

Nawiązywanie połączenia z sterownikami TwinCAT 3 z użyciem bibliotek do programowania w MS Visual Studio (.NET C#) w celu analizy zmian stanów oprogramowania sterownika

Autor: Paweł Kluk

Email: kluk.pl@gmail.com

Wersja: 1.0

Spis treści

Wstęp.....	3
1. Instalacja TwinCAT 3.....	4
2. Konfiguracja TwinCAT.....	5
3. Konfiguracja projektu w MS Visual Studio C#.....	8
4. Pierwszy program do połączeń z sterownikiem.....	10
5. Przygotowany program do analizy zmian pomiarów.....	11
Podsumowanie.....	12

Wstęp

Dokument opisuje jak przygotować system do nawiązania komunikacji z sterownikiem, z systemem TwinCat 3. Połączenie oraz prowadzenie odczytów zrealizowano za pomocą własnej aplikacji napisanej w MS Visual Studio w języku C# opierając się na dokumentacji ze strony <https://infosys.beckhoff.com> z wykorzystaniem bibliotek TwinCAT.Ads

1. Instalacja TwinCAT 3

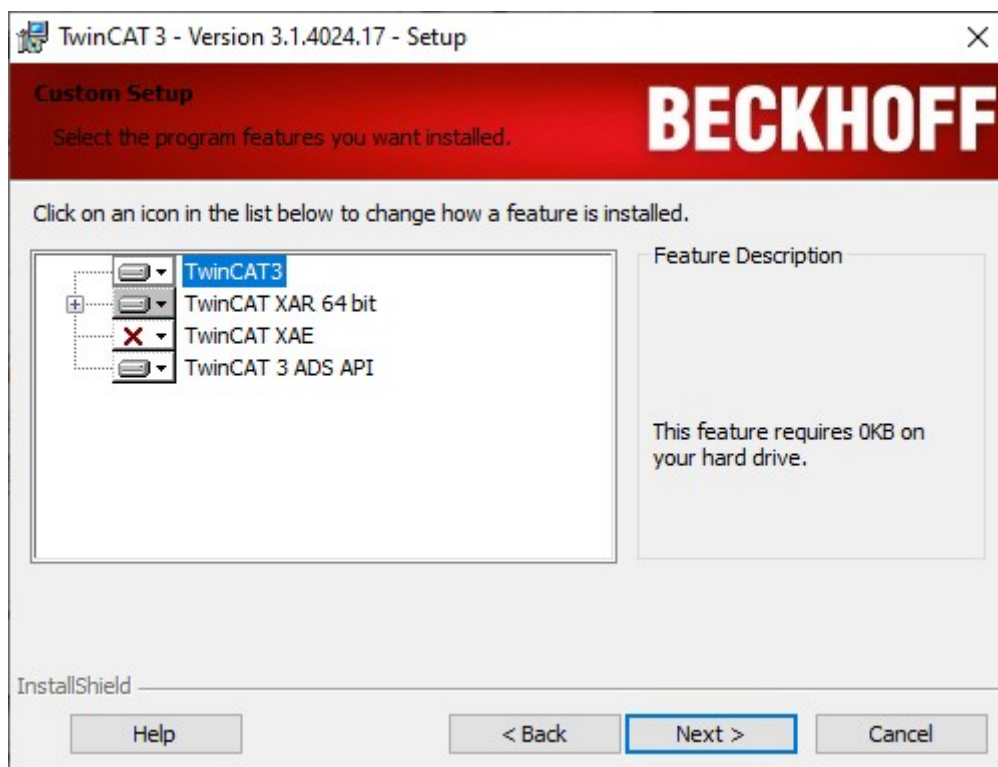
Oprogramowanie TwinCAT należy zainstalować z dwóch przyczyn:

- podczas instalacji oprogramowania zapewniane są biblioteki do nawiązywania połączeń z sterownikiem (domyślnie ścieżka: C:\TwinCAT\AdsApi\NET)
- zainstalowane oprogramowanie zapewnia możliwość konfiguracji AMS Net ID oraz dla używanego systemu, a także pozwala na dodanie routingu do sterownika z TwinCAT

Instalacja musi zostać wykonana na maszynie, z której chcemy łączyć się z sterownikiem. Sterownik powinien mieć zainstalowane biblioteki o tej samej wersji. Możliwym jest też modyfikacja projektu oprogramowania w taki sposób, aby biblioteki mogły być skopiowane do folderu oprogramowania.


Plik instalacyjny jest dostępny do pobrania ze strony Beckhoff¹.

