

**TCP/IP**  
**Warstwa łącząca danych**

**mgr inż. Krzysztof Szałajko**

## Modele odniesienia

### OSI

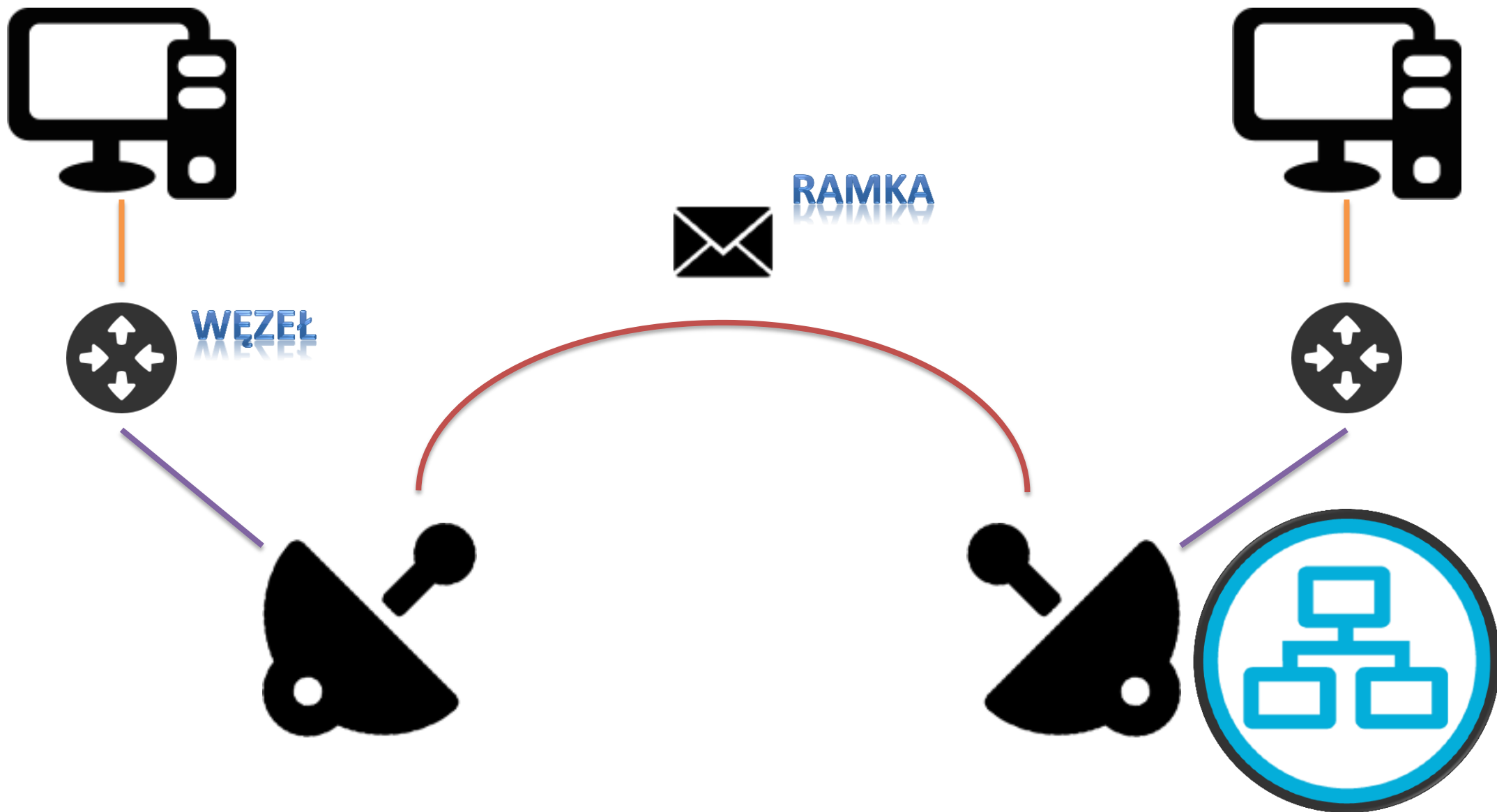
7	Aplikacji
6	Prezentacji
5	Sesji
4	Transportowa
3	Sieciowa
2	Łączy danych
1	Fizyczna

