

Informatyka 1 (ES1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny
Elektrotechnika, semestr I, studia stacjonarne I stopnia
Rok akademicki 2023/2024

Wykład nr 14 (16.01.2024)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 14

- System operacyjny
 - definicje systemu operacyjnego
- Zarządzanie procesami
 - definicja procesu, dwu- i pięciostanowy model procesu
- Zarządzanie dyskowymi operacjami we-wy
 - struktura dysku twardego (MBR, GPT)
 - systemy plików (FAT, NTFS, ext2)
- Zarządzanie pamięcią operacyjną
 - partycjonowanie, stronicowanie, segmentacja, pamięć wirtualna
- Sieci komputerowe
 - definicja, podział, topologie i media transmisyjne
 - model referencyjny ISO/OSI, model protokołu TCP/IP

System operacyjny - definicja

- **System operacyjny** - jest to program sterujący wykonywaniem aplikacji i działający jako interfejs pomiędzy aplikacjami (użytkownikiem) a sprzętem komputerowym
- System operacyjny - **administrator zasobów** - zarządza i przydziela zasoby systemu komputerowego oraz steruje wykonaniem programu
- **zasób systemu** - każdy element systemu, który może być przydzielony innej części systemu lub oprogramowaniu aplikacyjnemu
- do zasobów systemu zalicza się:
 - czas procesora
 - pamięć operacyjną
 - urządzenia zewnętrzne

Zarządzanie procesami

- Głównym zadaniem systemu operacyjnego jest **zarządzanie procesami**
- Definicja procesu:
 - **proces** - program w trakcie wykonania
 - **proces** - ciąg wykonań instrukcji wyznaczanych kolejnymi wartościami licznika rozkazów wynikających z wykonywanej procedury (programu)
 - **proces** - jednostka, którą można przypisać procesorowi i wykonać
- Proces składa się z kilku elementów:
 - **kod programu**
 - **dane potrzebne programowi** (zmienne, przestrzeń robocza, bufory)
 - **kontekst wykonywanego programu** (stan procesu) - dane wewnętrzne, dzięki którym system operacyjny może nadzorować proces i nim sterować

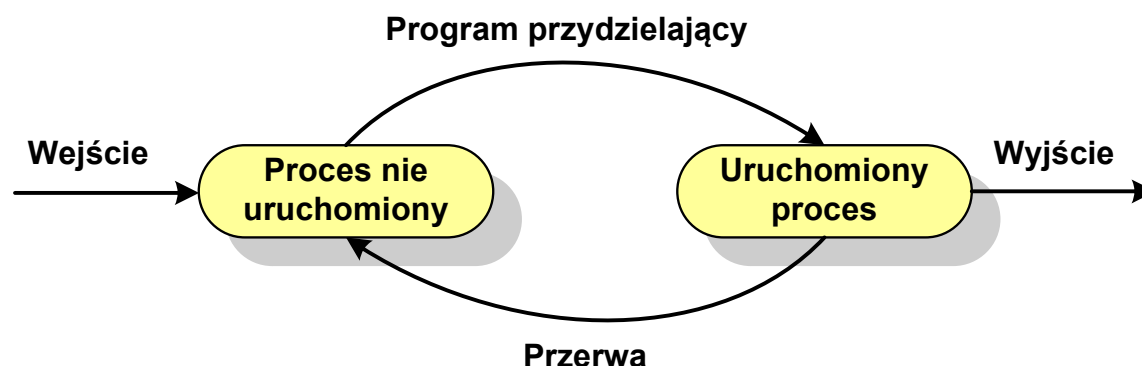
Blok kontrolny procesu (deskryptor procesu)

- struktura danych tworzona i zarządzana przez system operacyjny, a opisująca właściwości procesu
- **identyfikator** - unikatowy numer skojarzony z procesem, dzięki któremu można odróżnić go od innych procesów
- **stan procesu**: nowy, gotowy, uruchomiony, zablokowany, anulowany
- **priorytet** - niski, normalny, wysoki, czasu rzeczywistego
- **licznik programu** - adres kolejnego rozkazu w programie, który ma zostać wykonany
- **wskaźniki pamięci** - wskaźniki do kodu programu, danych skojarzonych z procesem, dodatkowych bloków pamięci
- **dane kontekstowe** - dane znajdujące się w rejestrach procesora, gdy proces jest wykonywany
- **informacje na temat stanu żądań we-wy** - informacje na temat urządzeń we-wy przypisanych do tego procesu

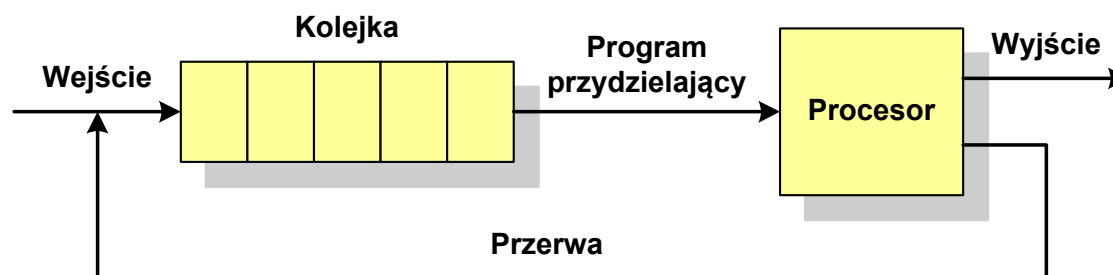
Identyfikator
Stan
Priorytet
Licznik programu
Wskaźniki pamięci
Dane kontekstowe
Informacje na temat stanu żądań we/wy
Informacje ewidencyjne
...

