

SIECI PRZEMYSŁOWE STOSOWANE W AUTOMATYCE



Politechnika Wrocławska



Wrocław University
of Science and Technology

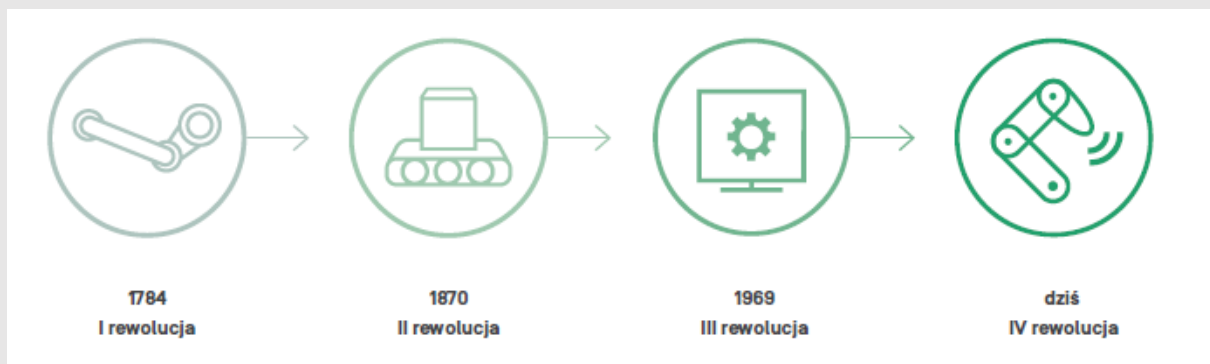


CZĘŚĆ WSTĘPNA – PRZEDSTAWIENIE DZIAŁALNOŚCI FIRMY ASTOR

- Astor | gdzie technologia spotyka człowieka

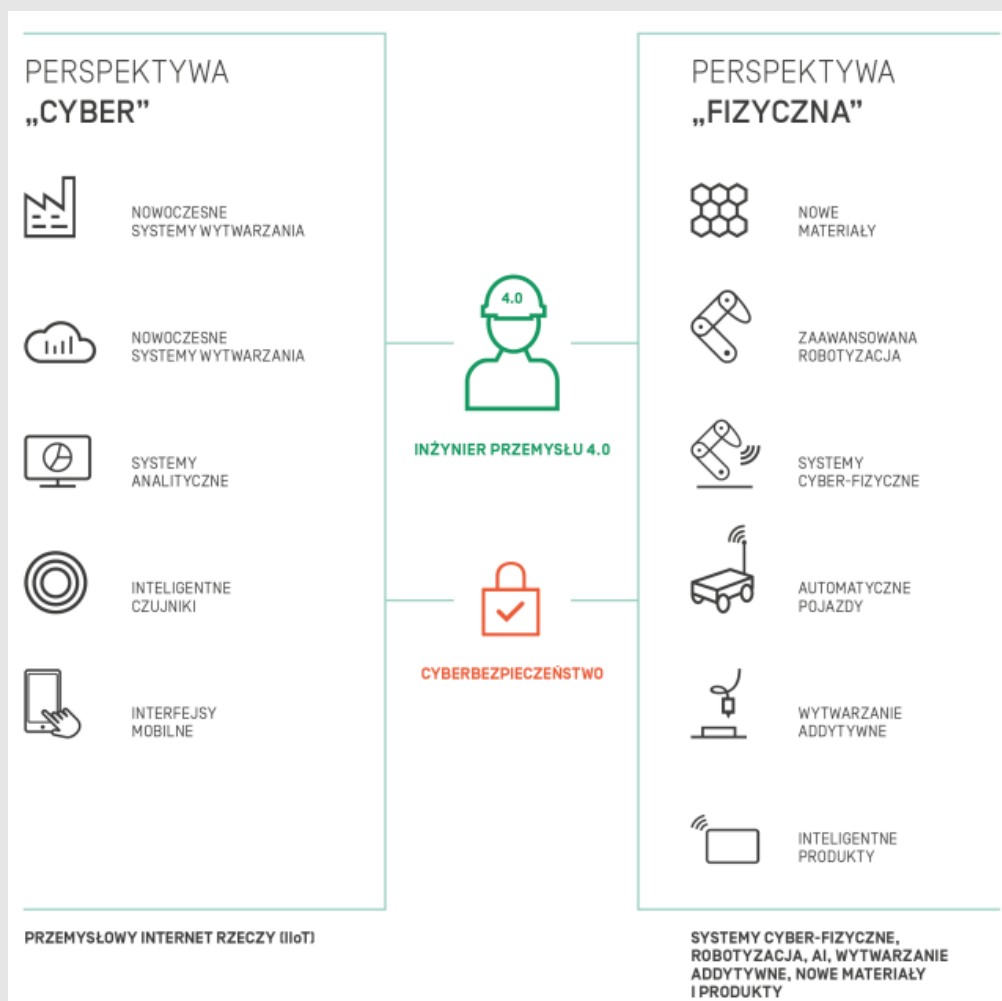


- Innowacje techniczne aktywatorem rewolucji:
 - **I rewolucja (1784) – Napęd wodny i parowy**
 - **II rewolucja (1870) – Napęd elektryczny**
 - **III rewolucja (1969) – Elektronika i IT**
 - **IV rewolucja (dziś) – Internet w przemyśle:**
 - ✓ Generowanie, transfer i przetwarzanie danych
 - ✓ Analityka dużych zbiorów danych
 - ✓ Łączenie i interakcja świata wirtualnego i fizycznego
 - ✓ Nowe technologie wytwarzania
 - ✓ Nowe materiały



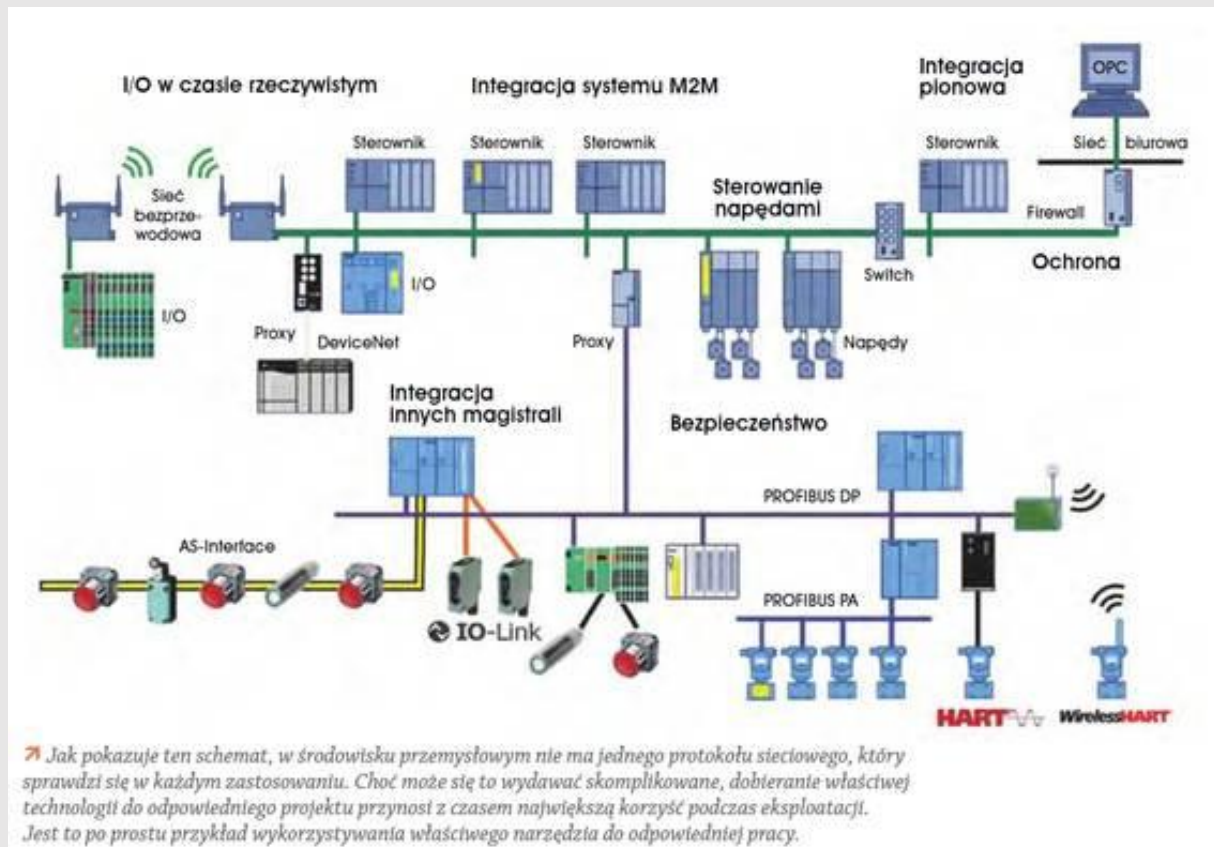
- Technologie Przemysłu 4.0:
 - Roboty autonomiczne
 - Symulacje
 - Integracja systemów
 - Przemysłowy Internet Rzeczy
 - Cyberbezpieczeństwo
 - Cloud Computing
 - Wytwarzanie przyrostowe (Druk 3D)
 - Poszerzona / asystująca rzeczywistość
 - Big Data

