

# Informatyka 2 (ES1E3017)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny  
Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia  
Rok akademicki 2021/2022

## Wykład nr 7 (24.01.2022)

dr inż. Jarosław Forenc

## Plan wykładu nr 7

- Zarządzanie dyskowymi operacjami we-wy
  - systemy plików: FAT (FAT16, FAT32, exFAT), NTFS, ext2
- Zarządzanie pamięcią operacyjną
  - partycjonowanie statyczne i dynamiczne
  - proste stronicowanie, prosta segmentacja
  - pamięć wirtualna, stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej
- 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

## FAT16

- po raz pierwszy pojawił się w systemie MS-DOS 3.3
- ogólna struktura dyskietki / dysku logicznego w systemie FAT16 jest taka sama jak w przypadku FAT12

|   |                                     |           |                                |                                |
|---|-------------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| Rekord ładujący + sektory zarezerwowane | Tablica rozmieszczenia plików - FAT | Kopia FAT | Katalog główny (FAT12 i FAT16) | Miejsce na pliki i podkatalogi |
|---|-------------------------------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|

- maksymalna liczba JAP ograniczona jest do  $2^{16}$  czyli 65536
- maksymalny rozmiar dysku logicznego:
  - DOS, Windows 95 - ok. 2 GB (gdyż maksymalny rozmiar JAP to  $2^{15}$  bajtów)
  - Windows 2000 - ok. 4 GB (gdyż maksymalny rozmiar JAP to  $2^{16}$  bajtów)

## FAT32

- po raz pierwszy wprowadzony w systemie Windows 95 OSR2
- ogólna struktura systemu FAT32 jest taka sama jak w FAT12/FAT16 - nie ma tylko miejsca przeznaczonego na katalog główny

|   |                                     |           |                             |
|---|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Rekord ładujący + sektory zarezerwowane | Tablica rozmieszczenia plików - FAT | Kopia FAT | Miejsce na pliki i katalogi |
|---|-------------------------------------|-----------|-----------------------------|

- dysk z FAT32 może zawierać maksymalnie  $2^{28}$  JAP, dla JAP od 4 do 32 kB:
  - rozmiar teoretyczny: 8 TB
  - rozmiar praktyczny: 2 TB (ze względu na ograniczenia MBR)
- w systemie FAT32 można formatować tylko dyski, nie można natomiast zainstalować go na dyskietkach

## FAT32

- w systemie FAT32 katalog główny może znajdować się w dowolnym miejscu na dysku i może zawierać maksymalnie 65 532 pliki i katalogi

| Bajty   | Rozmiar | Zawartość                                 |
|---------|---------|---|
| 00H-07H | 8       | Nazwa pliku w kodach ASCII                |
| 08H-0AH | 3       | Rozszerzenie nazwy pliku                  |
| 0BH     | 1       | Atrybuty pliku                            |
| 0CH     | 1       | Wielkość liter nazwy i rozszerzenia pliku |
| 0DH     | 1       | Czas utworzenia w milisekundach           |
| 0EH-0FH | 2       | Czas utworzenia                           |
| 10H-11H | 2       | Data utworzenia                           |
| 12H-13H | 2       | Czas ostatniego dostępu                   |
| 14H-15H | 2       | Numer pierwszej JAP (16 starszych bitów)  |
| 16H-17H | 2       | Czas utworzenia lub aktualizacji pliku    |
| 18H-19H | 2       | Data utworzenia lub aktualizacji pliku    |
| 1AH-1BH | 2       | Numer pierwszej JAP (16 młodszych bitów)  |
| 1CH-1DH | 2       | Mniej znaczące słowo rozmiaru pliku       |
| 1EH-1FH | 2       | Bardziej znaczące słowo rozmiaru pliku    |

## FAT32 - długie nazwy plików

- **skrótowa nazwa pliku** przechowywana jest w identycznej, 32-bajtowej, strukturze jak w przypadku plików w starym formacie 8+3
- **długie nazwy plików** zapisywane są także w 32-bajtowych strukturach, przy czym jedna nazwa zajmuje kilka struktur (w jednej strukturze umieszczonych jest 13 kolejnych znaków w formacie Unicode)


| Bajty   | Rozmiar | Zawartość  |
|---------|---------|--|
| 00H     | 1       | Pierwsze 6 bitów określa numer fragmentu nazwy, bit 7 - czy jest to ostatni fragment nazwy, a bit 8 - czy plik został usunięty lub jego nazwa skrócona |
| 01H-0AH | 10      | Pierwsze 5 znaków nazwy  |
| 0BH     | 1       | Atrybut (zawsze F)   |
| 0CH     | 1       | Zarezerwowany (zawsze 0)   |
| 0DH     | 1       | Suma kontrolna wersji krótkiej 8+3   |
| 0EH-19H | 12      | Kolejne 6 znaków nazwy   |
| 1AH-1BH | 2       | Numer początkowego klastra (zawsze 0)  |
| 1CH-1FH | 4       | Dwie ostatnie litery nazwy   |

## FAT32 - długie nazwy plików

- wprowadzone w systemie Windows 95
- informacje o nazwie pliku zapamiętywane są jako:
  - długa nazwa
  - skrócona nazwa (tzw. alias długiej nazwy)
- metoda tworzenia skróconej nazwy pliku:
  - rozszerzenie długiej nazwy staje się rozszerzeniem skróconej nazwy
  - pierwsze sześć znaków długiej nazwy staje się pierwszymi sześcioma znakami skróconej nazwy (nie dozwolone znaki zamieniane są na znak podkreślenia, małe litery zamieniane są na wielkie litery)
  - pozostałe dwa znaki nazwy skróconej to ~1 lub jeśli plik o takiej nazwie istnieje ~2, itd.