Należy zainstalować następujące komponenty:



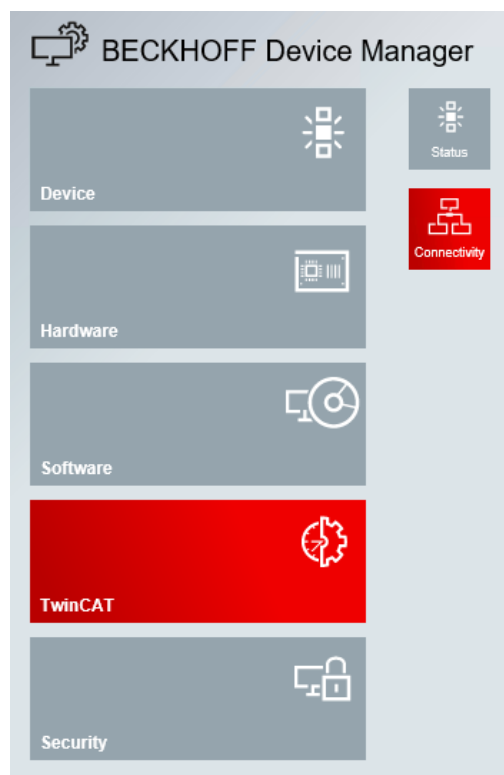
Ilustracja 1: Instalacja TwinCAT 3

2. Konfiguracja TwinCAT

Należy skonfigurować zainstalowany TwinCAT poprzez TwinCAT System Service. Powinien być on uruchamiany w tzw. Tray'u na pasku Windows 

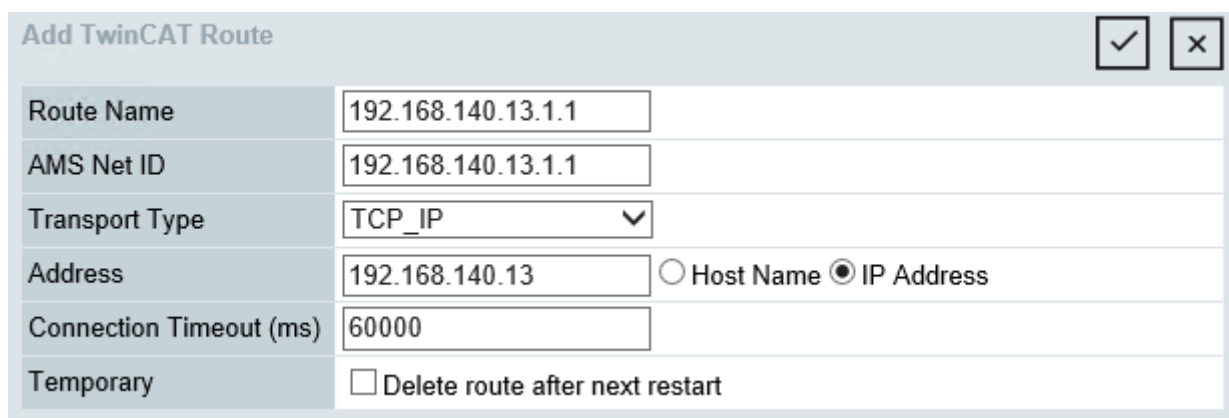
Należy najpierw przypisać AMS Net ID poprzez kliknięcie na ikonie Tray'u PPM>Router>Change AMS Net ID. Identyfikator najprościej stworzyć (zalecenia dokumentacji Beckhoff) z IPv4 urządzenia, z którego korzystamy w sieci z sterownikiem – w sieci TwinCAT zgodnie z przyjętym schematem: IPv4.1.1. Przykład: 192.168.140.13.1.1. Po konfiguracji adresu wymagany jest restart systemu.

Kolejnym krokiem jest dodanie routingu na sterowniku Beckhoff poprzez panel http pod adresem: <http://localhost/config/#TwinCAT&Connectivity>



Ilustracja 2: Lokalizacja dodawania Routingu na sterowniku Beckhoff

Następnie należy dodać routing z wykorzystaniem adresu, z którego chcemy łączyć się ze sterownikiem – maszyna z wcześniej zainstalowanym TwinCat 3.



