

Sieci komputerowe

Mateusz Podmokły III rok Informatyka WI

semestr zimowy 2025

Spis treści

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Spanning Tree Protocol (STP) | 2 |
| 1.1 | Wybór Root Bridge | 2 |
| 1.2 | Wybór Root Port | 2 |
| 1.3 | Wybór Designated Port | 2 |
| 1.4 | Wybór Blocking Port | 2 |
| 2 | Tablica forwardingu (FDB) | 2 |
| 2.1 | Uczenie się (Learning) | 2 |
| 2.2 | Przekazywanie (Forwarding) | 2 |
| 3 | Address Resolution Protocol (ARP) | 3 |
| 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 |
| 4 | Routing | 3 |
| 4.1 | EIGRP | 3 |
| 4.2 | OSPF | 4 |
| 4.3 | RIP | 4 |
| 5 | Fragmentacja IP | 4 |
| 6 | Literatura | 5 |

1 Spanning Tree Protocol (STP)

1.1 Wybór Root Bridge

Bridge ID (BID) = priorytet + MAC

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

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

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

$$M = \sum \frac{10^8}{B}$$

gdzie B to przepustowość łącza. Sumujemy po wszystkich łączach na trasie do sieci docelowej łącznie. 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 łączy. Jeżeli fragment nie mieści się w dalszej części trasy na jakimś łączy 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.*