- Dwie perspektywy Przemysłu 4.0:
 - **Perspektywa „Cyber”** – Industrial Internet of Things:
 - ✓ Nowoczesne Systemy Wytwarzania
 - ✓ Przetwarzanie w chmurze
 - ✓ Systemy Analityczne
 - ✓ Inteligentne Czujniki
 - ✓ Interfejsy Mobilne
 - **Perspektywa „Physical”** – Systemy cyberfizyczne, robotyzacja, AI, wytwarzanie addytywne, nowe materiały i produkty:
 - ✓ Nowa materiały
 - ✓ Zaawansowana robotyzacja
 - ✓ Systemy cyberfizyczne
 - ✓ Autonomiczne pojazdy
 - ✓ Wytwarzanie addytywne
 - ✓ Inteligentne produkty

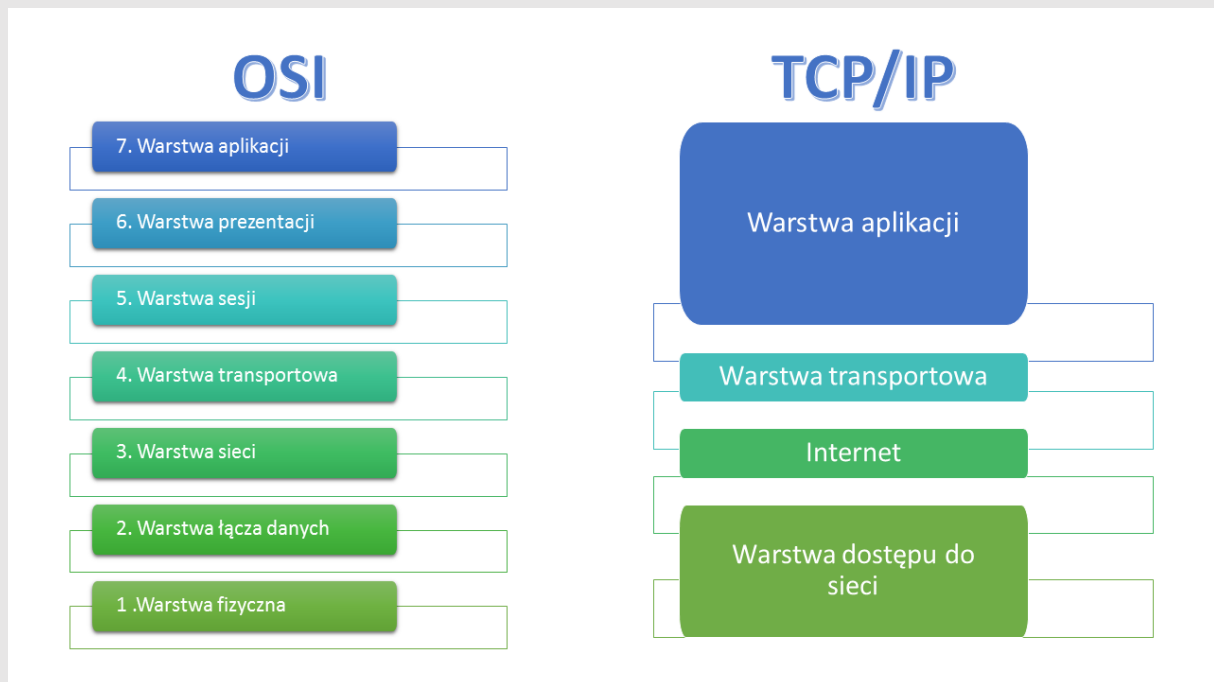


CZĘŚĆ TEORETYCZNA – ZAGADNIENIA SIECIOWE W AUTOMATYCE

- **Sieć przemysłowa** jest siecią teleinformatyczną, zapewniającą komunikację między urządzeniami cyfrowymi w sposób ustandaryzowany i niezawodny w trudnych warunkach przemysłowych.



- Model warstwowy OSI (bardziej teoretyczny):
 - **7. Warstwa aplikacji** – Przesyłane są **dane**
 - **6. Warstwa prezentacji** – Przesyłane są **dane**
 - **5. Warstwa sesji** – Przesyłane są **dane**
 - **4. Warstwa transportowa** – Przesyłane są **segmenty**
 - **3. Warstwa sieci** – Przesyłane są **pakiety**
 - **2. Warstwa łącza danych** – Przesyłane są **ramki**
 - **1. Warstwa fizyczna** – Przesyłane są **bity**
- Model warstwowy TCP/IP (bardziej praktyczny):
 - **Warstwa aplikacji**
 - **Warstwa transportowa**
 - **Internet**
 - **Warstwa dostępu do sieci**



- Zadania poszczególnych warstw:
 - **1. Warstwa fizyczna** – Transmisja strumienia bitów pomiędzy systemami z wykorzystaniem fizycznego łącza (np. kabla Ethernet do połączenia komputera ze sterownikiem).
 - **2. Warstwa łącza danych** – Zapewnienie niezawodnego transferu danych przez łącza fizyczne (np. switchy).
 - **3. Warstwa sieci** – Zapewnienie łączności i wyboru trasy pomiędzy dwoma węzłami (komputerami) mogącymi znajdować się w rozdzielonych geograficznie sieciach (głównie routery, których zadaniem jest odpowiednie przełączanie się między urządzeniami, aby informacja wychodząca z jednego komputera mogła dojść do komputera drugiego, znajdującego się w innej sieci).
 - **4. Warstwa transportowa** – Zapewnienie niezawodnego transferu danych pomiędzy sieciami (komunikacja niezawodna, aczkolwiek wolniejsza TCP oraz komunikacja bardzo szybka, aczkolwiek nie niezawodna UDP).
 - **5. Warstwa sesji** – Nawiązanie, utrzymanie i zakończenie sesji pomiędzy dwoma komunikującymi się komputerami (węzłami, hostami) (np. logowanie się do banku, gdzie połączenie może trwać określoną ilość czasu, a użytkownik może dokonywać określonych operacji).
 - **6. Warstwa prezentacji** – Zapewnienie, aby informacje przesyłane przez warstwę aplikacji z jednego systemu były czytelne i zrozumiałe

przez warstwę aplikacji innego systemu (np. rozszerzenia plików .gif, .png, .jpg, .jpeg).

- **7. Warstwa aplikacji** – Dostarczenie usług sieciowych aplikacjom użytkownika.

- Podstawowe pojęcia sieciowe:

- **Ethernet:**

- ✓ Standard komunikacji zapewniający łączność urządzeń w środowisku lokalnym (LAN).
 - ✓ Ważne: odpowiednio przygotowany kabel, odpowiednia odległość między urządzeniami (maksymalnie 100 metrów).

- **Adres IP:**

- ✓ Numer identyfikacyjny nadawany urządzeniom łączącym się z siecią, aby zapewnić prawidłową konfigurację.
 - ✓ Nie jest unikalny, można go bardzo łatwo zmienić w panelu konfiguracyjnym połączenia urządzenia z siecią (w przeciwieństwie, adres MAC jest unikalny).
 - ✓ Ważne: Statyczny czy dynamiczny, publiczny czy prywatny.
 - ✓ Adres IP w wersji czwartej (IP v4) posiada 32 bity.

- **Maska podsieci:**

- ✓ Numer, który służy do wydzielenia podsieci – pozwala to na osiągnięcie większej liczby hostów.
 - ✓ Rozwiązanie to nie niweluje problemu dotyczącego ilości adresów IP – z tego względu powstał adres IP w wersji szóstej (IP v6), jednak jest ono problematyczne, gdyż obecnie korzysta się zarówno z adresu IP v4, jak i adresu IP v6.

- **Brama domyślna:**

- ✓ Port routera, na który wysyłany jest pakiet w przypadku stwierdzenia faktu, że odbiorca leży poza siecią lokalną.
 - ✓ Dzięki bramie domyślnej możliwe jest skonfigurowanie VPN czy zmiana hasła.

- **NAT (Network Address Translation):**

- ✓ System pozwalający tłumaczyć adresy prywatne na publiczne.
 - ✓ W ten sposób organizacja potrzebuje tylko jeden adres IP publiczny.
 - ✓ Przykładowo, każdy telefon ma swój adres prywatny. Gdy użytkownik zechce połączyć się na telefonie z Internetem,

wówczas system NAT tłumaczy adres prywatny na adres publiczny, dzięki czemu nawiązanie połączenia jest możliwe.

➤ **VPN:**

- ✓ Wirtualna sieć prywatna (Virtual Private Network)
- ✓ Szyfrowany tunel danych, pozwalający wymieniać dane w ramach sieci prywatnej za pośrednictwem sieci publicznej.
- ✓ Ukryty adres IP
- ✓ Ochrona tożsamości użytkownika
- ✓ Bezpieczeństwo korzystania z hotspotów WiFi
- ✓ Użytkownik Internetu, stosując VPN, „udaje”, że znajduje się w sieci publicznej, a tak naprawdę korzysta z sieci prywatnej.

• Podział adresów IP:

➤ **Publiczny:**

- ✓ Widoczny z dowolnego komputera z dostępem do Internetu.