## FAT32 - długie nazwy plików

- Nazwa pliku: **Systemy Operacyjne - praca domowa.txt**

długa nazwa pliku 

|      |   |                  |
|------|---|------------------|
| 0000 | 43 20 00 64 00 6F 00 6D-00 6F 00 0F 00 CF 77 00 | C .d.o.m.o...w.  |
| 0010 | 61 00 2E 00 74 00 78 00-74 00 00 00 00 FF FF    | a...t.x.t.....   |
| 0020 | 02 63 00 79 00 6A 00 6E-00 65 00 0F 00 CF 20 00 | .c.y.j.n.e....   |
| 0030 | 2D 00 20 00 70 00 72 00-61 00 00 00 63 00 61 00 | -.p.r.a...c.a.   |
| 0040 | 01 53 00 79 00 73 00 74-00 65 00 0F 00 CF 6D 00 | .S.y.s.t.e...m.  |
| 0050 | 79 00 20 00 4E 00 70 00-65 00 00 00 72 00 61 00 | y .O.p.e...r.a.  |
| 0060 | 53 59 53 54 45 4D 7E 31-54 58 54 20 00 4B 03 80 | SYSTEM~1TXT .K.. |
| 0070 | 67 32 67 32 00 00 08 80-67 32 02 00 06 00 00 00 | g2g2...g2.....   |

skrótowa nazwa pliku 

## FAT - wady systemu plików FAT

- ❑ **fragmentacja wewnętrzna** - nawet najmniejszy plik zajmuje całą JAP - gdy rozmiar klastra jest duży, a na dysku znajduje się dużo małych plików - pewna część miejsca jest tracona
- ❑ **fragmentacja zewnętrzna** - silna fragmentacja plików pomiędzy wiele klastrów o bardzo różnym fizycznym położeniu na dysku (konieczność okresowej defragmentacji przy użyciu specjalnych narzędzi programowych)
- ❑ duże prawdopodobieństwo powstawania błędów zapisu, polegających na przypisaniu jednego klastra dwóm plikom (tzw. **crosslinks**), co kończy się utratą danych z jednego lub obu „skrzyżowanych” plików
- ❑ typowym błędem, pojawiającym się w systemie FAT, jest również pozostawianie tzw. **zagubionych klastrów (lost chains)**, tj. jednostek alokacji nie zawierających informacji, ale opisanych jako zajęte
- ❑ brak mechanizmów ochrony - **praw dostępu**

## NTFS (New Technology File System)

- ❑ **wersja 1.0** (połowa 1993 r.) - Windows NT 3.1
- ❑ **wersja 3.1** (NTFS 5.1) - Windows XP/Server 2003/Vista/7/8/10
- ❑ struktura wolumenu (dysku) NTFS:



- ❑ **Boot Sector** rozpoczyna się od zerowego sektora partycji, może zajmować 16 kolejnych sektorów, zawiera podobne dane jak w systemie FAT

## exFAT (FAT64)

- ❑ stworzony przez Microsoft na potrzeby pamięci Flash
- ❑ po raz pierwszy pojawił się w listopadzie 2006 roku w Windows Embedded CE 6.0 i Windows Vista SP1
- ❑ obsługiwany także przez Windows 7/8/10, Windows Server 2003/2008, Windows XP SP2/SP3, Linux
- ❑ może być używany wszędzie tam, gdzie NTFS nie jest najlepszym rozwiązaniem ze względu na dużą nadmiarowość struktury danych
- ❑ podstawowe cechy:
  - maksymalna wielkość pliku to  $2^{64} = 16$  EB
  - maksymalna wielkość klastra - do 32 MB
  - nieograniczona liczba plików w pojedynczym katalogu
  - prawa dostępu do plików i katalogów

## NTFS



- ❑ **MFT (Master File Table)** - specjalny plik, niewidoczny dla użytkownika, zawiera wszystkie dane niezbędne do odczytania pliku z dysku, składa się z rekordów o stałej długości (1 kB - 4 kB)
- ❑ pierwsze 16 (NTFS 4) lub 26 (NTFS 5) rekordów jest zarezerwowane dla tzw. metaplików, np.
  - rekord nr: 0 plik: **\$Mft** (główna tablica plików)
  - rekord nr: 1 plik: **\$MftMirr** (główna tablica plików 2)
  - rekord nr: 5 plik: **\$** (indeks katalogu głównego)
- ❑ pozostała część pliku MFT przeznaczona jest na rekordy wszystkich plików i katalogów umieszczonych na dysku

## NTFS

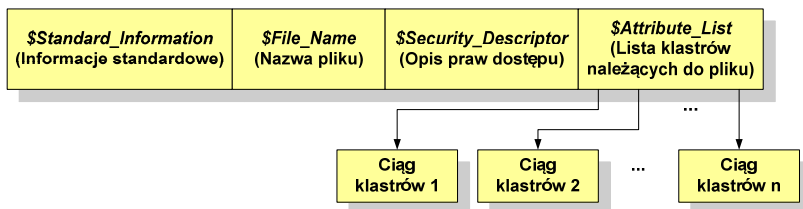
- struktura wolumenu (dysku) NTFS:



- plik w NTFS to **zbiór atrybutów**
- wszystkie atrybuty mają dwie części składowe: **nagłówek** i **blok danych**
- **nagłówek** opisuje atrybut, np. liczbę bajtów zajmowanych przez atrybut, rozmiar bloku danych, położenie bloku danych, znacznik czasu
- **bloku danych** zawiera informacje zgodne z przeznaczeniem atrybutu

## NTFS - Pliki

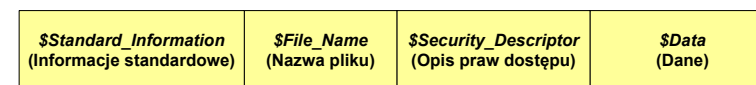
- jeśli atrybuty pliku są duże (najczęściej dotyczy to atrybutu **\$Data**), to w rekordzie w MFT umieszczany jest tylko nagłówek atrybutu oraz wskaźnik do jego bloku danych, a sam blok danych przenoszony jest na dysk poza MFT (atrybuty **nierezydentne**)
- blok danych atrybutu nierezydentnego zapisywany jest w przyległych klastrach
- jeśli nie jest to możliwe, to dane zapisywane są w kilku ciągach jednostek alokacji i wtedy każdemu ciągowi odpowiada wskaźnik w rekordzie MFT



## NTFS - Pliki

- pliki w systemie NTFS są reprezentowane w MFT przez rekord zawierający atrybuty:

- **\$Standard\_Information**
- **\$File\_Name**
- **\$Security\_Descriptor**
- **\$Data**

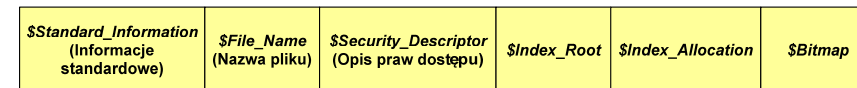


- w przypadku małych plików wszystkie jego atrybuty zapisywane są bezpośrednio w MFT (atrybuty **rezydentne**)

## NTFS - Katalogi

- katalogi reprezentowane są przez rekordy zawierające trzy takie same atrybuty jak pliki:

- **\$Standard\_Information**
- **\$File\_Name**
- **\$Security\_Descriptor**



- zamiast atrybutu **\$Data** umieszczone są trzy atrybuty przeznaczone do tworzenia list, sortowania oraz lokalizowania plików i podkatalogów

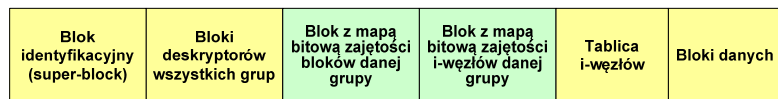
- **\$Index\_Root**
- **\$Index\_Allocation**
- **\$Bitmap**

## ext2

- pierwszy system plików w Linuxie: **Minix** (14-znakowe nazwy plików i maksymalny rozmiar wynoszący 64 MB)
- system Minix zastąpiono nowym systemem nazwanym rozszerzonym systemem plików - **ext** (ang. **extended file system**), a ten, w styczniu 1993 r., systemem **ext2** (ang. **second extended file system**)
- w systemie ext2 podstawowym elementem podziału dysku jest **blok**
- wielkość bloku jest stała w ramach całego systemu plików, określana na etapie jego tworzenia i może wynosić 1024, 2048 lub 4096 bajtów
- w celu zwiększenia bezpieczeństwa i optymalizacji zapisu na dysku posługujemy się nie pojedynczymi blokami, a **grupami bloków**

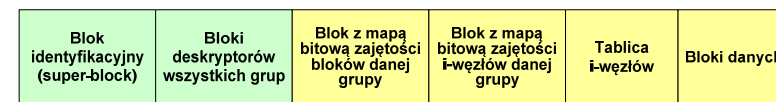


## ext2



- **blok z mapą bitową zajętości bloków danej grupy** jest tablicą bitów o rozmiarze jednego bloku
  - jeśli blok ma rozmiar 1 kB to pojedynczą mapą można opisać fizyczna grupę 8096 bloków czyli 8 MB danych
  - jeśli natomiast blok ma rozmiar 4 kB, to fizyczna grupa bloków zajmuje 128 MB danych
- przed tablicą i-węzłów znajduje się **blok z mapą bitową zajętości i-węzłów danej grupy** - jest to tablica bitów, z których każdy zawiera informację czy dany i-węzeł jest wolny czy zajęty

## ext2



- w każdej grupie bloków znajduje się kopia tego samego bloku identyfikacyjnego oraz kopia bloków z deskryptorami wszystkich grup
- **blok identyfikacyjny** zawiera informacje na temat systemu plików (rodzaj systemu plików, rozmiar bloku, czas dokonanej ostatnio zmiany, ...)
- w **deskryptorach grupy** znajdują się informacje na temat grupy bloków (numer bloku z bitmapą zajętości bloków grupy, numer bloku z bitmapą zajętości i-węzłów, numer pierwszego bloku z tablicą i-węzłów, liczba wolnych bloków, liczba katalogów w grupie)