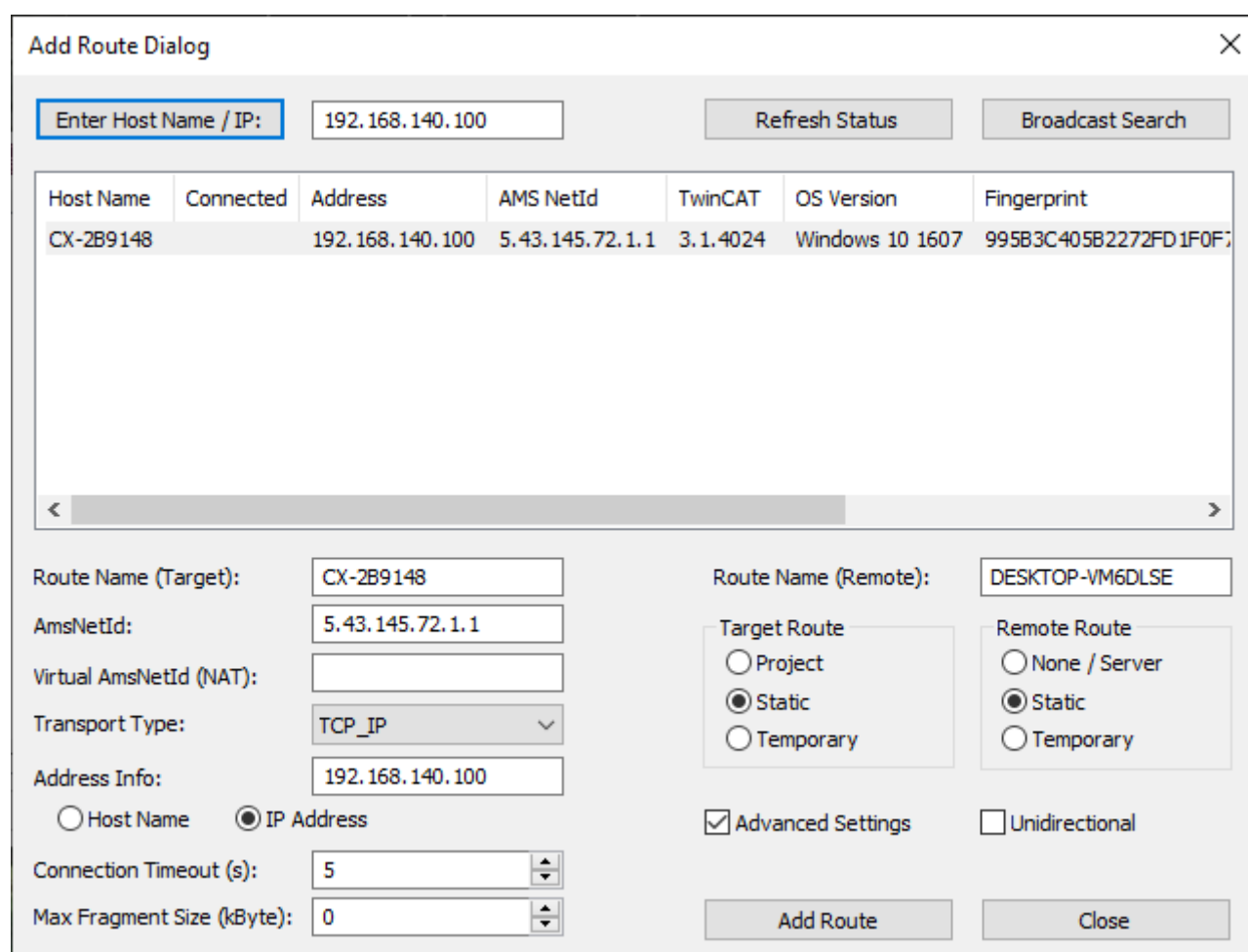
The 'Add TwinCAT Route' dialog box contains the following fields and options:

- Route Name:** 192.168.140.13.1.1
- AMS Net ID:** 192.168.140.13.1.1
- Transport Type:** TCP_IP (dropdown menu)
- Address:** 192.168.140.13, with radio buttons for ☐ Host Name and ☒ IP Address
- Connection Timeout (ms):** 60000
- Temporary:** ☐ Delete route after next restart

Ilustracja 3: Konfiguracja routingu na sterowniku Beckhoff

Kolejnym etapem jest konfiguracja routingu i nawiązanie połączenia na maszynie z zainstalowanym TwinnCAT 3. W tym celu należy wykonać konfigurację poprzez TwinCAT System Service (ikonka tray'u): PPM>Router>Edit Routes>Add...

Sterownik Beckhoff powinien dać się wyszukać po wpisaniu jego IP.



