

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i  
Informatyki

Katedra Elektrotechniki Przemysłowej i  
Automatyki

Zakład Urządzeń i Systemów Automatyki

Urządzenia i Systemy Automatyki

**Temat: Obsługa czujników oraz enkoderów z  
wykorzystaniem sterownika PLC. Panel HMI  
w praktycznych zastosowaniach.**

Instrukcja laboratoryjna

## 1. Wstep

Współczesne systemy automatyki przemysłowej opierają się na precyzyjnym monitorowaniu i sterowaniu procesami, co jest możliwe dzięki integracji czujników i enkoderów ze sterownikami programowalnymi (PLC). Czujniki dostarczają informacji o aktualnym stanie procesu, takich jak temperatura, ciśnienie czy położenie, podczas gdy enkodery umożliwiają dokładny pomiar ruchu obrotowego lub liniowego. Sterowniki PLC przetwarzają te dane, realizując zaprogramowane algorytmy sterowania, co pozwala na efektywne zarządzanie pracą maszyn i urządzeń.

Integracja czujników i enkoderów ze sterownikami PLC wymaga odpowiedniej konfiguracji wejść i wyjść sterownika oraz właściwego przetwarzania sygnałów. Wejścia cyfrowe PLC odbierają sygnały binarne z czujników, takich jak przyciski czy krańcówki, natomiast wejścia analogowe przetwarzają sygnały ciągłe, na przykład z czujników temperatury czy ciśnienia. Enkodery, w zależności od typu, mogą generować impulsy lub sygnały analogowe, które są interpretowane przez sterownik w celu określenia pozycji czy prędkości.

Właściwe podłączenie i konfiguracja czujników oraz enkoderów w systemie sterowania są kluczowe dla niezawodnej pracy całego układu. Należy uwzględnić parametry elektryczne urządzeń, takie jak poziomy napięcie sygnałów, oraz zapewnić odpowiednią izolację galwaniczną, aby chronić sterownik przed zakłóceniami i uszkodzeniami. Ponadto, w programie sterującym należy uwzględnić odpowiednie filtry i procedury obsługi sygnałów, aby eliminować wpływ zakłóceń, takich jak drgania styków czy szумы.

### 1.1. Czujniki: rodzaje oraz oznaczenia.

Czujniki są kluczowymi elementami systemów automatyki, umożliwiającymi monitorowanie i kontrolę różnych parametrów procesów technologicznych. W zależności od wykorzystywanej technologii i przeznaczenia, czujniki dzielą się na kilka podstawowych typów:



*Rysunek 1.1. Różne rodzaje czujników.*

**Czujniki zbliżeniowe:** Służą do bezdotykowego wykrywania obecności obiektów. Wśród nich wyróżniamy:

## Obsługa czujników oraz enkodera. Panel HMI w praktycznych zastosowaniach.

- **Czujniki indukcyjne:** Wykrywają obiekty metalowe poprzez zmianę pola elektromagnetycznego.
- **Czujniki pojemnościowe:** Reagują na obecność obiektów zarówno metalowych, jak i niemetalowych, poprzez zmianę pojemności elektrycznej.
- **Czujniki optyczne (fotoelektryczne):** Wykorzystują światło do detekcji obiektów; dzielą się na bariery świetlne, czujniki refleksyjne i odbiciowe.
- **Czujniki ultradźwiękowe:** Wykrywają obiekty na podstawie odbicia fal dźwiękowych o wysokiej częstotliwości.

**Czujniki ruchu:** Stosowane do detekcji ruchu w określonym obszarze. Do najpopularniejszych należą:

- **Czujniki pasywnej podczerwieni (PIR):** Wykrywają zmiany promieniowania podczerwonego emitowanego przez obiekty cieplejsze od otoczenia.
- **Czujniki mikrofalowe:** Emitują mikrofałe i analizują ich odbicie od poruszających się obiektów.
- **Czujniki dualne (hybrydowe):** Łączą technologie PIR i mikrofalową dla zwiększenia dokładności detekcji.

**Czujniki temperatury:** Służą do pomiaru temperatury. Najczęściej stosowane to:

- **Termopary:** Generują napięcie proporcjonalne do różnicy temperatur między dwoma złączami metalowymi.
- **Termistory:** Elementy półprzewodnikowe, których rezystancja zmienia się wraz z temperaturą.
- **Czujniki rezystancyjne (RTD):** Wykorzystują zmianę rezystancji metali w funkcji temperatury.

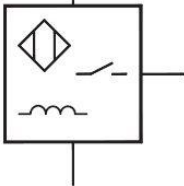
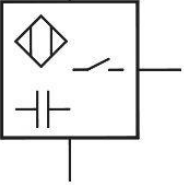
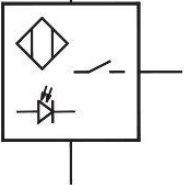
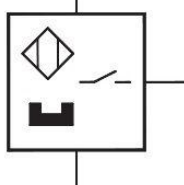
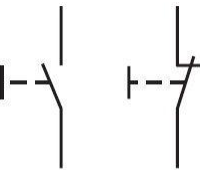
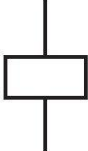
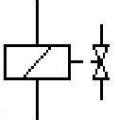
**Czujniki ciśnienia:** Mierzą ciśnienie cieczy lub gazów. Wśród nich wyróżniamy:


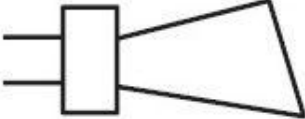

- **Czujniki piezoelektryczne:** Wykorzystują zjawisko generowania ładunku elektrycznego pod wpływem ciśnienia.
- **Czujniki pojemnościowe:** Zmieniają pojemność elektryczną w odpowiedzi na deformację membrany pod wpływem ciśnienia.

**Czujniki poziomu:** Monitorują poziom cieczy lub materiałów sypkich w zbiornikach. Do najczęściej stosowanych należą:

- **Czujniki pływakowe:** Wykorzystują pływak poruszający się wraz z poziomem medium.
- **Czujniki radarowe:** Emitują fale radiowe i mierzą czas ich odbicia od powierzchni medium.
- **Czujniki ultradźwiękowe:** Działają na podobnej zasadzie jak radarowe, ale wykorzystują fale dźwiękowe.

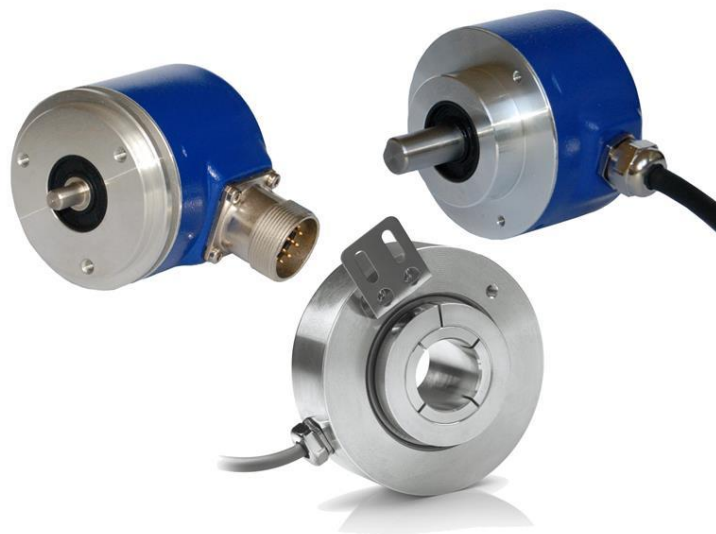
Tabela 1.1 Oznaczenia czujników w automatyce

	Czujnik indukcyjny
	Czujnik pojemnościowy
	Czujnik fotoelektryczny
	Czujnik magnetyczny
	Przyciski sterownicze
	Cewka stycznika
	Cewka elektrozaworu

	Lampka sygnalizacyjna
	Syrena alarmowa
	Brzęczyk, buczonek

## 1.2. Enkodery

Enkodery to urządzenia przetwarzające ruch mechaniczny na sygnały elektryczne, umożliwiające precyzyjne określenie pozycji, prędkości czy kierunku ruchu w systemach automatyki. Dzielą się na kilka typów, z których każdy ma specyficzne cechy i zastosowania.