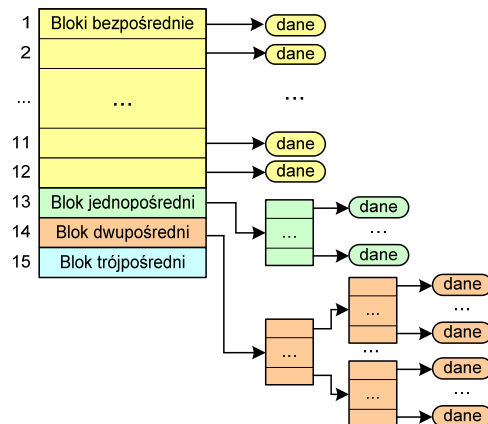
## ext2 - i-węzeł

- pliki na dysku reprezentowane są przez **i-węzeł** (ang. **i-node**)
- każdemu plikowi odpowiada dokładnie jeden i-węzeł, który jest strukturą zawierającą m.in. następujące pola:
  - numer i-węzła w dyskowej tablicy i-węzłów
  - typ pliku: zwykły, katalog, łącze nazwane, specjalny, znakowy
  - prawa dostępu do pliku: dla wszystkich, grupy, użytkownika
  - liczba dowiązań do pliku
  - identyfikator właściciela pliku
  - identyfikator grupy właściciela pliku
  - rozmiar pliku w bajtach (max. 4 GB)
  - czas utworzenia pliku
  - czas ostatniego dostępu do pliku
  - czas ostatniej modyfikacji pliku
  - liczba bloków dyskowych zajmowanych przez plik

## ext2 - i-węzeł

□ położenie pliku na dysku określają w i-węźle pola:

- 12 adresów bloków zawierających dane (w systemie Unix jest ich 10) - **bloki bezpośrednie**
- 1 adres bloku zawierającego adresy bloków zawierających dane - **blok jednopięsredni** (ang. single indirect block)
- 1 adres bloku zawierającego adresy bloków jednopięsrednich - **blok dwupięsredni** (ang. double indirect block)
- 1 adres bloku zawierającego adresy bloków dwupięsrednich - **blok trójpięsredni** (ang. triple indirect block)



## Zarządzanie pamięcią

- zarządzanie pamięcią polega na wydajnym przenoszeniu programów i danych do i z pamięci operacyjnej
- w nowoczesnych wieloprogramowych systemach operacyjnych zarządzanie pamięcią opiera się na **pamięci wirtualnej**
- pamięć wirtualna bazuje na wykorzystaniu **segmentacji i stronicowania**
- z historycznego punktu widzenia w systemach komputerowych stosowane były/są następujące metody zarządzania pamięcią:
  - partycjonowanie statyczne, partycjonowanie dynamiczne
  - proste stronicowanie, prosta segmentacja
  - stronicowanie pamięci wirtualnej, segmentacja pamięci wirtualnej
  - **stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej**

## ext2

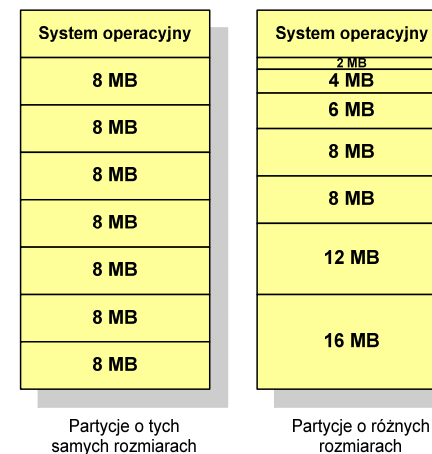
- **nazwy plików** przechowywane są w **katalogach**, które w systemie Linux są plikami, ale o specjalnej strukturze
- katalogi składają się z ciągu tzw. **pozycji katalogowych** o nieustalonej z góry długości
- każda pozycja opisuje dowiązanie do jednego pliku i zawiera:
  - numer i-węzła (4 bajty)
  - rozmiar pozycji katalogowej (2 bajty)
  - długość nazwy (2 bajty)
  - nazwa (od 1 do 255 znaków)

```

struct ext2_dir_entry
{
    _u32 inode           /* numer i-wezla */
    _u16 rec_len        /* dlugosc pozycji katalogowej */
    _u16 name_len       /* dlugosc nazwy */
    char name[EXT2_NAME_LEN] /* nazwa */
}
    
```

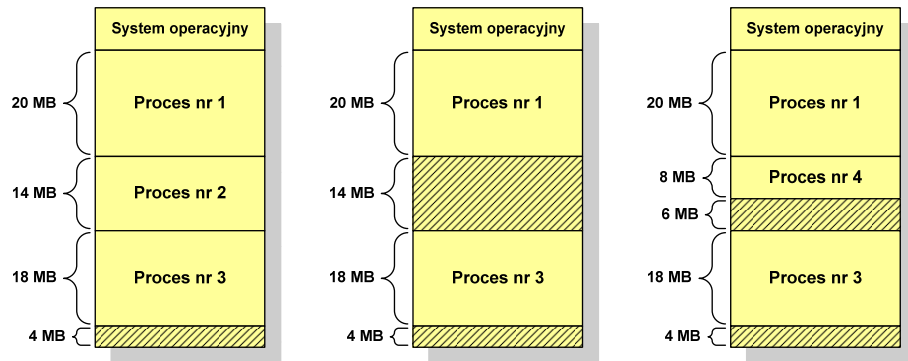
## Partycjonowanie statyczne

- podział pamięci operacyjnej na obszary o takim samym lub różnym rozmiarze, ustalonym podczas generowania systemu