➤ **Statyczny:**

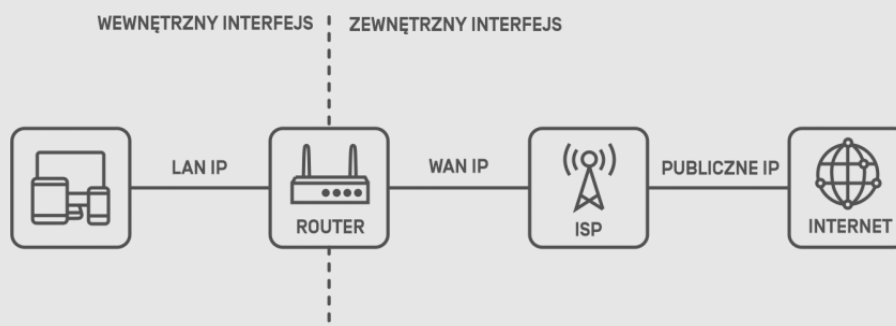
- ✓ Konieczność indywidualnego skonfigurowania każdego hosta i gromadzenie danych o zarejestrowanych komputerach w celu uniknięcia konfliktów w sieci.
- ✓ Istnieje możliwość wprowadzenia silnych restrykcji w dostępie do sieci.
- ✓ Wszystko konfiguruje się ręcznie, co w przypadku bardzo dużej ilości hostów jest niewygodne.

➤ **Dynamiczny (serwer DHCP):**

- ✓ Dynamiczne przypisywanie adresów IP z wyznaczonej wcześniej puli adresów w danej sieci.
- ✓ Oprócz adresu IP, przekazywane są także informacje o bramie domyślnej, masce, serwerach DNS.
- ✓ Czas dzierżawy adresu IP jest ograniczony.

➤ **Prywatny:**

- ✓ Widoczny tylko przez urządzenia znajdujące się w tej samej podsieci.



- Switche:

- **Przełączniki**, których zadaniem jest przełączanie sygnału między urządzeniami.
- Switch przemysłowy posiada dodatkowe funkcjonalności, dzięki czemu lepiej wspiera procesy produkcyjne oraz jest bardziej odporny na niekorzystne warunki, w jakich się znajduje.
- Przesyłana ramka posiada również informację o nadawcy, odbiorcy i czasie.

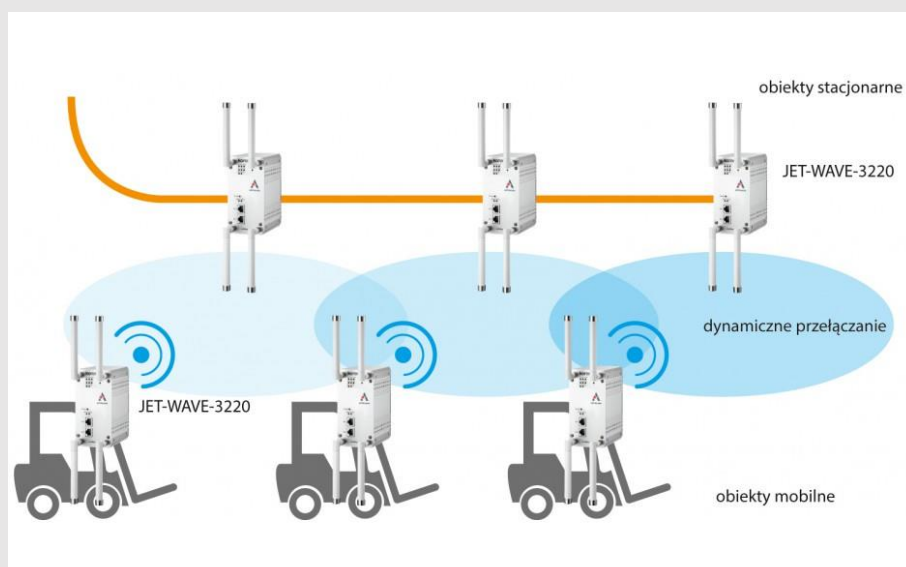


- Komunikacja radiowa (bezprzewodowa):

- **Wireless LAN (WiFi)** – kompatybilne z Ethernetem (komunikacją przewodową)
- **Bluetooth** – przesył danych tak jak po Ethernetie czy Profinecie, przesył sygnałów na odległość około 10 metrów
- **Wireless HART** – technologia bezprzewodowej sieci czujników
- **RFID** – fale radiowe do identyfikacji obiektu (jak kody kreskowe)
- **GSM** – najpopularniejszy standard telefonii komórkowej

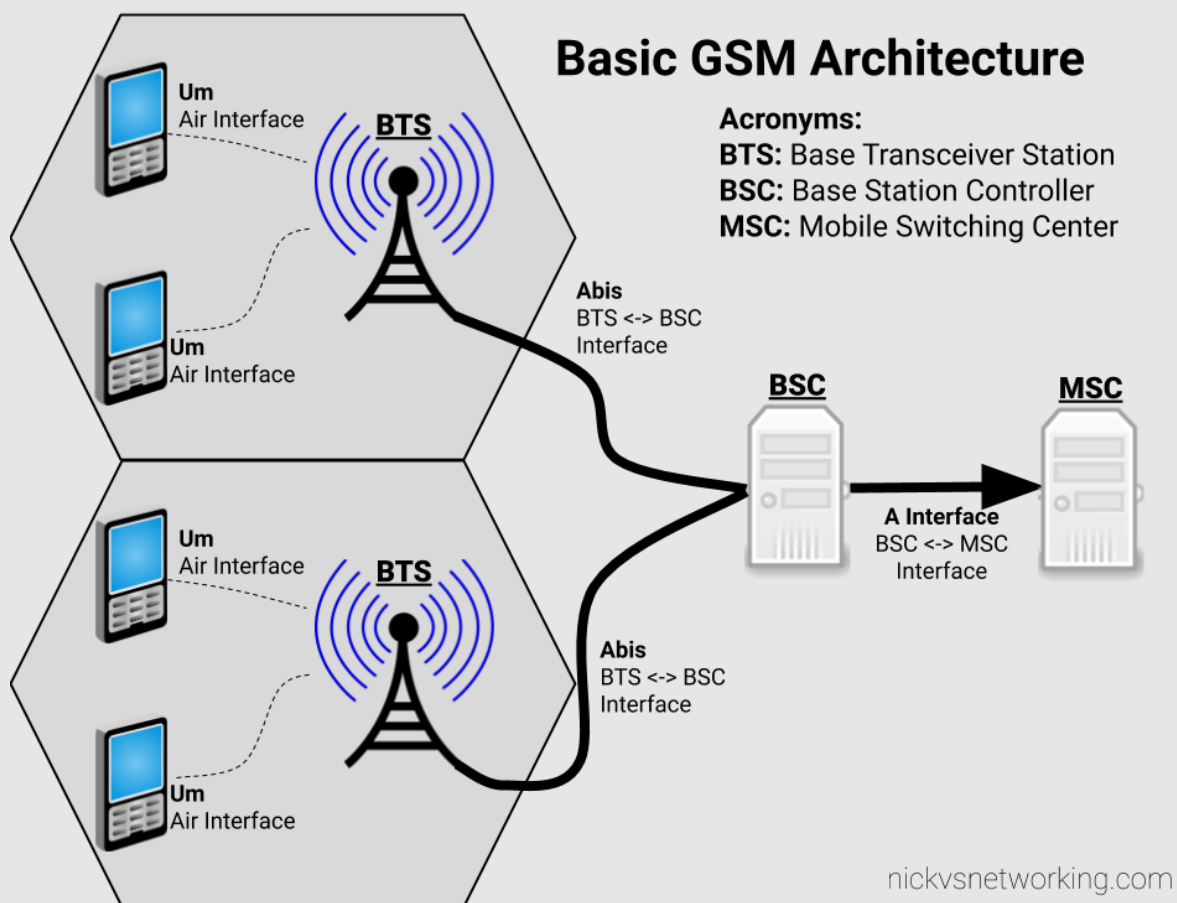
- Komunikacja WiFi:

- **Bezprzewodowa komunikacja Ethernet** w paśmie 2.4 GHz – 5 GHz
- Brak ograniczenia ilości przesyłanych danych
- Zasięg do kilku kilometrów (w zależności od urządzenia)
- Niezależna od operatorów, nie wymaga pozwoleń



