

## **PROGRAM SZKOLENIA – „Programowanie robotów przemysłowych dla dorosłych”**

**Miejsce realizacji:** Fablab Chrzanów, ul. Janiny Woynarowskiej 1, 32-500 Chrzanów

**Liczebność grupy:** maksymalnie 6 osób

**Forma wsparcia:** warsztaty praktyczne + krótkie wprowadzenia teoretyczne

**Czas trwania:** 6 spotkań po 4 godziny (łącznie 24 godziny), raz w tygodniu

---

### **ETAP I    ZAKRES**

#### **Grupa docelowa**

Dorośli (18+) zainteresowani automatyką przemysłową, mechaniką oraz programowaniem systemów produkcyjnych. Kurs skierowany do techników, inżynierów oraz pracowników produkcji chcących nabyć praktyczne kompetencje w zakresie obsługi i programowania robotów przemysłowych. Nie jest wymagane wcześniejsze doświadczenie w robotyce.

#### **Zakres tematyczny podlegający ocenie (kompetencja)**

'Podstawy praktycznej obsługi i programowania robotów przemysłowych – obejmujące:

- zasady bezpiecznej pracy przy stanowisku zrobotyzowanym i BHP (norma ISO 10218),
- znajomość budowy ramienia robotycznego i systemu sterowania EraCobot M5,
- znajomość typów ruchów robota (PTP, LIN, CIRC) i ich zastosowań,
- programowanie metodą teach-in: nauczanie punktów, budowa sekwencji,
- konfigurację sygnałów wejść/wyjść cyfrowych (I/O) i integrację z urządzeniami zewnętrznymi,
- optymalizację programu: blending, prędkości, czas cyklu,
- podłączenie komunikacji PROFINET Robot↔PLC.

---

### **ETAP II    WZORZEC (EFEKTY UCZENIA SIĘ)**

---

#### **WIEDZA — uczestnik/uczestniczka wie:**

- jakie są podstawowe komponenty stanowiska zrobotyzowanego: robot, kontroler, panel programowania, chwytak, czujniki bezpieczeństwa
- co to jest TCP (Tool Center Point) i jak prawidłowo definiuje się punkt roboczy narzędzia

---

Projekt „Utworzenie innowacyjnych przestrzeni typu Fablab na terenie Małopolski Zachodniej wraz z organizacją działań mobilnych” dofinansowany ramach priorytetu 8 Fundusze europejskie dla sprawiedliwej transformacji Małopolski Zachodniej 8.2 Edukacja dla transformacji, typ A: Tworzenie przestrzeni typu fablab programu Fundusze Europejskie dla Małopolski 2021-2027. Nr projektu: FEMP.08.02-IP.01-0017/23

- jakie typy ruchu posiada robot przemysłowy (PTP, LIN, CIRC) i kiedy zastosować każdy z nich
- czym są układy współrzędnych robota: bazowy (World), narzędziowy (Tool), stawowy (Joint)
- co to jest procedura homing i dlaczego jest obowiązkowa przed każdym uruchomieniem robota
- jakie są zasady bezpiecznej pracy przy robocie przemysłowym zgodnie z normą ISO 10218
- co to jest strefa bezpieczeństwa, tryb Teach Mode, funkcja E-STOP i jak je stosować
- czym są sygnały wejść/wyjść cyfrowych (DI/DO) i jak są wykorzystywane w programie robota
- co to jest blending (zone) i jaki wpływ ma na trajektorię i czas cyklu produkcyjnego
- jakie są metody optymalizacji programu robotycznego: dobór prędkości, stref blendingu, parcelizacja cyklu
- co to jest payload robota i jakie skutki ma przeciążenie dla dokładności i trwałości mechanizmu
- jak czytać dokumentację techniczną robota: specyfikacje osi, zasięg roboczy, powtarzalność pozycjonowania

---

#### **UMIĘTNOŚCI — uczestnik/uczestniczka potrafi:**

---

- bezpiecznie uruchomić stanowisko robotyczne i przeprowadzić procedurę homing wszystkich osi
- ręcznie sterować ramieniem robota w trybie JOG w układzie stawowym i kartezyjskim
- nauczyć robota punktów metodą teach-in i zapisać je z odpowiednimi nazwami i atrybutami ruchu
- zbudować program sekwencyjny: ruch PTP i LIN, aktywacja/deaktywacja chwytaka, pętle cykliczne
- wgrać program do kontrolera i uruchomić go progresywnie – od niskiej prędkości do produkcyjnej

- skonfigurować sygnały I/O: wejście czujnika jako warunek logiczny, wyjście chwytaka jako rozkaz
- zmierzyć czas cyklu, zidentyfikować wąskie gardła i wdrożyć optymalizacje (blending, prędkości)
- zdiagnozować typowe błędy robota (singularność kinematyczna, błąd zakresu, błąd I/O) i usunąć przyczynę
- napisać i uruchomić kompletny program pick & place z sortowaniem na podstawie sygnału zewnętrznego
- ocenić jakość programu pod kątem czasu cyklu, gładkości trajektorii i powtarzalności pozycjonowania
- sporządzić uproszczoną dokumentację programu: mapa punktów, opis sekwencji, zestawienie sygnałów I/O
- przygotować obrabiarkę CNC do pracy, zamocować materiał i ustawić punkt zerowy

---

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE — uczestnik/uczestniczka:**

