

Informatyka 1 (ES1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny
Elektrotechnika, semestr II, studia stacjonarne I stopnia
Rok akademicki 2022/2023

Wykład nr 15 (30.01.2023)

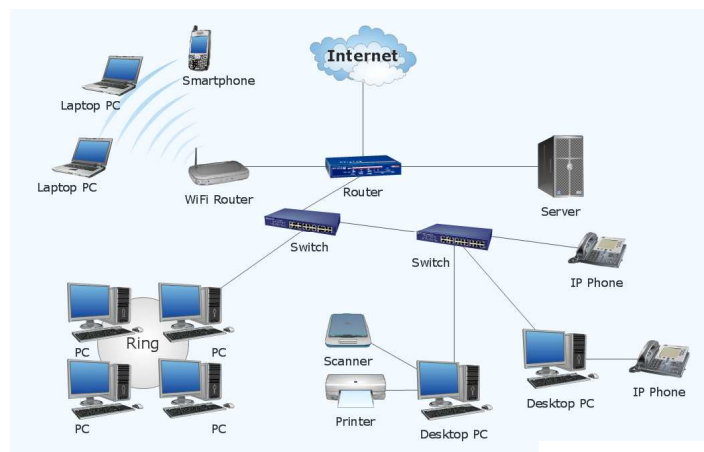
dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 15

- Definicja i podział sieci komputerowych
- Topologie sieci komputerowych, media transmisyjne
- Model referencyjny ISO/OSI i model protokołu TCP/IP
 - warstwa dostępu do sieci
 - warstwa Internetu
 - warstwa transportowa
 - warstwa aplikacji

Sieć komputerowa

- **Sieć komputerowa** - zbiór komputerów i innych urządzeń umożliwiających wzajemne przekazywanie informacji oraz udostępnianie zasobów



Podział sieci w zależności od ich rozmiaru

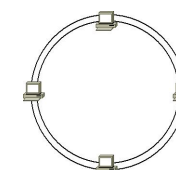
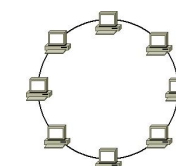
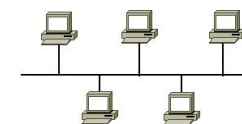
- **LAN (Local Area Network)** - sieć lokalna, łączy komputery znajdujące się na określonym, niewielkim obszarze (kilka budynków, przedsiębiorstwo), wykonana jest w jednej technologii (np. Ethernet)
- **MAN (Metropolitan Area Network)** - sieć miejska, obejmuje zasięgiem aglomerację lub miasto łącząc oddzielne sieci LAN (np. Biaman)
- **WAN (Wide Area Network)** - sieć rozległa, łączy ze sobą sieci MAN i LAN na obszarze wykraczającym poza jedno miasto (POL-34, Pionier)
- **Internet** - ogólnosiwiatowa sieć komputerowa łącząca ze sobą wszystkie rodzaje sieci („sieć sieci”)
- **Intranet** - sieć podobna do Internetu, ale ograniczająca się do komputerów w firmie lub organizacji

Topologie sieci komputerowych

- **Topologia sieci** - określa strukturę sieci
 - zbiór zasad fizycznego łączenia elementów sieci (topologia fizyczna)
 - zbiór reguł komunikacji poprzez medium transmisyjne (topologia logiczna)
- **Topologia fizyczna** - opisuje sposoby fizycznego łączenia ze sobą komputerów (układ przewodów, media transmisyjne)
- **Topologia logiczna** - opisuje sposoby komunikowania się hostów za pomocą urządzeń topologii fizycznej; standardy komunikacji definiowane przez IEEE:
 - IEEE 802.3 - 10 Mb Ethernet
 - IEEE 802.3u - 100 Mb Ethernet
 - IEEE 802.3z - 1 Gb Ethernet
 - IEEE 802.5 - Token Ring
 - IEEE 802.11 - Wireless LAN
 - IEEE 802.14 - Cable Modem

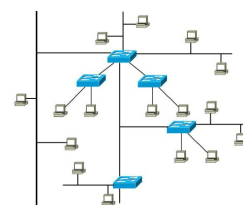
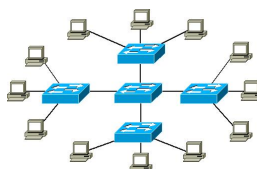
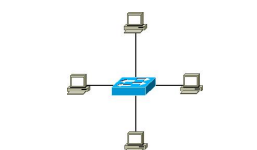
Topologie sieci komputerowych

