

---

## Model OSI - warstwa sieci

---

### Warstwa sieci (3)

Zadaniem warstwy sieci jest ustalenie najlepszej drogi przesyłania pakietów. Warstwa sieci jako jedyna dysponuje wiedzą dotyczącą fizycznej topologii sieci. Rozpoznaje, jakie drogi łączą poszczególne komputery (trasowanie, routowanie) i decyduje, ile informacji należy przesłać jednym z połączeń, a ile innym. Jeżeli danych do przesłania jest zbyt wiele, to warstwa sieciowa po prostu je ignoruje.

Warstwa sieci opisuje cztery zadania do wykonania:

1. Adresowanie pakietów z użyciem adresu IP
2. Enkapsulacja
3. Routing
4. Dekapsulacja

1. Adresowanie - w sieci wymagane jest, aby każde urządzenie wysyłające i odbierające miało swój unikalny adres IP. Urządzenia z przypisanym adresem IP nazywamy hostami.
2. Enkapsulacja - każda przesyłana jednostka PDU musi być zidentyfikowana za pomocą źródłowego i docelowego adresu IP podanego w nagłówku. Nagłówek ten posiada informacje adresowe i bity identyfikujące **pakiet**, czyli jednostkę PDU warstwy sieci.
3. Routing - pakiet powstały w wyniku enkapsulacji segmentu zawiera wszystkie informacje potrzebne do dotarcia do sieci docelowej. Podróż pakietu między sieciami może wymagać przejścia przez wiele routerów, czyli urządzeń łączących sieci. Analizują one pakiety i protokoły warstwy 3 oraz obliczają najlepszą drogę pakietów.

Routing - analiza informacji o adresie docelowym -> wybór trasy dla adresu ->

-> przekazanie pakietu do następnego routera w wybranej sieci.

Każdy odcinek trasy, którym pakiet podąża do następnego urządzenia nazywamy skokiem. Każdy router na trasie ustala, czy pakiet należy do sieci bezpośrednio do niego podłączonej. Jeżeli tak to przekazuje on pakiet przez odpowiedni interfejs sieciowy do sieci LAN. Jeżeli nie, przekazuje do kolejnego routera na trasie.

Aby pakiet mógł wędrować pomiędzy hostami, trzeba przekazać go do warstwy łącza danych, tam podlega kolejnej enkapsulacji (ramki), a następnie w postaci zakodowanej jest przekazywany do warstwy fizycznej.

4. Dekapsulacja - pakiet dociera do sieciowego interfejsu routera na poziomie warstwy fizycznej. Karta interfejsu routera przyjmuje ramkę, usuwa informacje warstwy 2, po czym przekazuje pakiet w górę do warstwy sieci.

Gdy pakiety wędrują od sieci do sieci, po drodze do miejsca docelowego może odbywać się kilka procesów enkapsulacji i dekapulacji wykonywanych przez routery. W miejscu

docelowym warstwa sieci rozpakowuje pakiet i po stwierdzeniu, że wędrówka dobiegła końca, przekazuje go do warstw wyższych w celu dostarczenia i przetworzenia danych.

### **Protokoły warstwy sieci**

Najszerzej stosowanym protokołem warstwy sieci jest protokół IP, obecnie IPv4 - protokół przenoszenia danych.

Podstawowe cechy IPv4:

- bezpołączeniowy;
- nie korzysta z procesów gwarantujących dostarczenie pakietów, co przyczynia się do skrócenia czasu przetwarzania przez routery oraz do oszczędzania szerokości pasma;
- niezależny od nośnika - IPv4 nie zajmuje się nośnikiem, jednak istotnym elementem jest wielkość jednostki PDU. W niektórych sieciach istnieją ograniczenia wielkości wynikające z rodzaju nośnika. Wtedy jest narzucana maksymalna wartość pakietu, czyli wartość MTU (maximum transmission unit). Wartość ta jest ustalana przez warstwę łącza danych i przesyłana jest do warstwy sieci. Warstwa sieci tworzy zgodnie z wymogami pakietu. Gdy pakiet musi przejść przez sieć wymagającą mniejszych pakietów, wówczas podłączony do niej router dzieli pakiet na części mniejsze. Proces ten nazywamy **fragmentacją**.

