punkt jako <i>J-Joint</i> )	+10	-10
Uruchomienie programu w trybie ciągłym ręcznym	+10	x
Wykonanie jednego, pełnego cyklu przekładania palety	+20	x

## • Podsumowanie

W ostatnim etapie szkolenia kursantowi prezentowany jest jego wynik, który uzyskał w ramach egzaminu jak również objaśniane są ewentualnie popełnione błędy. Po przejrzaniu swojego wyniku następuje koniec szkolenia, które zamyka trener.



**Fundusze Europejskie**  
Program Regionalny



**Rzeczpospolita  
Polska**



**Śląskie.**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego