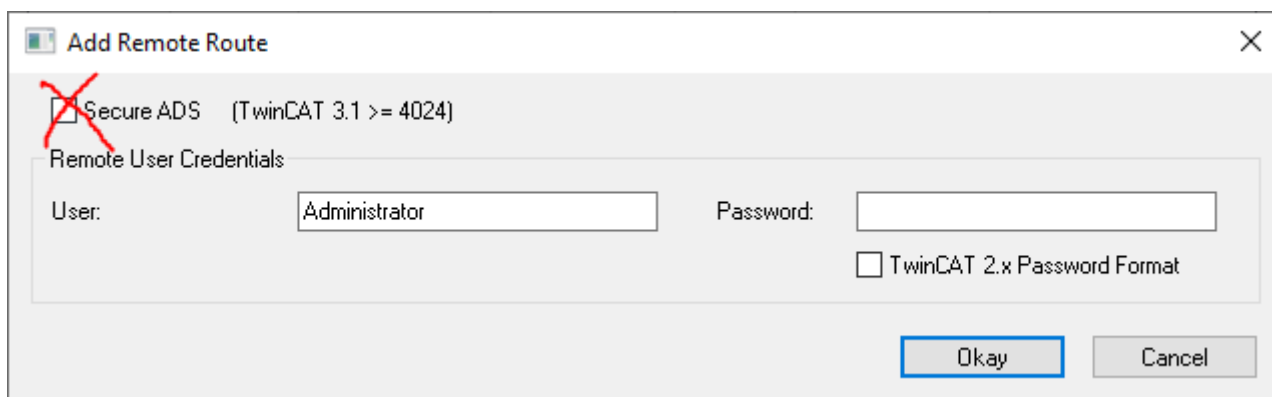
The 'Add Route Dialog' box shows the following configuration:

- Enter Host Name / IP:** 192.168.140.100
- Refresh Status** and **Broadcast Search** buttons are present.
- Table of discovered hosts:**

Host Name	Connected	Address	AMS NetId	TwinCAT	OS Version	Fingerprint
CX-2B9148		192.168.140.100	5.43.145.72.1.1	3.1.4024	Windows 10 1607	995B3C405B2272FD1F0F...
- Route Name (Target):** CX-2B9148
- AmsNetId:** 5.43.145.72.1.1
- Virtual AmsNetId (NAT):** (empty)
- Transport Type:** TCP_IP (dropdown menu)
- Address Info:** 192.168.140.100, with radio buttons for ☐ Host Name and ☒ IP Address
- Connection Timeout (s):** 5
- Max Fragment Size (kByte):** 0
- Route Name (Remote):** DESKTOP-VM6DLSE
- Target Route:** ☐ Project, ☒ Static, ☐ Temporary
- Remote Route:** ☐ None / Server, ☒ Static, ☐ Temporary
- ☒ Advanced Settings, ☐ Unidirectional
- Add Route** and **Close** buttons.

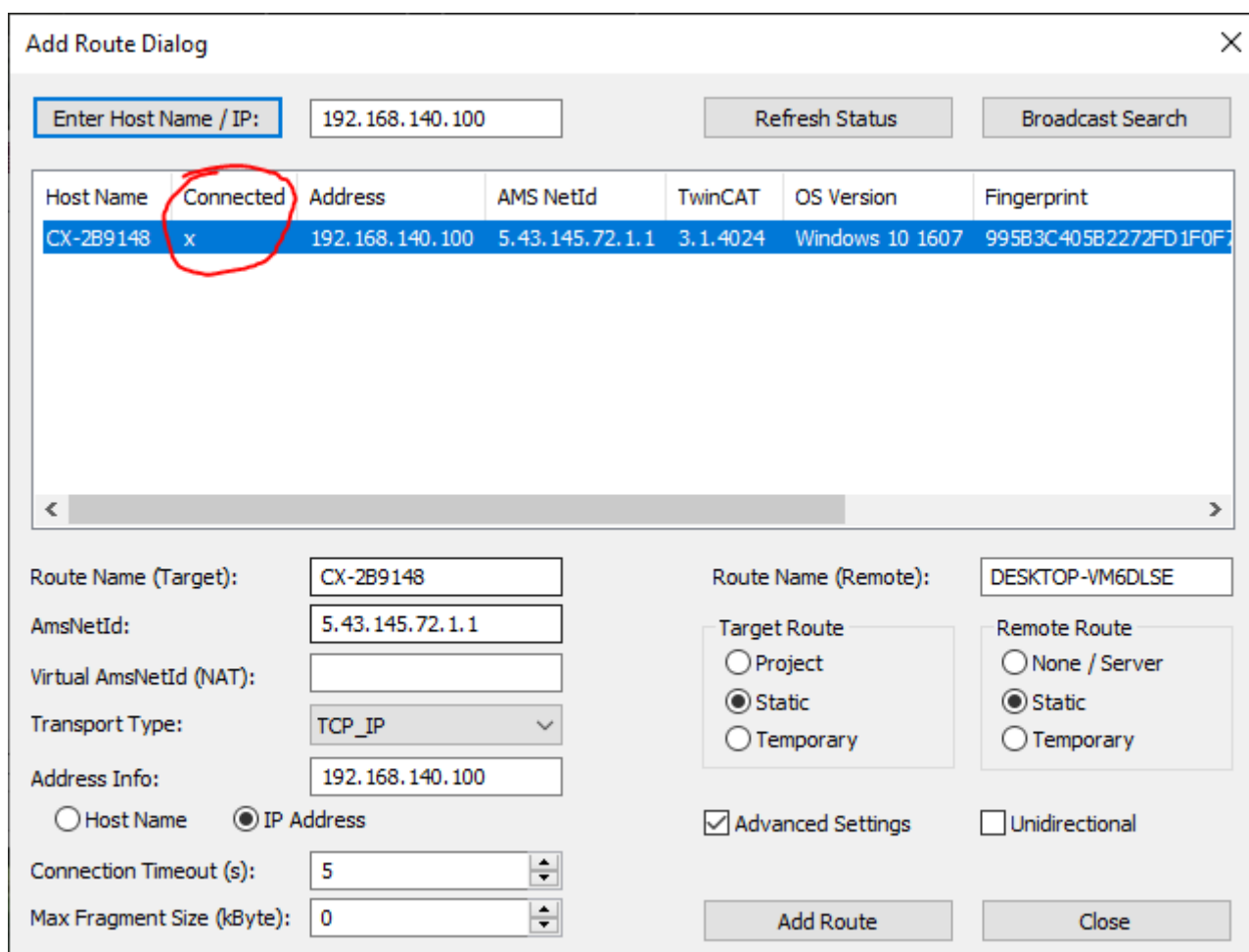
Ilustracja 4: Wynik wyszukiwania sterownika Beckhoff po jego IP