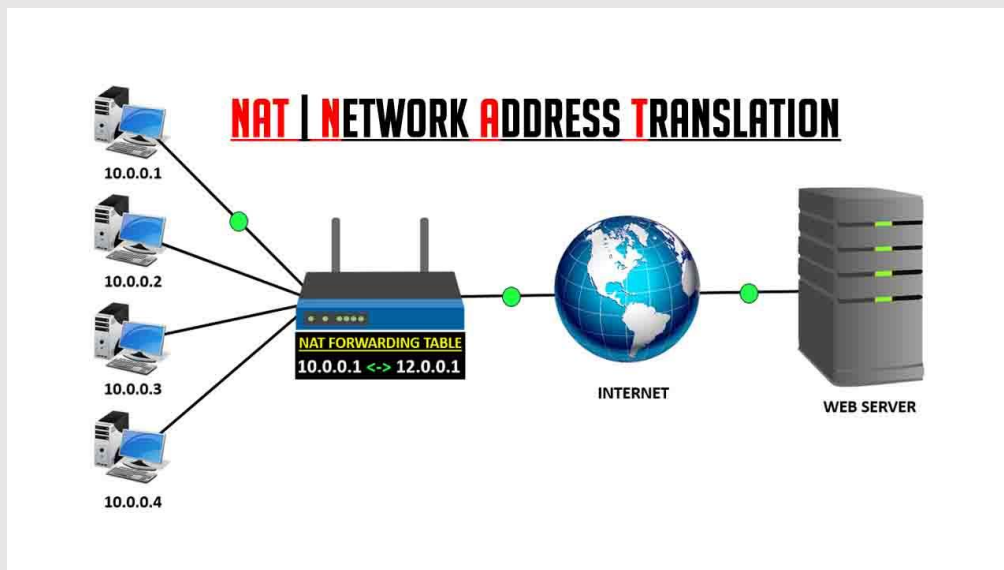
- Komunikacja GSM:

- **GSM – Global for Mobile Communications** – standard globalnej, cyfrowej komunikacji komórkowej
- Wymiana informacji w czasie rzeczywistym w systemach rozproszonych i aplikacjach mobilnych
- Usługi GSM: połączenie głosowe, transmisja danych, wiadomości tekstowe i multimedialne
- Sieć GSM obejmuje obszar o kształcie plastra miodu, który posiada stacje bazowe (BTS) – anteny

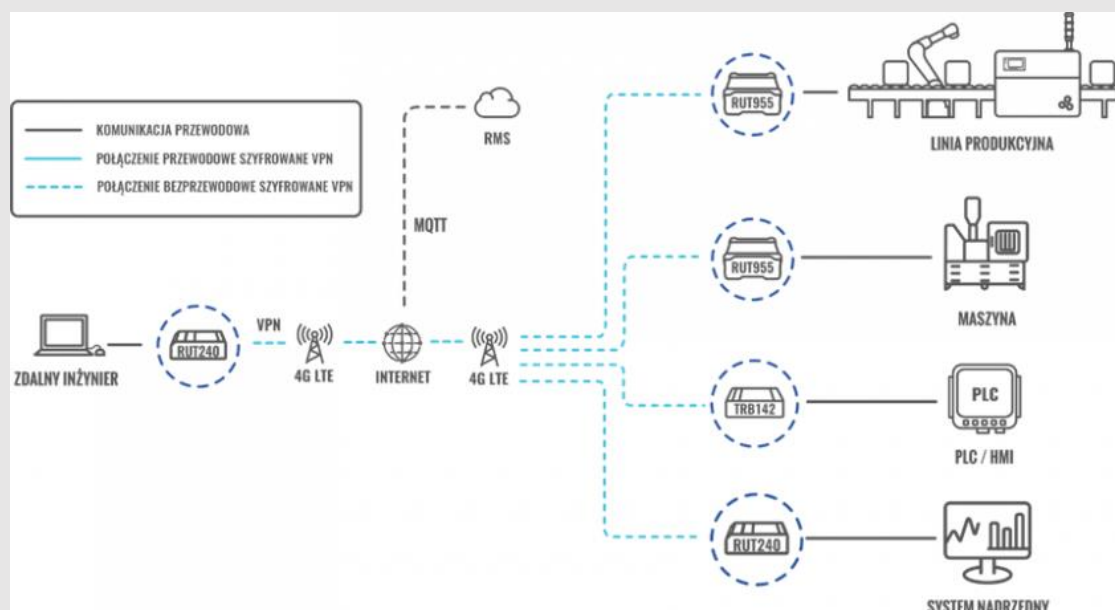


- Router:

- Łączy komunikacyjne między sieciami
- Decyduje, do której sieci oraz po jakiej trasie przesłać pakiet
- Dynamicznie tłumaczy adresy prywatne hostów, które chcą skomunikować się z Internetem, na adresy publiczne (NAT)
- Serwer DHCP
- Routing między VLANami
- Tablica routingu – Router uczy się, w jakim miejscu znajduje się dane urządzenie, by potem szybko znajdować najkrótszą trasę



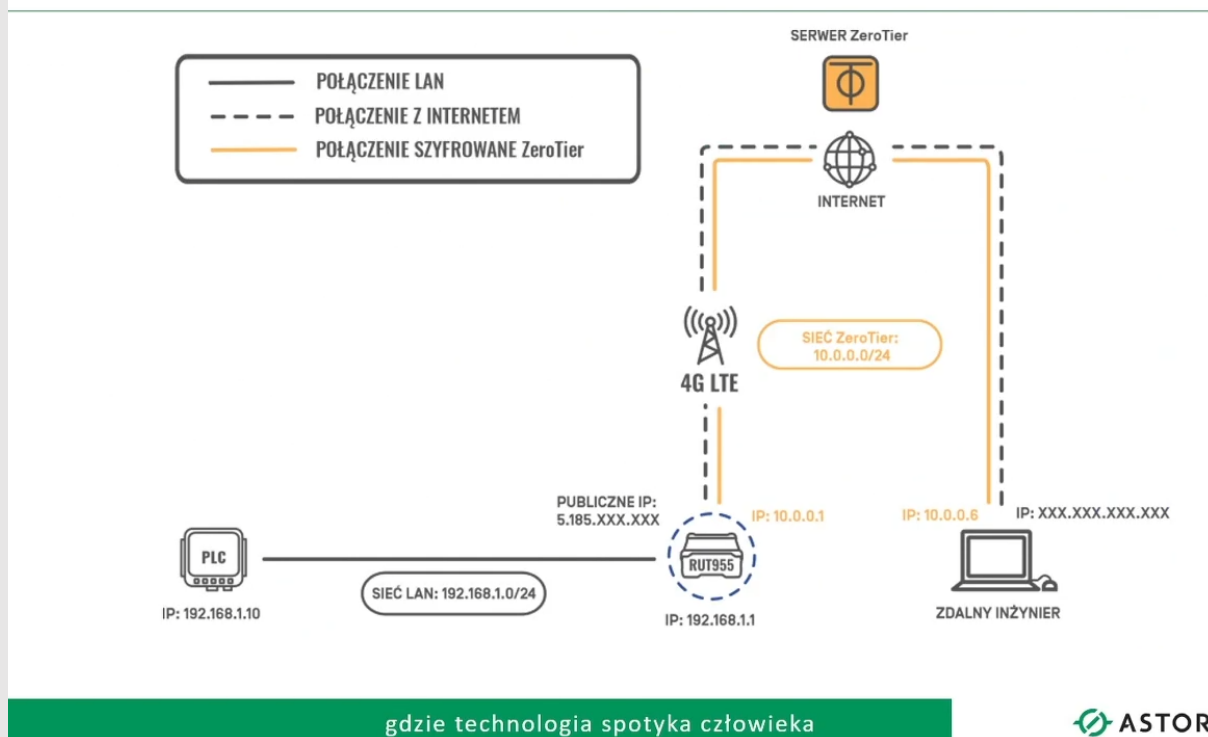
- Cechy routera przemysłowego:
 - Obsługuje karty SIM
 - Łatwe ustawienie połączenia VPN
 - Zdalne programowanie sterowników PLC / HMI / maszyn
 - Możliwość połączenia szeregowego i Ethernet
 - Możliwość komunikacji po Modbus
 - Możliwość użycia wejść / wyjść
 - Obsługa SMS (wiadomości tekstowych)
 - Kontrola zużycia danych na karcie SIM
 - Zarządzanie funkcjami sieciowymi i regułami cyberbezpieczeństwa
 - Zdalne zarządzanie i monitoring



CZĘŚĆ PRAKTYCZNA – KONFIGURACJA ROUTERA PRZEMYSŁOWEGO

- Początek konfigurowania routera przemysłowego: minuta 53 nagrania
- Topologia sieci konfigurowanego układu przedstawia się następująco:

Połączenie na żywo



- Układ testowy dwóch sterowników i routera przemysłowego:
 - **Sterownik PLC Horner XL4e** (z ekranem)
 - **Sterownik PLC Astraada One EC1000** (modułowy)
 - **Router przemysłowy RUT950** (z dwoma slotami na karty SIM)



- Aby znaleźć się na stronie internetowej routera, wystarczy wpisać jego adres IP w przeglądarce – wówczas powinien pojawić się panel logowania.
- Podstawowa konfiguracja routera:


➤ **Krok 1 – NTP:**

The screenshot shows the Teltonika web interface. At the top, there's a navigation bar with 'Status', 'Network', 'Services', and 'System' tabs, and a 'Logout' button. Below the navigation bar, it says 'Profile in use: default' and 'FW version: RUT9XX_R_00.06.08.5'. The main content area is titled 'NTP Configuration' and has a progress bar with five steps: 'Step 1 - NTP' (active), 'Step 2 - Mobile', 'Step 3 - LAN', 'Step 4 - WiFi', and 'Step 5 - RMS'. The instruction says 'Please select your timezone.' Under 'Time Zone Settings', it shows 'Current system time 2022-04-20 11:56:02' and a 'Sync with browser' button. The 'Time zone' is set to 'Europe/Warsaw' in a dropdown menu. At the bottom, there are 'Skip Wizard' and 'Next' buttons.