### TCP/IP

Aplikacji
Transportowa
Internetowa
Dostępu do sieci
Fizyczna



# SIECI KOMPUTEROWE



## Warstwa łączy danych

- Oddziela proces komunikacyjny od medium
  - Bez warstwy łączy danych protokoły warstwy sieciowej musiałyby przewidzieć z jakim medium będą miały do czynienia
  - Wprowadzenie nowych technologii wiązałoby się z koniecznością uaktualniania takich protokołów
  - Kluczowy powód podziału modelu na warstwy



## Ramki

Węzeł - urządzenie przechwytuje ramkę danego typu (przychodzącą z danego rodzaju medium) dekapsuluje ją do PDU warstwy 3, następnie przekazuje pakiet do nowej ramki i przesyła dalej.

Nagłówki każdej z ramek zależą od rodzaju medium, którym są transmitowane.

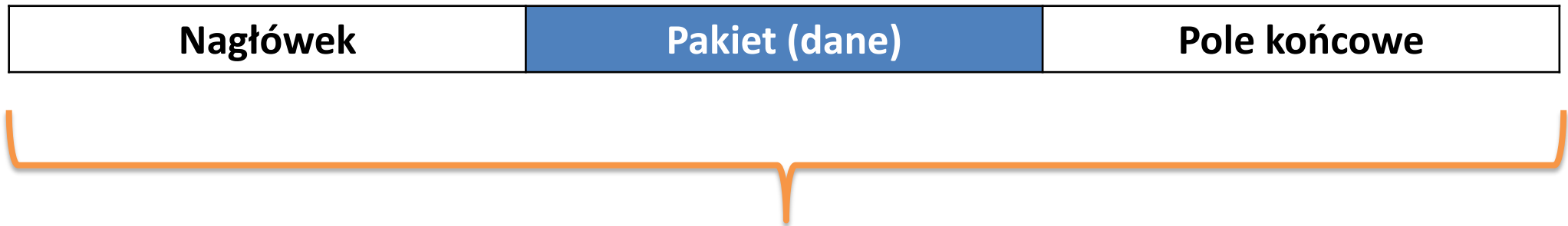


## Informacje kontrolne

- Adresy węzłów źródłowego i docelowego
- Moment rozpoczęcia i zakończenia komunikacji
- Następne w kolejności węzły na drodze komunikacji
- Przechwycone błędy



## Ogólna budowa ramki



**RAMKA**



## Elementy nagłówka i pola końcowego

Nagłówek:

- Wskaźnik początku ramki
- Pole nazw / adresowania
- Pole typu PDU zawartego w ramce

Pole końcowe

- Kontrola błędów
- Koniec ramki





7	Aplikacji
6	Prezentacji
5	Sesji
4	Transportowa
3	Sieciowa
2	Łącza danych
1	Fizyczna

ZAIMPLEMENTOWANE W OPROGRAMOWANIU

ZAIMPLEMENTOWANE W SPRZĘCIE



## Oprogramowanie / sprzęt

Karta sieciowa tworzy fizyczny „most” pomiędzy oprogramowaniem użytkownika, a medium sieciowym.

Oprogramowanie na niej zawarte przygotowuje dane do transmisji oraz ich kodowanie.



## Podwarstwy łącza danych

Warstwę łącza danych dzielimy na dwie podwarstwy:

- Logical link control (LLC)
  - Programowe procesy dostarczające usługi protokołom warstwy sieciowej
    - Enkapsulacja pakietu
    - Identyfikacja protokołu warstwy 3
- Media access control (MAC)
  - Adresowanie i sterowanie danymi
    - Adresowanie ramki
    - Oznaczenie początku i końca ramki



## Kontrola dostępu do medium

Różne implementacje protokołów warstwy drugiej w różny sposób określają czy i w jaki sposób węzły współdzielą medium.

