

Informatyka 2 (ES1D300 017)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny
Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia
Rok akademicki 2019/2020

Wykład nr 14 (21.01.2020)

dr inż. Jarosław Forenc

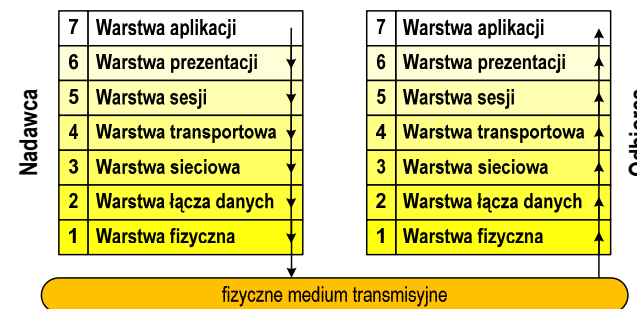
Plan wykładu nr 14

- Model referencyjny ISO/OSI i model protokołu TCP/IP
 - warstwa dostępu do sieci
 - warstwa Internetu
 - warstwa transportowa
 - warstwa aplikacji

Model ISO/OSI

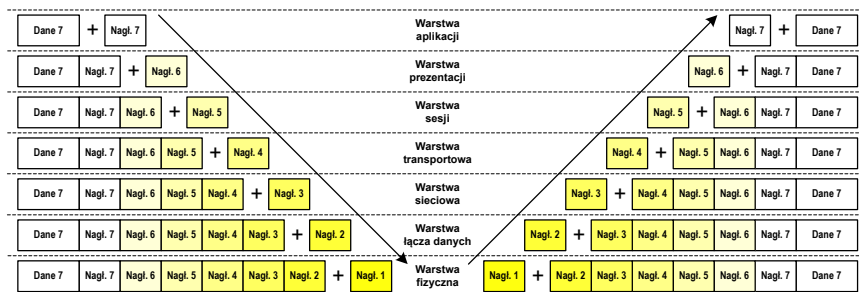
- w latach 70-tych nie istniały ogólne standardy dotyczące sieci komputerowych - każdy producent tworzył własną sieć
- w 1984 roku Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) przyjęła model sieciowy, dzięki któremu producenci mogliby opracowywać współpracujące ze sobą rozwiązania sieciowe
- **ISO OSI RM - ISO Open Systems Interconnection Reference Model**
- głównym założeniem modelu jest podział systemów sieciowych na współpracujące ze sobą **7 warstw** (layers)
- struktura tworzona przez warstwy nazywana jest **stosem** protokołu wymiany danych

Model ISO/OSI



- wierzchołek stosu odpowiada usługom świadczonym bezpośrednio użytkownikowi przez aplikacje sieciowe, zaś dół odpowiada sprzętowi realizującemu transmisję sygnałów
- dane przekazywane są od wierzchołka stosu nadawcy przez kolejne warstwy, aż do warstwy pierwszej, która przesyła je do odbiorcy

Model ISO/OSI



- przy przechodzeniu do warstwy niższej, warstwa dokleja do otrzymanych przez siebie danych nagłówek z informacjami dla swojego odpowiednika na odległym komputerze (odbiorcy)
- warstwa na odległym komputerze interpretuje nagłówek i jeśli trzeba przekazać dane wyżej - usuwa nagłówek i przekazuje dane dalej

Model ISO/OSI a model TCP/IP

- w przypadku protokołu TCP/IP tworzącego Internet stosuje się uproszczony model czterowarstwowy

7	Warstwa aplikacji
6	Warstwa prezentacji
5	Warstwa sesji
4	Warstwa transportowa
3	Warstwa sieciowa
2	Warstwa łącza danych
1	Warstwa fizyczna

Model ISO/OSI

Warstwa aplikacji	4
Warstwa transportowa	3
Warstwa Internetu	2
Warstwa dostępu do sieci	1

Model TCP/IP

Model TCP/IP

- z poszczególnymi warstwami związanych jest wiele **protokołów**
- **protokół** - zbiór zasad określających format i sposób przesyłania danych

4	Warstwa aplikacji
3	Warstwa transportowa
2	Warstwa Internetu
1	Warstwa dostępu do sieci

Model TCP/IP

DNS SNMP syslog	Telnet, SSH, FTP, SMTP, HTTP, POP, IMAP
UDP	TCP
IP	
ARP, RARP	ICMP
IEEE 802.3	PPP SLIP
	...