➤ **Krok 2 – Mobile:**

The screenshot shows the Teltonika web interface for the 'Mobile Configuration' step. The navigation bar is the same as in the previous step. The progress bar now highlights 'Step 2 - Mobile'. The instruction says 'Next, let's configure your mobile settings so you can start using internet right away.' The section is titled 'Mobile Configuration (SIM1)'. It includes a checkbox for 'Auto APN' which is checked. Below it, it says 'Provided APN:Internet'. There are input fields for 'PIN number' and 'MTU' (set to 1500). The 'Service mode' is set to 'Automatic' in a dropdown menu. At the bottom, there is a checkbox for 'Show mobile info at login page' which is unchecked. 'Skip Wizard' and 'Next' buttons are at the bottom.

➤ Krok 3 – LAN:



Status ▾Network ▾Services ▾System ▾

Logout 

Profile in use: defaultFW version: RUT9XX_R_00.06.08.5

Step 1 - NTPStep 2 - MobileStep 3 - LANStep 4 - WiFiStep 5 - RMS

LAN Configuration

Here we will setup the basic settings of a typical LAN configuration. The wizard will cover 2 basic configurations: static IP address LAN and DHCP client.

General configuration

IP address192.168.1.1

Netmask255.255.255.0

Enable DHCP☒

Start100

Limit150


Lease time12Hours ▾

Start IP address: 192.168.1.100


End IP address: 192.168.1.250

Skip WizardNext

➤ Krok 4 – WiFi:



Status ▾Network ▾Services ▾System ▾

Logout 

Profile in use: defaultFW version: RUT9XX_R_00.06.08.5

Step 1 - NTPStep 2 - MobileStep 3 - LANStep 4 - WiFiStep 5 - RMS

Step - Wireless

Now let's configure your wireless radio. (Note: if you are currently connecting via wireless and you change parameters, like SSID, encryption, etc. your connection will be dropped and you will have to reconnect with a new set of parameters.)

WiFi Configuration

Enable wireless☒


SSIDRUT950_514C

Mode802.11g+n ▾

ChannelAuto ▾

EncryptionWPA2-PSK ▾


CipherForce TKIP and CCMP (AES) ▾

Key*****


Country CodePL - Poland ▾

Skip WizardNext

➤ Krok 5 – RMS:



Status ▾Network ▾Services ▾System ▾


Logout 

Profile in use: defaultFW version: RUT9XX_R_00.06.08.5


Step 1 - NTPStep 2 - MobileStep 3 - LANStep 4 - WiFiStep 5 - RMS


Remote Management System Configuration

RMS Settings

Connection typeEnabled 

Status	
Management status	Enabled
Connection state	Failure (Error: Device is not registered in RMS. Please login to rms.teltonika.lt and add this device to your account device list.)
Router serial number	1119964582
Router LAN MAC address	00:1E:42:4E:51:4A
Next connection after	00:01:02

Refresh 

Connect 

* Please note that connecting to remote server could take up to 5 minutes.

Skip Wizard

Finish

- W pełni skonfigurowany router przemysłowy:

Status
Network
Services
System

Logout

Profile in use: default
FW version: RUT9XX_R_00.06.08.5

Overview

System

4.5% CPU load

Mobile

-67 dBm

Router uptime0d 1h 51m 33s (since 2022-04-20, 10:03:49)
Local device time2022-04-20, 11:55:22
Memory usageRAM: 24% usedFLASH: 31% used
Firmware versionRUT9XX_R_00.06.08.5

Data connection0d 1h 35m 46s (since 2022-04-20, 10:19:36)

StateRegistered (home); Orange Orange; 4G (LTE)

SIM card slot in useSIM 1 (Ready)

Bytes received/sent *5.6 MB / 5.3 MB

Wireless

ON

SSID

RUT950_514C (AP)

Mode

1- AP; 1 CH (2.412 GHz)

WAN

Mobile

IP address

10.105.208.252 Private IP address

WAN failover status

Failover link is enabled

Local Network

IP / netmask

192.168.1.1 / 255.255.255.0

DHCP Leases

1

Recent System Events

12022-04-20 11:55:04 - Web UI: Authentication was successful fr ...

22022-04-20 11:55:02 - Web UI: Authentication was successful fr ...

32022-04-20 11:53:15 - Port: LAN2 cable is unplugged

42022-04-20 10:19:40 - DHCP: Leased 192.168.1.224 IP address fo ...

Recent Network Events

12022-04-20 10:19:44 - Mobile data connected, IP: 10.105.208.25 ...

22022-04-20 10:19:32 - Joined 4G LTE

32022-04-20 10:19:29 - Mobile data disconnected

42022-04-20 10:16:26 - Mobile data connected, IP: 10.105.208.25 ...

Remote Management System

ON

Status

Enabled

Connection State

Error: Device is not registered in RMS. Please login to rms.teltonika.lt and add this device to your account device list.

- Pobranie paczki „ZeroTier” do stworzenia VPN w Package Managerze:

Status
Network
Services
System

Logout

Profile in use: default
FW version: RUT9XX_R_00.06.08.5

Packages

Upload

Package Manager

Memory usage: 2036 KB / 2944 KB (Free/Total)

Packages

Packages per page10

Search

Package

Installed version

Available version

Status

Actions

ZeroTier

1.1.17 (658 KB)
Based on 1.1.14

-

Installed

Remove

- Na stronie „ZeroTier” należy założyć darmowe konto, a następnie stworzyć sieć WiFi, która ustawiona zostanie koniecznie jako prywatna.
- Kontynuując konfigurację routera, w zakładce „Services”, wybierając opcję „VPN”, powinna pojawić się dodatkowa podzakładka „ZeroTier”:
 - **Podzakładka „ZeroTier General”** – Należy odznaczyć pole „Enabled” oraz podać numer identyfikacyjny utworzonej na stronie „ZeroTier” sieci WiFi („Network ID”):

The screenshot shows the Teltonika router web interface. At the top, there is a navigation bar with the Teltonika logo and tabs for Status, Network, Services, and System. The 'Services' tab is selected. Below the navigation bar, there is a header section with 'Profile in use: default' and 'FW version: RUT9XX_R_00.06.08.5'. A row of tabs includes OpenVPN, IPsec, GRE Tunnel, PPTP, L2TP, SSTP, Stunnel, DMVPN, and ZeroTier. The 'ZeroTier' tab is selected. Below it, there is a sub-tab bar with 'ZeroTier General' and 'ZeroTier VPN'. The 'ZeroTier General' sub-tab is active. The main content area is titled 'ZeroTier-One' and contains a 'ZeroTier' section. In this section, the 'Enabled' checkbox is checked. The 'Address' field contains the value '1da92238dc'. The 'Networks' field contains the value 'abfd31bd4799f5e4'. A 'Save' button is located at the bottom right of the form.

- **Podzakładka „ZeroTier VPN”** – Należy odznaczyć pole „Enabled”:

The screenshot shows the Teltonika router web interface, similar to the previous one. The 'Services' tab is selected, and the 'ZeroTier' sub-tab is active. In the sub-tab bar, the 'ZeroTier VPN' sub-tab is now selected. The main content area is titled 'ZeroTier-One' and contains a 'ZeroTier VPN' section. In this section, the 'Enable VPN' checkbox is checked. The 'Mode' dropdown menu is set to 'Server'. A 'Save' button is located at the bottom right of the form.

- Dalsza konfiguracja układu zawierającego router przemysłowy odbywa się na stronie „ZeroTier”, na której utworzona została nowa, wirtualna sieć WiFi (VPN).

Download

← Networks

abfd31bd4799f5e4
Klucz zdalnego dotępu

↑ Settings

Basics

Network ID
abfd31bd4799f5e4

Name

Description

Access Control

PRIVATE
☒
Nodes must be authorized to become *members*

PUBLIC
☐
Any node can become a *member*. Members cannot be de-authorized or deleted. Members that haven't been online in 30 days will be removed, but can rejoin.

- Konfiguracja poszczególnych adresów IP:

- **10.0.0.0/24** – Adres IP sieci utworzonego VPNa (sieć publiczna, widoczna przez serwery internetowe).
- **192.168.1.0/24** – Adres IP sieci prywatnej, która to sieć ma się ukrywać pod powyżej podaną siecią publiczną.
- **10.0.0.1** – Adres IP routera, który będzie widoczny poprzez VPNa

Advanced

Managed Routes 2/32

	10.0.0.0/24		(LAN)
	192.168.1.0/24	via	10.0.0.1

Add Routes

Destination

(via)

Submit

- Konfiguracja autoprzypisywania adresów IP wersji 4 oraz wersji 6:

- **10.0.0.2 – 10.0.0.254** – Adresy IP, które będą mogły wykorzystywać hosty, które będą się chciały połączyć z naszą wirtualną siecią prywatną VPN (adresy te są widoczne publicznie).

- **10.0.0.255** – Adres IP, który nie jest dostępny do użytku, ponieważ jest to adres broadcast, czyli adres rozgłaszania, tzn. wysyłania informacji do wszystkich hostów, znajdujących się w sieci, jednocześnie (zawsze ostatni adres IP jest adresem rozgłaszania).


