07. Spawanie robotem: programowanie dla operatorów

Avena Robotics · wydanie 2026-11 · roboty FAIRINO FR5, FR10, FR20 z oprogramowaniem 3.9.9 (panel po polsku)

Co znajdziesz: przygotowanie robota do spawania, dwa sposoby sterowania spawarką i sprawdzenie, czy grzyb (przycisk zatrzymania awaryjnego) wyłącza spawanie, kreator spawania (spoiny proste, łukowe i po okręgu), przykładowe programy spawalnicze, rodzaje zakosów i najczęstsze błędy.

Dla kogo: operatorzy i programiści robota spawalniczego. Czytaj po kolei: dalsze rozdziały korzystają z wcześniejszych.

Potrzebujesz: robota z zamontowanym uchwytem spawalniczym (palnikiem) i podłączoną spawarką (instrukcja 06; jeśli masz SmartTool, także instrukcja 03) oraz znajomości panelu (instrukcje 01 i 02). Instrukcja opisuje oprogramowanie 3.9.9; wersję robota widać w lewym dolnym rogu panelu (instrukcja 08, rozdz. 1).

Co dalej: obrotnica albo inna oś dodatkowa: instrukcja 10; nauka programowania bez robota: symulator, instrukcja 09.

Bezpieczeństwo. Instrukcja nie zwalnia z przepisów BHP przy spawaniu ani z oceny ryzyka stanowiska. Zanim zaczniesz spawać, sprawdź, czy po naciśnięciu grzyba spawanie się wyłącza (rozdział 1.2). Każdy nowy program uruchom najpierw bez łuku, przy prędkości globalnej nie wyższej niż 20 %, i upewnij się, że w zasięgu robota nikogo nie ma. Jeśli po zatrzymaniu programu łuk się pali, od razu wyłącz spawarkę.

1. Pierwsza konfiguracja stanowiska

Po zamontowaniu uchwytu spawalniczego (i ewentualnie SmartToola) sprawdź albo ustaw:

1. **Sposób montażu robota: Ustawienia początkowe → Podstawowy → Instalacja** *(Initial → Base → Mounting)*, instrukcja 02, rozdz. 4.1.
2. **Masa i środek masy narzędzia** (uchwyt spawalniczy, SmartTool i część przewodu): **Ustawienia początkowe → Podstawowy → Obciążenie** *(Initial → Base → Payload)*, instrukcja 02, rozdz. 4.2. Wpisz masę i współrzędne środka masy, potem zastosuj obciążenie (ikona ✓). Masa nie może przekraczać udźwigu robota: FR5 5 kg, FR10 10 kg, FR20 20 kg. Błędna masa albo środek masy pogarsza prowadzenie ręczne i wykrywanie kolizji.
3. **Punkt końca drutu (TCP): Ustawienia początkowe → Podstawowy → Układ współrzędnych narzędzia** *(Initial → Base → TCP)*, instrukcja 02, rozdz. 4.3. Najpierw zastosuj toolcoord0. Potem w jednym z układów toolcoord1–toolcoord19 skalibruj TCP metodą 6-punktową na końcu drutu wysuniętego na stałą długość i zastosuj ten układ jako bieżące narzędzie. Od dokładności TCP zależy dokładność spoiny.
4. **Wyłączanie spawania przy zatrzymaniu i pauzie: Ustawienia początkowe → Podstawowy → Konfiguracja wejść/wyjść → Wyjście resetu** *(Initial → Base → I/O setup → Output reset)*, instrukcja 06, rozdz. 3.4. Avena ustawia przed wysyłką: **Kontroler DO** i **Kontroler AO** = **Resetowanie**, **Przywróć stan sprzed resetu** = **Tak**. Wyjścia kontrolera (skrzynki sterującej) wyłączają się wtedy po zatrzymaniu i

pauzie programu. Przed pierwszym spawaniem sprawdź to w tabeli u góry ekranu. Jeśli spawarką sterują też wyjścia analogowe (prąd, napięcie), sprawdź tak samo **Kontroler AO**.

- Dokumentacja FAIRINO opisuje to ustawienie tylko dla zatrzymania i pauzy programu. Stan wyjść DO po zatrzymaniu awaryjnym (grzyb) ma osobne ustawienie (od wersji 3.9.5), którego podręcznik producenta nie opisuje. Dlatego to, czy grzyb wyłącza wyjście spawania, sprawdź próbą z rozdziału 1.2 (instrukcja 06, rozdz. 3.4).
- Pole **Przywróć stan sprzed resetu** decyduje, co dzieje się z wyjściem po wznowieniu programu z pauzy. **Nie:** wyjście spawania zostaje wyłączone, a robot jedzie dalej bez łuku. **Tak:** wyjście wraca do stanu sprzed pauzy, więc spawarka włączy się sama, gdy robot ruszy. Bieżącą wartość widać w tabeli. **Avena ustawia Tak: po pauzie i Wznów łuk zapali się sam, gdy robot ruszy.** Zanim klikniesz **Wznów**, upewnij się, że palnik jest nad spoiną, a w jego pobliżu nie ma ludzi.
- Reset obejmuje tylko wyjścia z listy na tym ekranie: DO i AO kontrolera, końca ramienia *(End plate)* i rozszerzeń oraz SmartTool DO. Rejestrów Modbus na tej liście nie ma. Jeśli wyjście spawania jest na końcu ramienia albo w module rozszerzeń, ustaw Resetowanie także dla tej grupy.

