

Politechnika Rzeszowska  
Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki

SIECI KOMPUTEROWE I BAZY DANYCH

Temat 4a

**Protokoły warstwy sieciowej**  
**Adresacja IP**

dr inż. Paweł Penar

Rzeszów 2024

## Liczba laboratoriów w temacie: 2.5

### 1. Cel laboratorium

Celem laboratorium jest:

- zapoznanie się z ramką protokołu IP
- wyznaczanie podsieci na podstawie stałej i zmiennej maski
- realizacja struktury logicznej sieci w programie Cisco Packet Tracer

### 2. Część teoretyczna

Protokół IP, pracujący w warstwie trzeciej modelu ISO/OSI, pozwala na przesyłanie informacji pomiędzy sieciami.

#### 2.1. Kilka faktów o IPv4

- Protokół IP służy tylko do adresowania. Nie zapewnia mechanizmów weryfikacji tego, czy pakiety trafią do odbiorcy (to zapewnia TCP).
- Protokół IPv4 opisano w dokumencie [RFC 791](#). Następcą IPv4 jest IPv6, który opisano w [RFC 8200](#).
- Protokół IP jest niezależny od mediów transmisyjnych.
- Pakiet IP składa się z dwóch części – nagłówka i danych.
- Adres IPv4 składa się z 4. ośmiobitowych oktetów (np. 192.168.1.100).
- Maski – rozdziela oktety (a nawet bity) adresujące sieć od tych, które adresują hosta (np. maska 255.255.255.0 informuje, że trzy pierwsze oktety adresują sieć a ostatni adresuje hosty w podsieci/sieci) .
- W danej podsieci/sieci dwa adresy spełniają specjalne funkcje. Jest to adres sieci i adres rozgłoszeniowy.

Przykład: Dla adresu IP 192.168.10.12 z maską 255.255.255.0, adres sieci to 192.168.10.0 a adres rozgłoszeniowy to 192.168.1.255.

#### Przykładowy adres IPv4 z maską podsieci

10								32								48								222							
2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0
255								0								0								0							
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

- IP: 10.32.48.222
- Maski: 255.0.0.0
- Adres sieci: 10.0.0.0
- Adres rozgłoszeniowy: 10.255.255.255

Adres 127.0.0.1 to tzw. pętla zwrotna czyli adres lokalny hosta.

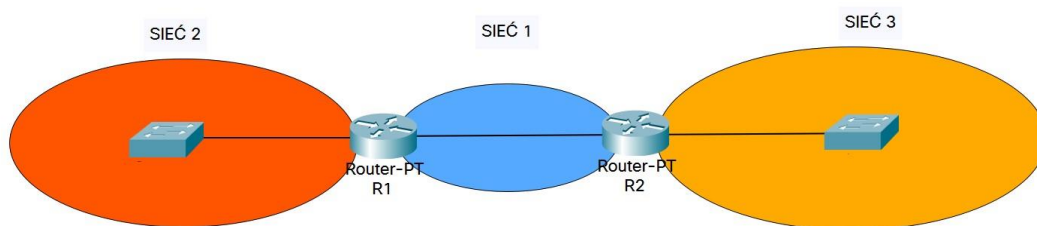
Adresy IPv4 dzielą się na prywatne i publiczne. Adresy prywatne nie są widoczne w sieci internetowej, nie mogą się więc w niej komunikować. W związku z tym, jeśli w sieci LAN wykorzystywana jest adresacja prywatna, to do wyjścia na zewnątrz potrzebny jest adres publiczny. Sama sieć LAN (tj. urządzenia w tej sieci) jest adresowana z użyciem adresów prywatnych. Wyróżniamy trzy klasy adresów prywatnych:

- Klasa A: 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (domyślna maska 255.0.0.0)
- Klasa B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (domyślna maska 255.255.0.0)
- Klasa C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (domyślna maska 255.255.255.0)

Schemat adresowania oparty o klasy wycofano w 1997 r, choć do dziś jest zwyczajowo używany. Jego miejsce zajęła technika VLSM (choć nie wszystkie protokoły routingu mogą jej używać). Jest to metoda wykorzystująca maski stałej i zmiennej długości do podziału na podsieci [1].

## 2.2. Podział sieci na podsieci – przykład 1

Wiedząc, że każdy port routera jest związany z inną siecią i stosując prywatne adresy IPv4 klasy C z domyślną maską (maska jest stała), należy zaadresować strukturę widoczną na rysunku 1.