Dwustanowy model procesu

- najprostszy model polega na tym, że w dowolnej chwili proces jest wykonywany przez procesor (**uruchomiony**) lub nie (**nie uruchomiony**)



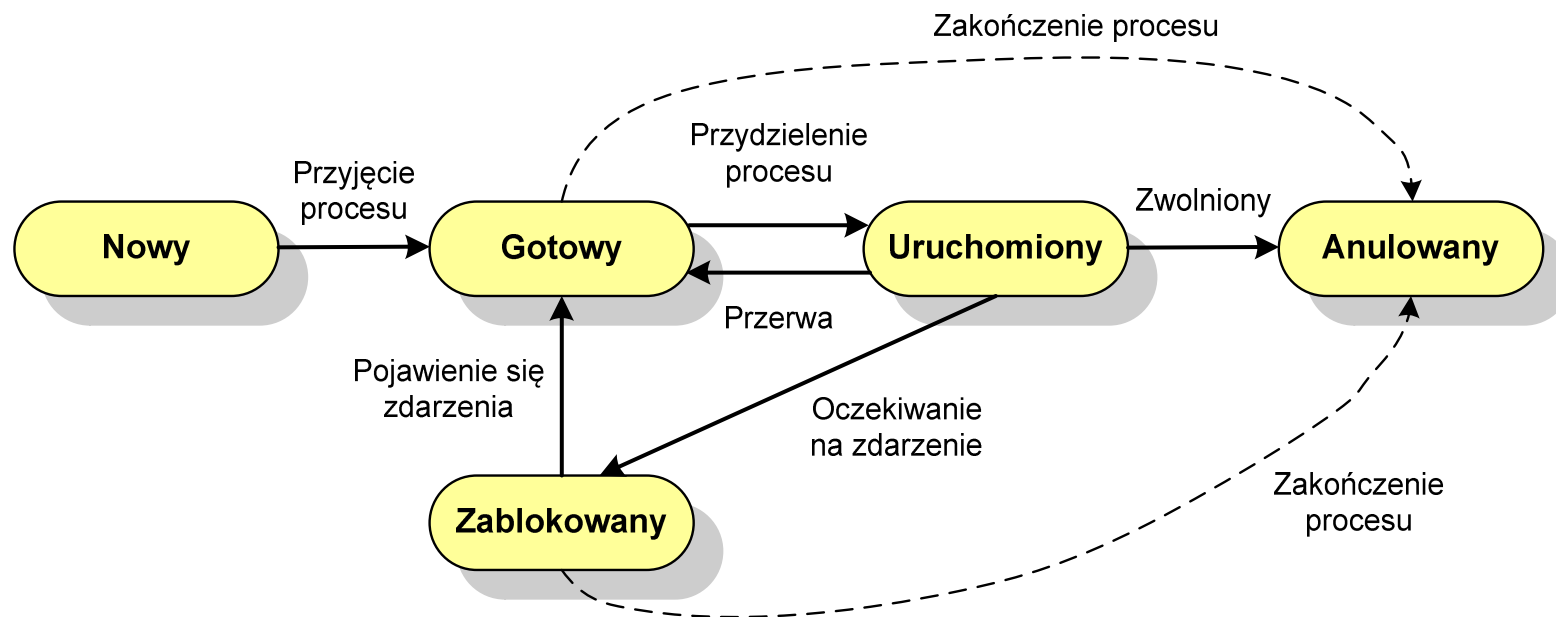
- procesy, które nie są uruchomione czekają w kolejce na wykonanie



- wadą tego modelu jest sytuacja, gdy kolejny proces pobierany do wykonania z kolejki jest **zablokowany**, gdyż oczekuje na **zakończenie operacji we-wy**