5. **Połączenie ze spawarką:** jeden z dwóch wariantów z rozdziału 1.1.

1.1 Dwa sposoby sterowania spawarką

Na stanowiskach Aveny spawarką steruje się na jeden z dwóch sposobów. W obu wariantach program włącza i wyłącza spawanie tym samym poleceniem: **DIO → Ustaw DO** (w kodzie SetDO) dla wyjścia spawania (instrukcja 06, rozdz. 4.2). Jeśli nie wiesz, którego wyjścia używa Twoje stanowisko, zapytaj wsparcie Aveny. W przykładach tej instrukcji to DO0.

	A. Przekaźnik na wyjściu DO	B. Kemppi z modułem DCM (Modbus TCP)
Połączenie	Wyjście DO kontrolera włącza przekaźnik, a jego styk zwiera obwód spustu uchwytu spawalniczego (instrukcja 06, rozdz. 1).	Spawarka Kemppi z modułem DCM jest połączona z robotem przez Modbus TCP. Rejestry Modbus i program w tle wgrywa Avena. Wyjście DO spawania jest zmostkowane z wejściem DI; program w tle odczytuje to wejście i włącza albo wyłącza spawanie. Nie zdejmuj tego mostka i nie używaj tego wyjścia ani wejścia do innych urządzeń (instrukcja 06, rozdz. 1).
Po naciśnięciu grzyba	Robot zeruje wyjście DO (sprawdzisz to w rozdziale 1.2), przekaźnik rozwiera obwód spustu i spawarka przerywa spawanie.	Robot zeruje wyjście DO, więc zmostkowane wejście DI też spada na 0. Program w tle odczytuje ten stan i zatrzymuje spawanie.
Spawarka	Ustaw tryb 2T (dwutakt). W trybie 4T łuku nie wyłączysz wyjściem robota.	Gdy robot ma sterowanie spawarką (bit RobotControlMode = 1), spust na uchwycie nie działa (instrukcja modułu DCM Kemppi).

Programy z kreatora (rozdział 2) włączają i wyłączają spawanie poleceniami ARCStart i ARCEnd. Te polecenia ustawiają wyjście wybrane jako zajarzenie łuku *(Welder starting arc)* w **Ustawienia początkowe → Peryferia → Spawarka** *(Initial → Peripheral → Welding Machine)*, typ sterowania I/O kontrolera *(Controller IO)*. Jeśli nie wiesz, czy na Twoim stanowisku jest tam wybrane wyjście spawania, zapytaj wsparcie Aveny.

Ostrzeżenie. Wyłączanie spawania po naciśnięciu grzyba działa przez wyjście DO spawania. Włączaj więc spawanie tylko tym wyjściem: poleceniem Ustaw DO albo poleceniem ARCStart, jeśli to wyjście wybrano jako zajarzenie łuku. Spawania włączonego innym sposobem, np. zapisem rejestrów spawarki poleceniem ModbusMasterWriteDO, to wyjście nie kontroluje. W obu wariantach wyłączanie łuku po naciśnięciu grzyba zależy od oprogramowania: w wariancie A od tego, że robot zeruje wyjście DO, w wariancie B dodatkowo od programu w tle Aveny. To nie jest funkcja bezpieczeństwa robota: wyjście spawania to zwykłe wyjście cyfrowe. Ocena ryzyka stanowiska musi to uwzględnić, a działanie sprawdź przed pierwszym spawaniem (rozdział 1.2).

1.2 Sprawdź wyłączanie spawania przed pierwszym spawaniem

Zrób to przed pierwszym spawaniem i po każdej zmianie w podłączeniu albo ustawieniach spawarki.

Ostrzeżenie. Jeśli w którejś próbie wyjście spawania nie zgaśnie albo łuk będzie się palił po naciśnięciu grzyba, wyłącz spawarkę, nie spawaj i skontaktuj się ze wsparciem Aveny (robotics@avena.pl).

1. Sprawdź reset wyjść (rozdział 1, pkt 4).
2. Wyłącz spawarkę. Pierwsza część próby odbywa się bez łuku.
3. Napisz program testowy, który nie porusza robotem i włącza wyjście spawania na 10 s: **DIO → Ustaw DO** (wyjście spawania, True), **Wait → Czekaj** (10000 ms), **DIO → Ustaw DO** (to samo wyjście, False). W kodzie, dla wyjścia DO0:

   ```
   SetDO(0,1,0,0)   -- włącz wyjście spawania DO0
   WaitMs(10000)    -- czekaj 10 s
   SetDO(0,0,0,0)   -- wyłącz wyjście spawania DO0
   ```

4. Przełącz robota w tryb automatyczny i uruchom program. Gdy wyjście świeci w podglądzie I/O (instrukcja 06, rozdz. 5), naciśnij grzyb. Wyjście musi zgasnąć. W wariancie B gaśnie też zmostkowane wejście DI.
5. Wyłącz zasilanie kontrolera, odblokuj (obróć) grzyb, odczekaj ponad 1 minutę, włącz zasilanie i ponownie włącz robota (instrukcja 06, rozdz. 6.2). Potem uruchom program jeszcze raz, jak w kroku 4, i powtórz próbę z przyciskami **Zatrzymaj** i **Pauza** w panelu. Po **Wznów** wyjście zachowa się zgodnie z polem Przywróć stan sprzed resetu (rozdział 1, pkt 4).
6. Włącz spawarkę. Przy pierwszym spawaniu na próbce naciśnij grzyb w trakcie spawania i sprawdź, czy łuk od razu gaśnie. Potem wyłącz zasilanie, odblokuj grzyb i włącz robota ponownie, jak w kroku 5.