Rysunek 1.2. Enkodery

### Rodzaje enkoderów

#### 1. Ze względu na sposób pomiaru:

- **Enkodery inkrementalne:** Generują sygnały impulsowe odpowiadające przesunięciom kątowym lub liniowym. Nie zachowują informacji o pozycji po wyłączeniu zasilania, wymagając procedury referencyjnej przy ponownym uruchomieniu.

- **Enkodery absolutne:** Przypisują unikalny kod każdej pozycji, umożliwiając odczyt dokładnej pozycji bez potrzeby kalibracji po zaniku zasilania.
- 2. **Ze względu na technologię odczytu:**
  - **Enkodery optyczne:** Wykorzystują światło i fotodetektory do odczytu wzorców na tarczy, co pozwala na precyzyjny pomiar ruchu.
  - **Enkodery magnetyczne:** Stosują czujniki magnetyczne i magnesy do detekcji ruchu, charakteryzując się większą odpornością na zanieczyszczenia i wibracje.
- 3. **Ze względu na rodzaj ruchu:**
  - **Enkodery obrotowe:** Mierzą kąt obrotu wału, stosowane w aplikacjach wymagających kontroli ruchu obrotowego.
  - **Enkodery liniowe:** Mierzą przesunięcia liniowe, wykorzystywane tam, gdzie istotny jest pomiar odległości lub pozycji w linii prostej.

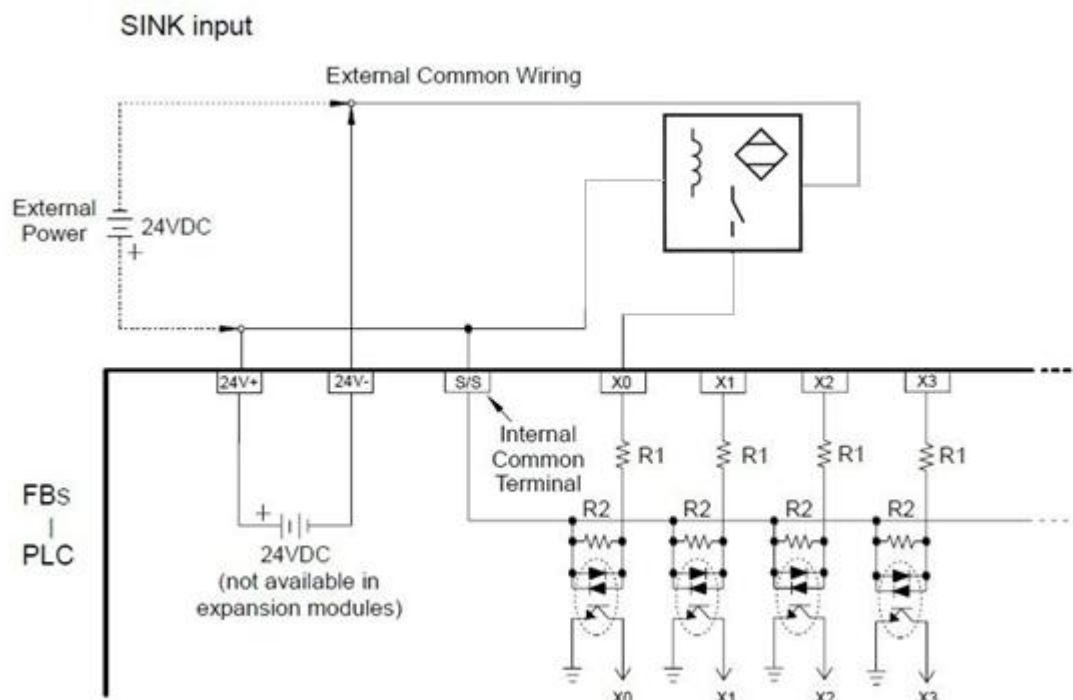
## **2. Obsługa czujników oraz enkoderów wykorzystując sterownik Fatek**

Sterowniki PLC Fatek, szczególnie seria FBs, oferują zaawansowane funkcje umożliwiające efektywną obsługę różnorodnych czujników i enkoderów, co czyni je wszechstronnymi narzędziami w systemach automatyki przemysłowej.

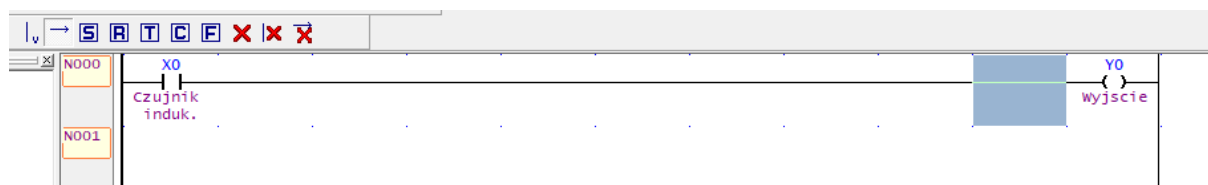
### **2.1. Obsługa czujnika indukcyjnego**

Sterowniki Fatek serii FBs są wyposażone w moduły wejść cyfrowych i analogowych, umożliwiające podłączenie szerokiej gamy czujników:

- **Czujniki cyfrowe:** Takie jak czujniki zbliżeniowe, krańcowe czy fotokomórki, mogą być bezpośrednio podłączone do standardowych wejść cyfrowych sterownika.
- **Czujniki analogowe:** Czujniki mierzące parametry takie jak temperatura, ciśnienie czy poziom, które generują sygnały analogowe (np. 0-10 V, 4-20 mA), wymagają podłączenia do wejść analogowych sterownika. W przypadku potrzeby zwiększenia liczby takich wejść, dostępne są moduły rozszerzeń analogowych kompatybilne z serią FBs.