Połączenie z sterownikiem może zostać nawiązane poprzez użycie opcji Add Route. Nie należy używać opcji Secure ADS.



Ilustracja 5: Dodawanie routingu na maszynie zewnętrznej z zainstalowanym TwinCAT3

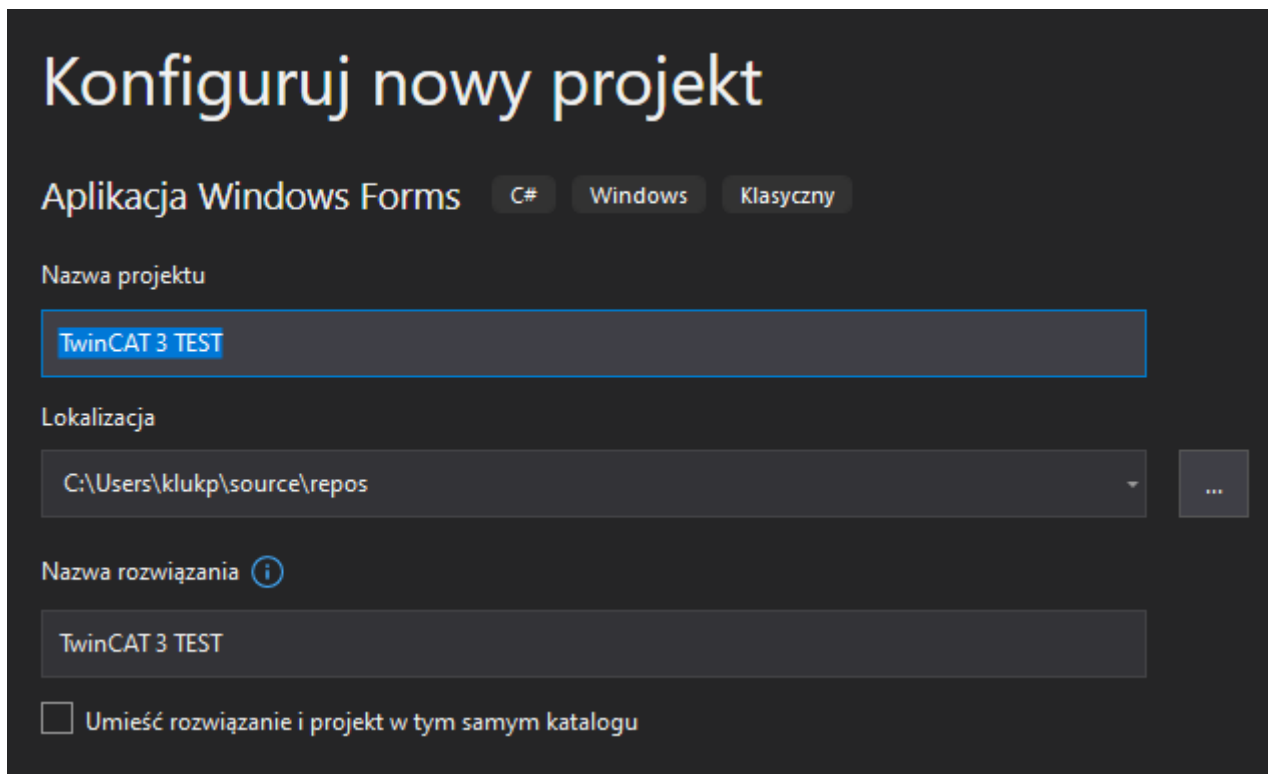
Oprogramowanie powinno nawiązać połączenie z sterownikiem. Od tego momentu można przykładowe oprogramowanie do połączeń z sterownikiem lub własny napisany program z użyciem bibliotek TwinCat.Ads powinien móc nawiązać połączenie z sterownikiem.