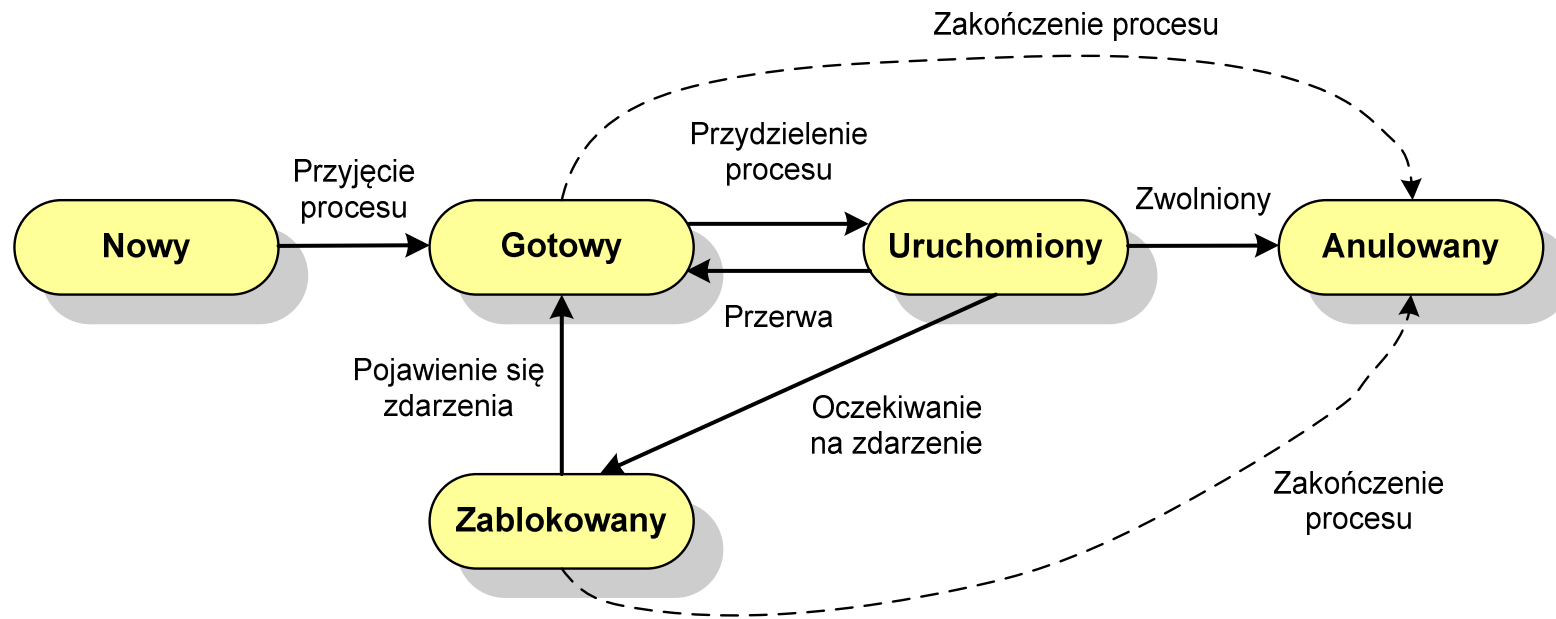
Pięciostanowy model procesu

- rozwiązaniem powyższego problemu jest podział procesów nieuruchomionych na **gotowe do wykonania** i **zablokowane**



- pięciostanowy model procesu wymaga zastosowania minimum dwóch kolejek: dla procesów **gotowych do wykonania** i **zablokowanych**

Pięciostanowy model procesu



- **uruchomiony** - proces aktualnie wykonywany
- **gotowy** - proces gotowy do wykonania przy najbliższej możliwej okazji
- **zablokowany** - proces oczekujący na zakończenie operacji we-wy
- **nowy** - proces, który właśnie został utworzony (ma utworzony blok kontrolny procesu, nie został jeszcze załadowany do pamięci), ale nie został jeszcze przyjęty do grupy procesów oczekujących na wykonanie
- **anulowany** - proces, który został wstrzymany lub anulowany z jakiegoś powodu

Zarządzanie dyskowymi operacjami we-wy

- Struktura dysku twardego
 - MBR (BIOS)
 - GPT (UEFI)

- Systemy plików
 - FAT (FAT12, FAT16, FAT32, exFAT)
 - NTFS
 - ext2

Struktura dysku twardego - MBR

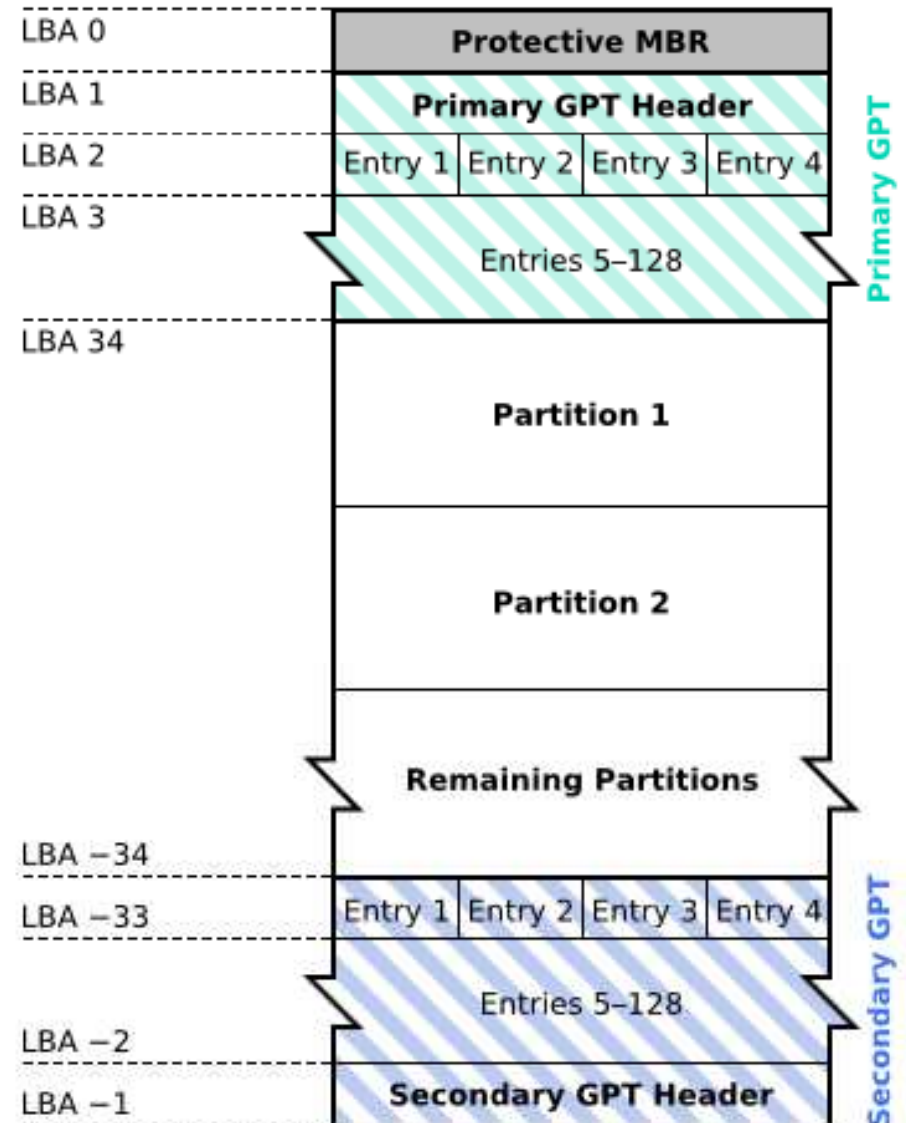
- **MBR (Master Boot Record)** - główny rekord ładujący (1983, PC DOS 2.0)
- struktura danych opisująca podział dysku na partycje
- pierwszy sektor logiczny dysku (CHS → 0,0,1), zajmuje 512 bajtów

446 bajtów	4 × 16 = 64 bajty				2 bajty
Główny kod startowy	Tablica partycji				Sygnatura rozruchu
	Partycja 1	Partycja 2	Partycja 3	Partycja 4	

- **główny kod startowy (Master Boot Code, bootloader)** - program odszukujący i ładujący do pamięci zawartość pierwszego sektora aktywnej partycji
- **tablica partycji** - cztery 16-bajtowe rekordy opisujące partycje na dysku
- **sygnatura rozruchu (boot signature)** - znacznik końca MBR (**0x55AA**)
- maksymalny rozmiar partycji to **2 TB** ($2^{32} \times 512$ bajtów)

Struktura dysku twardego - GPT

- **GPT (GUID Partition Table)**, 2010 r.
- IBM/Microsoft, 2010 rok
- Maks. rozmiar dysku: **9,4 ZB**
- Maks. liczba partycji: **128**
- **Protective MBR** - pozostawiony dla bezpieczeństwa
- **GPT Header** (512 bajtów):
 - liczba pozycji i rozmiar pozycji w tablicy
 - położenie zapasowej kopii GPT
 - unikatowy identyfikator dysku
- **Entry x** (128 bajtów):
 - typ partycji, unikatowy identyfikator
 - początkowy i końcowy numer LBA
 - atrybuty, nazwa



System plików FAT (File Allocation Table)

- opracowany na przełomie lat 70. i 80. dla systemu MS-DOS
- występuje w czterech wersjach: FAT12, FAT16, FAT32 i exFAT (FAT64)
- numer występujący po słowie FAT oznacza liczbę bitów przeznaczonych do kodowania (numeracji) **jednostek alokacji pliku** (JAP), tzw. **klastrów** (ang. cluster) w tablicy alokacji plików
 - 12 bitów w systemie FAT12
 - 16 bitów w systemie FAT16
 - 32 bity w systemie FAT32 (praktycznie 28)
 - 64 bity w systemie exFAT (FAT64)
- ogólna struktura dysku logicznego / dyskietki w systemie FAT:

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

FAT12

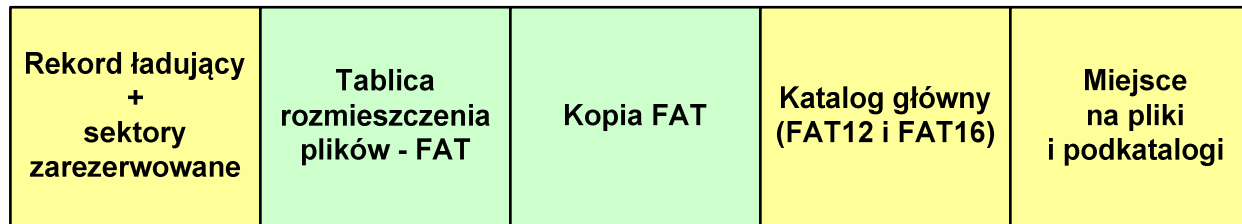
- system plików FAT12 przeznaczony jest dla nośników o małej pojemności
- **rekord ładujący** zajmuje pierwszy sektor dyskietki lub dysku logicznego



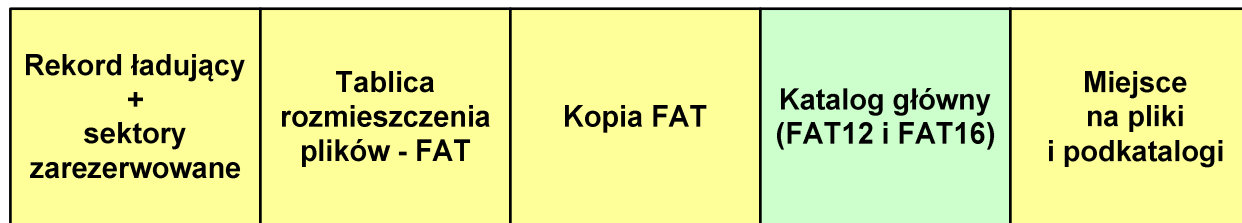
- rekord ładujący zawiera następujące dane:
 - instrukcja skoku do początku programu ładującego (3 bajty)
 - nazwa wersji systemu operacyjnego (8 bajtów)
 - struktura BPB (ang. BIOS Parametr Block) - blok parametrów BIOS (25 bajtów)
 - rozszerzony BPB (ang. Extended BPB, 26 bajtów)
 - wykonywalny kod startowy uruchamiający system operacyjny (448 bajtów)
 - znacznik końca sektora - 55AAH (2 bajty)

FAT12

- **tablica rozmieszczenia plików FAT** tworzy swego rodzaju „mapę” plików zapisanych na dysku
- za tablicą FAT znajduje się jej kopia, która nie jest wykorzystywana



- za kopią tablicy FAT znajduje się **katalog główny** zajmujący określoną dla danego typu dysku liczbę sektorów