Wybrane protokoły

UDP TCP

wiadomość	strumień
pakiet	segment
datagram	
ramka	

Nazwy danych



Warstwa dostępu do sieci

- standard **IEEE 802.3 (Ethernet)** - 1985 r.
- dane przesyłane w postaci ramek Ethernet, format ramki Ethernet II (DIX):

8B	6B	6B	2B	46-1500 B	4B
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	FCS

- **Preambuła** - naprzemienny ciąg bitów 1 i 0 informujący o ramce
- **Adres docelowy / źródłowy** - 6-bajtowe liczby będące adresami sprzętowymi komunikujących się interfejsów sieciowych (MAC - Media Access Control)

00:23:76:09:41:3B

producent karty numer egzemplarza

FF:FF:FF:FF:FF:FF

adres docelowy rozgłoszeniowy

Warstwa dostępu do sieci

- format ramki Ethernet II (DIX)

8B	6B	6B	2B	46 - 1500 B	4B
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	FCS

- **Typ** - numer protokołu warstwy wyższej, która odbierze dane po zakończeniu obróbki przez standard Ethernet
- **Dane** - przesyłane dane, jeśli ilość danych jest mniejsza od 46 bajtów, wprowadzane jest uzupełnienie jedynekami (bitowo)
- **FCS (Frame Check Sequence)** - 4 bajty kontrolne (CRC - Cyclic Redundancy Check) wygenerowane przez interfejs nadający i sprawdzane przez odbierający

Warstwa dostępu do sieci

- format ramki Ethernet II (DIX)

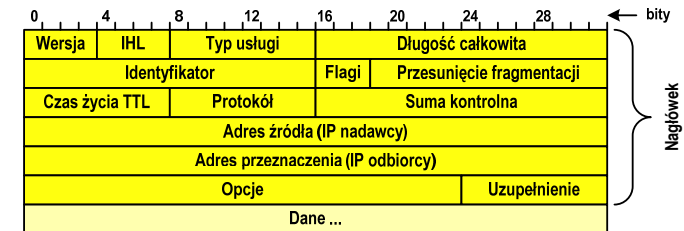
8B	6B	6B	2B	46 - 1500 B	4B
Preambuła	Adres docelowy	Adres źródłowy	Typ	Dane	FCS

- wysłanie ramki wymaga znajomości adresu MAC odbiorcy
- do określenia adresu MAC na podstawie numeru IP stosowany jest protokół **ARP (Address Resolution Protocol)**
- protokół ARP stosowany jest także do zapobiegania zdublowaniu adresów IP
- aktualną tablicę translacji ARP wyświetla polecenie: **arp -a**

Warstwa Internetu

- najważniejsza część Internetu to protokół **IP (Internet Protocol)**:
 - definiuje format i znaczenie pól **datagramu IP**
 - określa schemat adresowania stosowany w Internecie
 - zapewnia wybór trasy przesyłania datagramu (routing)
 - zapewnia podział danych na fragmenty i łączenie ich w całość w przypadku sieci nie akceptujących rozmiaru przesyłanych danych
- cechy protokołu:
 - **bezpółłączeniowy** - nie ustanawia połączenia i nie sprawdza gotowości odbiorcy danych
 - **niepewny** - nie zapewnia korekcji i wykrywania błędów transmisji

Warstwa Internetu - datagram IP



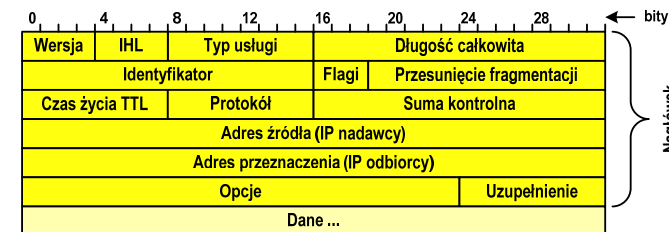
- **Wersja (Version)** - numer wersji protokołu IP (IPv4, nowsza - IPv6)
- **IHL (Internal Header Length)** - długość nagłówka w 32-bitowych słowach
- **Typ usługi (Type of Service)** - opisuje wymaganą jakość usługi (pole najczęściej ignorowane przez routery)
- **Długość całkowita (Datagram Length)** - długość pakietu IP w bajtach (Nagłówek + Dane)