Ilustracja 6: Pomyślnie nawiązane połączenie z sterownikiem - urządzenie gotowe do komunikacji

3. Konfiguracja projektu w MS Visual Studio C#

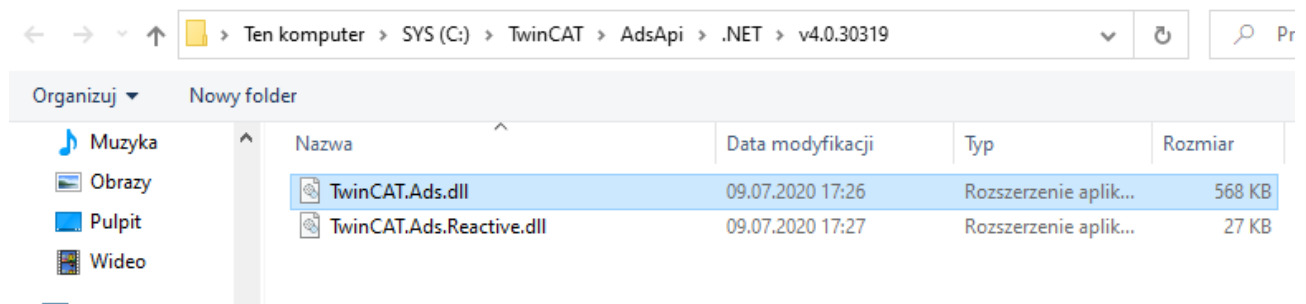
Przykładowy projekt w środowisku MS Visual Studio w języku C# z wykorzystaniem bibliotek TwinCAT.Ads można wykonać jako Aplikację Windows Forms.



Ilustracja 7: Podstawowa konfiguracja projektu w MS Visual Studio

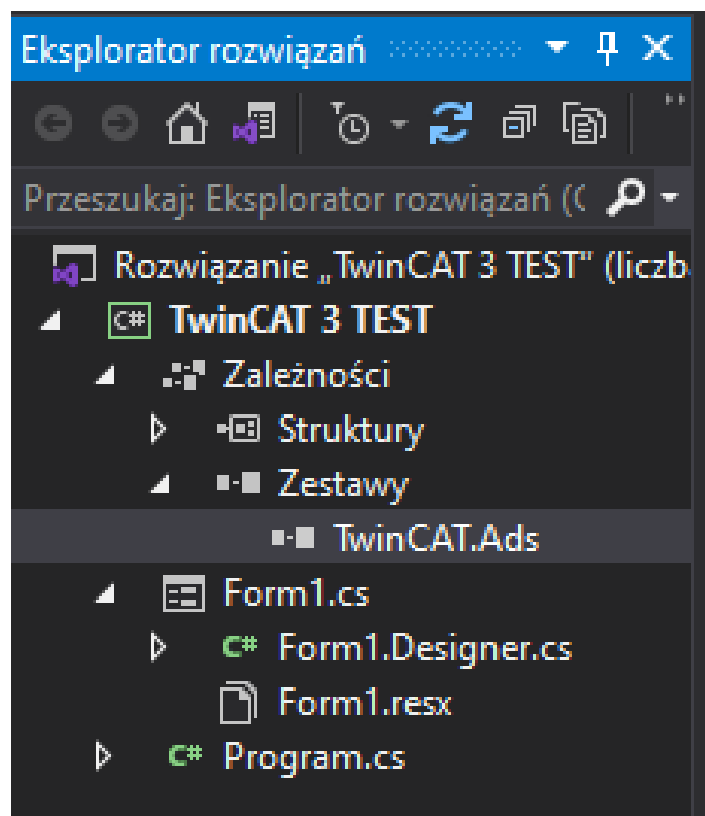
W eksploratorze rozwiązań należy dodać zależności na wzór opisanego przykładu². Dodawanie przebiega następująco: PPM na Zależności(ang. References) projektu>Dodaj odwołanie do projektu>Przeglądaj>należy wskazać bibliotekę TwinCAT.Ads.dll, domyślnie w katalogu C:\TwinCAT\AdsApi\NET\v4.0.30319

Wybierz pliki do odwołania...