IPv4 Auto-Assign

☒ Auto-Assign from Range

Easy

Advanced

Auto-Assign Pools

	Start	End
	10.0.0.2	10.0.0.254

Add IPv4 Address Pools

Range Start

Range End

192.168.168.1

192.168.168.1

Submit

IPv6 Auto-Assign

☐ ZeroTier RFC4193 (/128 for each device)

☐ ZeroTier 6PLANE (/80 routable for each device)

☐ Auto-Assign from Range

- Poniższe ustawienia VPNa powinny zostać jako domyślne:

Multicast Recipient Limit

32

Broadcast

☒ Enable Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

DNS

Requires ZeroTier version 1.6. See Settings Help below.

SEARCH DOMAIN

home.arpa

SERVER ADDRESS

10.147.20.190

Submit

Manually Add Member

Node Id

8badf00d13

Submit

Adds a node to this network before it joins.
Can be used to undelete a member.

- Konfiguracja członków, którzy mają dostęp do routera prywatnego:

Members

Search (Address / Name)

Display Filter

☒ Authorized ☐ Offline ☒ Not Authorized ☐ Online ☐ Bridges ☐ Hidden

Sort By

☒ Address ☐ Name

1-2 / 2

Auth?	Address	Name/Description	Managed IPs	Last Seen	Version	Physical IP
<input checked="" type="checkbox"/>	1da92238dc	RUT950	10.0.0.1	ONLINE	1.1.14	37.47.174.95
<input checked="" type="checkbox"/>	1db954f476	PC	10.0.0.203	ONLINE	1.8.8	78.11.52.186

1-2 / 2

E-MAIL JOIN INSTRUCTIONS

alice@example.com

MANUALLY ADD MEMBER

#####

Invite

Add New Member

- **Pierwszym dodanym użytkownikiem jest oczywiście router**, który cały czas konfigurujemy.
- **Drugim dodanym użytkownikiem jest komputer personalny** – można go dodać dopiero w momencie, w którym na tym właśnie komputerze zainstalowany zostanie program „ZeroTier” (do tej pory program „ZeroTier” instalowany był jedynie na routerze).
- Adres IP komputera personalnego, widoczny przez prywatną sieć wirtualną VPN, to **10.0.0.203**.
- Dodawanie prywatnej sieci wirtualnej VPN w aplikacji „ZeroTier” na komputerze personalnym zaprezentowane zostało poniżej:

ZeroTier Control Panel

ZeroTier Address: 1db954f476

Version: 1.8.8

Status: Online

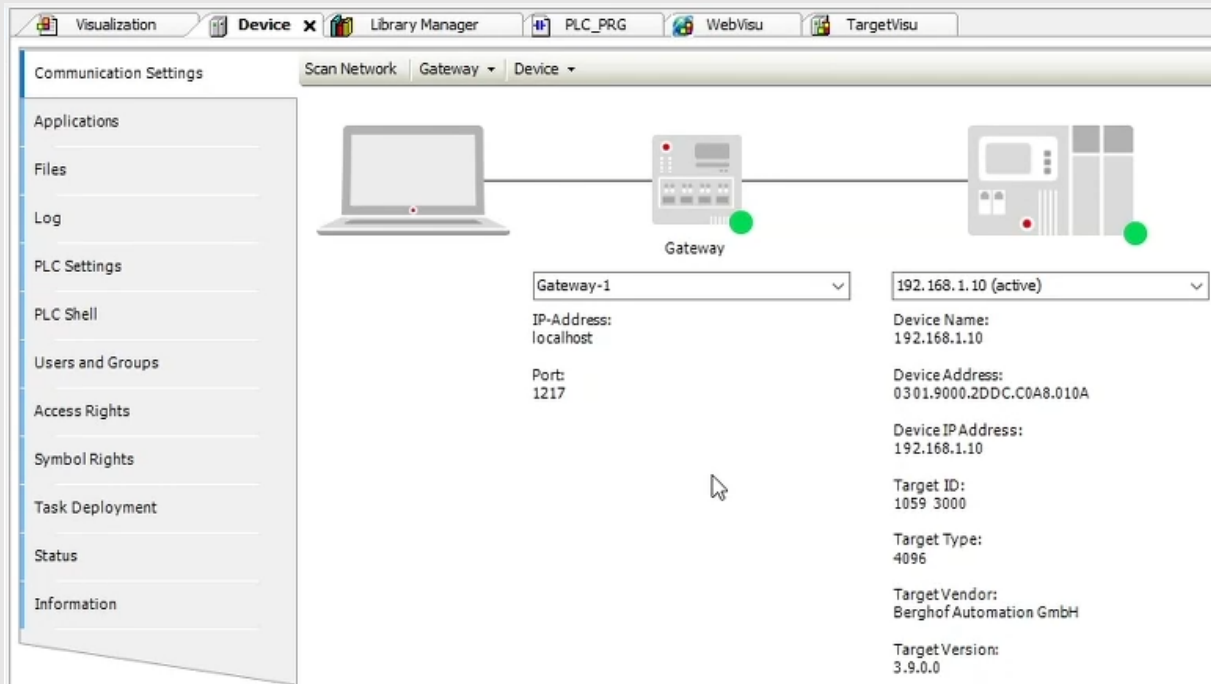
Primary Port: 9993

Port Mapping (uPnP): ☒ Enabled

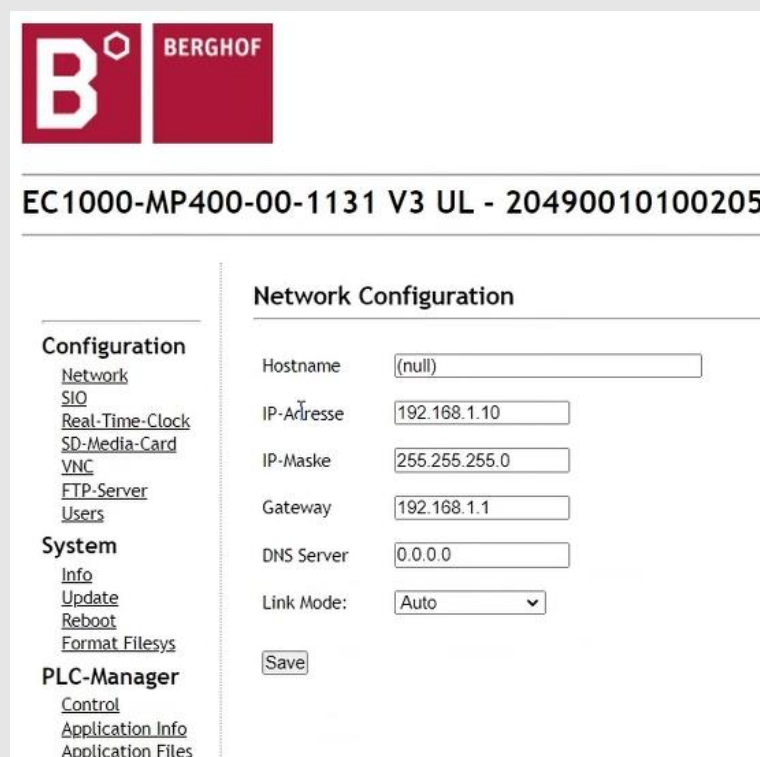
Network ID	Name
abfd31bd4799f5e4	Klucz zdalnego dotępu

- Konfiguracja routera przemysłowego oraz prywatnej sieci wirtualnej VPN na nim działającej dobiegła końca – w dalszej części przedstawiony zostanie przykład wykorzystania stworzonej konfiguracji w praktyce.

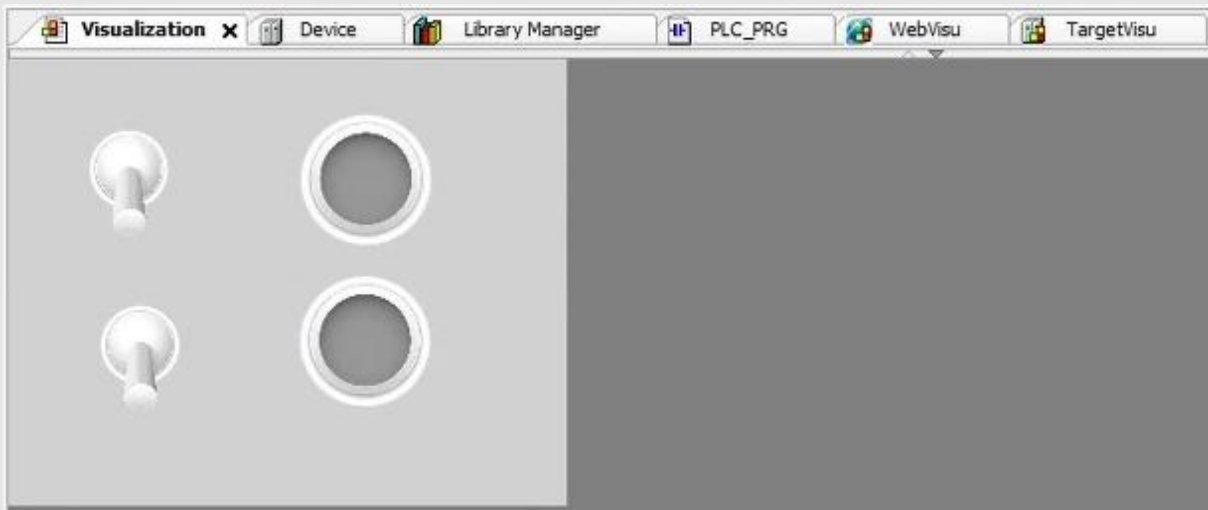
- W środowisku „CodeSys” stworzone zostało połączenie sieciowe komputera personalnego ze sterownikiem PLC Astraada One EC1000 (sterownika modułowego), co przedstawiono na poniższym obrazku.



