

# Sieci komputerowe

Mateusz Podmokły III rok Informatyka WI

semestr zimowy 2025

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Spanning Tree Protocol (STP)</b>	<b>2</b>
1.1	Wybór Root Bridge . . . . .	2
1.2	Wybór Root Port . . . . .	2
1.3	Wybór Designated Port . . . . .	2
1.4	Wybór Blocking Port . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Tablica forwardingu (FDB)</b>	<b>2</b>
2.1	Uczenie się (Learning) . . . . .	2
2.2	Przekazywanie (Forwarding) . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Address Resolution Protocol (ARP)</b>	<b>3</b>
3.1	Sprawdzenie sieci . . . . .	3
3.2	Żądanie ARP . . . . .	3
3.3	Odpowiedź ARP . . . . .	3
3.4	Zapis w tablicy ARP . . . . .	3
3.5	Proxy ARP . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Routing</b>	<b>3</b>
4.1	EIGRP . . . . .	3
4.2	OSPF . . . . .	4
4.3	RIP . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Fragmentacja IP</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Literatura</b>	<b>5</b>

# 1 Spanning Tree Protocol (STP)

## 1.1 Wybór Root Bridge

Bridge ID (BID) = priorytet + VLAN ID (2B) + MAC (6B)

Najpierw używany jest priorytet switcha, ewentualnie, jak remis, to MAC. Root Bridge zostaje urządzenie o najmniejszej wartości BID, czyli najwyższy priorytet.

## 1.2 Wybór Root Port

Dla każdego switcha wybierany jest jeden Root Port, który prowadzi najtańszą ścieżką do Root Bridge. Do rozstrzygania remisów używane są następujące kryteria:

1. Root Path Cost - najmniejszy łączny koszt ścieżki do Root Bridge
2. Lowest Sender BID - priorytet nadrzędnego switcha
3. Lowest Port ID (PID) - numer portu nadawcy
4. Local PID - lokalny numer portu

## 1.3 Wybór Designated Port

Wszystkie porty Root Bridge są Designated Port. Dla każdego segmentu sieci wybierany jest jeden Designated Port na podstawie następujących kryteriów:

1. Root Path Cost - najmniejszy łączny koszt ścieżki do Root Bridge
2. Lowest BID - priorytet switcha
3. Lowest PID - numer portu

## 1.4 Wybór Blocking Port

Wszystkie pozostałe porty zostają Blocking Port.

# 2 Tablica forwardingu (FDB)

## 2.1 Uczenie się (Learning)

Switch odbiera ramkę Ethernet od danego urządzenia z jakiegoś swojego portu. Jeżeli danego adresu MAC nie ma jeszcze w tablicy, to switch dodaje wpis do tablicy forwardingu w postaci MAC → port.

## 2.2 Przekazywanie (Forwarding)

Jeżeli switch ma adres docelowy w tablicy forwardingu, to wie na który port przesłać ramkę. Natomiast jeżeli nie ma, to przesyła ją na wszystkie porty z wyjątkiem portu, z którego przyszła.

## 3 Address Resolution Protocol (ARP)

### 3.1 Sprawdzenie sieci

Urządzenie sprawdza, czy docelowy adres IP jest w tej samej sieci. Jeśli tak, to wysyła zapytanie ARP o adres docelowy, a jeśli nie to wysyła zapytanie ARP o adres bramy domyślnej i później tam prześle pakiet. Dalej ARP działa też w kolejnych sieciach na drodze pakietu zgodnie z tablicami routingu.

### 3.2 Żądanie ARP

Urządzenie wysyła komunikat rozgłoszeniowy **ARP Request** (broadcast) do wszystkich w sieci lokalnej pytając kto ma docelowy adres IP, którego poszukuje. Oczekuje adresu MAC tego urządzenia.

### 3.3 Odpowiedź ARP

Tylko urządzenie o wskazanym adresie IP odpowiada komunikatem bezpośrednim **ARP Reply** wysyłając swój adres MAC. Przy okazji zapisuje w swojej tablicy ARP adres MAC urządzenia, które przysłało zapytanie. Pozostałe urządzenia w sieci (świadkowie) ignorują zapytanie.

### 3.4 Zapis w tablicy ARP

Urządzenie źródłowe zapisuje otrzymaną parę  $IP \rightarrow MAC$  w swojej tablicy ARP. Przy następnej komunikacji już nie musi ponownie wysyłać zapytania.

### 3.5 Proxy ARP

Jeżeli urządzenie myśli, że adres docelowy jest w tej samej sieci (np. przez maskę), to wysyła zapytanie ARP w sieci lokalnej. Wtedy, w przypadku włączonego Proxy ARP, router odpowiada na to zapytanie, że to jego adres IP, jeżeli wie, że docelowy adres IP jest osiągalny przez jego inny interfejs.

## 4 Routing

### 4.1 EIGRP

Protokół dla każdej ścieżki do danej sieci oblicza wartość metryki i wybiera ścieżkę z najniższą metryką, wg wzoru

$$M = 256 \cdot (K_1 B + K_3 D)$$

domyślnie

$$K_1 = 1$$

$$K_3 = 1$$

gdzie

$$B = \frac{10^7}{\min(\text{bandwidth na ścieżce})(\text{kbps})}$$
$$D = \frac{\sum \text{delay}(\mu s)}{10}$$

Jeżeli dwie ścieżki mają tę samą wartość metryki, to zazwyczaj zostaną ustawione obydwie jako opcja load balancing (chyba że w konfiguracji ustawiono inaczej).

## 4.2 OSPF

Wykorzystuje prostszą metrykę do wyznaczania najlepszej trasy, wg wzoru

$$M = \sum \frac{10^5}{B(\text{kbps})}$$

gdzie  $B$  to przepustowość łącza. Sumujemy po wszystkich łączach na trasie do sieci docelowej włącznie. Wybiera trasę z najniższą wartością metryki.

## 4.3 RIP

Jako metrykę wykorzystuje liczbę routerów (hopów) po drodze do sieci docelowej. Im mniej tym lepiej, 16 hopów oznacza nieskończoność.

## 5 Fragmentacja IP

W momencie, kiedy wielkość pakietu IP przekracza Maximum Transmission Unit (MTU) łącza, pakiet jest dzielony na mniejsze takie, żeby wielkość danych razem z nagłówkiem IP (20B) zmieściła się na danym łączu. Jeżeli fragment nie mieści się w dalszej części trasy na jakimś łączu to jest dalej odpowiednio dzielony. Pakiet składany jest w całość dopiero przez hosta docelowego. Tabela przedstawia pola związane z fragmentacją pakietów:

ID	R	DF	MF	Offset
*	0	0	1	0
*	0	0	0	122

Tabela 1: Przykładowe wartości pól.

**ID** - identyfikator pakietu,

**R** - bit zarezerwowany,

**DF** - *Don't Fragment*, zakaz podziału pakietu,

**MF** - *More Fragments*, jeśli 1, to będzie więcej fragmentów pakietu, a 0 oznacza ostatni fragment,

**Offset** - pozycja danego fragmentu w oryginalnym pakiecie, liczona w blokach po 8B.

## 6 Literatura

- [1] Zieliński, K. (2026). Sieci komputerowe. *Wykłady prowadzone na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.*