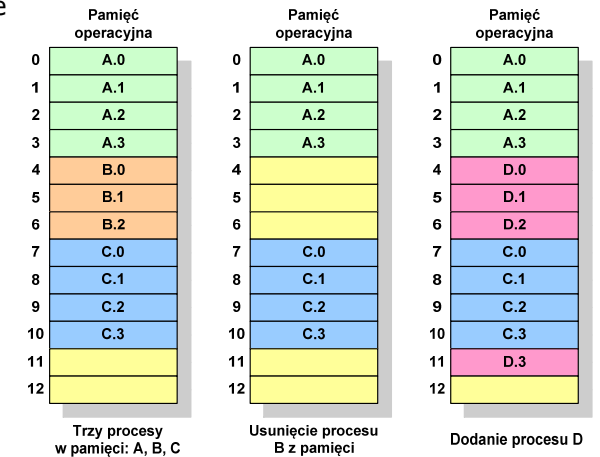
## Partycjonowanie dynamiczne

- partycje są tworzone dynamicznie w ten sposób, że każdy proces jest ładowany do partycji o rozmiarze równym rozmiarowi procesu
- partycje mają różną długość, może zmieniać się także ich liczba
- przykład - w systemie działa 5 procesów: 20 MB, 14 MB, 18 MB, 8 MB, 8 MB



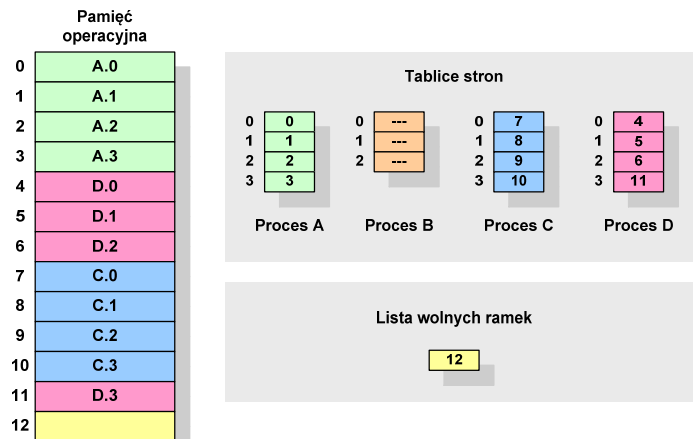
## Proste stronicowanie

- pamięć operacyjna podzielona jest na jednakowe bloki o stałym niewielkim rozmiarze nazywane **ramkami** lub **ramkami stron** (page frames)
- do tych ramek wstawiane są fragmenty procesu zwane **stronami** (pages)
- aby proces mógł zostać uruchomiony wszystkie jego strony muszą znajdować się w pamięci operacyjnej



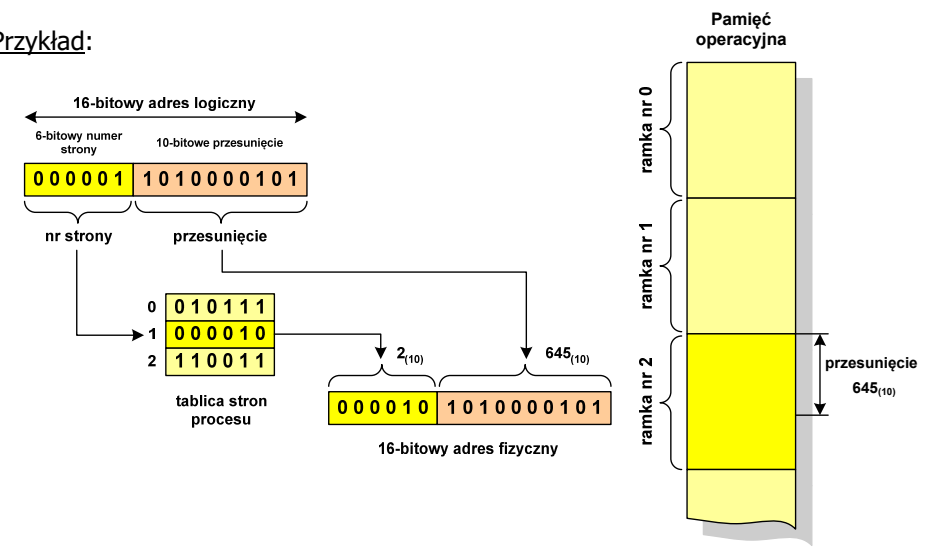
## Proste stronicowanie

- dla każdego procesu przechowywana jest **tablica strony** (page table) zawierająca lokalizację ramki dla każdej strony procesu



## Proste stronicowanie

Przykład:

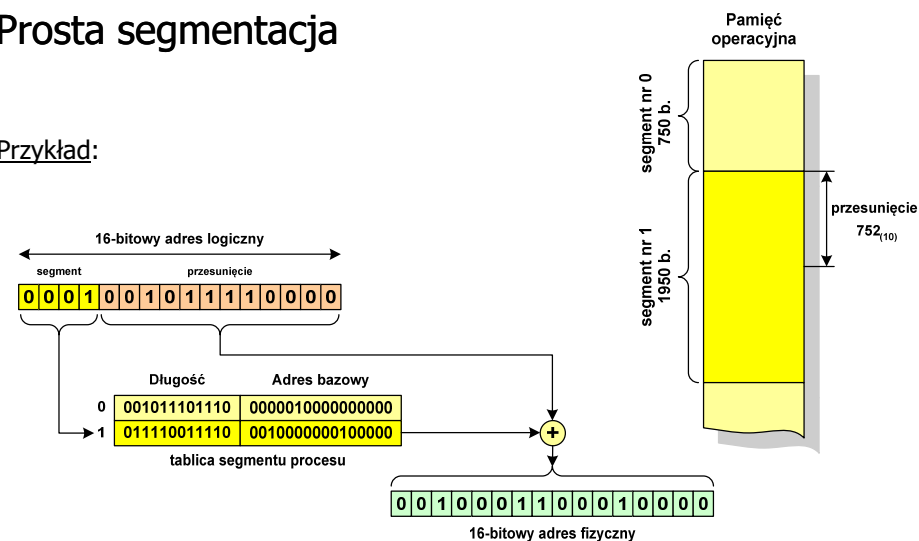


## Prosta segmentacja

- polega na podzieleniu programu i skojarzonych z nim danych na odpowiednią liczbę **segmentów** o **różnej długości**
- ładowanie procesu do pamięci polega na wczytaniu wszystkich jego segmentów do partycji dynamicznych (nie muszą być ciągłe)
- segmentacja jest widoczna dla programisty i ma na celu wygodniejszą organizację programów i danych
- **adres logiczny** wykorzystujący segmentację składa się z dwóch części:
  - numeru segmentu
  - przesunięcia
- dla każdego procesu określana jest **tablica segmentu procesu** zawierająca:
  - długość danego segmentu
  - adres początkowy danego segmentu w pamięci operacyjnej

## Prosta segmentacja

Przykład:



## Pamięć wirtualna

- **pamięć wirtualna** umożliwia przechowywanie stron/segmentów wykonywanego procesu w pamięci dodatkowej (na dysku twardym)

Co się dzieje, gdy procesor chce odczytać stronę z pamięci dodatkowej?

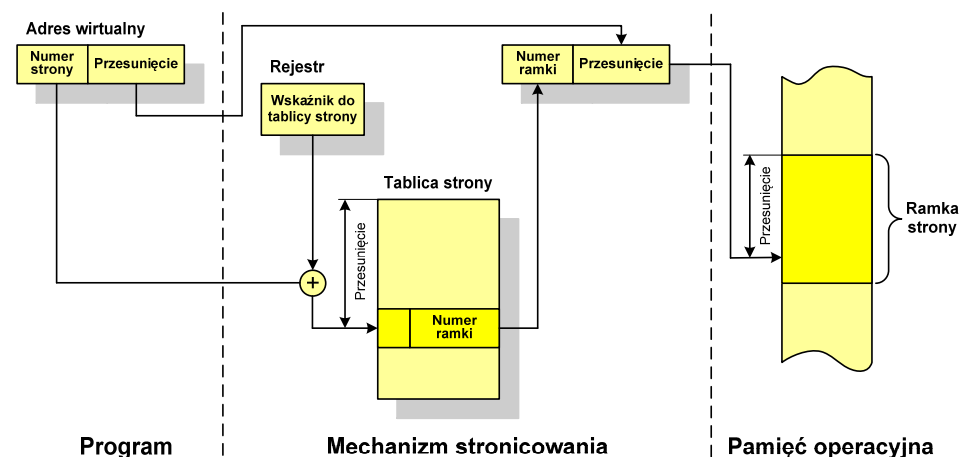
- generowanie przerwania sygnalizującego błąd w dostępie do pamięci
- zmiana stanu procesu na zablokowany
- wstawienie do pamięci operacyjnej fragment procesu zawierający adres logiczny, który był przyczyną błędu
- zmiana stanu procesu na uruchomiony

Dzięki zastosowaniu pamięci wirtualnej:

- w pamięci operacyjnej może być przechowywanych więcej procesów
- proces może być większy od całej pamięci operacyjnej

## Stronicowanie pamięci wirtualnej

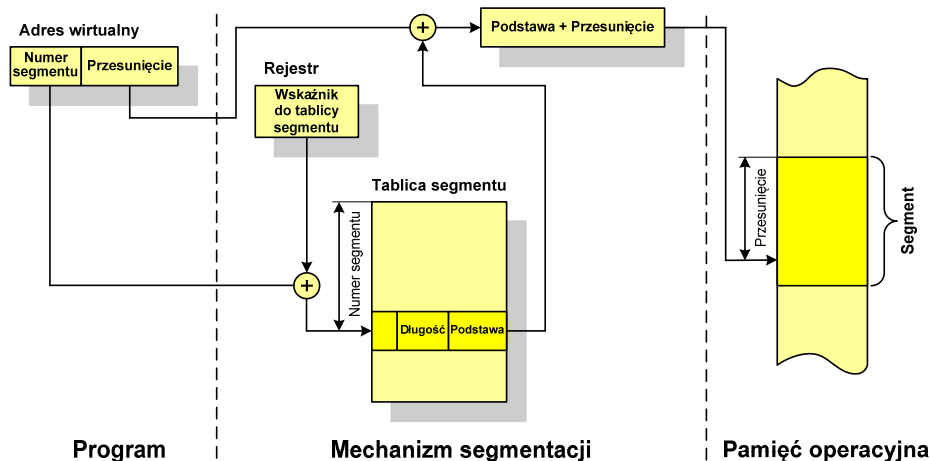
- odczytanie strony wymaga translacji adresu wirtualnego na fizyczny