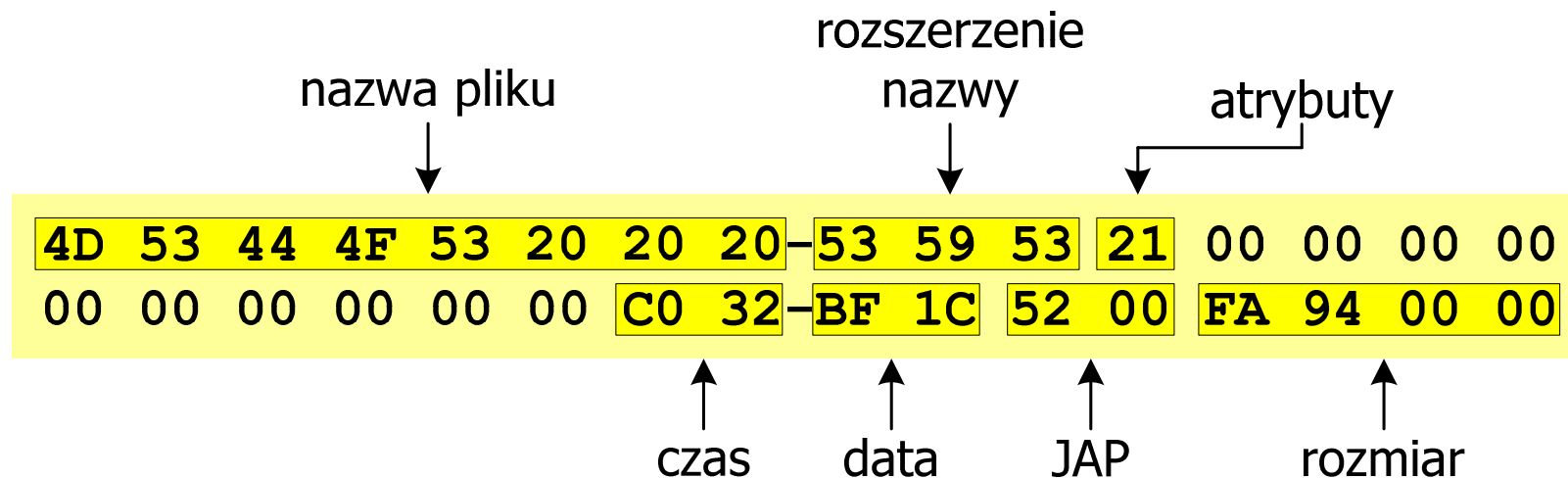


- katalog główny zawiera 32-bajtowe pola mogące opisywać pliki, podkatalogi lub etykietę dysku

FAT12

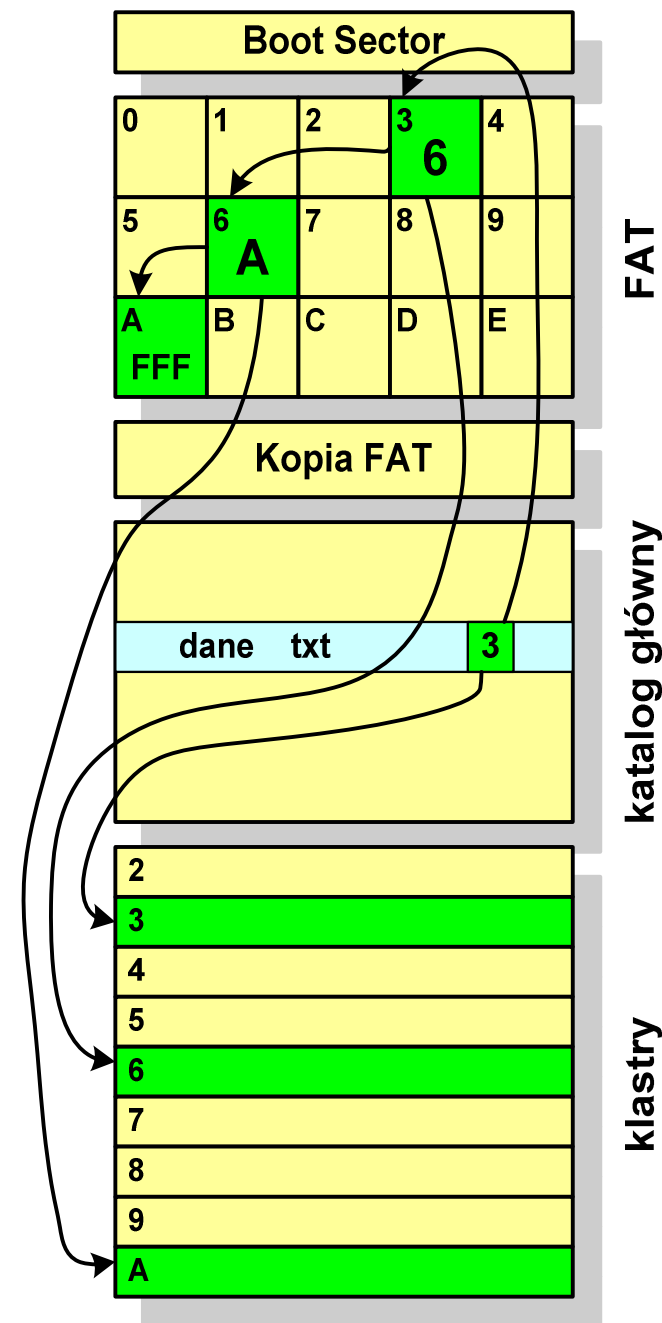
- przykładowa zawartość katalogu głównego:

0000	49	4F	20	20	20	20	20	20	53	59	53	21	00	00	00	00	IO	SYS!....
0010	00	00	00	00	00	00	C0	32	BF	1C	02	00	46	9F	00	00	.....2....F...	
0020	4D	53	44	4F	53	20	20	20	53	59	53	21	00	00	00	00	MSDOS	SYS!....
0030	00	00	00	00	00	00	C0	32	BF	1C	52	00	FA	94	00	00	.....2..R.....	
0040	43	4F	4D	4D	41	4E	44	20	43	4F	4D	20	00	00	00	00	COMMAND	COM
0050	00	00	00	00	00	00	C0	32	BF	1C	9D	00	75	D5	00	00	.....2....u...	
0060	41	54	54	52	49	42	20	20	45	58	45	20	00	00	00	00	ATTRIB	EXE
0070	00	00	00	00	00	00	C0	32	BF	1C	08	01	C8	2B	00	00	.....2.....+..	