*Rysunek 2.1. Schemat podłączenia czujnika indukcyjnego.*



*Rysunek 2.2. Przykładowa obsługa czujnika indukcyjnego.*

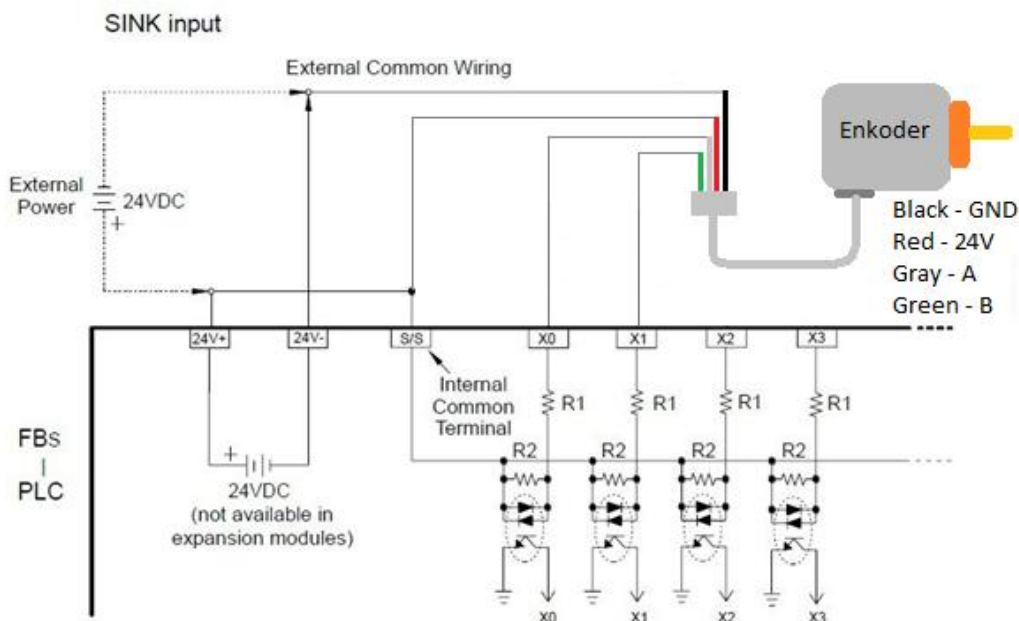
## 2.2. Obsługa enkodera

Sterowniki Fatek serii FBs są przystosowane do współpracy zarówno z enkoderami inkrementalnymi, jak i absolutnymi:

- **Enkodery inkrementalne:** Jednostki główne serii FBs posiadają ultraszybkie wejścia różnicowe 5 V DC, umożliwiające podłączenie sygnałów A i B z enkodera inkrementalnego. Dzięki temu sterownik może precyzyjnie zliczać impulsy, określając pozycję i prędkość. Przykładowo, w projekcie z enkoderem Posital Fraba z serii UCD-IPH000, enkoder zasilano bezpośrednio ze sterownika (24 V DC, 400 mA), a sygnały podłączono do odpowiednich wejść szybkich sterownika.
- **Enkodery absolutne:** Do obsługi enkoderów absolutnych z interfejsem SSI, Fatek oferuje moduł FBs-BSSI, dedykowany do serii FBs. Moduł ten umożliwia odbiór danych pozycji z enkodera absolutnego i integrację ich z programem sterującym. W przypadku

## Obsługa czujników oraz enkodera. Panel HMI w praktycznych zastosowaniach.

enkoderów z interfejsem CANopen, dostępne są moduły komunikacyjne, takie jak FBs-CM25E, pozwalające na integrację enkodera z siecią sterownika.



*Rysunek 2.3. Schemat podłączenia enkodera.*

Aby obsłużyć enkoder za pomocą sterownika PLC firmy Fatek, należy w środowisku WinProladder skonfigurować obsługę szybkiego licznika, który będzie zliczał impulsy pochodzące z enkodera. Proces konfiguracji można przeprowadzić zgodnie z poniższymi krokami:

### 1. Przejdź do konfiguracji systemu:

- W głównym menu programu WinProladder wybierz zakładkę **Konfiguracja systemu**.
- Następnie wybierz opcję **Konfiguracja We/Wy**, aby otworzyć okno konfiguracji.

## 2. Ustaw tryb zliczania:

- W oknie konfiguracji przejdź do zakładki **Timery/Liczniki**.
- W sekcji dotyczącej trybu zliczania ustaw tryb na **A/B**, który jest odpowiedni do obsługi enkodera.

### 3. Skonfiguruj wejścia dla faz A i B:

- Przypisz wejście **X0** jako **Faza A**.
- Program automatycznie przypisze **X1** jako **Faza B**, powiązaną z tym licznikiem.

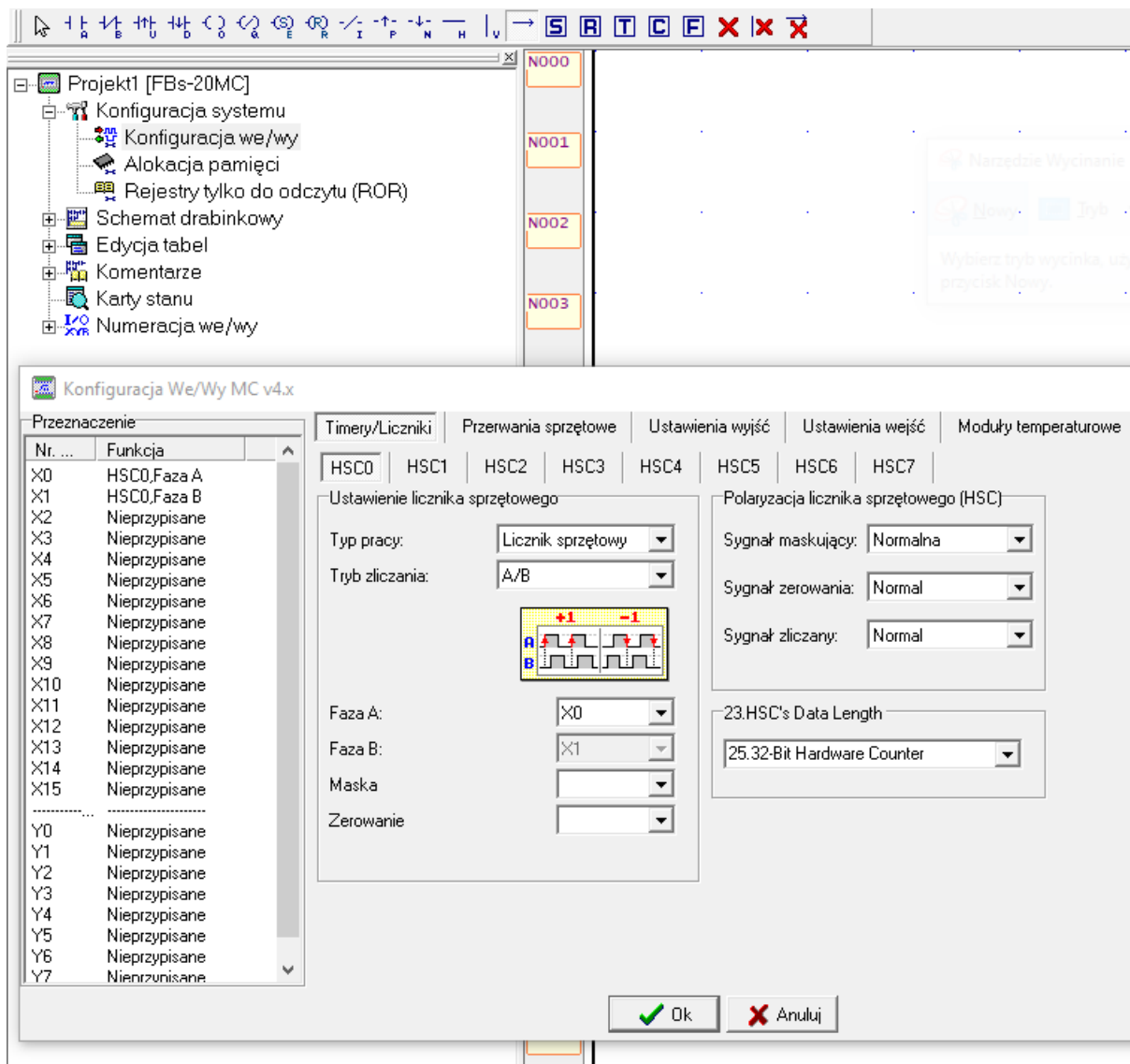
**4. Zatwierdź zmiany:**



## Obsługa czujników oraz enkodera. Panel HMI w praktycznych zastosowaniach.

- Po dokonaniu konfiguracji kliknij przycisk **OK**, aby zatwierdzić wprowadzone ustawienia.