- **topologia magistrali (bus)** - wszystkie komputery podłączone są do jednego współdzielonego medium transmisyjnego (najczęściej kabla koncentrycznego)
- **topologia pierścienia (ring)** - komputery połączone są pomiędzy sobą odcinkami kabla tworząc zamknięty pierścień (sieci światłowodowe, sieci LAN)
- **topologia podwójnego pierścienia (dual-ring)** - komputery połączone są pomiędzy sobą odcinkami kabla tworząc dwa zamknięte pierścienie (większa niezawodność, sieci: szkieletowe, MAN, Token Ring, FDDI)



Topologie sieci komputerowych

- **topologia gwiazdy (star)** - komputery podłączone są do jednego punktu centralnego (koncentrator, przełącznik), obecnie jest to najczęściej stosowana topologia sieci LAN
- **topologia rozszerzonej gwiazdy (extended star)** - posiada punkt centralny i punkty poboczne (stosowana w rozbudowanych sieciach lokalnych)
- **topologia hierarchiczna (drzewa)** - jest kombinacją topologii gwiazdy i magistrali



Media transmisyjne - przewód koncentryczny

- **Ethernet gruby (Thick Ethernet)**, 10Base-5, 10 Mb/s
 - kabel RG-8 lub RG-11, impedancja falowa: 50 Ω , grubość: 1/2"
 - max. odległość między stacjami: 500 m
- **Ethernet cienki (Thin Ethernet)**, 10Base-2, 10 Mb/s
 - kabel RG-58, impedancja falowa: 50 Ω , grubość: 1/4"
 - max. odległość między stacjami: 185 m



Media transmisyjne - skrętka

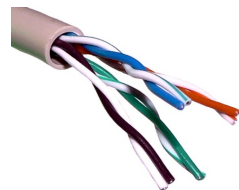
- **Skrętka** - typ przewodu do przesyłania informacji, zbudowany z jednej lub kilku par przewodów skręconych ze sobą i umieszczonych we wspólnej izolacji

- Sposób oznaczania kabli: **xx/yyTP**

- **xx** - sposób ekranowania całego przewodu
- **yy** - sposób ekranowania pojedynczej pary
- TP - Twisted Pair

- Jako **xx** i **yy** może występować:

- **U** - nieekranowane (ang. unshielded)
- **F** - ekranowane folią (ang. foiled)
- **S** - ekranowane siatką (ang. shielded)
- **SF** - ekranowane folią i siatką



U/UTP - skrętka nieekranowana (UTP)



RJ-45



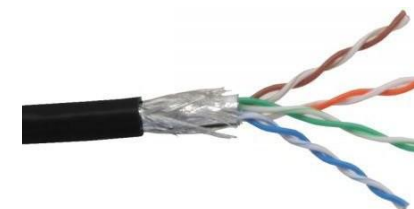
RJ-11

Media transmisyjne - skrętka

- **F/UTP** (dawniej FTP) - skrętka foliowana



- **SF/UTP** (dawniej STP) - skrętka ekranowana folią i siatką

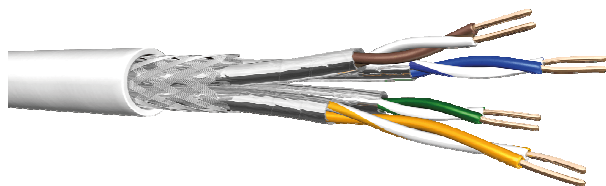


Media transmisyjne - skrętka

- **U/FTP** - skrętka z każdą parą w osobnym ekranie z folii



- **S/FTP** (dawniej SFTP) - skrętka z każdą parą foliowaną dodatkowo w ekranie z siatki



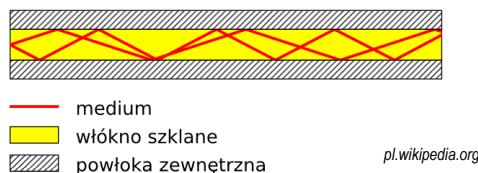
Media transmisyjne - światłowód

- **światłowód** (fiber optic cable) przesyła impulsy świetlne między nadajnikiem i odbiornikiem
- nadajnik przekształca sygnały elektryczne na świetlne, a odbiornik przekształca sygnały świetlne na elektryczne
- impulsy świetlne są przenoszone przez **włókno optyczne** składające się z dwóch rodzajów szkła o różnych współczynnikach załamania światła
- budowa światłowodu:
 - rdzeń (core), średnica: 9 μm lub 50 μm
 - płaszcz zewnętrzny (cladding), średnica: 125 μm
 - pokrycie zewnętrzne
- promień światła wędrując w rdzeniu pada na płaszcz pod pewnym kątem i następuje **zjawisko całkowitego odbicia wewnętrznego światła** - umożliwia to transmisję strumienia światła przez włókno