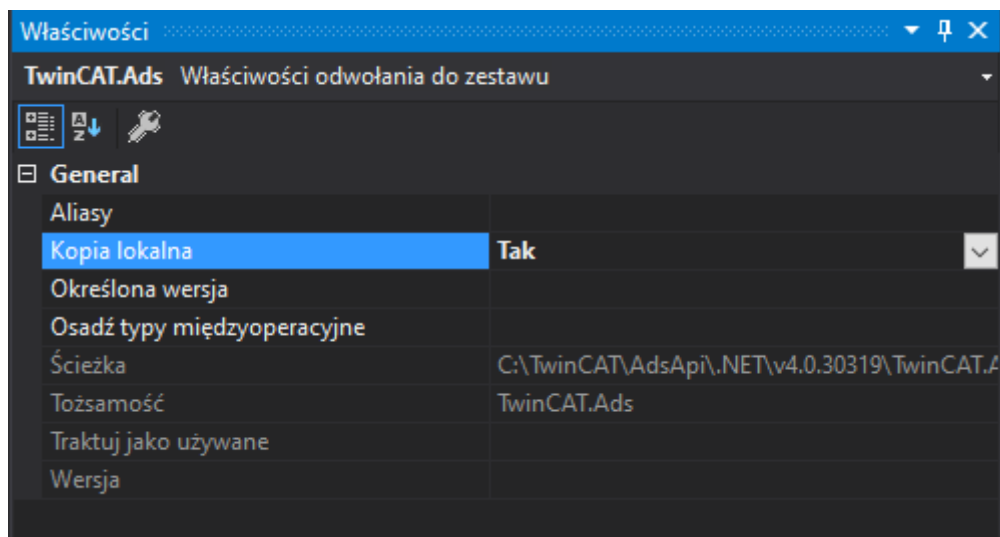
Ilustracja 8: Lokalizacja biblioteki TwinCAT.Ads

Dodane odwołanie powinno wyglądać następująco:



Ilustracja 9: Dodane odwołanie do biblioteki

We właściwościach zestawu TwinCAT.Ads możliwym jest ustawienie parametru CopyLocal (kopia lokalna), wówczas program będzie kompilowany tak jakby biblioteka była w folderze z programem wykonywalnym .exe. Pozwala to na przenoszenie napisanej aplikacji pomiędzy systemami z konkretną wersją bibliotek TwinCAT (wówczas należy kopiować skompilowany program razem z biblioteką TwinCAT.Ads.dll do jednego folderu).



Ilustracja 10: Ustawiony parametr CopyLocal

4. Pierwszy program do połączeń z sterownikiem

Pierwszy program najlepiej wykonać na podstawie przykładu¹³. Późniejsze połączenia z odczytywaniem i zapisywaniem pomiarów najwygodniej wykonywać z pomocą przykładu³ opisującego przesyłanie wartości parametrów po ich nazwie.

Używając bibliotek TwinCAT.Ads należy dodać do nagłówka pliku projektu programu wykorzystywane biblioteki:

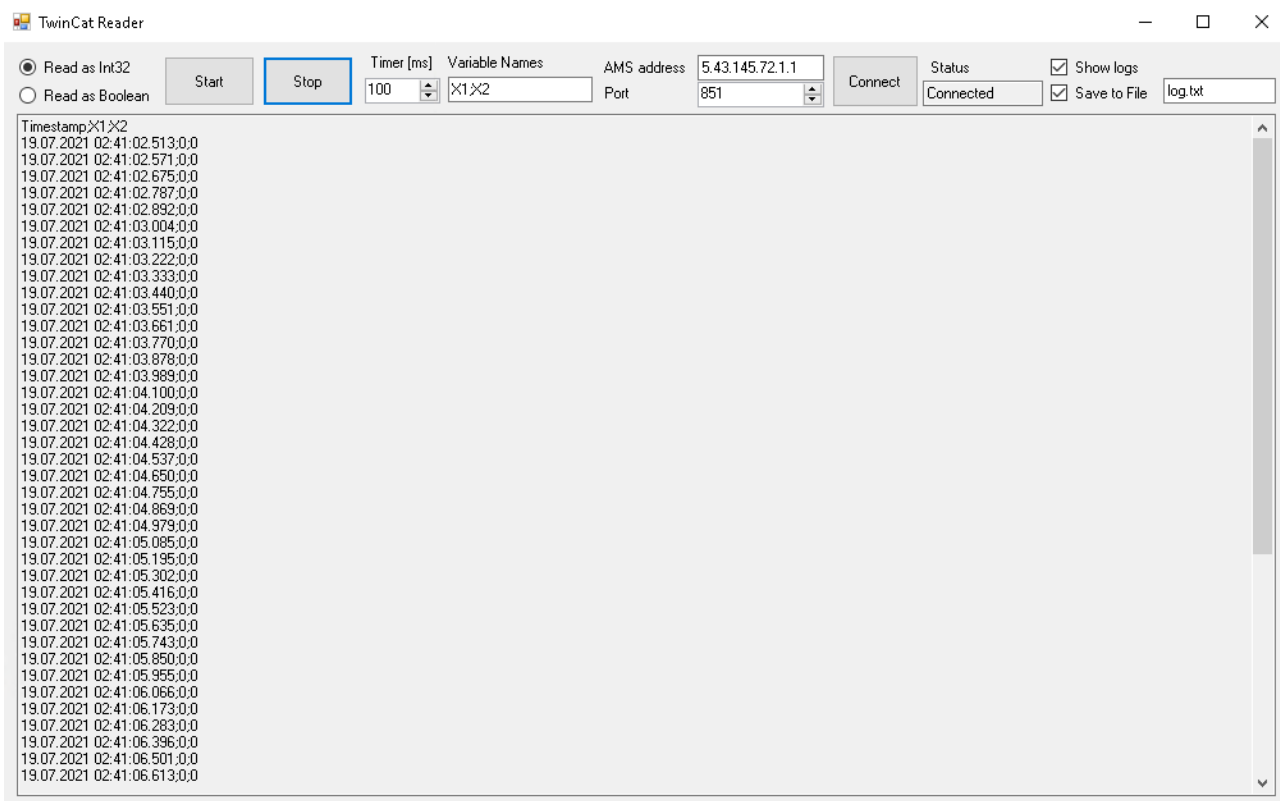
```
using System.IO;
```

```
using TwinCAT.Ads;
```