Po zakończeniu konfiguracji sterownik PLC będzie gotowy do zliczania impulsów z enkodera w trybie kwadraturowym A/B, umożliwiając odczyt pozycji i kierunku ruchu enkodera.



Rysunek 2.4. Konfiguracja enkodera.

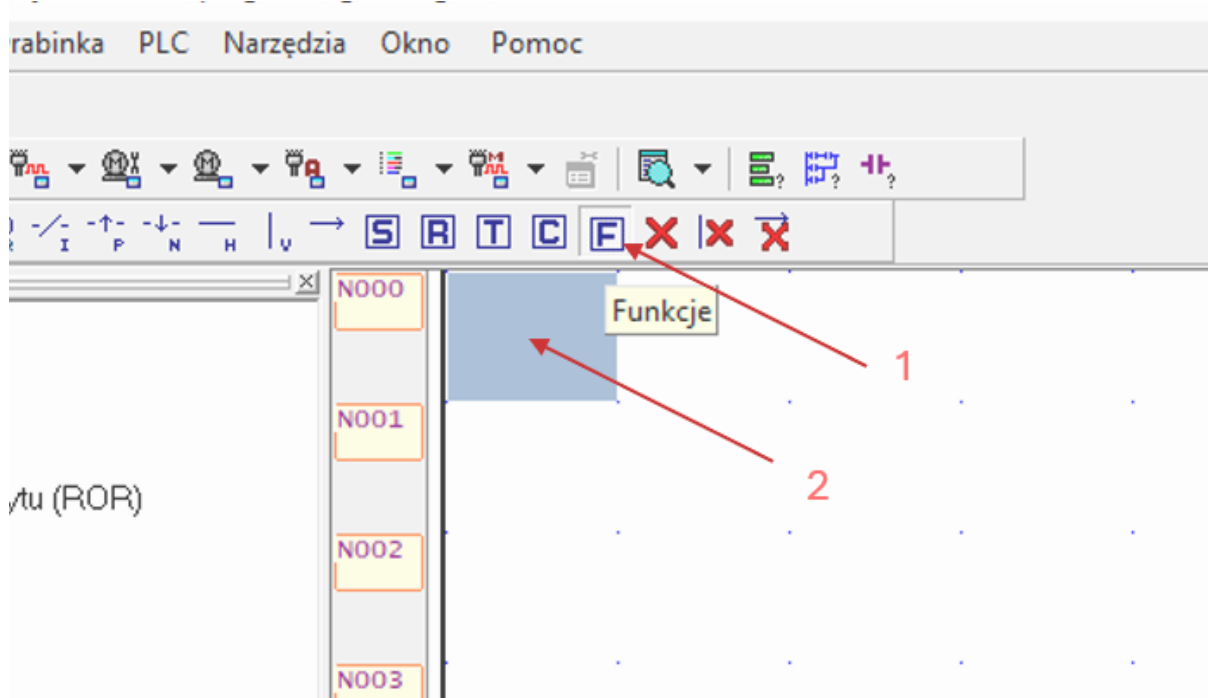
Aby wykorzystać szybki licznik do zliczania ilości impulsów i wyświetlić jego wartość w **Monitorze stanów zmiennych**, należy postępować według poniższych kroków:

### 1. Wykorzystanie szybkiego licznika:

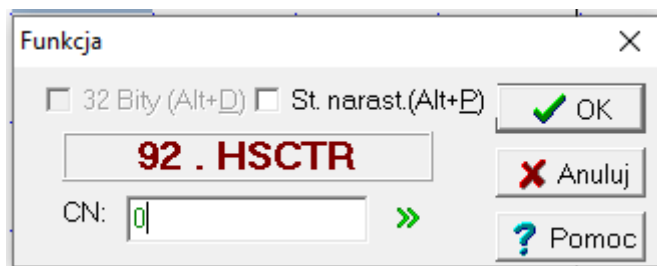
- Po skonfigurowaniu trybu zliczania A/B i przypisaniu wejść (X0 dla Fazy A, X1 dla Fazy B), szybki licznik zacznie zliczać impulsy pochodzące z enkodera.
- Wejście będzie obsługiwał licznik HSCTR (funkcja 92)

## 2. Dodanie wartości licznika do programu:

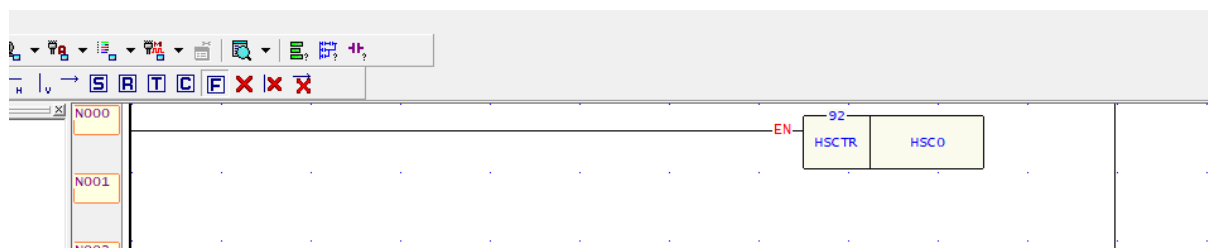
- W programie sterującym można wykorzystać wartość zliczaną przez licznik HSCTR do sterowania procesem. Wartość ta jest dostępna jako zmienna systemowa i może być użyta w logice sterującej lub wyświetlona na panelu operatorskim.



Rysunek 2.5. Wybór funkcji.



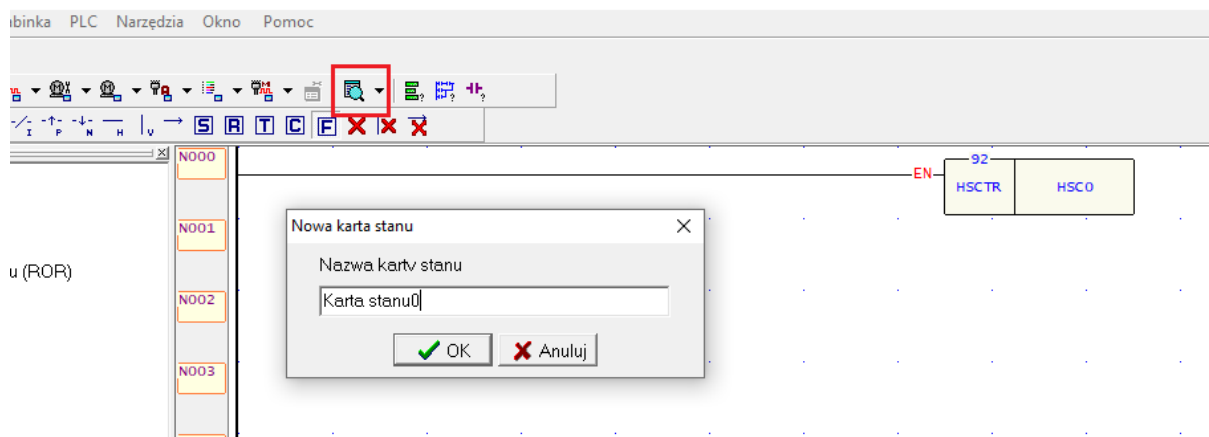
Rysunek 2.6. Ustawienie funkcji szybkiego timera.



