

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 + 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 nadzawanego 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 przesyłać 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 przyspało zapytanie. Pozostałe urządzenia w sieci (świadkowie) ignorują zapytanie.

3.4 Zapis w tablicy ARP

Urządzenie źródłowe zapisuje otrzymaną parę IP → 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

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

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) łączna, 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 do 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*.