FAT12 - położenie pliku na dysku

- w katalogu, w 32-bajtowym polu każdego pliku wpisany jest początkowy numer JAP
- numer ten określa logiczny numer sektora, w którym znajduje się początek pliku
- ten sam numer JAP jest jednocześnie indeksem do miejsca w tablicy FAT, w którym wpisany jest numer kolejnej JAP
- numer wpisany we wskazanym miejscu tablicy rozmieszczenia plików wskazuje pierwszy sektor następnej części pliku i równocześnie położenie w tablicy FAT numeru następnej JAP
- w ten sposób tworzy się łańcuch, określający położenie całego pliku
- jeśli numer JAP składa się z samych FFF, to oznacza to koniec pliku



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

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

- do adresowania JAP stosuje się, obcięty o 4 najstarsze bity, adres 32-bitowy i dlatego dysk z FAT32 może zawierać maksymalnie 2^{28} JAP
- w systemie FAT32 można formatować tylko dyski, nie można natomiast zainstalować go na dyskietkach

FAT32 - długie nazwy plików

- wprowadzone w systemie Windows 95
- informacje o nazwie pliku zapamiętywane są jako:
 - długa nazwa (13 znaków w każdej 32-bajtowej strukturze, Unicode)
 - skrócona nazwa (32-bajtowa struktura, stary format 8+3)

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	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	4F	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	S	Y	S	T	E	M	~	1	T	X	T	.	K	.	.		
0070	67	32	67	32	00	00	08	80	67	32	02	00	06	00	00	00	g	2	g	2	

skrócona nazwa pliku



exFAT (FAT64)

- 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
- stworzony przez Microsoft na potrzeby pamięci Flash
- 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 (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

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

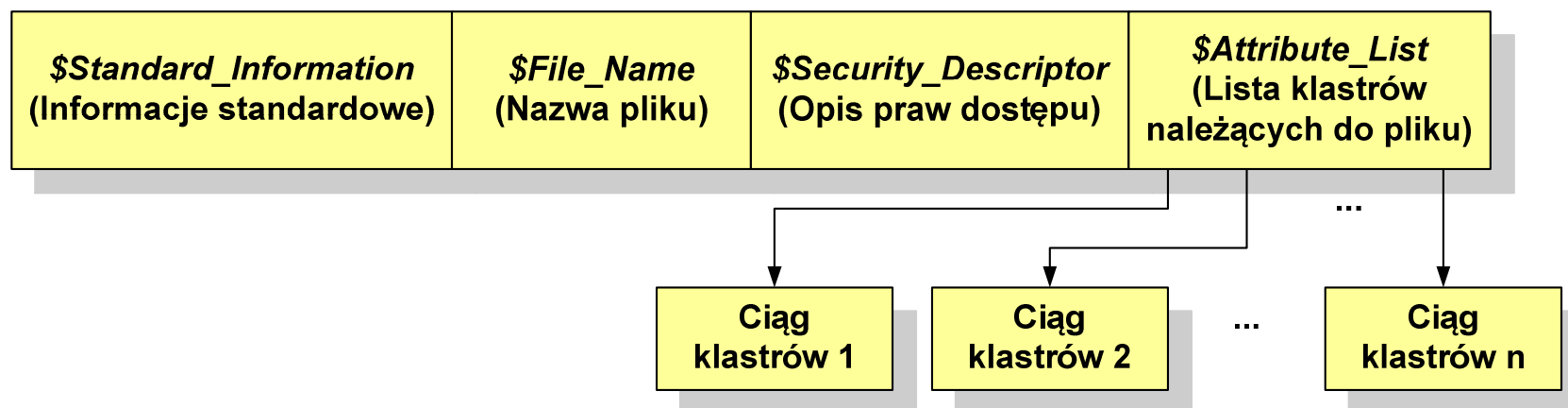
- pliki w systemie NTFS są reprezentowane w MFT przez rekord zawierający atrybuty:
 - **\$Standard_Information**
 - **\$File_Name**
 - **\$Security_Descriptor**
 - **\$Data**

<i>\$Standard_Information</i> (Informacje standardowe)	<i>\$File_Name</i> (Nazwa pliku)	<i>\$Security_Descriptor</i> (Opis praw dostępu)	<i>\$Data</i> (Dane)
--	--	--	--------------------------------

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

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 - Katalogi

- katalogi reprezentowane są przez rekordy zawierające trzy takie same atrybuty jak pliki:
 - **\$Standard_Information**
 - **\$File_Name**
 - **\$Security_Descriptor**

<i>\$Standard_Information</i> (Informacje standardowe)	<i>\$File_Name</i> (Nazwa pliku)	<i>\$Security_Descriptor</i> (Opis praw dostępu)	<i>\$Index_Root</i>	<i>\$Index_Allocation</i>	<i>\$Bitmap</i>
--	--	--	----------------------------	----------------------------------	------------------------

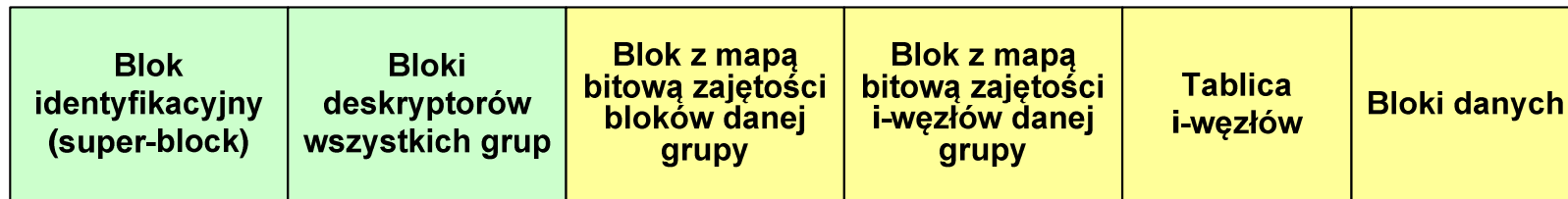
- zamiast atrybutu **\$Data** umieszczone są trzy atrybuty przeznaczone do tworzenia list, sortowania oraz lokalizowania plików i podkatalogów
 - **\$Index_Root**
 - **\$Index_Allocation**
 - **\$Bitmap**