Rysunek 2.7. Wygląd programu z licznikiem

### 3. Monitorowanie wartości licznika:

- Aby na bieżąco obserwować wartość zliczaną przez licznik, przejdź do zakładki **Monitor stanów zmiennych** w programie WinProLadder.
- W polu monitora dodaj zmienną odpowiadającą numerowi licznika, np. **DR4096** lub **R4096**.
- W czasie rzeczywistym program będzie wyświetlał aktualną wartość licznika, umożliwiając monitorowanie ilości impulsów generowanych przez enkoder.



Rysunek 2.8. Dodanie karty stanu.

Monitor stanów zmiennych											
Adres	Status	Wartość	Adres	Status	Wartość	Adres	Status	Wartość	Adres	Status	Wartość
DR4096	Całkowity	0									
R4096	Całkowity	0									

Rysunek 2.9. Wyświetlanie wartości zliczonych impulsów szybkiego licznika.

### 4. Testowanie działania:

- Po uruchomieniu programu i podłączeniu enkodera, wartości licznika powinny zmieniać się w zależności od ilości impulsów generowanych przez enkoder.
- Wartość ta może być używana do dalszej analizy, sterowania procesami lub wizualizacji na panelu HMI.

### 3. Panel HMI 7" P5070NB Fatek: obsługa

Panel operatorski HMI P5070NB to zaawansowane urządzenie interfejsu człowiek-maszyna, umożliwiające efektywną komunikację między operatorem a systemami automatyki przemysłowej. Wyposażony w 7-calowy dotykowy ekran TFT LCD o rozdzielczości 800x480 pikseli, panel zapewnia czytelny i intuicyjny interfejs użytkownika. Dzięki wbudowanym portom komunikacyjnym, takim jak RS232, RS485, RS422 oraz Ethernet, P5070NB umożliwia integrację z różnorodnymi urządzeniami i systemami sterowania. Dodatkowo, panel obsługuje funkcje zdalnego dostępu, co pozwala na monitorowanie i kontrolę procesów na odległość. Aby ułatwić tworzenie aplikacji wizualizacyjnych, producent udostępnia darmowe oprogramowanie FvDesigner, które oferuje intuicyjny interfejs oraz bogatą bibliotekę gotowych komponentów graficznych. Przed rozpoczęciem pracy z panelem zaleca się zapoznanie z instrukcją obsługi oraz przestrzeganie zaleceń dotyczących instalacji i bezpieczeństwa.

#### 3.1. Tworzenie projektu w programie FvDesigner

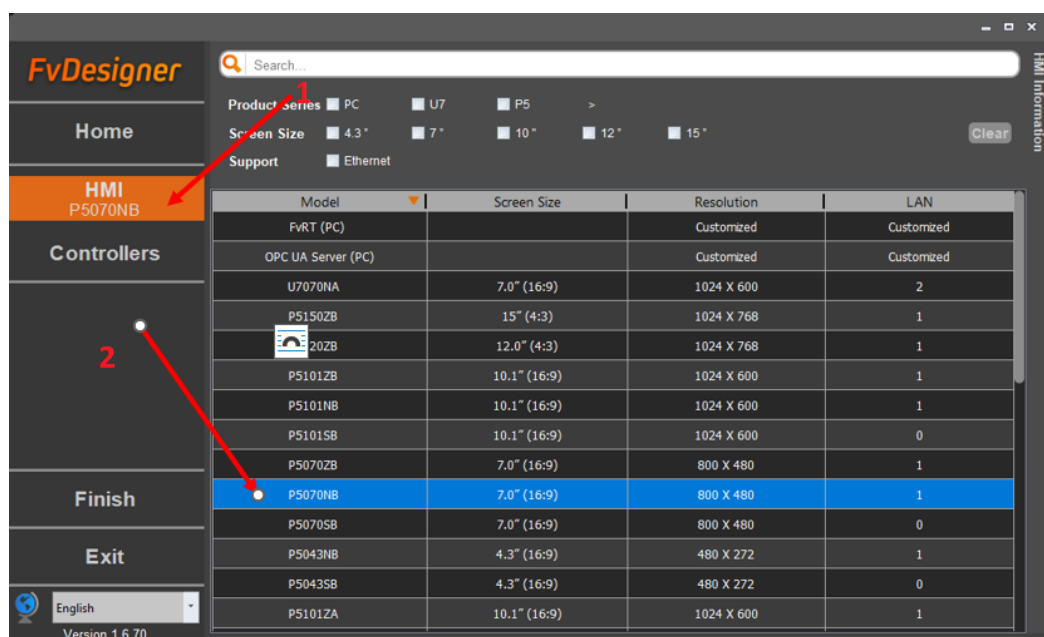
FvDesigner to intuicyjne oprogramowanie dedykowane do projektowania aplikacji wizualizacyjnych na panele HMI firmy Fatek, w tym model P5070NB. Poniżej opisano kroki do stworzenia podstawowego projektu:

##### 1. Instalacja i przygotowanie środowiska:

- Pobierz i zainstaluj oprogramowanie **FvDesigner** ze strony producenta (np. Fatek).
- Upewnij się, że sterownik PLC i panel HMI są poprawnie podłączone i komunikują się przez odpowiedni protokół (np. Modbus RTU/TCP).

##### 2. Rozpoczęcie nowego projektu:

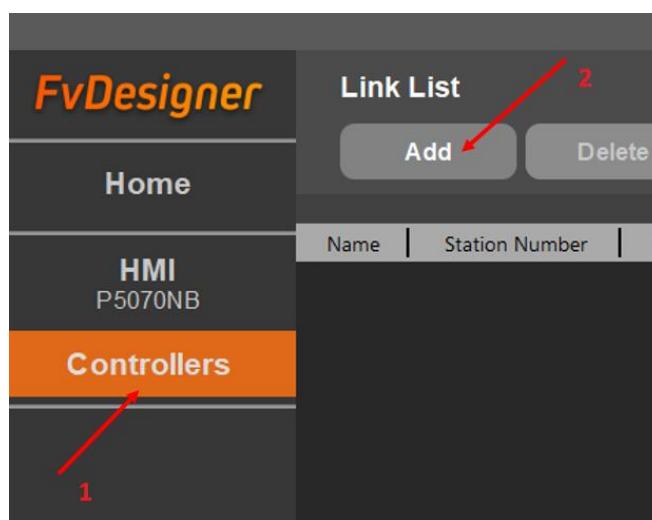
- Otwórz program **FvDesigner** i wybierz opcję **New Project**.
- Wprowadź nazwę projektu oraz określ lokalizację zapisu.
- Wybierz model panelu HMI: **P5070NB** z listy dostępnych urządzeń.
- Ustaw rozdzielczość ekranu automatycznie dostosowaną do wybranego modelu.



Rysunek 3.1. Wybór modelu panelu HMI.