Warstwa Internetu - datagram IP



- **Identyfikator (Identification), Flagi (Flags), Przesunięcie fragmentacji (Fragment offset)** - pola używane w przypadku podziału datagramu na części (fragmenty)
- **Czas życia TTL (Time-to-Live)** - maksymalny czas (w sekundach) pozostawania datagramu w Internecie, przejście datagramu przez każdy router zmniejsza wartość o 1
- **Protokół (Protocol)** - numer protokołu warstwy wyższej, do którego zostaną przekazane dane z tego pakietu

Warstwa Internetu - datagram IP



- **Suma kontrolna (Header checksum)** - suma kontrolna nagłówka
- **Adres źródła (Source Address)** - adres IP źródła danych
- **Adres przeznaczenia (Destination Address)** - adres IP odbiorcy danych
- **Opcje (Options)** - dodatkowe opcje
- **Uzupełnienie (Padding)** - uzupełnienie pola opcji do pełnego słowa (32 bitów)

Warstwa Internetu - adresy IP

- adres IP komputera zajmuje 4 bajty (32-bitowa liczba całkowita)
- najczęściej zapisywany jest w postaci 4 liczb z zakresu od 0 do 255 każda, oddzielonych kropkami, np.

213.33.95.114

11010100.00100001.01011111.01110010

- adres składa się z dwóch części:
 - identyfikującej daną sieć w Internecie
 - identyfikującej konkretny komputer w tej sieci
- do roku 1997 wyróżnienie części określającej sieć i komputer w sieci następowało na podstawie tzw. **klas adresów IP**

Warstwa Internetu - klasy adresów IP

Klasa A	0nnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh . hhhhhhhh sieć (max. 126) komputer (max. 16 777 214)	Zakres IP od: 1.0.0.0 do: 126.255.255.255
Klasa B	10nnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh . hhhhhhhh sieć (max. 16 382) komputer (max. 65 534)	Zakres IP od: 128.1.0.0 do: 191.255.255.255
Klasa C	110nnnnn . nnnnnnnn . nnnnnnnn . hhhhhhhh sieć (max. 2 097 150) komputer (max. 254)	Zakres IP od: 192.0.0.0 do: 223.255.255.255
Klasa D	1110xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx multicast - adresy transmisji grupowej, np. wideokonferencje	Zakres IP od: 224.0.0.0 do: 239.255.255.255
Klasa E	1111xxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx . xxxxxxxx zarezerwowane na potrzeby badawcze	Zakres IP od: 240.0.0.0 do: 255.255.255.255

Warstwa Internetu - maska sieci

- klasy adresów IP zostały zastąpione **bezklasowym routowaniem międzydomenowym** CIDR (Classless Inter-Domain Routing)
- do określenia liczby bitów odpowiadających sieci i liczby bitów odpowiadających hostowi stosowana jest **maska sieci**

IP:	212.33.95.114	11010100.00100001.01011111.01110010
Maska:	255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000

Adres sieci:	212.33.95.64	11010100.00100001.01011111.01000000
Broadcast:	212.33.95.127	11010100.00100001.01011111.01111111

Pierwszy host:	212.33.95.65	11010100.00100001.01011111.01000001
Ostatni host:	212.33.95.126	11010100.00100001.01011111.01111110

Warstwa transportowa - porty

- protokoły warstwy transportowej zapewniają dostarczenie danych do **konkretnych aplikacji** (procesów) w odpowiedniej kolejności i formie
- identyfikacja przynależności danej transmisji do procesu odbywa się na podstawie **numeru portu** (liczba 16-bitowa, zakres: 0 ÷ 65535)
- numery portów przydzielane są przez organizację **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority):
 - 0 ÷ 1023 - zakres zarezerwowany dla tzw. **dobrze znanych portów** (well-know port number)
 - 1024 ÷ 49151 - porty zarejestrowane (registered)
 - 49152 ÷ 65535 - porty dynamiczne/prywatne (dynamic/private)
- połączenie numeru IP komputera i portu, na którym odbywa się komunikacja, nazywa się **gniazdem** (socket)