Rysunek 1: Struktura sieci dla przykładu 1

### Rozwiązanie

#### Krok 1

W strukturze widocznej na rys. 1 występują trzy sieci, które należy zaadresować. Do tego celu (zgodnie z poleceniem) zostaną wykorzystane adresy prywatne klasy C, z domyślną maską, tj. 255.255.255.0. Przyjęcie takiej maski oznacza, że adresy prywatne klasy C mogą zaadresować 255 podsieci (gdyż pierwsze trzy oktety adresują sieć). W każdej z nich można zaadresować 254 hosty. Pozostałe adresy to adres sieci i adres rozgłoszeniowy.

#### Krok 2

Wybrano następujące adresy sieci należące do puli prywatnej klasy C:

- sieć 1: 192.168.10.0,
- sieć 2: 192.168.20.0,
- sieć 3: 192.168.30.0.

W związku z tym uzyskano adresacji IP, którą zestawiono w tab. 1.

Tabela 1. Adresacja IP dla struktury pokazanej na rys. 1

Nr sieci	Adres sieci	Pula adresów dla hostów	Adres rozgłoszeniowy
1	192.168.10.0	192.168.10.1-192.168.10.254	192.168.10.255
2	192.168.20.0	192.168.20.1-192.168.20.254	192.168.20.255
3	192.168.30.0	192.168.30.1-192.168.30.254	192.168.30.255

## 2.4. Podział sieci na podsieci – przykład 2

Korzystając z adresu 192.168.1.0/24 oraz wykorzystując podsieci różnej długości (zmienna maska), zaadresować podsieci w układzie pokazanym na rysunku. Tam też podano wymagana liczbę adresów w podsieciach.



Rysunek 2. Struktura sieci dla przykładu 2

Rozwiązanie postawionego zagadnienia podano w kilku krokach:

### Krok 1:

Mamy do dyspozycji adres 192.168.1.0/24. Zgodnie z poleceniem, korzystając ze zmiennej maski, należy utworzyć trzy podsieci. Należy rozpocząć od tej, która wymaga największej przestrzeni adresowej (60 hostów). Kolejno zostaną utworzone podsieci pozwalające adresować 20 i 2 adresy.

### Krok 2:

Do adresowania 60 hostów potrzebne jest 6 bitów (bo  $2^6=64$ ). Tyle bitów rezerwujemy w ostatnim okcie adresu (tylko on adresuje hosty, bo maska jest standardowa)

192								168								1								0							
2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
255								255								255								192							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Rysunek 3. Reprezentacja binarna adresu IP w kroku 2 dla przykładu 2

W ten sposób otrzymaliśmy cztery podsieci z maską 255.255.255.192. Dwie pierwsze podsieci to:

1: 192.168.1.0/26; zakres 192.168.1.0-192.168.1.63; sieć adresuje 64-2=62 hosty, tj. od adresu 192.168.1.1 do 192.168.1.62; broadcast: 192.168.1.63

2: 192.168.1.64/26; zakres 192.168.1.64-192.168.1.127; sieć adresuje 64-2=62 hosty, tj. od adresu 192.168.1.65 do 192.168.1.126; broadcast: 192.168.1.127

Adres podsieć nr 2 będzie wykorzystany jako adres bazy dla tworzenia podsieci mającej adresować 20 hostów.

### Krok 3:

Do adresowania 20 hostów potrzebne jest 5 bitów (bo  $2^5 = 32$ ). Tyle bitów rezerwujemy w ostatnim oktecie adresu sieci 192.168.1.64/26. Jest to adres 2. podsieci wyznaczonej w kroku 2.

192								168								1								64							
2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
255								255								255								224							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Rysunek 4. Reprezentacja binarna adresu IP w kroku 3 dla przykładu 2

W ten sposób otrzymaliśmy dwie podsieci z maską 255.255.255.224:

1: 192.168.1.64/27; zakres 192.168.1.64-192.168.1.95; sieć adresuje 32-2=30 hosty, tj. od adresu 192.168.1.65 do 192.168.1.94; broadcast: 192.168.1.95

2: 192.168.1.96/27; zakres 192.168.1.96-192.168.1.127; sieć adresuje 32-2=30 hosty, tj. od adresu 192.168.1.97 do 192.168.1.126; broadcast: 192.168.1.127

Adres podsieć nr 2 będzie wykorzystany jako adres bazowy dla tworzenia podsieci mającej adresować 2 hostów.