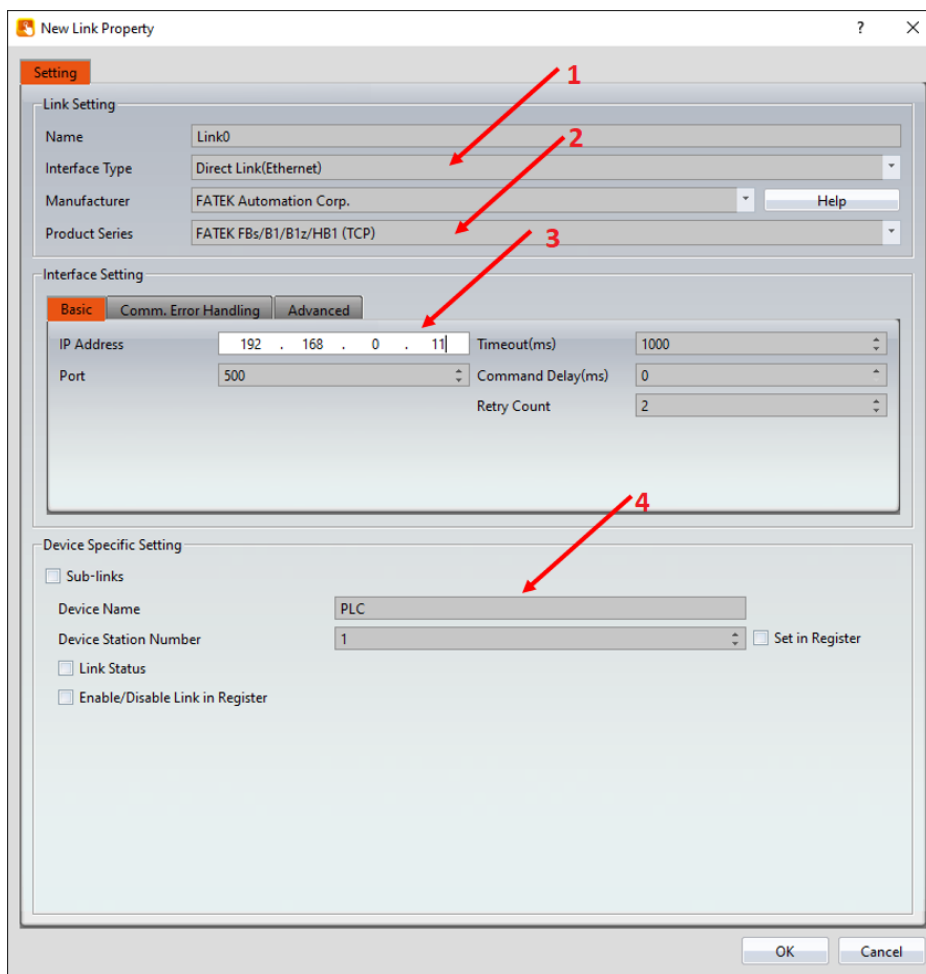
### 3. Konfiguracja połączenia z PLC:

- W zakładce **System Parameter Settings** skonfiguruj połączenie komunikacyjne:
  - Wybierz odpowiedni port komunikacyjny (np. RS232, RS485 lub Ethernet).
  - Wprowadź parametry komunikacji (adres urządzenia, prędkość transmisji, protokół komunikacyjny, np. Modbus RTU lub TCP).
  - Zapisz ustawienia.

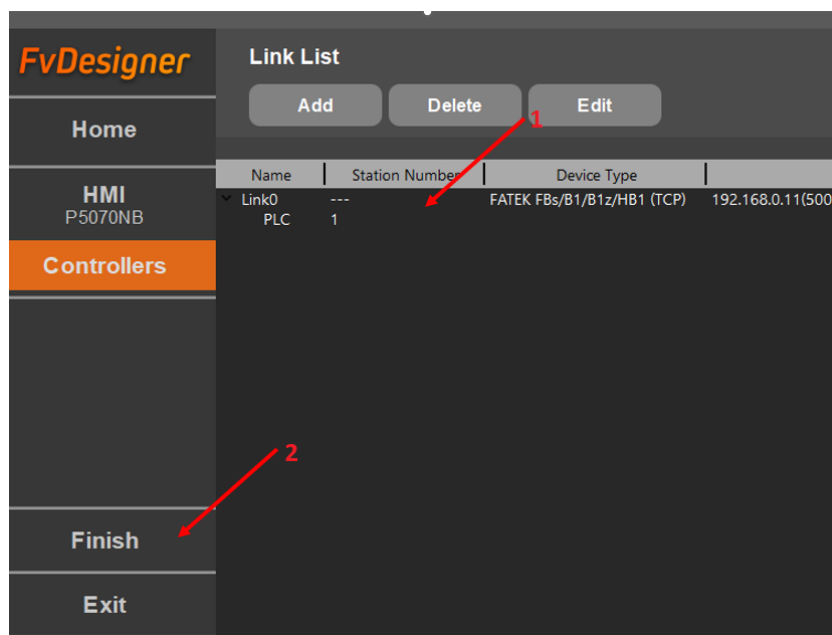


Rysunek 3.2. Dodawanie sterownika.

## Obsługa czujników oraz enkodera. Panel HMI w praktycznych zastosowaniach.



Rysunek 3.3. Konfiguracja sterownika



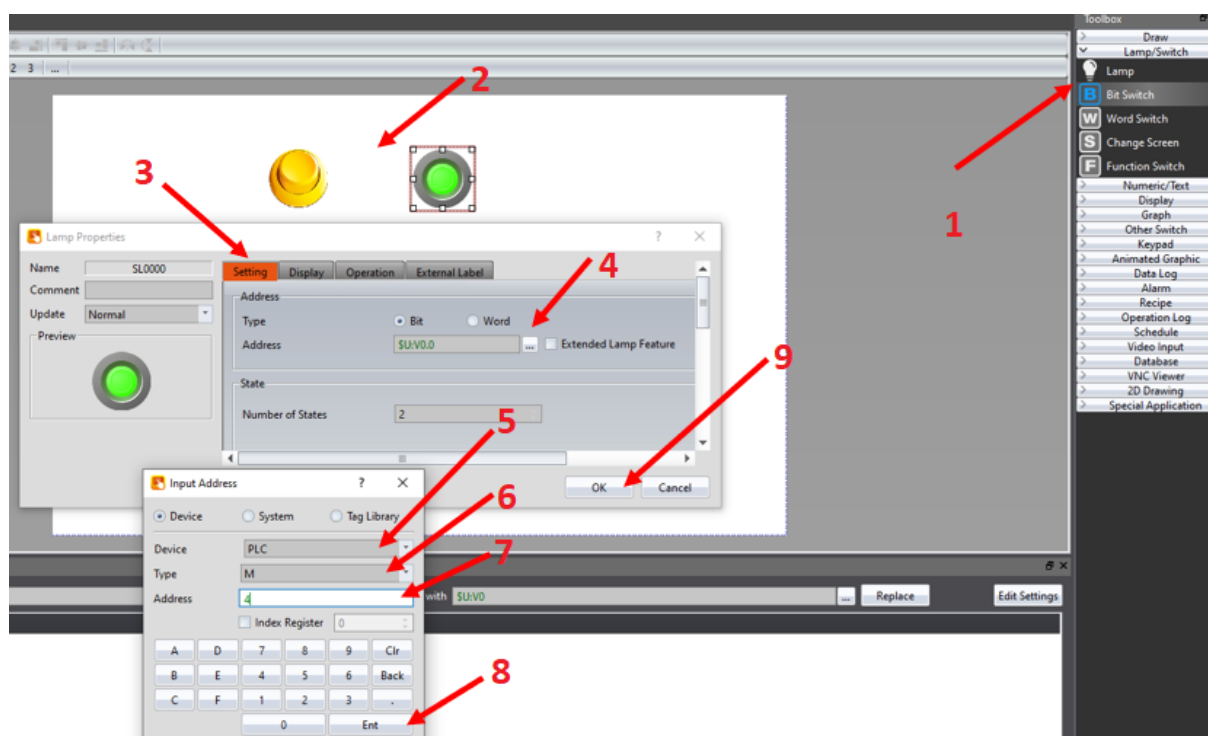
Rysunek 3.4. Zapis ustawień.