2. Kreator spawania (Welding Expert)

Otwórz **Aplikacja pomocnicza → Pakiet technologiczny → Biblioteka ekspertów spawalnictwa** *(Application → Process Package → Welding Expert Library)* i wybierz kształt spoiny (Rys. 1):

- **Spawanie liniowe:** spoina prosta,
- **Spawanie łukowe:** spoina po łuku,
- **Spawanie wielowarstwowe wielościegowe:** spoina układana kilkoma ściegami w kilku warstwach, zwykle przy spoinie o boku powyżej 10 mm,
- **Regulacja orientacji** i **Nowe spawanie wahadłowe spline:** funkcje zaawansowane.

Spawanie wielowarstwowe i funkcje zaawansowane opisuje dokumentacja FAIRINO, rozdz. 15.1 Welding Expert Library: https://fairino-doc-en.readthedocs.io/4.0.0/CobotsManual/process.html#welding-expert-library.



Rys. 1. Biblioteka ekspertów spawalnictwa w panelu po polsku: 1 Aplikacja pomocnicza, 2 Pakiet technologiczny, 3 Biblioteka ekspertów spawalnictwa, 4 kształt spoiny.

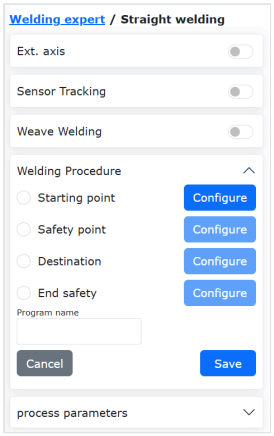
> **Ostrzeżenie: punkty z kreatora.** Z doświadczenia Aveny kreator zapisuje punkty jako punkty globalne i przy każdym nowym programie je nadpisuje. Starszy program z kreatora pojedzie wtedy do punktów z nowego programu, czyli w inne miejsce. Jeśli program ma zostać na dłużej, zaraz po jego utworzeniu przejedź w trybie ręcznym, przy prędkości globalnej nie wyższej niż 20 %, do każdego jego punktu (przycisk ▸ od razu rusza robotem, instrukcja 02, rozdz. 5), zapisz go jako punkt lokalny i wybierz te punkty w poleceniach programu. Zanim uruchomisz starszy program z kreatora, sprawdź jego punkty przy małej prędkości.

> **Pierwsze uruchomienie programu z kreatora.** Uruchom go najpierw bez łuku: wyłącz linie ARCStart i ARCEnd przez `--` (rozdział 7) albo wyłącz spawarkę. Ustaw prędkość globalną nie wyższą niż 20 % i upewnij się, że w zasięgu robota nikogo nie ma. Linie spawania włącz z powrotem dopiero wtedy, gdy ruch jest poprawny.

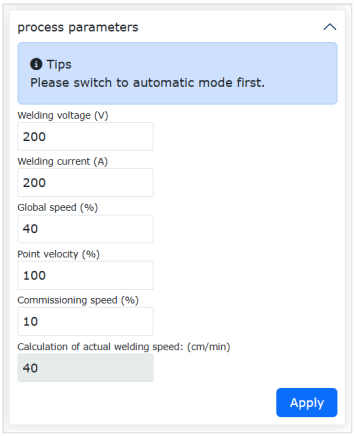
Spawanie liniowe

1. **Oś dodatkowa** *(Ext. axis)*: włącz tylko przy obrotnicy albo innej osi dodatkowej, skonfigurowanej i włączonej w robocie (instrukcja 10). Przy zapisie punktów pojawi się wtedy funkcja ruchu osi dodatkowej.
2. **Śledzenie czujnikiem** *(Sensor Tracking)*: włącz tylko, jeśli masz czujnik laserowy, i ustaw parametry wyszukiwania.
3. **Zakosy** *(Weave Welding)*: włącz, jeśli spoina ma mieć zakosy. Wybierz numer zakosu *(Select No.)*; możesz użyć zapisanego wcześniej. W razie potrzeby zmień parametry (rozdział 5) i kliknij **Konfiguracja**. Zakosów nie użyjesz razem z osią dodatkową ani ze śledzeniem czujnikiem.
4. **Punkty** *(Welding Procedure)*, po kolei: punkt początkowy spoiny *(Starting point)*, punkt bezpieczny dojazdu *(Safety point)*, punkt końcowy spoiny *(Destination)* i punkt bezpieczny odjazdu *(End safety)*. Dla każdego doprowadź robota do punktu (prowadzenie ręczne, instrukcja 02, rozdz. 3) i kliknij **Konfiguracja** *(Configure)* przy tym punkcie (Rys. 2). Kółko przy zapisanym punkcie zmieni kolor na zielony.