### Krok 4:

Nowa sieć podstawowa ma adres 192.168.1.96/27. Do zaadresowania 2 hostów potrzebne jest 2 bity (bo  $2^2 = 4$ ). Tyle bitów rezerwujemy w ostatnim oktecie adresu.

192								168								1								96							
2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
255								255								255								254							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Rysunek 5. Reprezentacja binarna adresu IP w kroku 4 dla przykładu 2

W ten sposób otrzymaliśmy osiem podsieci z maską 255.255.255.254. Pierwsza z nich to:

1: 192.168.1.96/30; zakres 192.168.1.96-192.168.1.99; sieć adresuje 4-2=2 hosty tj. od adresu 192.168.1.97 do 192.168.1.98; broadcast: 192.168.1.99

Analogiczne rozwiązanie (tab. 2) otrzymano, stosując kalkulator podsieci dla masek zmiennej długości dostępny pod adresem <http://vlsmcalc.net/>.

Tabela 2. Adresacja dla przykładu 2

Subnet Name	Needed Size	Allocated Size	Address	Mask	Dec Mask	Assignable Range	Broadcast
A	60	62	192.168.1.0	/26	255.255.255.192	192.168.1.1 - 192.168.1.62	192.168.1.63
B	20	30	192.168.1.64	/27	255.255.255.224	192.168.1.65 - 192.168.1.94	192.168.1.95
C	2	2	192.168.1.96	/30	255.255.255.252	192.168.1.97 - 192.168.1.98	192.168.1.99

### 3. Zadania do wykonania

1. Podaj przykład ramki protokołu IP przechwyconej w Wireshark. Podaj wartości pól nagłówka i wyjaśnij (krótko) ich znaczenie.
2. Wprowadzenie do Cisco Packet Tracker

Program Cisco Packet Tracker można pozyskać ze strony: <https://www.netacad.com/cisco-packet-tracer> (kurs Getting Started with Cisco Packet Tracer)

#### 2.1: Konfiguracja podstawowej sieci lokalnej (LAN)

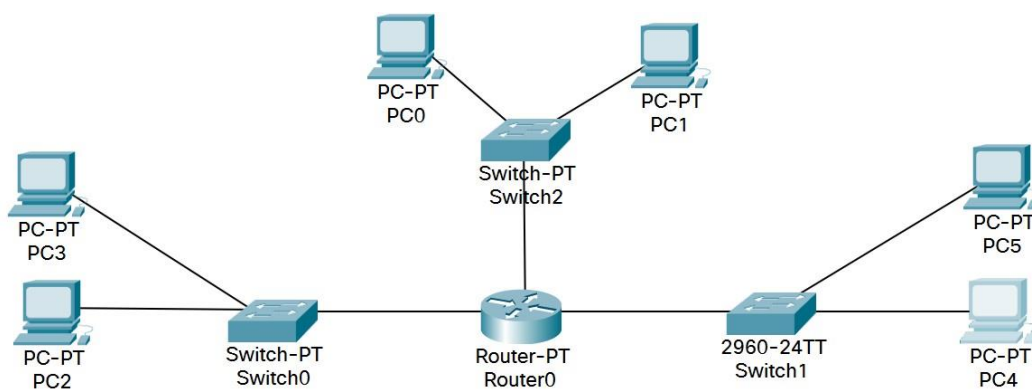
- Tworzenie topologii:
  - Dodaj dwa komputery (PC1 i PC2) oraz przełącznik (SW1) do przestrzeni roboczej.
  - Połącz komputery z przełącznikiem za pomocą kabli Ethernet.
- Konfiguracja adresów IP: Skonfiguruj adresy IP dla PC1 i PC2 nadając im adresy nierutowalne z klasy C.
- Testowanie łączności: Użyj polecenia `ping` z PC1 do PC2, aby sprawdzić, czy komunikacja działa poprawnie.

#### 2.2. Konfiguracja serwera DHCP

- Tworzenie topologii:
  - Dodaj serwer (DHCP Server), dwa komputery (PC1 i PC2) oraz przełącznik (SW1).
  - Połącz wszystkie urządzenia za pomocą kabli Ethernet.
- Konfiguracja serwera DHCP:
  - Skonfiguruj serwer DHCP z następującymi ustawieniami:
    - Adres IP serwera: 192.168.1.10
    - Zakres adresów IP: 192.168.1.20 do 192.168.1.30
    - Maska podsieci: 255.255.255.0
    - Brama domyślna: 192.168.1.1
- Konfiguracja komputerów:
  - Ustaw oba komputery (PC1 i PC2) na automatyczne uzyskiwanie adresu IP (DHCP).
- Testowanie przydzielania adresów IP:
  - Sprawdź, jakie adresy IP zostały przydzielone komputerom za pomocą polecenia `ipconfig` na każdym z nich.
  - Użyj polecenia `ping`, aby przetestować komunikację między komputerami.