#### 4. Projektowanie interfejsu użytkownika (UI):

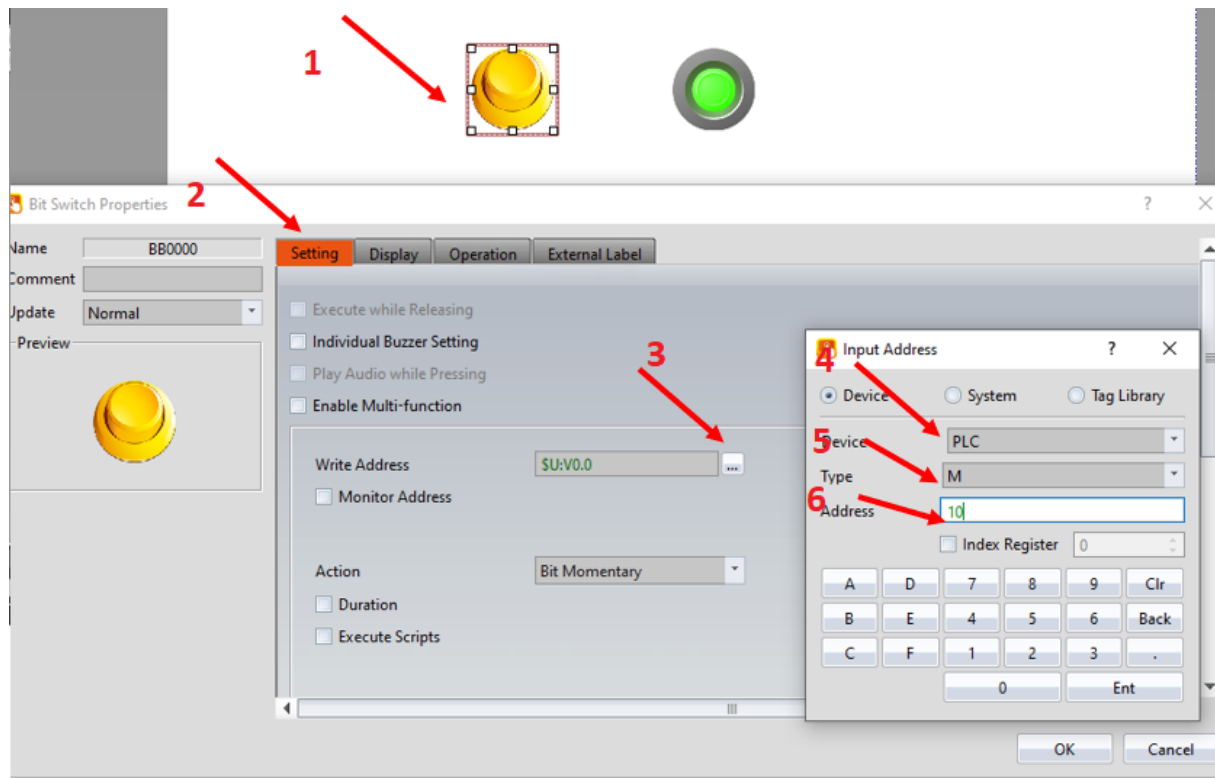
- W obszarze projektowym **Main Window** (główne okno aplikacji):
  - Dodaj elementy graficzne z biblioteki narzędzi, takie jak przyciski, wyświetlacze danych, wskaźniki, wykresy czy suwaki.
  - Przeciągnij i upuść komponenty na ekran projektowy.

#### 5. Przypisywanie zmiennych do elementów UI:

- W **Variable Manager** utwórz nowe zmienne lub zaimportuj zmienne z PLC (np. rejestry Modbus).
- Przypisz zmienne do komponentów UI:
  - Dla przycisków: zdefiniuj akcje (np. zapis do rejestru PLC).
  - Dla wyświetlaczy: ustaw odczyt danych (np. wartość rejestru w PLC).
  - Dla wykresów: skonfiguruj źródło danych i zakres wyświetlania.



Rysunek 3.5. Dodawanie lampki i przycisku do ekranu głównego. Konfiguracja adresu lampki.



Rysunek 3.6. Konfiguracja adresu przycisku.

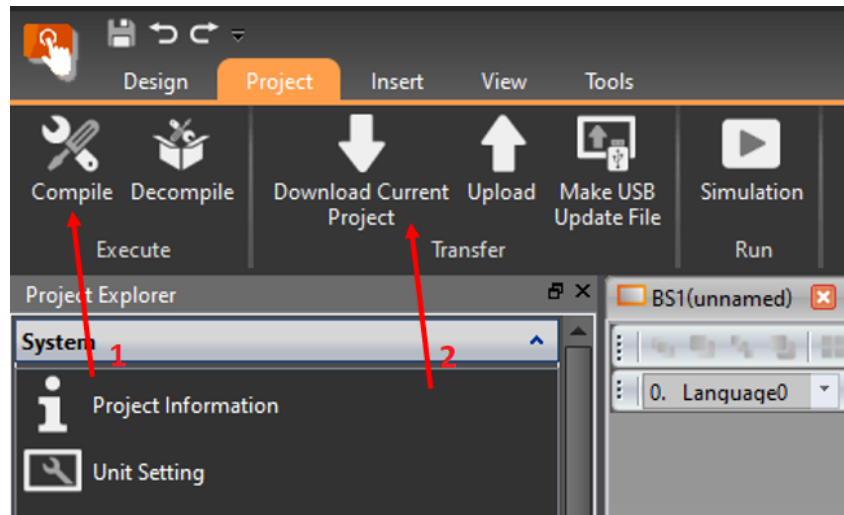
## 6. Dodanie ekranów i przełączania między nimi:

- Utwórz dodatkowe ekrany, klikając **Add Screen** w menu.
- Zaprojektuj layout każdego ekranu według potrzeb (np. ekran główny, ustawienia, alarmy).
- Dodaj elementy do przełączania ekranów (np. przyciski „Next” i „Back” z akcją zmiany ekranu).

## 7. Testowanie projektu:

- Kliknij **Simulation Mode** w programie FvDesigner, aby przetestować działanie projektu na komputerze przed przesłaniem na panel.
- Sprawdź poprawność działania interfejsu i komunikacji z PLC.