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



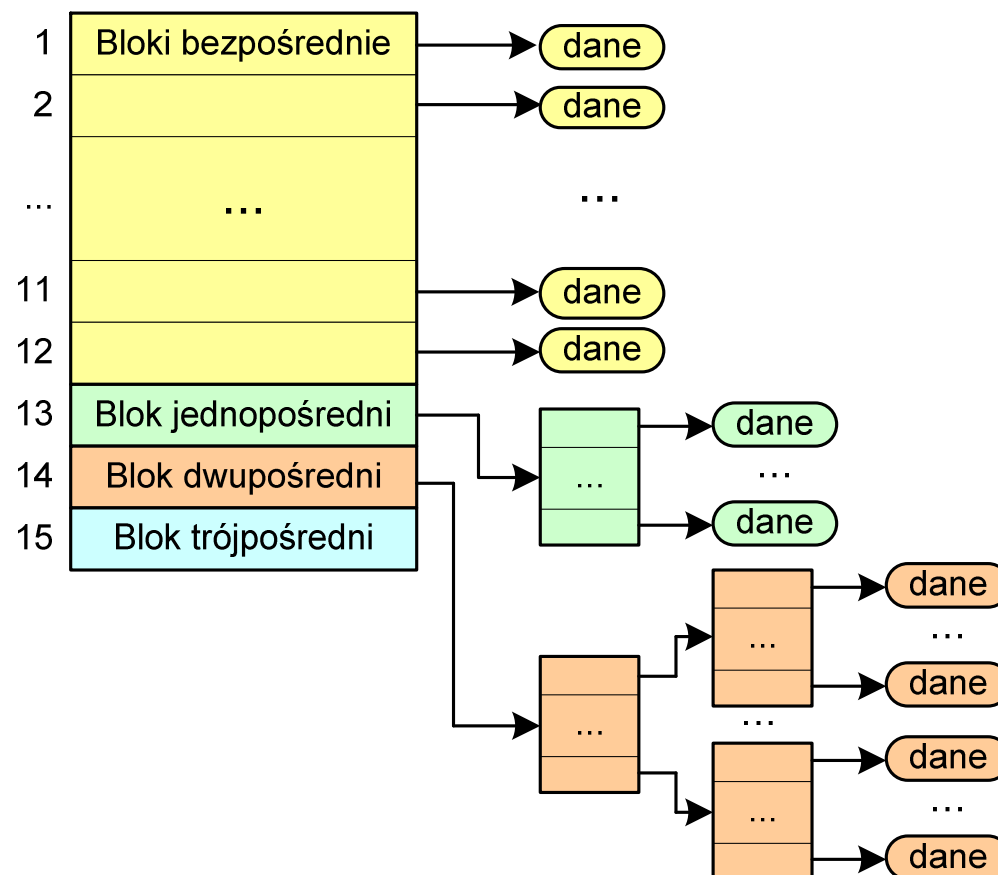
- każda grupa bloków zawiera ten sam blok identyfikacyjny oraz kopie bloków z deskryptorami wszystkich grup
- **blok identyfikacyjny** zawiera informacje na temat systemu plików (np. rodzaj systemu plików, rozmiar bloku)
- **deskryptor grupy** opisuje grupę bloków (np. położenie bloków z mapami bitowymi, liczba wolnych bloków, liczba katalogów w grupie)
- **blok z mapą bitową zajętości bloków danej grupy** - tablica bitów, zajmuje jeden blok (np. dla bloku o rozmiarze 1 kB opisuje 8096 bloków danych)
- **blok z mapą bitową zajętości i-węzłów danej grupy** - tablica bitów, każdy bit zawiera informację czy dany i-węzeł jest wolny czy zajęty

ext2 - i-węzeł

- pliki na dysku reprezentowane są przez **i-węzły** (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 jednopięśredni** (ang. single indirect block)
 - 1 adres bloku zawierającego adresy bloków jednopięśrednich - **blok dwupięśredni** (ang. double indirect block)
 - 1 adres bloku zawierającego adresy bloków dwupięśrednich - **blok trójpięśredni** (ang. triple indirect block)