Media transmisyjne - światłowody wielomodowe

- w światłowodzie **wielomodowym** (multi mode fiber) promień światła może zostać wprowadzony pod różnymi kątami - modami
- fala świetlna o takiej samej długości może rozchodzić się wieloma drogami



- źródło światła: diody LED
- długość fali świetlnej (850 nm i 1300 nm)
- ze względu na dyspersję maksymalna długość kabla to 5 km

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

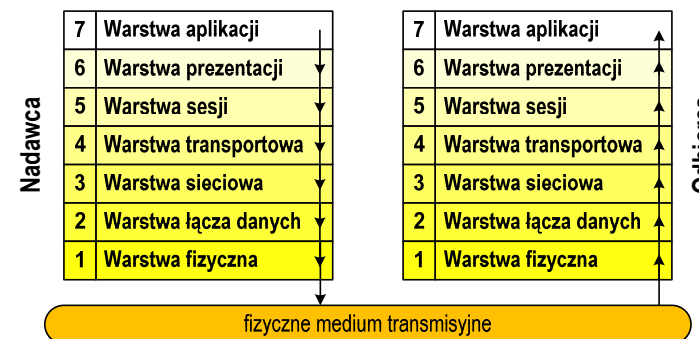
Media transmisyjne - światłowody jednomodowe

- w światłowodzie **jednomodowym** (single mode fiber) propaguje tylko jeden mod



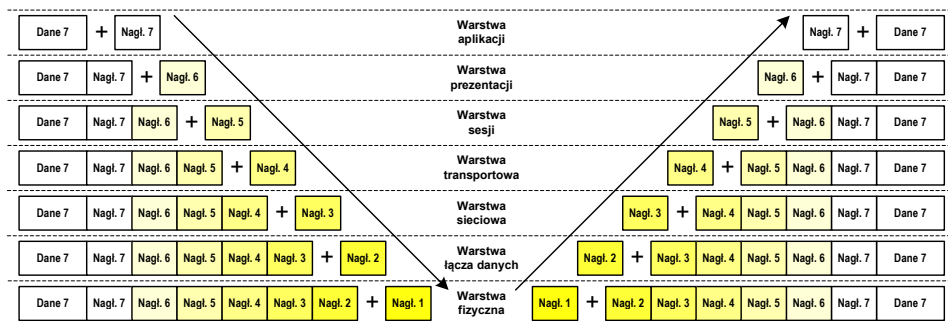
- źródło światła: dioda laserowa
- długość fali świetlnej (1300 nm i 1500 nm)
- długość kabla: do 100 km
- wyższy koszt od światłowodów wielomodowych

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

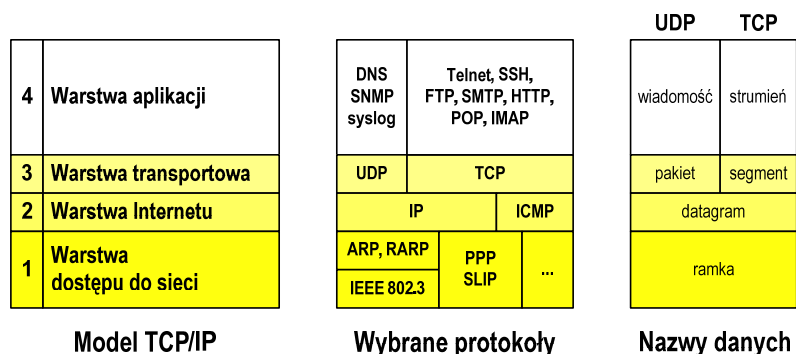
Model ISO/OSI



- 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 TCP/IP

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



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

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 Internetu

- najważniejszą 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 przenoszonych danych
- cechy protokołu:
 - bezpołączeniowy** - nie ustanawia połączenia i nie sprawdza gotowości odbiorcy danych
 - niepewny** - nie zapewnia korekcji i wykrywania błędów transmisji