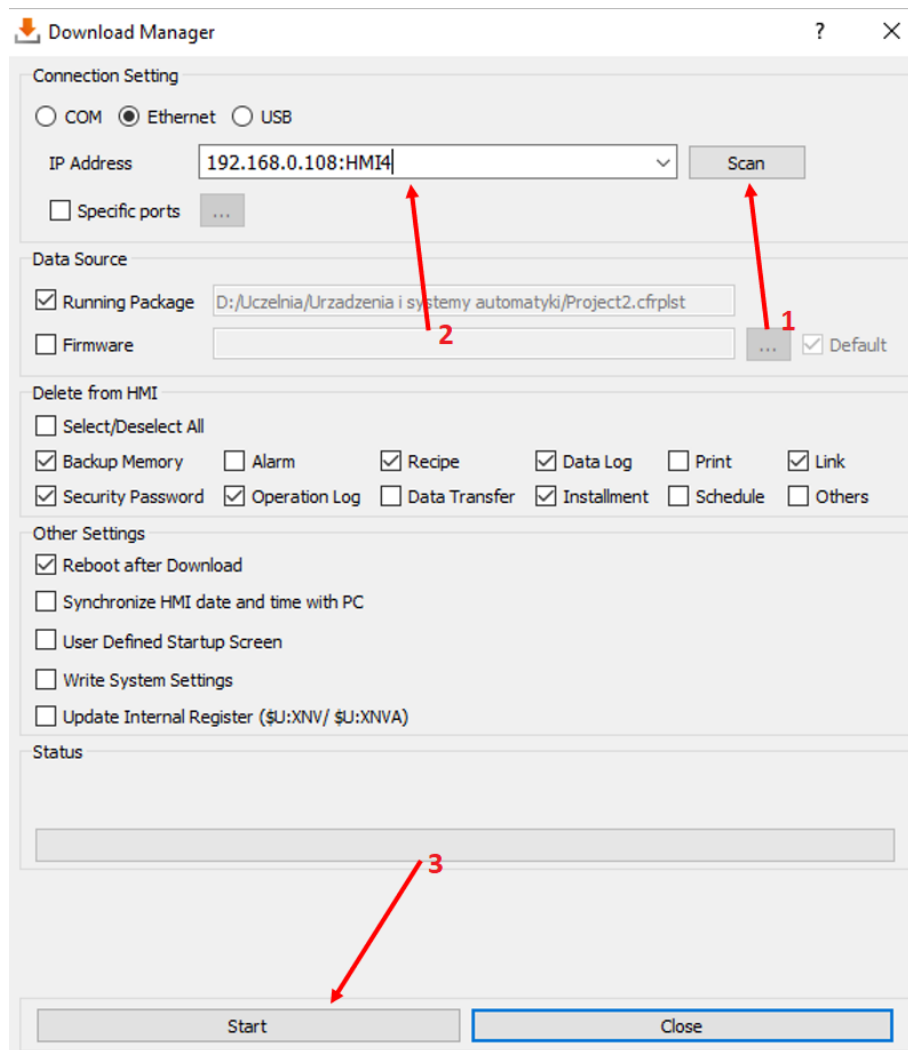




Rysunek 3.7. Sprawdzenie poprawności projektu (kompilacja). Wgrywanie projektu na panel HMI.

#### 8. Przesłanie projektu na panel HMI:

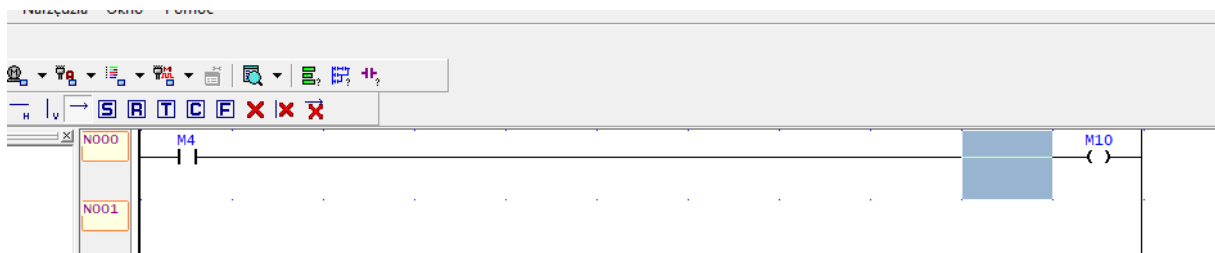
- Po zakończeniu projektowania kliknij **Download** w menu programu.
- Wybierz metodę przesyłania projektu (USB, Ethernet lub karta SD).
- Upewnij się, że panel HMI jest podłączony do komputera i w trybie gotowości do przyjęcia projektu.
- Prześlij projekt na panel.



Rysunek 3.8. Przesłanie projektu na HMI.

## 9. Uruchomienie projektu na panelu:

- Po przesłaniu projektu panel automatycznie zrestartuje się i załaduje aplikację.
- Testuj działanie projektu bezpośrednio na urządzeniu, sprawdzając interfejs i komunikację z PLC.



Rysunek 3.9. Program obsługujący załączanie lampki z przycisku na HMI.

Dzięki prostocie interfejsu FvDesigner możliwe jest szybkie tworzenie nawet zaawansowanych projektów wizualizacyjnych, dostosowanych do specyficznych potrzeb aplikacji. Program oferuje bogatą bibliotekę elementów, możliwość konfiguracji alarmów, rejestracji danych oraz funkcje zdalnego dostępu, co czyni go wszechstronnym narzędziem dla użytkowników paneli HMI firmy Fatek.

## **4. Zadania do wykonania**

### **Zadanie 1: Projekt w programie FvDesigner – interfejs HMI**

Utwórz projekt w programie **FvDesigner** dla panelu HMI 7" P5070NB. Na ekranie głównym umieść przyciski oraz lampki sygnalizacyjne. Skonfiguruj połączenie między panelem HMI a sterownikiem PLC, tak aby możliwa była wymiana danych bitowych między urządzeniami. Przyciski na panelu powinny sterować wybranymi wyjściami sterownika, a lampki na ekranie odzwierciedlać stan tych wyjść.

### **Zadanie 2: Wizualizacja w programie FvDesigner**

Utwórz wizualizację w programie **FvDesigner** dla panelu HMI 7" P5070NB. Wykorzystaj do tego jak najwięcej elementów z zakładki Toolbox (przyciski, lampki, pola tekstowe, obrazy, suwaki, przełączenie między ekranami itp.)

### **Zadanie 3: Obsługa pulpitu sterowniczego**

Podłącz pulpit sterowniczy do sterownika PLC Fatek (skorzystaj ze schematu elektrycznego). Skonfiguruj i obsłuż znajdujące się na nim przyciski oraz lampki sygnalizacyjne. Stwórz program w sterowniku, który reaguje na naciśnięcie przycisków, zmieniając stan odpowiadających im lampek. Zwizualizuj działanie przycisków na panelu HMI.

### **Zadanie 4: Podłączenie czujnika indukcyjnego do sterownika PLC**

Podłącz czujnik indukcyjny do sterownika PLC firmy Fatek. Następnie rozszerz program oraz wizualizację z zadania 3 tak, aby możliwe było odczytanie stanu czujnika. Program powinien zmieniać stan wybranego wyjścia sterownika PLC oraz wizualizację działania na panelu HMI w zależności od stanu czujnika.

### **Zadanie 5: Obsługa enkodera inkrementalnego**

Podłącz enkoder inkrementalny do sterownika PLC, wykorzystując szybkie wejścia sterownika. Stwórz program w środowisku **WinProLadder**, który zlicza impulsy generowane przez enkoder i zapisuje wartość zliczonych impulsów w pamięci sterownika.

### **Zadanie 6: Enkoder inkrementalny**

Wykorzystując program z zadania 5 oraz enkoder inkrementalny zrealizuj takie zadania jak:

#### **1. Pomiar prędkości obrotowej (RPM)**

- Zlicz impulsy z enkodera w określonym czasie (np. co 1 sekundę) i przelicz to na obr./min.
- Wyświetlić wartość na HMI lub monitorować w PLC.

#### **2. Pomiar przebytej drogi**

- Zlicz impulsy i przelicz je na odległość, znając:
  - ilość impulsów na obrót,
  - obwód koła lub rolki.
- Świetne np. do mierzenia długości przewijanego materiału.

#### **3. Wyświetlanie pozycji kątowej**

- Pokazuj aktualny kąt obrotu wału (np. w stopniach).
- Dodaj wizualizację na HMI.

### **Zadanie 7: Zaawansowana aplikacja sterująca procesem**

Korzystając ze wszystkich elementów użytych w poprzednich zadaniach (czujniki, enkodery, pulpit sterowniczy, panel HMI), zaprojektuj i stwórz zaawansowaną aplikację do sterowania wybranym procesem przemysłowym. Program powinien integrować funkcjonalności sterownika PLC, interfejsu HMI oraz urządzeń peryferyjnych.

**Bibliografia:**

1. Fatek bez tajemnic [[www.multiprojekt.pl](http://www.multiprojekt.pl)]