Warstwa Internetu - adresy IP

- **adresy specjalne**

0.0.0.0	- adres sieci dla całego Internetu
255.255.255.255	- adres rozgłoszeniowy dla całego Internetu
127.0.0.1	- adres pętli (loop-back address) - stosowany do komunikacji z lokalnym komputerem (localhost)

- **adresy prywatne** (nierutowalne) - nie są przekazywane przez routery

10.0.0.0 – 10.255.255.255	- klasa A
172.16.0.0 – 172.31.255.255	- klasa B
192.168.0.0 – 192.168.255.255	- klasa C

Warstwa transportowa - porty

- wybrane dobrze znane porty:

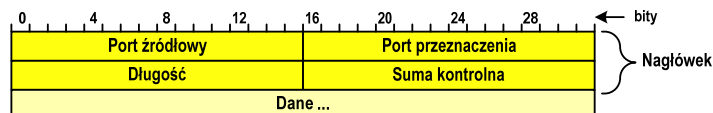
port	protokół
20	FTP (dane)
21	FTP (polecenia)
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP (mail)

port	protokół
53	DNS
80	HTTP (www)
110	POP3 (mail)
119	NNTP (news)
143	IMAP (mail)

- w warstwie transportowej funkcjonują dwa podstawowe protokoły:
 - **UDP** (User Datagram Protocol)
 - **TCP** (Transmission Control Protocol)

Warstwa transportowa - protokół UDP

- UDP wykonuje usługę **bezpółłączeniowego** dostarczania datagramów:
 - nie ustanawia połączenia
 - nie sprawdza gotowości odbiorcy do odebrania przesyłanych danych
 - nie sprawdza poprawności dostarczenia danych
- jednostką przesyłanych danych jest **paket**

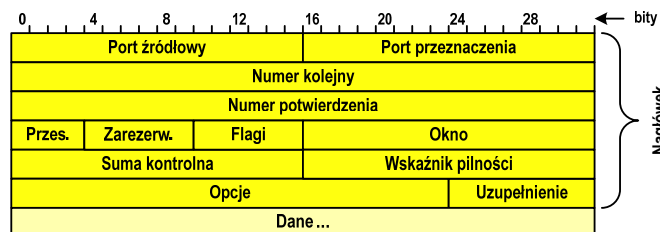


- **Port źródłowy (Source port)** - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia (Destination port)** - numer portu odbiorcy
- **Długość (Length)** - całkowita długość pakietu w bajtach (nagłówek + dane)
- **Suma kontrolna (Checksum)** - tworzona na podstawie nagłówka i danych

Warstwa transportowa - protokoły UDP i TCP

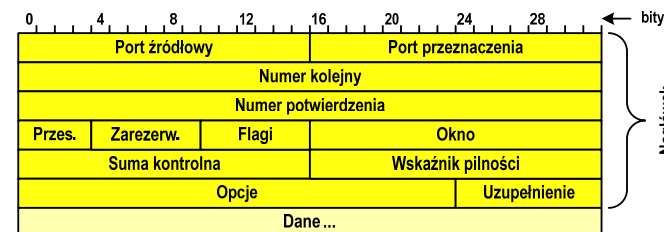
- UDP stosowany jest, gdy ilość przesyłanych danych w pakiecie jest niewielka
- pakiet **UDP** zawiera bardzo mało informacji kontrolnych, zatem opłacalne jest jego stosowanie w powiązaniu z aplikacjami samodzielnie dbającymi o kontrolę poprawności transmisji
- **TCP (Transmission Control Protocol)** jest protokołem **niezawodnym i połączeniowym**, działa na strumieniach bajtów
- **TCP** sprawdza czy dane zostały dostarczone poprawnie i w określonej kolejności
- jednostką przesyłanych danych stosowaną przez TCP jest **segment**

Warstwa Internetu - segment TCP



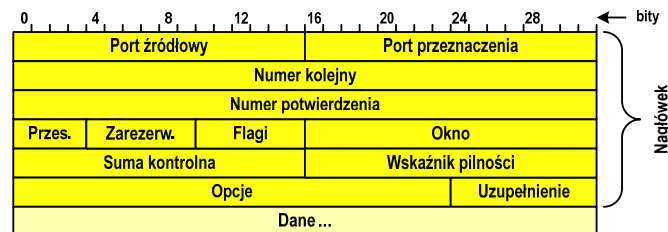
- **Port źródłowy (Source port)** - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia (Destination port)** - numer portu odbiorcy
- **Numer kolejny (Sequence number)** - identyfikator określający miejsce segmentu przed fragmentacją
- **Numer potwierdzenia (Acknowledgment number)** - identyfikator będący potwierdzeniem otrzymania danych przez odbiorcę