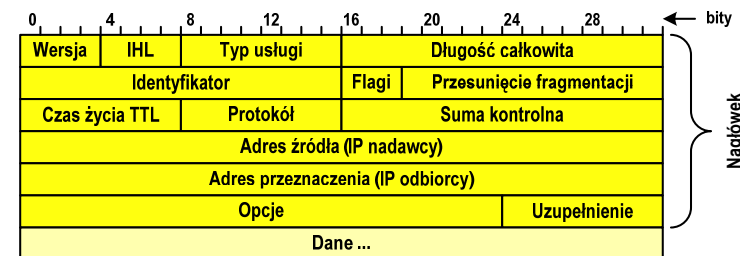
Warstwa dostępu do sieci

- 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 - datagram IP



- Wersja (Version)** - numer wersji protokołu IP (IPv4, nowsza - IPv6)
- Identyfikator (Identification)**, **Flagi (Flags)**, **Przesunięcie fragmentacji (Fragment offset)** - pola używane w przypadku podziału datagramu na części (fragmenty)
- Adres źródła (Source Address)** - adres IP źródła danych
- Adres przeznaczenia (Destination Address)** - adres IP odbiorcy danych

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 - 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 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 - 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

- 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: $0 \div 65535$)
- numery portów przydzielane są przez organizację **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority):
 - $0 \div 1023$ - zakres zarezerwowany dla tzw. **dobrze znanych portów** (well-know port number)
 - $1024 \div 49151$ - porty zarejestrowane (registered)
 - $49152 \div 65535$ - porty dynamiczne/prywatne (dynamic/private)
- połączenie numeru IP komputera i portu, na którym odbywa się komunikacja, nazywa się **gniazdem** (socket)

Warstwa transportowa - porty

- wybrane dobrze znane porty:

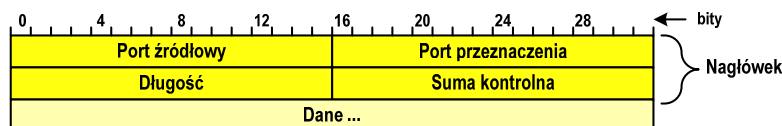
port	protokół
20	FTP (dane)
21	FTP (polecenia)
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP (mail)

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 **bezpołączeniowego** dostarczania datagramów:
 - nie ustanawia połączenia
 - nie sprawdza gotowości odbiorcy do odebrania przesyłanych danych
 - nie sprawdza poprawności dostarczenia danych
- jednostką przesyłanych danych jest **pakiet**

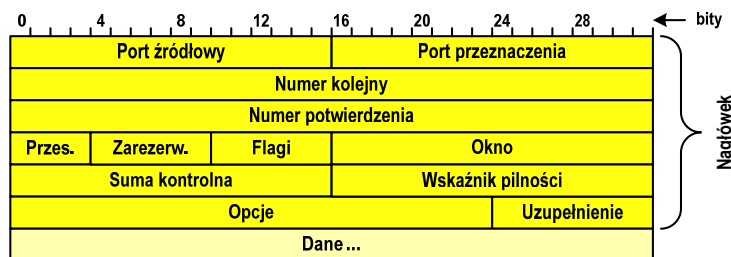


- **Port źródłowy (Source port)** - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia (Destination port)** - numer portu odbiorcy
- **Długość (Length)** - całkowita długość pakietu w bajtach (nagłówek + dane)
- **Suma kontrolna (Checksum)** - tworzona na podstawie nagłówka i danych

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

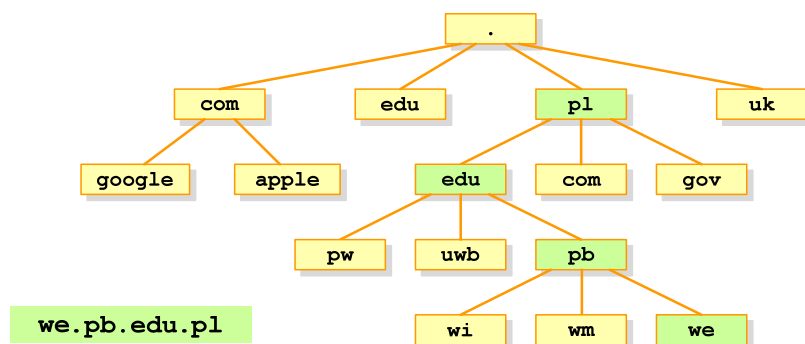


- Port źródłowy (Source port) - numer portu nadawcy
- Port przeznaczenia (Destination port) - numer portu odbiorcy
- Numer kolejny (Sequence number) - identyfikator określający miejsce segmentu przed fragmentacją
- Numer potwierdzenia (Acknowledgment number) - identyfikator będący potwierdzeniem otrzymania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

Warstwa 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

- 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

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)

- następcą POP3
- pozwala na umieszczenie wiadomości na serwerze w wielu folderach
- umożliwia zarządzanie wiadomościami (usuwanie, przenoszenie pomiędzy folderami) oraz ściąganie tylko nagłówków 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 15

Dziękuję za uwagę!