5. Wpisz nazwę programu *(Program name)* i kliknij **Zapisz**. Program otworzy się w edytorze programu.
6. (Opcjonalnie) Przełącz robota w tryb automatyczny i ustaw parametry procesu *(process parameters)*, np. prędkość spawania (Rys. 3). W parametrach procesu jest też pole prędkości globalnej *(Global speed, %)*. Przy pierwszym uruchomieniu wpisz tam nie więcej niż 20 % (40 % na Rys. 3 to przykład z dokumentacji). Dopiero potem kliknij **Aplikacja**.



Rys. 2. Kreator spawania liniowego: przełączniki i punkty z przyciskami Configure (dokumentacja FAIRINO, panel po angielsku).



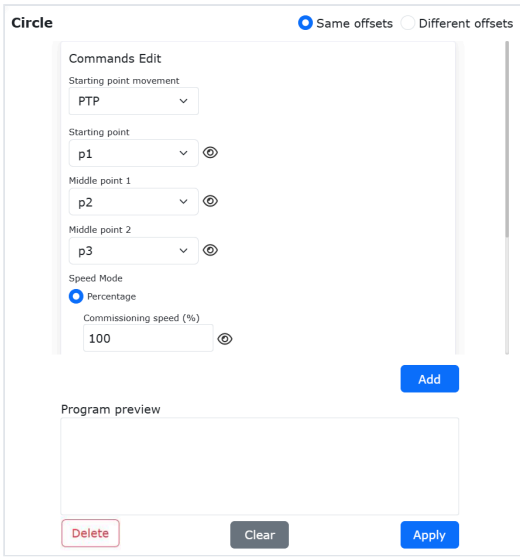
Rys. 3. Parametry procesu w kreatorze; Global speed to prędkość globalna (dokumentacja FAIRINO, panel po angielsku).

Spawanie łukowe

1. Zapisz po kolei punkty: początkowy *(Starting point)*, bezpieczny dojazdu *(Safety point)*, pośredni łuku *(Mid point)*, końcowy *(Destination)* i bezpieczny odjazdu *(End safety)*. Każdy zapisz przyciskiem **Konfiguracja**, jak przy spawaniu liniowym.
2. Wpisz nazwę programu i kliknij **Zapisz**. Program otworzy się w edytorze programu.
3. (Opcjonalnie) W trybie automatycznym ustaw parametry procesu i kliknij **Aplikacja**. Przy pierwszym uruchomieniu wpisz wcześniej w polu prędkości globalnej nie więcej niż 20 %, jak przy spawaniu liniowym.

Spawanie po okręgu (360° i więcej)

1. Zrób program łukowy jak wyżej. Przy uchwycie prostym ustaw we wszystkich punktach koniec uchwytu skierowany do środka okręgu, bez obrotu szóstego przegubu między punktami. Punkty rozłóż równomiernie, co ok. 120°.
2. Program z kreatora jest już otwarty w edytorze (**Programowanie przez demonstrację → Programowanie programu**). Później otworzysz go ikoną **Otwórz**; w panelu może mieć podpis „Włącz” (instrukcja 02, rozdz. 7).
3. Kliknij polecenie **Circle** (Rys. 4) i ustaw: ruch do punktu początkowego *(Starting point movement)* PTP, punkt początkowy *(Starting point)* = punkt początkowy łuku, punkt pośredni 1 *(Middle point 1)* = punkt pośredni łuku, punkt pośredni 2 *(Middle point 2)* = punkt końcowy łuku, prędkość taka jak w ARC. Kliknij **Dodaj** i **Aplikacja**. W programie pojawią się dwa polecenia: ruch do punktu początkowego i Circle.
4. Przesuń Circle bezpośrednio pod ARC. Usuń dodany ruch do punktu początkowego: robot dojeżdża już do tego punktu ruchem z kreatora przed ARC. Usuń ARC i zapisz program.



Rys. 4. Okno polecenia Circle: ruch i punkt początkowy, punkty pośrednie 1 i 2, prędkość (dokumentacja FAIRINO, panel po angielsku).

Obrót powyżej 360° (tylko przy uchwycie prostym) uzyskasz, łącząc okrąg i łuk albo kilka łuków (przykłady w rozdziale 3). Przy uchwycie zakrzywionym łukiem z obrotem szóstego przegubu od jednej granicy obrotu do drugiej uzyskasz ok. 350° (limit programowy przegubu 6 to ±175°). Dalszą część spoiny wykonaj bez obrotu końca uchwytu: razem najwyżej ok. 370° (wynik prób Aveny). Więcej uzyskasz tylko, obracając detal (obrotnica) albo spawając w dwóch częściach.

> **Punkty okręgu.** Spawanie po okręgu nie wymaga zmiany ustawień robota. Punkty okręgu rozłóż równomiernie, co ok. 120°. Komunikat o zbyt małych odstępach punktów okręgu (kod błędu 1-9; w dokumentacji 3.9.9 „Full circle/helix command points too close”, w 4.0.1 „Full circle/helix command point spacing too small”) oznacza, że punkty okręgu leżą za blisko siebie.