3. W oparciu o rys. 7 i zasadę adresacji interfejsów routera, wyznacz (ręcznie) liczbę potrzebnych podsieci oraz zakres ich obszar. Obliczenia zapisz w sprawozdaniu. Następnie, korzystając z adresów prywatnych (maska jest stała) określonych w tabeli 3 w zależności od zespołu, wyznacz adresacje sieci/podsieci. Zaprojektowaną strukturę wraz z adresacją odwzoruj z wykorzystaniem programu Cisco Packet Tracker. Na modelu sieci należy: nanieść adresacje, zaadresować urządzenia końcowe i porty routerów (bez dodawania reguł routingu). Dodatkowo należy wykonać ping w kilku wersjach:
- w ramach jednej podsieci
  - pomiędzy podsieciami
  - na adres rozgłoszeniowy

*Uwaga: zapisany model sieci należy wysłać do prowadzącego.*



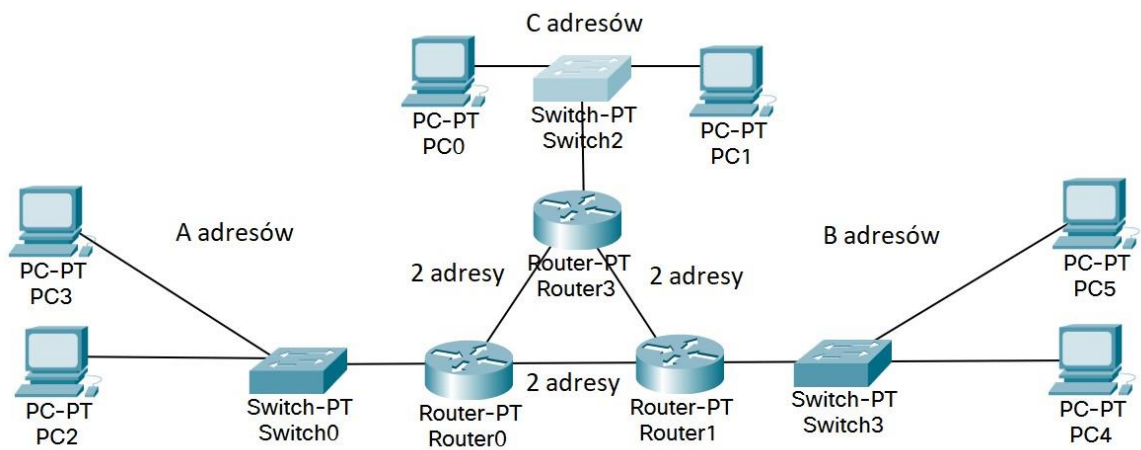
*Rysunek 7. Schemat do zadania 3*

*Tabela 3. Dane do zadania 3*

Nr zespołu	1	2	3	4	5	6	7	8
Klasa IP	B	B	C	B	C	B	B	C

4. Korzystając z maski o zmiennej długości oraz wybranego adresu bazowego zaadresuj (ręcznie) strukturę sieci, którą pokazano na rys. 8. Każda podsieć musi spełniać wymagania dotyczące liczby hostów, które można zaadresować. Te założenia oznaczono na rys. 7 literami A,B,C a ich wartości, w zależności od zespołu, podano w tabeli 4 . Zaprojektowaną strukturę wraz z adresacją odwzoruj z wykorzystaniem programu Cisco Packet Tracker. Na modelu sieci należy: nanieść adresacje, zaadresować urządzenia końcowe i porty routerów (bez dodawania reguł routingu). Dodatkowo należy wykonać ping w kilku wersjach:
- w ramach jednej podsieci
  - pomiędzy podsieciami
  - na adres rozgłoszeniowy

*Uwaga: zapisany model sieci należy wysłać do prowadzącego.*



Rysunek 8. Schemat do zadania 4

Tabela 4. Dane do zadania 4

Nr zespołu	1	2	3	4	5	6	7	8
A	100	200	50	70	100	200	140	120
B	100	200	50	80	80	150	140	50
C	30	100	30	90	60	50	50	200