Warstwa Internetu - segment TCP



- **Przesunięcie (Data offset)** - liczba 32-bitowych słów w nagłówku TCP
- **Zarezerwowane (Reserved)** - zarezerwowane do przyszłych zastosowań
- **Flagi (Flags)** - flagi dotyczące bieżącego segmentu
- **Okno (Window)** - określa liczbę bajtów, które aktualnie odbiorca może przyjąć (0 - wstrzymanie transmisji)

Warstwa Internetu - segment TCP



- **Suma kontrolna (Checksum)** - suma kontrolna nagłówka i danych
- **Wskaźnik pilności (Urgent pointer)** - jeśli odpowiednia flaga jest włączona (URG), to informuje o pilności pakietu
- **Opcje (Options)** - dodatkowe opcje
- **Uzupełnienie (Padding)** - uzupełnienie pola opcji do pełnego słowa (32 bitów)

Warstwa aplikacji

- zawiera szereg procesów (usług, protokołów) wykorzystywanych przez uruchamiane przez użytkownika aplikacje do przesyłania danych
- większość usług działa w architekturze **klient-serwer** (na odległym komputerze musi być uruchomiony serwer danej usługi)

DNS (Domain Name System)

- świadczy usługi zamieniania (rozwiązywania) nazwy komputera na jego adres IP

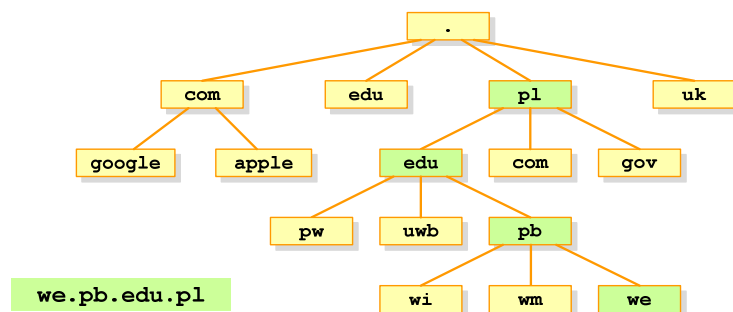
`we.pb.edu.pl` → `213.33.95.2`

- wykorzystuje port o numerze 53
- przekształcone nazwy przechowywane są także na komputerze osobistym: `ipconfig /displaydns`

Warstwa aplikacji

DNS (Domain Name System)

- przestrzeń nazw w Internecie oparta jest na modelu odwróconego drzewa



- zarządzaniem przestrzenią nazw domenowych zajmuje się w świecie ICANN, zaś w Polsce - NASK

Warstwa aplikacji

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

- umożliwia **wysyłanie** (ale nie odbieranie) i **transport** poczty elektronicznej e-mail poprzez różnorodne środowiska systemowe
- podczas przesyłania e-maila każdy serwer SMTP dodaje swój nagłówek
- wykorzystuje port o numerze 25

POP (Post Office Protocol)

- umożliwia **odbieranie** poczty ze zdalnego serwera na komputer lokalny
- ma wiele ograniczeń: każda wiadomość jest pobierana z załącznikami, nie pozwala przeglądać oczekujących w kolejce wiadomości
- ostatnia wersja to **POP3**
- wykorzystuje port o numerze 110

Warstwa aplikacji

IMAP (Internet Message Access Protocol)

- następca POP3
- pozwala na umieszczenie wiadomości na serwerze w wielu folderach
- umożliwia zarządzanie wiadomościami (usuwanie, przenoszenie pomiędzy folderami) oraz ściąganie tylko nagłówek wiadomości
- wykorzystuje port o numerze 143

FTP (File Transfer Protocol)

- umożliwia wysyłanie i odbiór plików z odległego systemu oraz wykonywanie operacji na tych plikach
- umożliwia dostęp anonimowy - login: anonymous, password: e-mail
- dwa tryby pracy: aktywny (active) i pasywny (passive)
- wykorzystuje dwa porty: 21 (polecenia), 20 (dane)

Koniec wykładu nr 14

Dziękuję za uwagę!