3. Program pisany poleceniami

Bardziej elastyczne jest zaprogramowanie spawania poleceniami: zapisujesz punkty i dodajesz ruchy oraz polecenia spawarki (instrukcja 02, rozdz. 6). Poniżej trzy przykłady Aveny.

> **Przed pierwszym uruchomieniem przykładu.** Przykłady pochodzą z wcześniejszych instrukcji Aveny; dostosowaliśmy je (prędkości do 20 %, spawanie wyjściem DO) i w tej postaci nie były testowane na robocie. Naucz punkty na swoim detalu. Potem sprawdź program w trybie ręcznym: przejedź do każdego punktu przy prędkości globalnej nie wyższej niż 20 % (lista punktów lokalnych, przycisk ▸, instrukcja 02, rozdz. 7). Następnie uruchom go w trybie automatycznym bez łuku (linie SetDO wyłączone przez `--` albo spawarka wyłączona), przy prędkości globalnej nie wyższej niż 20 %, i dopiero potem spawaj. Prędkość sprawdź po przełączeniu trybu: w trybie ręcznym i automatycznym może być różna.

Przykład 1. Obrót 360° trzema łukami ze spawaniem

```
welding_speed = 12                -- prędkość spawania w %
PTP(safety,20,-1,0)               -- dojazd do punktu bezpiecznego, 20 %
PTP(point_1,welding_speed,-1,0)   -- dojazd do początku spoiny
SetDO(0,1,0,0)                    -- włączenie spawania (wyjście DO0)
AccSmoothStart()
SetOaccScale(100)
ARC(point_2,0,0,0,0,0,0,0,point_3,0,0,0,0,0,0,0,welding_speed,0.2)
ARC(point_4,0,0,0,0,0,0,0,point_5,0,0,0,0,0,0,0,welding_speed,0.2)
ARC(point_6,0,0,0,0,0,0,0,point_7,0,0,0,0,0,0,0,welding_speed,1)
SetOaccScale(0)
AccSmoothEnd()
SetDO(0,0,0,0)                    -- wyłączenie spawania
PTP(safety_finish,20,-1,0)        -- odjazd do punktu bezpiecznego, 20 %
```

Ruch: robot jedzie ruchem PTP do punktu safety (20 %) i do początku spoiny point_1 (12 %). Włącza spawanie i bez zatrzymania wykonuje trzy łuki: przez point_2 do point_3, przez point_4 do point_5 i przez point_6 do point_7. Wyłącza spawanie i odjeżdża ruchem PTP do safety_finish (20 %).

Przykład 2. Okrąg i łuk (ponad 360°)

```
PTP(p_start,20,-1,0)
AccSmoothStart()
SetOaccScale(100)
Circle(p_middle1,p_middle2,20,0,20)
ARC(p_middle3,0,0,0,0,0,0,0,p_end,0,0,0,0,0,0,0,20,20)
SetOaccScale(0)
AccSmoothEnd()
```

Ruch: robot jedzie ruchem PTP do p_start (20 %), wykonuje pełny okrąg przez p_middle1 i p_middle2 i bez zatrzymania przechodzi w łuk przez p_middle3 do p_end (20 %).

Polecenie Circle dodaj w edytorze (rozdział 2, spawanie po okręgu) i porównaj wygenerowaną linię z przykładem. Podręcznik FR Lua opisuje Circle z 4 argumentami, np. `Circle(p_middle1,p_middle2,20,0)`; piątą liczbę zostaw tylko wtedy, gdy tak wygeneruje ją edytor na Twoim robocie.

Przykład 3. Dwa łuki

```
PTP(p_start,20,-1,0)
AccSmoothStart()
SetOaccScale(100)
ARC(p_middle1,0,0,0,0,0,0,0,p_middle2,0,0,0,0,0,0,0,20,5)
ARC(p_middle3,0,0,0,0,0,0,0,p_end,0,0,0,0,0,0,0,20,20)
SetOaccScale(0)
AccSmoothEnd()
```

Ruch: robot jedzie ruchem PTP do p_start (20 %), wykonuje łuk przez p_middle1 do p_middle2 i bez zatrzymania drugi łuk przez p_middle3 do p_end (20 %).

Przykłady 2 i 3 pokazują same ruchy i napisano je ręcznie, więc program z kreatora może wyglądać nieco inaczej. Polecenie włączenia spawania (SetDO(0,1,0,0)) wstaw po dojeździe do p_start, bezpośrednio przed AccSmoothStart(), a wyłączenia (SetDO(0,0,0,0)) bezpośrednio po AccSmoothEnd(), jak w przykładzie 1.

Wskazówki do programów

- **Ciągły ruch po kilku łukach.** W edytorze każdego łuku (ARC, Circle) w polu ochrony ruchu *(Motion protection)* wybierz tryb wygładzania przyspieszenia *(Acceleration Smoothing Mode)*, a w polu *At this*

point wybierz *Smooth* i podaj promień przejścia w mm. Polecenia ruchu, które mają przechodzić płynnie, muszą stać między AccSmoothStart() i AccSmoothEnd(); sprawdzisz to w trybie edycji kodu (instrukcja 02, rozdz. 8). Avena dodaje na początku bloku polecenie **Acc** = 100 % (w kodzie SetOaccScale(100)), a na końcu bloku SetOaccScale(0), jak w przykładach.