Jest to również związane z topologią sieci komputerowej – niektóre z nich nie wymagają współdzielenia, inne tak.



## Kontrola dostępu do medium

- Brak kontroli
  - Potencjalnie wysoki poziom kolizji
- Niski poziom kontroli
  - Niewielka złożoność przetwarzania
  - Częste kolizje
- Wysoki poziom kontroli
  - Niewielka ilość bądź brak kolizji
  - Wysoka złożoność przetwarzania



## Podstawowe metody kontroli

- Kontrolowana (controlled)
  - Każdy węzeł ma określony przedział czasu, w którym może dokonać transmisji
- Bazująca na rywalizacji (contention-based)
  - Rywalizacja węzłów o dostęp do nośnika



## Kontrolowana metoda dostępu do medium

- Token ring, FDDI
- Nadaje tylko jedna stacja w danym przedziale czasu
- Ustalona kolejność transmisji
  - Sekwencyjnie, po kolei
  - Token
- Brak kolizji
- Nieefektywne – trzeba czekać



## Dostęp bazujący na rywalizacji

- Ethernet, łączność bezprzewodowa
- Rozpoczęcie transmisji w dowolnym momencie
- Występowanie kolizji
- Konieczność wykorzystania mechanizmów pozwalających rozwiązać problem rywalizacji:
  - CSMA/CD (Ethernet)
  - CSMA/CA (łączność bezprzewodowa)





## CSMA

Carrier Sense Multiple Access

Metoda wielodostęp do medium ze śledzeniem jego stanu – wykrywaniem sygnału przez niego przenoszonego.

Jeżeli sygnał zostaje wykryty, oznacza to, że trwa transmisja i należy odczekać pewien niewielki odstęp czasu.



## CSMA/CD

CSMA/Collision Detection

CSMA z wykrywaniem kolizji

1. Jeżeli medium jest wolne, urządzenie zaczyna nadawać.
2. Jeśli dwa lub więcej urządzeń zaczęło nadawać w tym samym czasie występuje kolizja.



## CSMA/CD

3. Informacja o wykryciu kolizji rozsyłana jest do wszystkich stacji.
4. Następuje losowy czas oczekiwania na wznowienie transmisji.
5. Kolejne stacje wznowiają transmisję po sprawdzeniu czy medium jest aktualnie wolne.



## CSMA/CA

CSMA/Collision Avoidance

CSMA z unikaniem kolizji

1. Urządzenie sprawdza czy medium jest wolne.
2. Jeśli tak, wysyła krótką informację (pilot), że chce zacząć nadawać.
3. Jeśli nie doszło do kolizji z sygnałem z innego urządzenia, otrzymuje zgodę na nadawanie.



## CSMA/CA

- Stacja zarządzająca ruchem to punkt dostępowy.
- Rozszerzenie mechanizmu CSMA/CA o AMP - (Arbitration on Message Priority), arbitraż w oparciu o priorytet wiadomości



## Niewspółdzielone medium



## Metody komunikacji

- Simplex
  - Transmisja jednokierunkowa
- Half-duplex
  - Transmisja dwukierunkowa naprzemienna
- Full duplex
  - Transmisja dwukierunkowa



## Topologie sieciowe

- Magistrali
- Gwiazdy
- Rozszerzonej gwiazdy
- Pierścienia
- Siatki





## Nagłówek ramki - przykładowe pola

- Pole początku ramki
- Pole adresu źródłowego i docelowego (adresy fizyczne)
- Pole priorytetu/jakości usług
- Pole typu - wskazuje usługę wyższej warstwy zawartą w ramce
- Pole kontroli logicznego połączenia
- Pole kontroli fizycznego łącza
- Pole kontroli przepływu
- Pole kontroli przeciążenia