Przy nawiązywaniu połączenia z sterownikiem należy znać jego AMS Net ID (adres) oraz port komunikacji. Domyślnym portem komunikacyjnym jest 851 (TwinCAT 3) lub 801 (TwinCAT 2).

5. Przygotowany program do analizy zmian pomiarów

Napisano program do wykonywania odczytów pomiarów z rejestru sterownika Beckhoff. Program łączy się ze sterownikiem oraz prowadzi cykliczny odczyt pomiarów. Testowy odczyt dwóch pomiarów można odczytywać z minimalnym okresem ok. 20ms (test uruchomienia na Windows 10 sterownika Beckhoff) lub ok. 50ms z maszyny deweloperskiej połączonej przez VPN z laboratorium. Dla testów zaimplementowano jedynie odczyt wartości typu integer (całkowite) oraz boolean (true/false).



Ilustracja 11: Przykładowy wynik prowadzonych odczytów z sterownika napisanym oprogramowaniem

Wyniki odczytów mogą być wyświetlane w polu tekstowym programu lub zapisywane do pliku w postaci tekstowej, formatowane jak plik .csv, kodowanie znaków UTF-8, przykład:

```
"Timestamp";"X1";"X2"  
"19.07.2021 02:41:02.513";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:02.571";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:02.675";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:02.787";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:02.892";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.004";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.115";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.222";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.333";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.440";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.551";"0";"0"  
"19.07.2021 02:41:03.661";"0";"0"
```

Tekst 1: Plik log.txt z odczytanymi z sterownika wartościami stanów

Możliwym jest zatem uruchomienie zapisu poszczególnych pomiarów o podanych nazwach i określonym okresie odczytów. Dane w tej formie można swobodnie wykorzystać w celu analizy zmian stanów algorytmu oprogramowania.

Podsumowanie

Przy wykorzystaniu tego typu sposobów odczytu i analizy danych pomiarowych należy pamiętać, że napisane oprogramowanie nie jest oprogramowaniem czasu rzeczywistego. Stara się prowadzić regularne odczyty, jednak nie ma wpływu na opóźnienia komunikacyjne oraz niedokładność okresu wywołań funkcji odczytywania pomiarów. Oprogramowanie ma także ograniczone możliwości przy procesach dynamicznych – szybkozmiennych. Cykl programu sterownika często może być dużo krótszy od okresu odczytywania wartości z jego rejestru. Oznacza to, że pomiędzy odczytami wartość może się zmienić wielokrotnie fałszując wyniki analizy. Warty rozważenia jest napisanie oprogramowania, które mogłoby odbierać wysyłane dane z sterownika. Być może jako część programu sterownika mogłoby być realizowanie wysyłania części zmiennych z rejestru do oprogramowania zewnętrznego prowadzącego odrębną analizę.

- 1 <https://www.beckhoff.com/en-en/support/download-finder/software-and-tools/software-download/index.aspx?file=TC31-Full-Setup.3.1.4024.17.zip> – wykorzystany plik instalacyjny TwinCat 3.1 Full, do pobrania potrzebne założone darmowe konto na stronie Beckhoff
- 2 https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcsample_net/html/TwinCAT.Ads.Setup.htm&id= - dokumentacja konfiguracji projektu MS Visual Studio – dodanie biblioteki TwinCat.Ads w C# oraz nawiązanie połączenia
- 3 https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcsample_net/html/TwinCAT.Ads.Setup.htm&id= - przykład dostępu do zmiennych z sterownika, z wykorzystaniem ich nazwy