Nagłówek pakietu IPv4

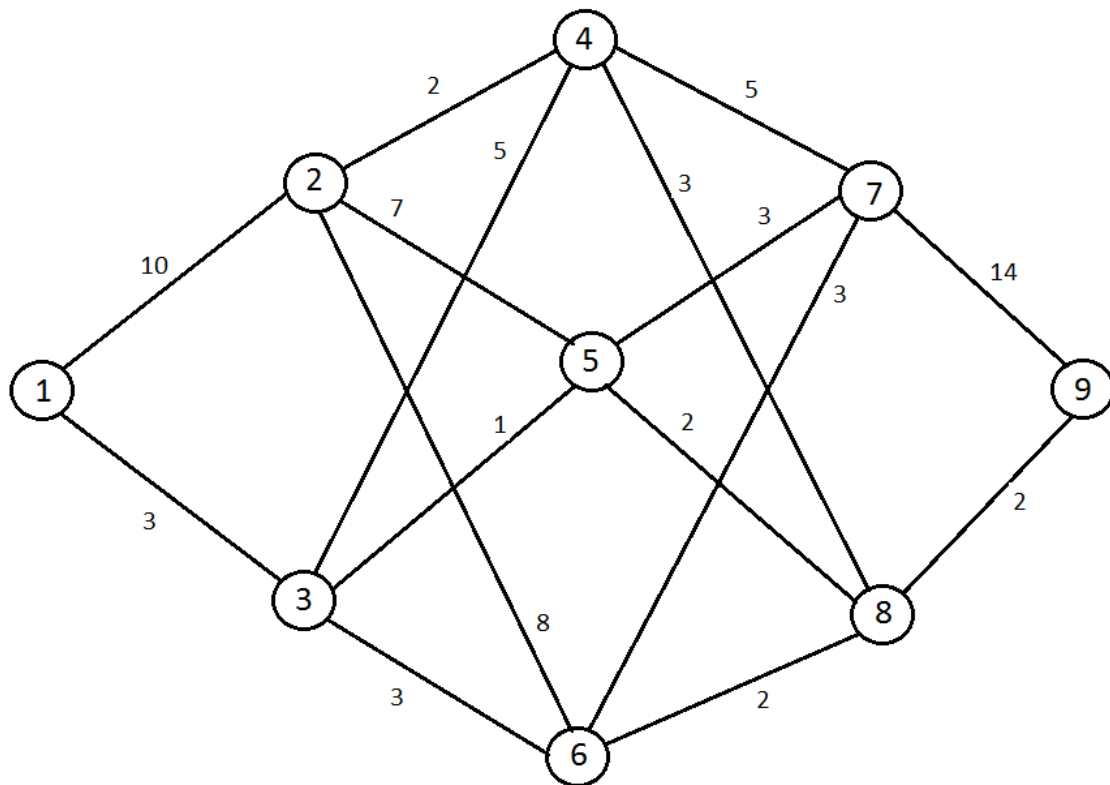
W nagłówku IP zawarte są instrukcje dostarczenia i obsługi pakietu IP. Gdy pakiet dociera do interfejsu routera to musi on wiedzieć czy jest to pakiet IPv4 czy IPv6. Aby się tego dowiedzieć router odczytuje dane z nagłówka.

Bajt 1		Bajt 2	Bajt 3	Bajt 4
Wersja	Długość nagłówka IP (IHL)	Typ usługi (ToS)	Długość pakietu	
Identyfikator			Flagi	Przesunięcie fragmentu
Czas życia (TTL)	Protokół		Suma kontrolna nagłówka	
Adres źródłowy				
Adres docelowy				
Opcje				Dopełnienie
Dane				

- Źródłowy adres IP - 32-bitowa wartość reprezentująca nadawcę
- Docelowy adres IP - 32-bitowa wartość reprezentująca odbiorcę

- TTL (time to live) - 8-bitowe pole opisuje maksymalną liczbę skoków, jaka może zostać wykonana, zanim pakiet zostanie uznany za stracony lub niemożliwy do dostarczenia. Każdy router, przez który pakiet jest obsługiwany, zmniejsza wartość pola o 1. Pakiet zostaje usunięty, gdy wartość TTL osiągnie 0.
- ToS (type of service) - typ usługi, 8-bitowe pole opisujące poziom priorytetu przepustowości, jaki router powinien przyjąć przy przetwarzaniu pakietu.
- Protokół - 8-bitowe pole, w którym jest określany protokół warstwy wyższej np. TCP, UDP lub ICMP, przez który zostanie odebrany pakiet po przejściu dekapulacji i przekazaniu do warstwy transportu.
- Flaga i przesunięcie fragmentu - router przekazując pakiet do nośnika, w którym obowiązuje mniejsza wartość MTU, może zostać zmuszony do podzielenia pakietu. Gdy wystąpi fragmentacja, do odtworzenia pakietu zostają użyte te pola w hoście docelowym. Pole przesunięcia określa kolejność, w jakiej fragmenty mają być poskładane w pierwotny pakiet.
- Wersja - pokazuje wersję protokołu IP (wersja 4 czy 6)
- Długość nagłówka - informuje router o długości nagłówka
- Długość pakietu - całkowita długość pakietu włącznie z nagłówkiem. Minimalna długość pakietu to 20 bajtów (nagłówek bez żadnych danych), a maksymalna długość pakietu zawierającego dane to 65536 bajtów
- Identyfikacja - wartość wysyłana przez źródło w celu ułatwienia zestawienia fragmentów.
- Suma kontrolna nagłówka - wielkość ustalana na podstawie bitów nagłówka i sprawdzana przez każdy występujący po drodze router.
- Opcje - rzadko wykorzystywane pole, które musi być wykorzystywane na specjalne potrzeby routingu.
- Wypełnienie - pole jest wypełniane bitami, gdy dane nagłówka nie kończą się na granicy 32 bitów.

**Zadanie:**



Jaka będzie długość i przez jakie węzły będzie przechodziła trasa od węzła 1 do 9, tak aby była najkrótsza?

Numerki na liniach to wagi - koszt przejścia od jednego węzła do drugiego.

Jak zmieni się ta trasa, jeśli węzeł nr 8 zostanie uszkodzone?