---

- przestrzega zasad BHP i norm bezpieczeństwa (ISO 10218) przy każdym uruchomieniu stanowiska
- stosuje zasadę ograniczonego zaufania – zawsze weryfikuje program na niskiej prędkości przed uruchomieniem produkcji
- dba o sprzęt i porządek na stanowisku robotycznym, prawidłowo wyłącza robota po zakończeniu pracy
- współpracuje z innymi uczestnikami grupy przy programowaniu i rozwiązywaniu problemów technicznych
- samodzielnie diagnozuje i rozwiązuje problemy techniczne, korzystając z dokumentacji producenta
- dokonuje samooceny jakości zbudowanego programu i wyciąga wnioski z ewentualnych błędów
- rozumie odpowiedzialność programisty za bezpieczeństwo osób pracujących przy stanowisku zrobotyzowanym
- zwiększa pewność własnych kompetencji manualnych i technicznych w obszarze automatyki

---

**TREŚCI TREŚCI PROGRAMOWE**

---

<b>Nr</b>	<b>Tytuł spotkania</b>	<b>Treści programowe</b>
S1	Wprowadzenie do robotyki przemysłowej	<ul style="list-style-type: none"><li>• Test początkowy</li><li>• Zastosowania robotów przemysłowych – przegląd branż (automotive, spożywcza, logistyka)</li><li>• Budowa ramienia robotycznego EraCobot M5: osie, napędy, enkodery, chwytak</li><li>• Układy współrzędnych: bazowy, narzędziowy, stawowy</li><li>• BHP i organizacja stanowiska zrobotyzowanego – norma ISO 10218</li><li>• Tryby pracy: Teach Mode, Auto Mode, E-STOP – demonstracja</li></ul>
S2	Programowanie metodą teach-in	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procedura homing – znaczenie i wykonanie</li><li>• Tryb JOG: ręczne prowadzenie w osiach stawowych i kartezyjskich</li><li>• Nauczanie punktów metodą teach-in: nazewnictwo, atrybuty ruchu (PTP/LIN)</li><li>• Budowa pierwszego programu sekwencyjnego – ruch między trzema punktami</li><li>• Sygnały I/O: konfiguracja wyjścia chwytaka (DO) i odczyt wejścia czujnika (DI)</li><li>• Uruchomienie programu na 10% prędkości – analiza trajektorii</li></ul>
S3	Programowanie zaawansowane – pick & place	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruch LIN i CIRC – zastosowania i ograniczenia</li><li>• Pętle cykliczne WHILE/FOR w programie robota</li><li>• Warunki logiczne IF/ELSE na podstawie sygnałów DI</li><li>• Program pick &amp; place: podajnik → stacja → pojemnik –</li></ul>

		<p>krok po kroku</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blending (zone): 0 mm vs 30 mm vs 60 mm – pomiar wpływu na czas cyklu</li> <li>• Ćwiczenie: pełny cykl pick &amp; place z sortowaniem na dwie pozycje</li> </ul>
S4	Optymalizacja i parametry zaawansowane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pomiar czasu cyklu: metody i narzędzia</li> <li>• Prędkości różnicowane: segmentacja trasy wg wymagań precyzji</li> <li>• Parcelizacja cyklu: równoległe działania robota i urządzeń zewnętrznych</li> <li>• Payload: znaczenie, pomiar i konsekwencje przeciążenia</li> <li>• Konfiguracja komunikacji PROFINET: podstawowe telegramy Robot↔PLC</li> <li>• Ćwiczenie optymalizacyjne: redukcja czasu cyklu o min. 20%</li> </ul>
S5	Diagnoza błędów i dokumentacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typowe błędy robota: singularność, przekroczenie zakresu, timeout I/O – przyczyny i usuwanie</li> <li>• Logi systemowe kontrolera – interpretacja kodów błędów</li> <li>• Tworzenie dokumentacji programu: mapa punktów, schemat sekwencji, tabela I/O</li> <li>• Instrukcja stanowiskowa – co musi zawierać, jak ją pisać</li> <li>• Procedura konserwacji stanowiska robotycznego</li> <li>• Ćwiczenie: diagnoza celowo wprowadzonego błędu w programie</li> </ul>
S6	Projekt uczestnika + walidacja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Napisanie kompletnego programu pick &amp; place z sortowaniem i warunkiem logicznym</li> <li>• Przeprowadzenie obróbki / demonstracji z użyciem napisanego programu</li> <li>• Pomiar czasu cyklu i ocena jakości programu</li> <li>• Test końcowy (post-test) – wiedza teoretyczna</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocena praktyczna – wykonanie zadanego programu i demonstracja</li> <li>• Samoocena uczestnika + podsumowanie nabytych kompetencji</li> </ul>
--	--	---

---

### **ETAP III KRYTERIA I METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

---

#### Metody weryfikacji teoretycznej

- Test końcowy (post-test) – budowa robota, typy ruchów, BHP, sygnały I/O
- Pytania ustne podczas zajęć praktycznych
- Ocena dokumentacji programu stworzonej przez uczestnika

#### Metody weryfikacji praktycznej

- Ocena prawidłowości procedury homing i uruchomienia stanowiska
- Ocena poprawności nauczonych punktów i struktury programu sekwencyjnego
- Ocena realizacji programu pick & place: sekwencja, I/O, brak kolizji
- Pomiar i ocena czasu cyklu względem wartości referencyjnej
- Ocena dokumentacji: mapa punktów, schemat sekwencji, tabela I/O
- Samoocena uczestnika
- 

#### Uczestnik nabywa kompetencje, jeśli:

- Uzyska min. 80% poprawnych odpowiedzi w post-teście
- Poprawnie przeprowadzi procedurę homing i uruchomienia stanowiska
- Napisze i uruchomi program pick & place z sortowaniem na dwie pozycje
- Osiągnie czas cyklu nie gorszy niż 120% wartości referencyjnej
- Przestrzega zasad BHP przez cały czas trwania kursu
- Uczestniczył w min. 80% godzin zajęciowych (min. 20 z 24 h)