- **Tylko ruchy w bloku.** Między AccSmoothStart() i AccSmoothEnd() zostaw tylko polecenia ruchu, tak jak w przykładach producenta. Polecenia spawarki (Ustaw DO, ARCStart, ARCEnd) daj przed blokiem i za nim. Z doświadczenia Aveny polecenia Modbus sterujące spawarką wewnątrz bloku mogą sprawić, że robot po uruchomieniu spawania nie spawa.
- **Prędkość łuku** ustawisz w edytorze polecenia ARC: w procentach (pole *Commissioning speed*) albo jako prędkość fizyczną w mm/s *(Speed Mode: Physical Speed)*. Procent liczy się od prędkości globalnej: prędkość = prędkość maksymalna robota × prędkość globalna × prędkość w poleceniu. W kodzie to przedostatnia liczba w linii ARC(…); w przykładzie 1 zmieniasz ją w pierwszej linii (welding_speed = 12).

4. Polecenia spawalnicze

Polecenie	Grupa	Co robi
Weld	Polecenie spawania	zapalenie i zgaszenie łuku (ARCStart, ARCEnd) i inne funkcje spawarki; rodzaj komunikacji wybierz taki jak w konfiguracji spawarki: I/O kontrolera albo protokół cyfrowy. Kreator dodaje ARCStart i ARCEnd sam
DIO → Ustaw DO	Polecenie sterujące	włącza i wyłącza wyjście spawania (oba warianty z rozdziału 1.1); opis: instrukcja 06, rozdz. 4.2
Weave	Polecenie ruchu	zakosy: początek i koniec zakosu wokół ruchu LIN albo ARC, a zakosy własne (Custom weave) także wokół Circle (rozdział 5)
Acc	Polecenie sterujące	przyspieszenie kolejnych ruchów (rozdział 3)
LIN, ARC, Circle	Polecenie ruchu	ruch spawania; prędkość w % albo fizyczna w mm/s

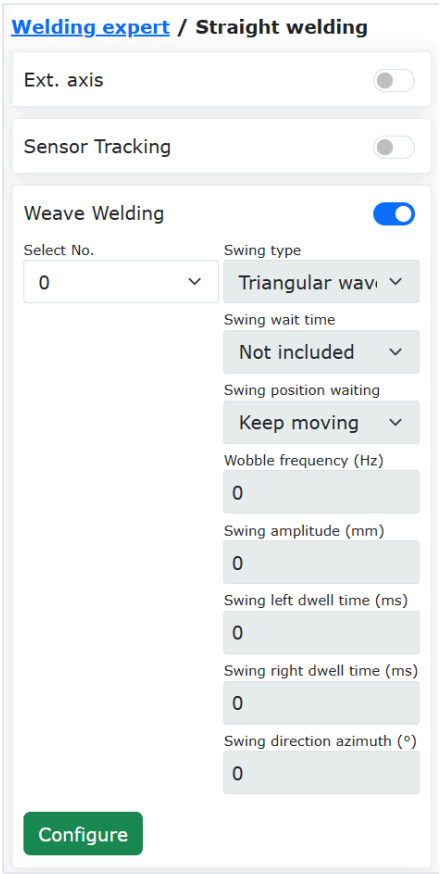
Ogólne polecenia (While, Wait, Pause, PTP, LIN, ARC, Circle, Offset) opisuje instrukcja 02, rozdz. 9.

5. Zakosy (weave)

Zakos to boczne wahanie uchwytu spawalniczego w czasie spawania. Rodzaje zakosów, w nawiasie ruchy, z którymi działają (nazwy jak w dokumentacji FAIRINO):

Rodzaj	Opis
Triangular wave swing (LIN, ARC)	zakos trójkątny płaski
Vertical L-shaped triangular wave swing (LIN, ARC)	zakos trójkątny pod kątem 90° (spoina pachwinowa)
Circular Oscillation: Clockwise / Counterclockwise (tylko LIN)	zakos po okręgach w prawo / w lewo
Sine wave swing (LIN, ARC)	zakos sinusoidalny
Vertical L-shaped sine wave swing (LIN, ARC)	zakos sinusoidalny pod kątem 90°
Vertical welding triangle swing	zakos trójkątny o różnej długości lewego i prawego boku
Custom weave 0–2 (LIN, ARC, Circle)	do 3 własnych wzorów

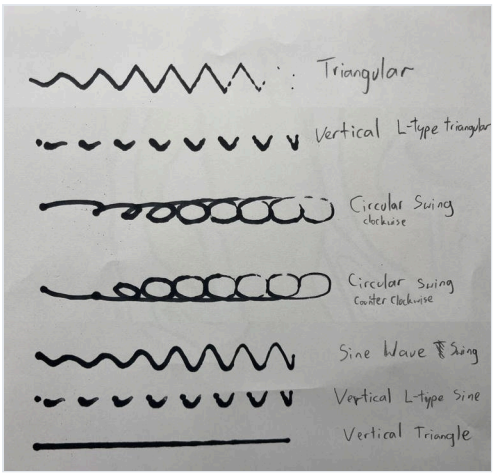
Parametry zakosu ustawisz w kreatorze (krok 3 spawania liniowego, Rys. 5) albo w poleceniu Weave *(Configuration and Test)*. Najważniejsze:



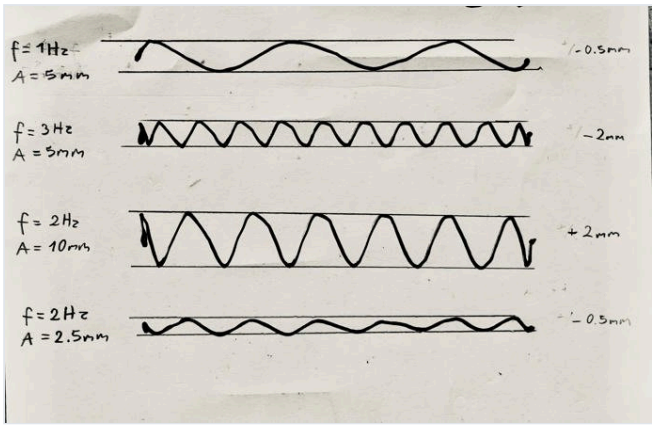
Rys. 5. Parametry zakosu w kreatorze (dokumentacja FAIRINO, panel po angielsku).

- **częstotliwość** *(Wobble frequency, Hz)*;
- **amplituda** *(Swing amplitude, mm)*: wielkość bocznego wychylenia uchwytu. Jaką szerokość zakosu daje zadana amplituda, sprawdź na próbce, np. markerem na kartce;
- **czas postoju po lewej / po prawej** *(Swing left / right dwell time, ms)*: na brzegach spoiny uchwyt przestaje wychylać się w bok;
- **postój na brzegach** *(Swing position waiting)*: w czasie postoju na brzegu robot dalej jedzie wzdłuż spoiny *(Keep moving)* albo stoi w miejscu *(Stationary position)*; ma znaczenie, gdy czasy postoju są większe od 0;
- **czas postoju w okresie** *(Swing wait time)*: okres zakosu obejmuje postoje *(Include)* albo postoje są doliczane do okresu *(Not included)*, przez co rzeczywista częstotliwość zakosu jest mniejsza. Przy własnych zakosach z Include suma postojów nie może przekroczyć połowy okresu;
- **azymut** *(Swing direction azimuth, °)*: skos zakosu w płaszczyźnie spawania (zakos trójkątny i sinusoidalny). Wartość dodatnia przesuwa do przodu lewy koniec zakosu, ujemna prawy; ±90° daje zakos wzdłuż spoiny. Pochylenie narzędzia w czasie zakosu to osobny parametr *(Roll Angle in Swing Direction)*;
- **procent ruchu powrotnego** *(Callback ratio, %)*, zakos okrężny: udział ruchu powrotnego w jednym okrążeniu;
- **długość lewego i prawego boku** *(Left / Right side length, mm)* i **czas postoju w wierzchołku** *(Swing zero dwell time)*: zakos trójkątny pionowy (Vertical welding triangle swing). Ten rodzaj nie używa amplitudy.

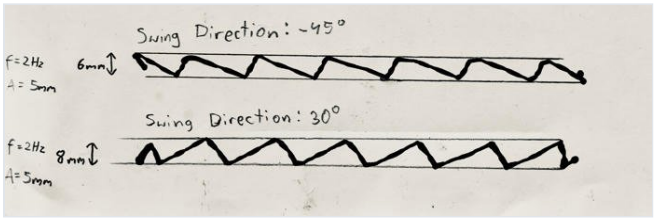
Z prób Aveny (marker na kartce, prędkość robota 10 %): rzeczywista amplituda nie zawsze równa się zadanej. Rośnie z amplitudą w programie, a maleje przy większej częstotliwości i większym azymucie. Nowy zakos sprawdź na próbce przed spawaniem detalu. Zdjęcia z tych prób:



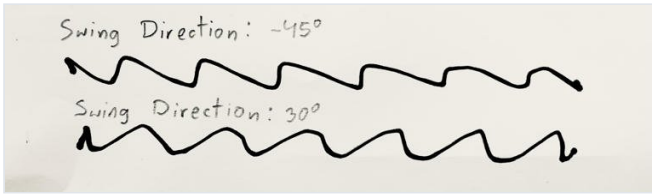
Rys. 6. Porównanie rodzajów zakosów: ruch LIN, 1 Hz, amplituda 5 mm. Różnice amplitudy wynikają z docisku markera. Zakos trójkątny pionowy (Vertical Triangle) wyszedł jako linia: ten rodzaj nie używa amplitudy, a w próbie nie ustawiono długości boków.



Rys. 7. Zakos sinusoidalny: po lewej częstotliwość i amplituda zadane w programie, po prawej różnica rzeczywistej amplitudy względem zadanej; prędkość robota 10 %.



Rys. 8. Zakos trójkątny, 2 Hz, amplituda 5 mm: azymut −45° i 30°, obok wartość zmierzona między liniami (6 mm i 8 mm); prędkość robota 10 %.



Rys. 9. Zakos sinusoidalny, 2 Hz, amplituda 5 mm: azymut −45° i 30°; prędkość robota 10 %.