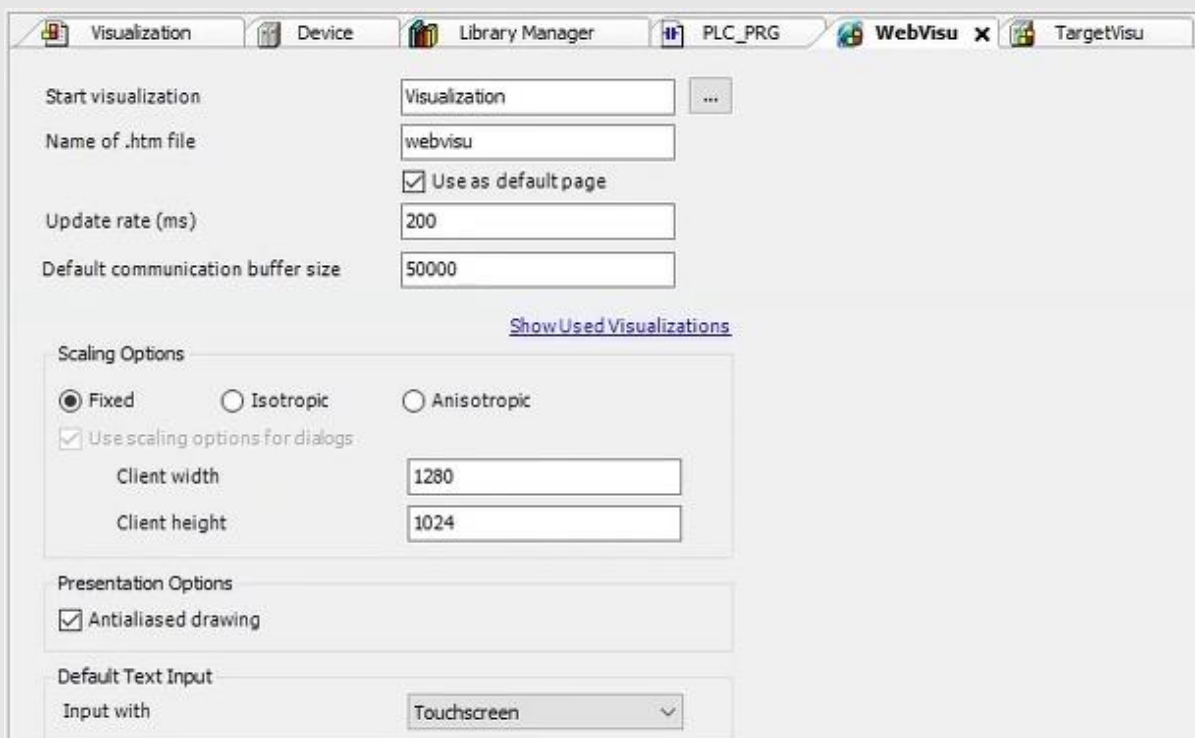
- Wpisując w przeglądarce internetowej adres IP sterownika PLC Astraada One EC1000 (sterownika modułowego), czyli **192.168.1.10**, powinno pojawić się okno logowania (login: admin, hasło: admin) do strony z konfiguracją tego sterownika.



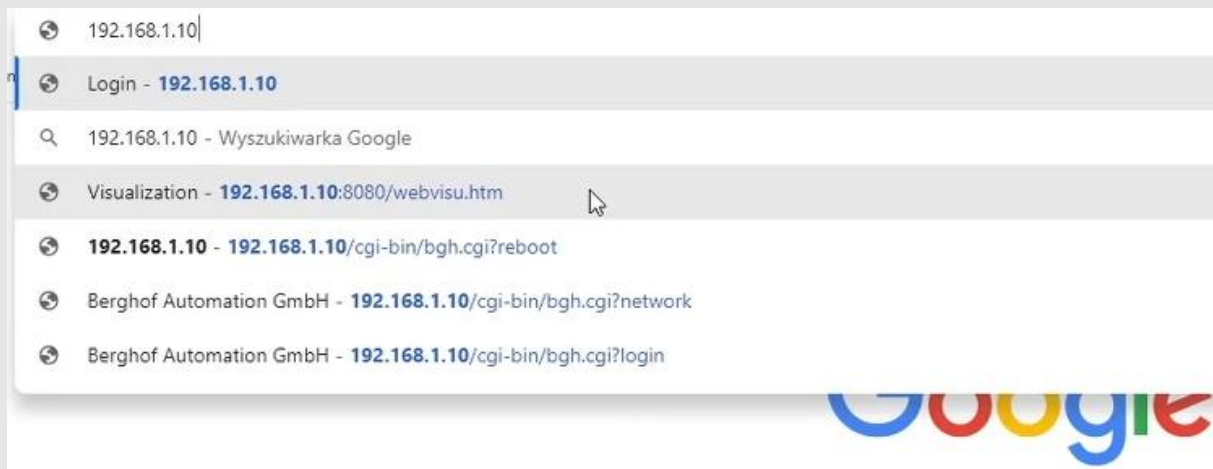
- Wracając do środowiska „CodeSys”, poniżej przedstawiona została prosta wizualizacja, składająca się z dwóch przełączników oraz dwóch lampek:



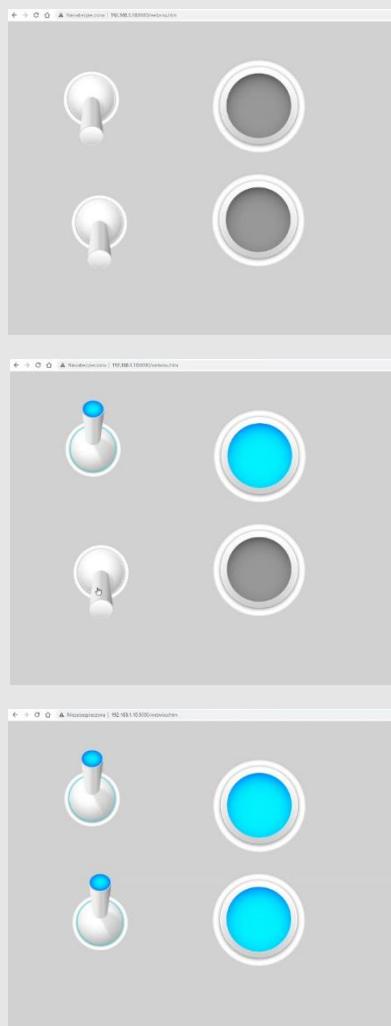
- Po uruchomieniu wizualizacji, można przedstawić ją na kilka sposobów:
 - **W środowisku „CodeSys”** – możliwość zmiany konfiguracji sterownika z poziomu używanego oprogramowania.
 - **W przeglądarce internetowej na komputerze** (dzięki wcześniej stworzonemu serwerowi internetowemu) – możliwość zmiany konfiguracji sterownika z poziomu przeglądarki internetowej:
 - ✓ W pierwszej kolejności, w środowisku „CodeSys” należy skonfigurować możliwość wizualizacji konfiguracji sterownika PLC za pomocą przeglądarki internetowej:



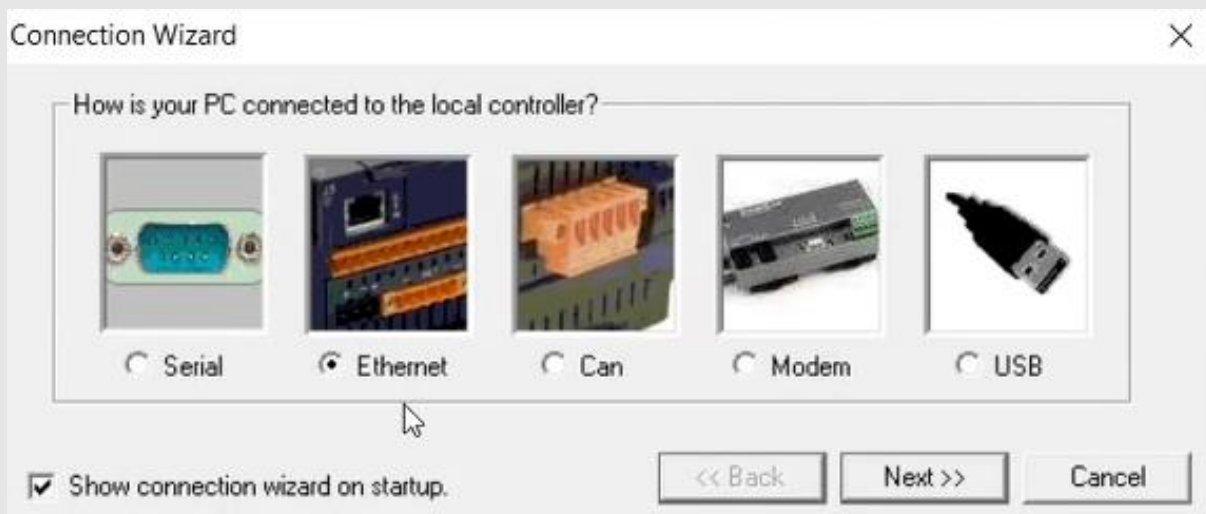
- ✓ Następnie, wpisując w przeglądarce internetowej adres IP konfigurowanego sterownika PLC, pojawia się opcja włączenia wizualizacji bezpośrednio w oknie przeglądarki:



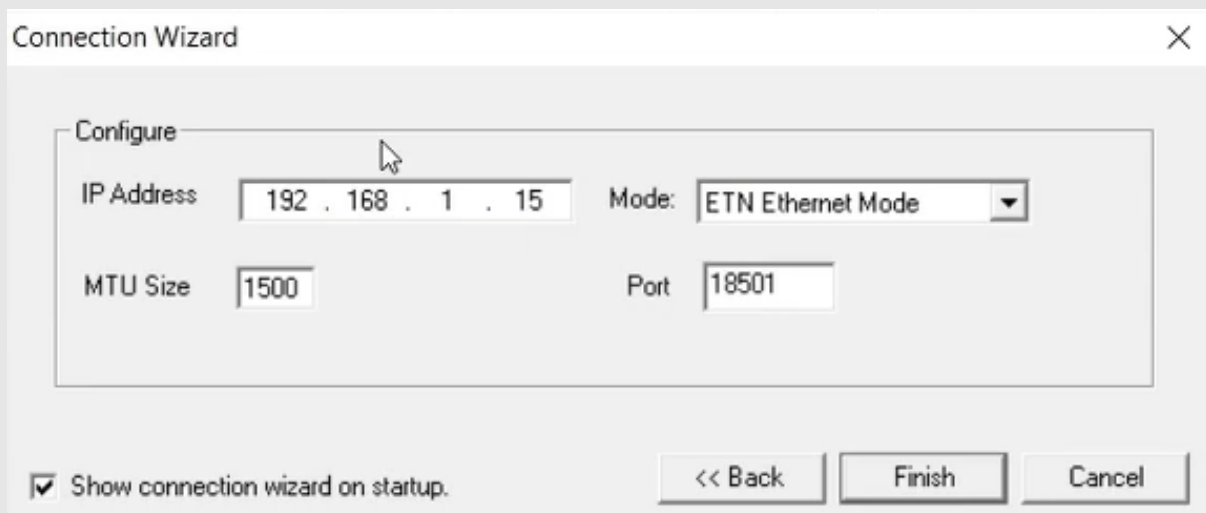
- ✓ Po włączeniu wizualizacji w przeglądarce internetowej, istnieje możliwość konfigurowania sterownika PLC z dowolnego miejsca na ziemi (z dostępem do internetu):



- W przeglądarce internetowej na telefonie (dzięki wcześniej stworzonemu serwerowi internetowemu) – możliwość zmiany konfiguracji sterownika z poziomu przeglądarki internetowej.
- Po obsłudze sterownika **PLC Astraada One EC1000** (sterownika modułowego), można przejść do skonfigurowania sterownika **PLC Horner XL4e** (sterownika z ekranem), co wykonuje się w środowisku „Cscape”, które umożliwia także zaprogramowanie tego sterownika.
 - W pierwszej kolejności, po uruchomieniu programu „Cscape”, program zapyta użytkownika o sposób podłączenia komputera personalnego do lokalnego sterownika PLC – należy wybrać opcję połączenia tych urządzeń poprzez **Ethernet**:



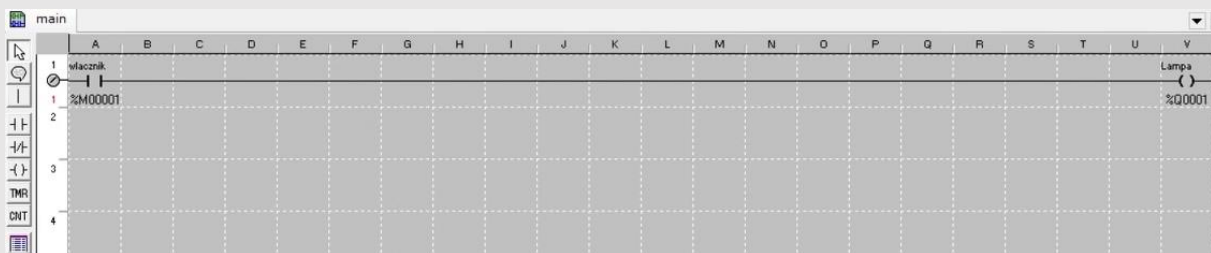
- Następnie, należy skonfigurować połączenie sieciowe, podając jego **adres IP**, natomiast resztę można zostawić domyślnie:



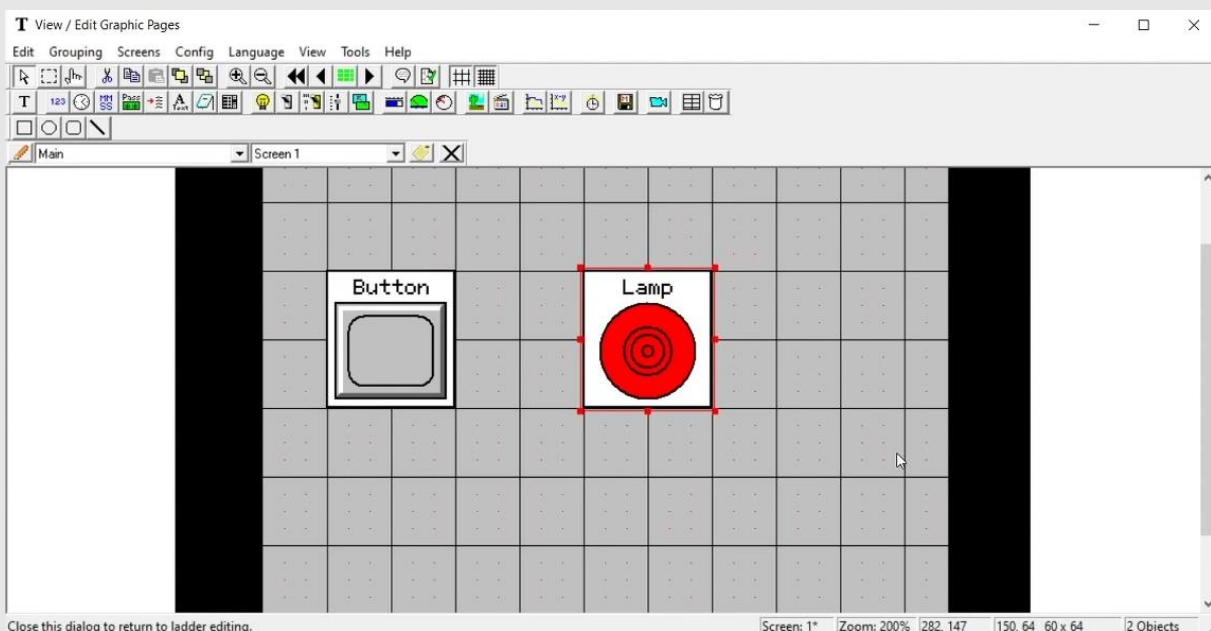
- W kolejnym kroku, należy wejść w zakładkę „**Hardware Configuration**”, gdzie podaje się podstawowe informacje o modelu obsługiwanego sterownika PLC:

- Należy również wejść w opcję konfiguracji „**LAN1**”, gdzie ponownie należy podać **adres IP** połączenia sieciowego oraz jego **maskę** i **bramę domyślną**, co przedstawiono na poniższym obrazku:

- Dodatkowo, w poprzednim kroku należy także zaznaczyć opcję „**Modbus Slave**” w okienku „Protocol Support” i polu „Resident Protocols” – połączenie sieciowe będzie wykonywane po Modbusie, natomiast sterownik PLC jest w tej konfiguracji urządzeniem podrzędnym (a router urządzeniem nadrzędnym – masterem), dlatego będzie to „slave” (niewolnik).
- W tym momencie, konfigurację sterownika PLC została zakończona – pozostało jedynie napisać prosty program w graficznym języku drabinkowym Ladder, którego zadaniem będzie włączanie lampki po wciśnięciu przycisku na ekranie sterownika:



- Teraz zostało już tylko wgrać program na sterownik (przez sieć, dlatego operacja ta może chwilę potrwać) i przetestować jego działanie na podstawie poniższej wizualizacji (szare pole w kratkę reprezentuje ekran sterownika PLC):



- Po naciśnięciu przycisku na ekranie sterownika PLC, lampka zapaliła się, co oznacza poprawnie skonfigurowane połączenie sieciowe pomiędzy komputerem, a sterownikiem PLC, przy pośredniczeniu routera przemysłowego z uruchomionym na nim wcześniej VPNem.