## Suma kontrolna ramki

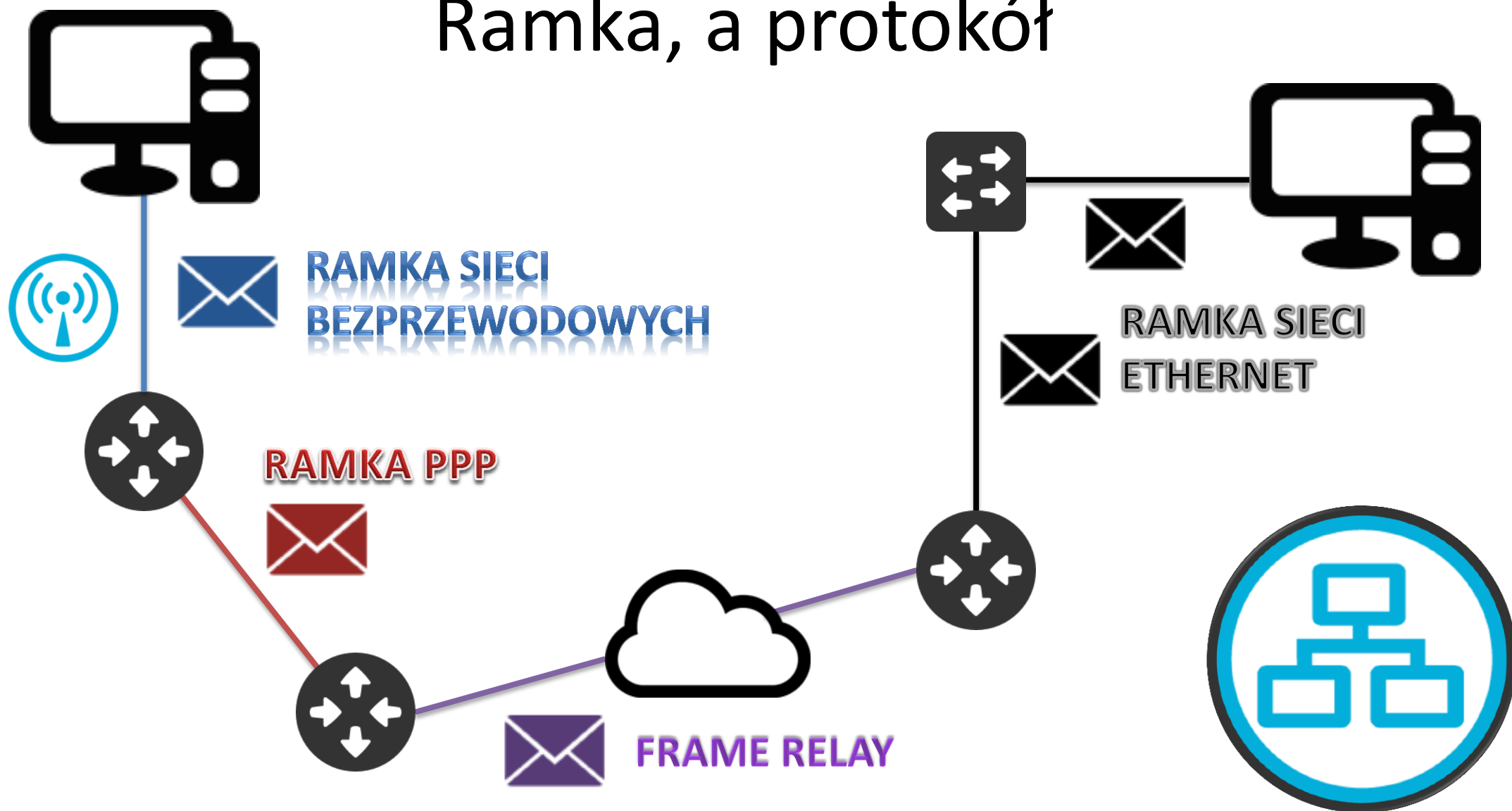
Frame Check Sequence (FCS)

Pole sumy kontrolnej ramki, mające na celu sprawdzenie, czy ramka nie uległa uszkodzeniu bądź zniekształceniu podczas transmisji.