Rys. 10. Postój na brzegach (Swing position waiting): Keep moving i Stationary position; 2 Hz, amplituda 5 mm, prędkość robota 10 %. Ślady różnią się gęstością zakosu wzdłuż linii: po zmianie tego ustawienia częstotliwość zakosu może być inna.



Rys. 11. Czas postoju po lewej (Swing left dwell time) 1000 ms i 10 ms; 2 Hz, amplituda 5 mm, prędkość robota 10 %.



Rys. 12. Zakos okrężny: procent ruchu powrotnego 80 % (u góry) i 20 % (u dołu). Pętle maleją przy 80 % przez błąd uchwytu markera i jego częściowy obrót, a nie przez ustawienie.

6. Najczęstsze błędy

Objaw	Co zrobić
nie da się zmienić trybu ani uruchomić programu	na górnym pasku jest czerwony symbol błędu: kliknij go, przeczytaj treść, usuń przyczynę i skasuj błąd
błąd przekroczenia limitu programowego przegubu („soft limit") nie znika	włącz prowadzenie ręczne, odsuń przegub od granicy obrotu i skasuj błąd
ostrzeżenie o nieskonfigurowanym wejściu potwierdzenia łuku (na ekranie po angielsku „Arc successful DI not configured", w dokumentacji „Arc success DI not configured")	jeśli spawarka ma sygnał potwierdzenia łuku, przypisz go w **Ustawienia początkowe** → **Peryferia** → **Spawarka** (konfiguracja I/O, pole Arc start success). Bez tego robot spawa, ale ostrzeżenie trzeba kasować przed każdym uruchomieniem, także przy próbach bez spawarki
błąd przekroczenia czasu zajarzenia łuku (w dokumentacji „Arc initiation timeout", na ekranie po angielsku „Arc sticking timeout")	spawarka nie potwierdziła łuku w ustawionym czasie: sprawdź spawarkę i przewód sygnału potwierdzenia łuku
program z kreatora nie włącza spawarki	sprawdź wyjście zajarzenia łuku w **Peryferia** → **Spawarka** (rozdział 1.1) albo zapytaj wsparcie Aveny
okno edycji polecenia jest puste, komunikat o zakomentowanej instrukcji	linia jest wyłączona przez `--`: usuń `--` w trybie edycji kodu (instrukcja 02, rozdz. 8)
błąd „500 Error" w lewym dolnym rogu	przeczytaj opis i numer linii (Error Line Number). Jeśli błąd pojawił się po wyłączeniu linii spawania, wyłącz wszystkie powiązane linie (np. ARCStart i ARCEnd). Opis „Protocol not loaded" oznacza, że nie załadowano protokołu spawarki
robot po starcie nie spawa	jeśli polecenia spawarki stoją wewnątrz bloku AccSmoothStart()… AccSmoothEnd(), przenieś je przed blok i za blok (rozdział 3)
po zatrzymaniu programu łuk się pali	od razu wyłącz spawarkę. Możesz też wyłączyć wyjście spawania w dolnym pasku I/O (instrukcja 06, rozdz. 5). Nie spawaj dalej, dopóki nie sprawdzisz resetu wyjść (rozdział 1, pkt 4), trybu 2T spawarki w wariancie A i wyłączania spawania (rozdział 1.2). W wariancie B skontaktuj się ze wsparciem Aveny
robot na okręgu zacina się albo obraca narzędzie w złą stronę; komunikat „Full circle/helix command points too close" (w 4.0.1 „… spacing too small", kod 1-9)	rozłóż punkty okręgu równomiernie, co ok. 120° (rozdział 2). Jeśli to nie pomoże, napisz do wsparcia Aveny (robotics@avena.pl)

7. Przydatne skróty

- **Tryb automatyczny / ręczny:** przycisk A/M na SmartToolu, przycisk trybu na kasecie przycisków (Working mode na kasecie BX02-V1.0, Run mode na kasecie BX02-V2.0) albo ikona trybu w panelu → **Przełączanie**. Pierścień LED: zielony w trybie ręcznym, niebieski w automatycznym.
- **Prowadzenie ręczne (przeciąganie), tylko w trybie ręcznym:** przycisk prowadzenia ręcznego na końcu ramienia, przycisk Dragging mode (BX02-V1.0) albo Drag mode (BX02-V2.0) na kasecie przycisków, w panelu ⋮ → przycisk z ręką albo przycisk E na SmartToolu, jeśli ma przypisane przeciąganie (instrukcja 03). Pierścień LED świeci wtedy na biało-błękitno.

- **Kasowanie błędów:** czerwony symbol na górnym pasku panelu; na kasecie BX02-V2.0 także przycisk One-click clear (kasuje błędy, które da się skasować).
- **Wyłączenie linii na próbę** (np. spawania przy próbie ruchu): tryb edycji kodu, `--` na początku linii (instrukcja 02, rozdz. 8). Wyłącz razem wszystkie powiązane linie, np. ARCStart i ARCEnd albo oba polecenia Ustaw DO.

Avena Robotics · instrukcja 07 · wydanie 2026-11 · oprogramowanie 3.9.9. Pytania: robotics@avena.pl.