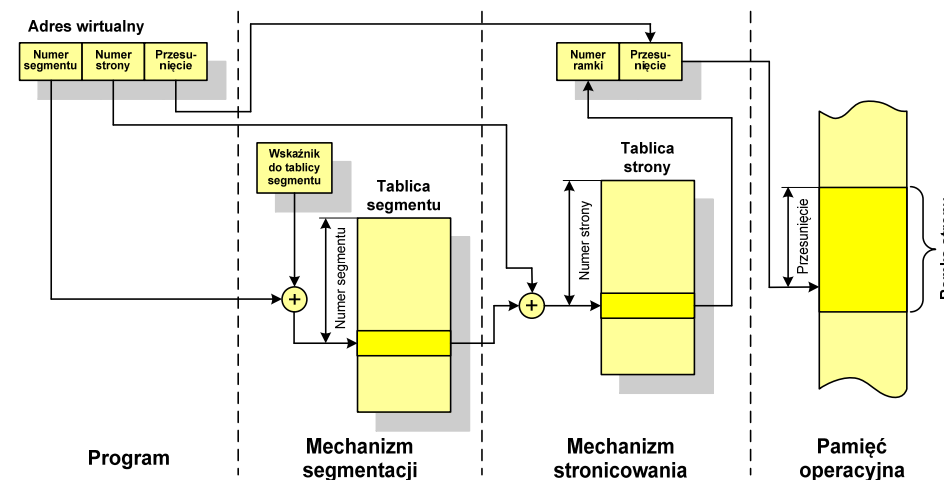
## Segmentacja pamięci wirtualnej

- mechanizm odczytania słowa z pamięci obejmuje translację adresu wirtualnego na fizyczny za pomocą tablicy segmentu



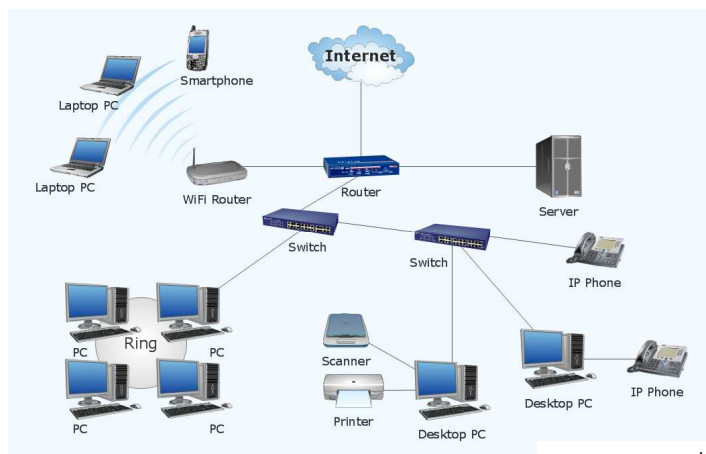
## Stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej

- tłumaczenie adresu wirtualnego na adres fizyczny:



## Sieć komputerowa

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



## Podział sieci w zależności od ich rozmiaru

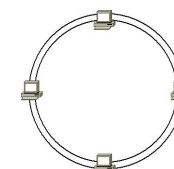
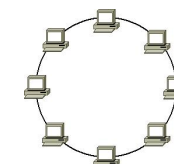
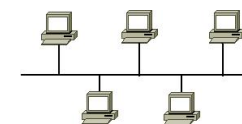
- LAN (Local Area Network)** - sieć lokalna, łączy komputery znajdujące się na określonym, niewielkim obszarze (kilka budynków, przedsiębiorstwo), wykonana jest w jednej technologii (np. Ethernet)
- MAN (Metropolitan Area Network)** - sieć miejska, obejmuje zasięgiem aglomerację lub miasto łącząc oddzielne 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

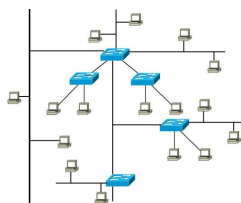
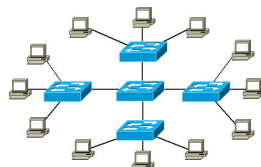
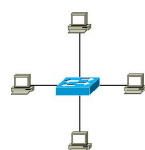
## Topologie sieci komputerowych

- **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  $\Omega$ , grubość: 1/2"
  - max. odległość między stacjami: 500 m
- **Ethernet cienki (Thin Ethernet)**, 10Base-2, 10 Mb/s
  - kabel RG-58, impedancja falowa: 50  $\Omega$ , grubość: 1/4"
  - max. odległość między stacjami: 185 m



## Media transmisyjne - skrętka

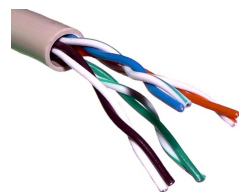
- **Skrętka** - typ przewodu do przesyłania informacji, zbudowany z jednej lub kilku par przewodów skręconych ze sobą i umieszczonych we wspólnej izolacji

- 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



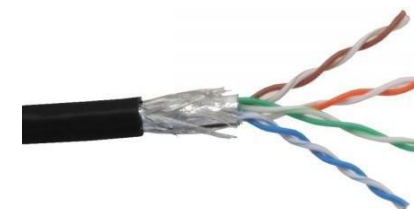
RJ-11

## Media transmisyjne - skrętka

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



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

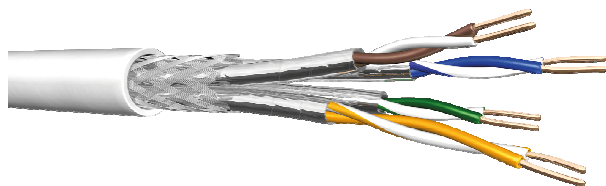


## Media transmisyjne - skrętka

- **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



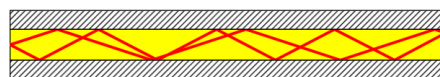
## Media transmisyjne - światłowód

- **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  $\mu\text{m}$  lub 50  $\mu\text{m}$
  - płaszcz zewnętrzny (cladding), średnica: 125  $\mu\text{m}$
  - 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