Sprawdzenie sumy kontrolnej (CRC) odbywa się poprzez wygenerowanie jej, na podstawie zawartości ramki, przed i po transmisji, a następnie na ich porównaniu.



## Ramka, a protokół



## Protokół Ethernet w sieciach LAN

Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	Suma kontrolna
8 bajtów	6	6	2	46-1500	4

ramka

- Bezpołączeniowe usługi pozbawione potwierdzeń
- CSMA/CD
- Adresy – 48 bitowe szesnastkowe adresy MAC



## Point-to-Point Protocol w sieciach WAN

Ogranicznik	Adres	Sterowanie	Protokół	Dane	FCS
1 bajt	1	1	2	zmienna	2-4

ramka

- Protokół dostarczania ramek między dwoma węzłami.
- PPP może być stosowany w różnego rodzaju mediach: skrętce, światłowodzie, transmisji satelitarnej, itp.
- PPP ustanawia pomiędzy węzłami logiczne połączenia



## Bezprzewodowy protokół LAN

Wi-Fi, połączeniowo zorientowany system oparty o CSMA/CA.

W momencie kiedy medium jest wolne stacje odczekują losowy czas (backoff) po czym rywalizują o dostęp (zmniejszenie prawdopodobieństwa kolizji).

System potwierdzeń – w wypadku braku potwierdzenia retransmisja.



## Bezprzewodowy protokół LAN - ramka

- **Wersja protokołu**
- **Typ i podtyp**, określa jedną z trzech funkcji: sterowania, danych i zarządzania
- **Do DS** – ustawiona na 1 kiedy ramka kierowana jest do systemu dystrybucyjnego
- **Z DS** – poza system dystrybucyjny
- **Więcej fragmentów** – jeśli to tylko część ramki



## Bezprzewodowy protokół LAN - ramka

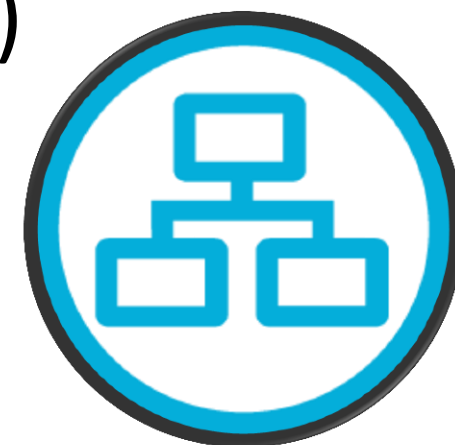
- **Powtórzona ramka** – w przypadku retransmisji
- **Więcej danych** – kiedy do stacji z włączonym trybem oszczędzania energii zbuforowane jest więcej ramek
- **WEP** – ramka zawiera dane szyfrowane WEP
- **Kolejność**
- **Czas trwania** – wymagany czas przestania ramki





## Bezprzewodowy protokół LAN - ramka

- **Adres docelowy (DA)** – MAC celu
- **Adres źródłowy (SA)**
- **Adres pośredni (RA)** – MAC pośredniczącego urządzenia bezprzewodowego
- **Adres urządzenia transmitującego (TA)**
- **Numer sekwencyjny**
- **Numer fragmentu ramki**



## Bezprzewodowy protokół LAN - ramka

- **Główna część ramki** – transportowane informacje
- **FCS** – 32 bitowa suma kontrolna



## ARP

Address Resolution Protocol

Urządzenie chcące dowiedzieć się, jaki adres fizyczny ma inne urządzenie w sieci wysyła do wszystkich zapytanie ARP z adresem sieciowym, po czym dostaje żadaną odpowiedź.

Protokołem przeciwnym jest RARP.