— medium  
■ włókno szklane  
▨ powłoka zewnętrzna

pl.wikipedia.org

- 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



— medium  
■ włókno szklane  
▨ powłoka zewnętrzna

pl.wikipedia.org

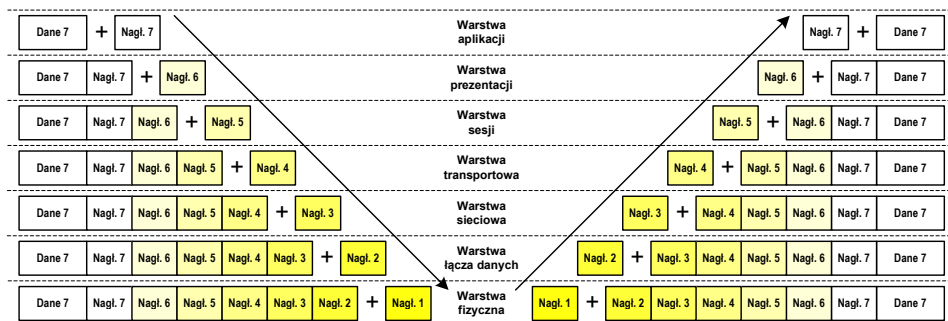
- źródło światła: dioda laserowa
- długość fali świetlnej (1300 nm i 1500 nm)
- długość kabla: do 100 km
- wyższy koszt od światłowodów wielomodowych

## 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 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     |

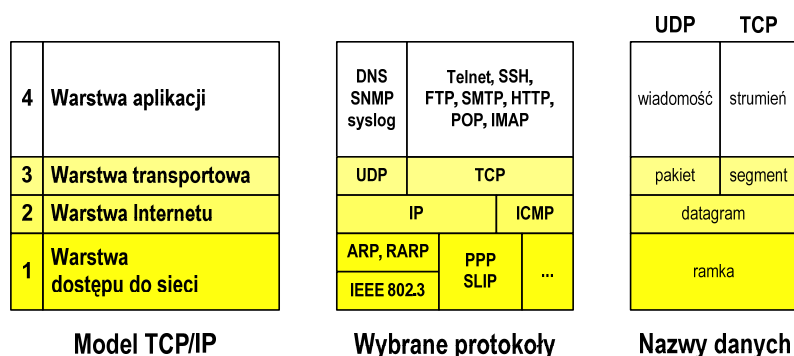
Model ISO/OSI

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

Model TCP/IP

## Model TCP/IP

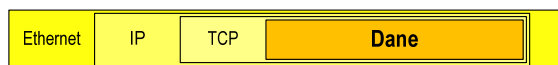
- z poszczególnymi warstwami związanych jest wiele **protokołów**
- **protokół** - zbiór zasad określających format i sposób przesyłania danych



Model TCP/IP

Wybrane protokoły

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 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:

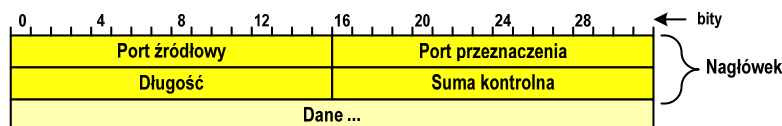
| port | protokół        |
|------|-----------------|
| 20   | FTP (dane)      |
| 21   | FTP (polecenia) |
| 22   | SSH             |
| 23   | Telnet          |
| 25   | SMTP (mail)     |

| 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**



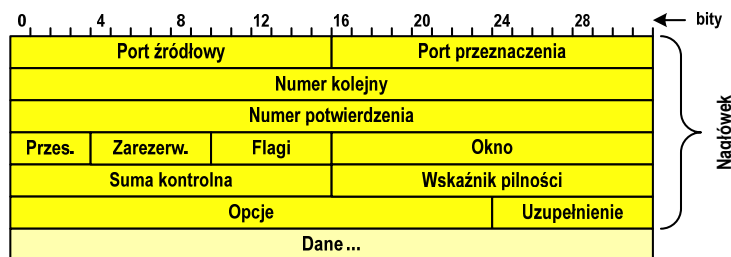
- **Port źródłowy (Source port)** - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia (Destination port)** - numer portu odbiorcy
- **Długość (Length)** - całkowita długość pakietu w bajtach (nagłówek + dane)
- **Suma kontrolna (Checksum)** - tworzona na podstawie nagłówka i danych

## 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

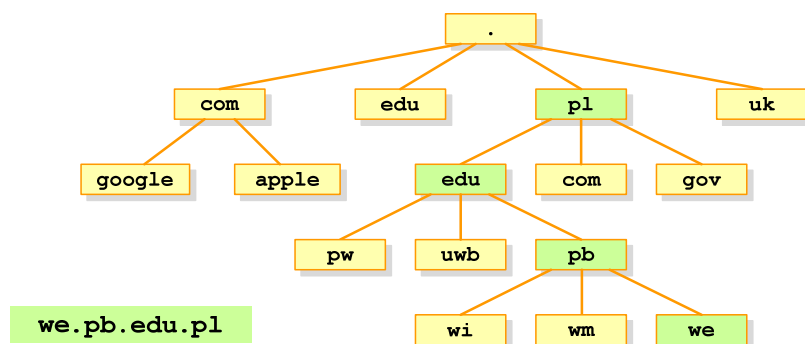


- Port źródłowy (Source port) - numer portu nadawcy
- Port przeznaczenia (Destination port) - numer portu odbiorcy
- Numer kolejny (Sequence number) - identyfikator określający miejsce segmentu przed fragmentacją
- Numer potwierdzenia (Acknowledgment number) - identyfikator będący potwierdzeniem otrzymania 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 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 7

Dziękuję za uwagę!