ext2

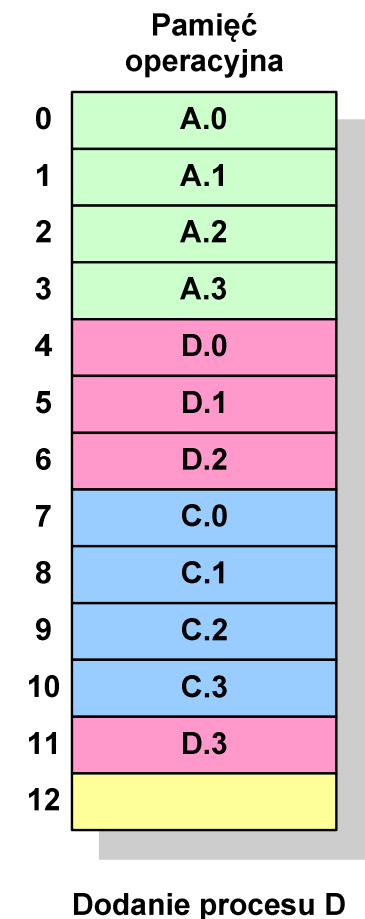
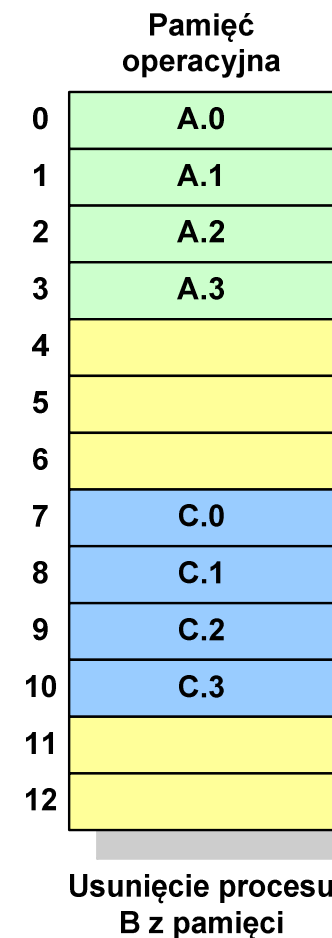
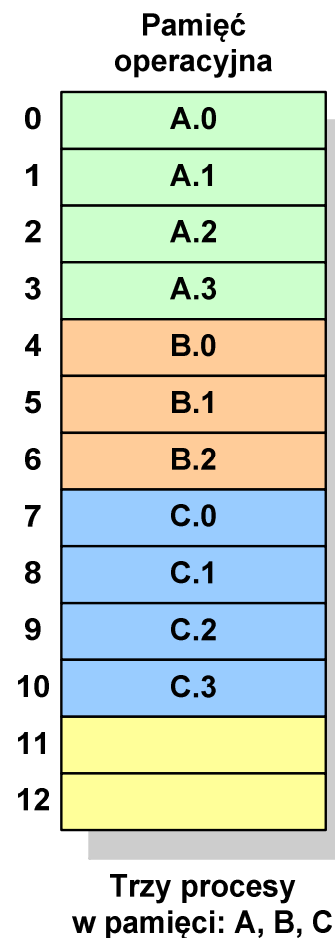
- **nazwy plików** przechowywane są w **katalogach**, które w systemie Linux są plikami, ale o specjalnej strukturze
- katalogi składają się z ciągu tzw. **pozycji katalogowych** o nieustalonej z góry długości
- każda pozycja opisuje dowiązanie do jednego pliku i zawiera:
 - numer i-węzła (4 bajty)
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

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:
 - proste stronicowanie
 - prosta segmentacja
 - **stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej**

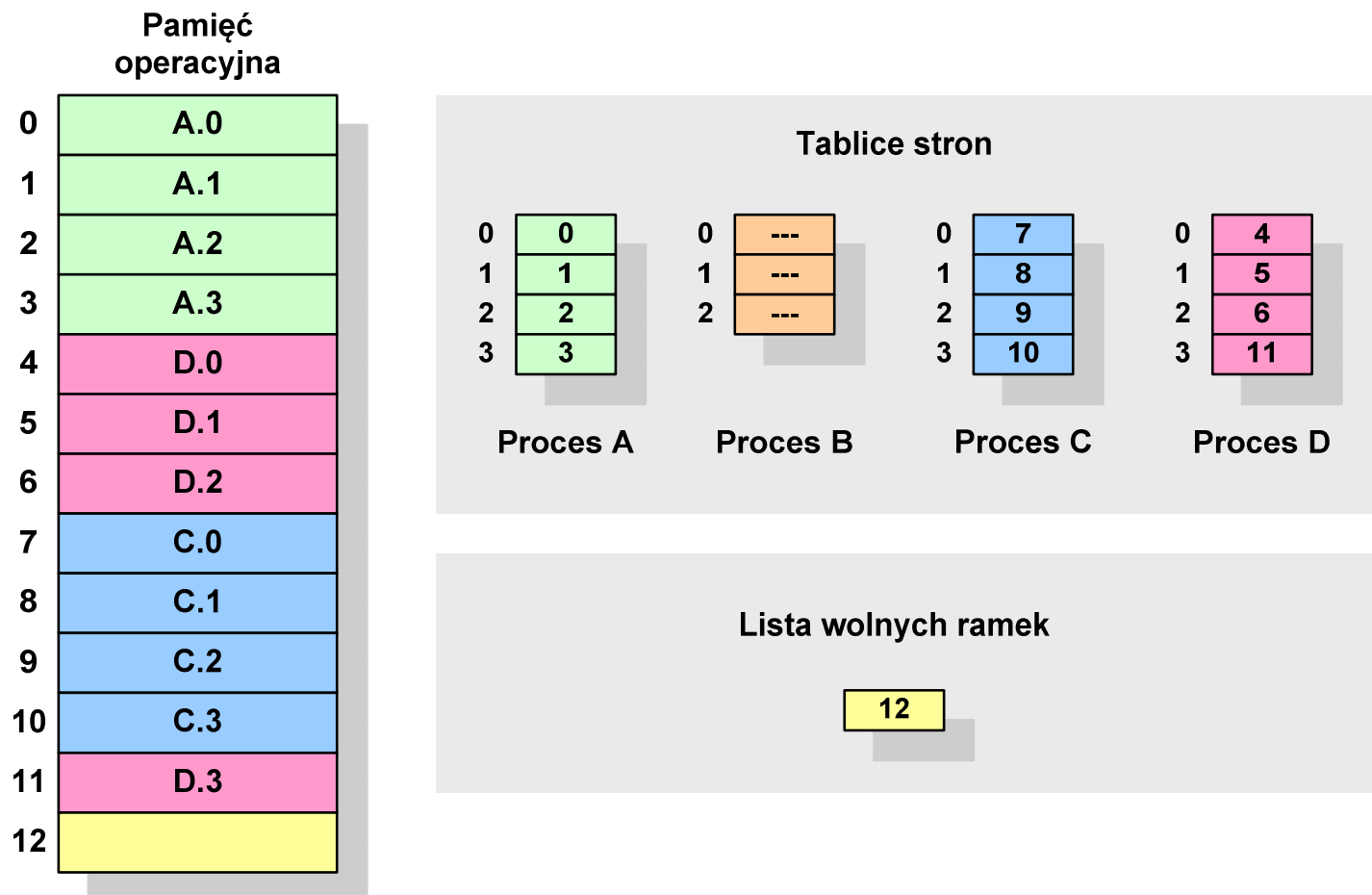
Proste stronicowanie

- ❑ 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



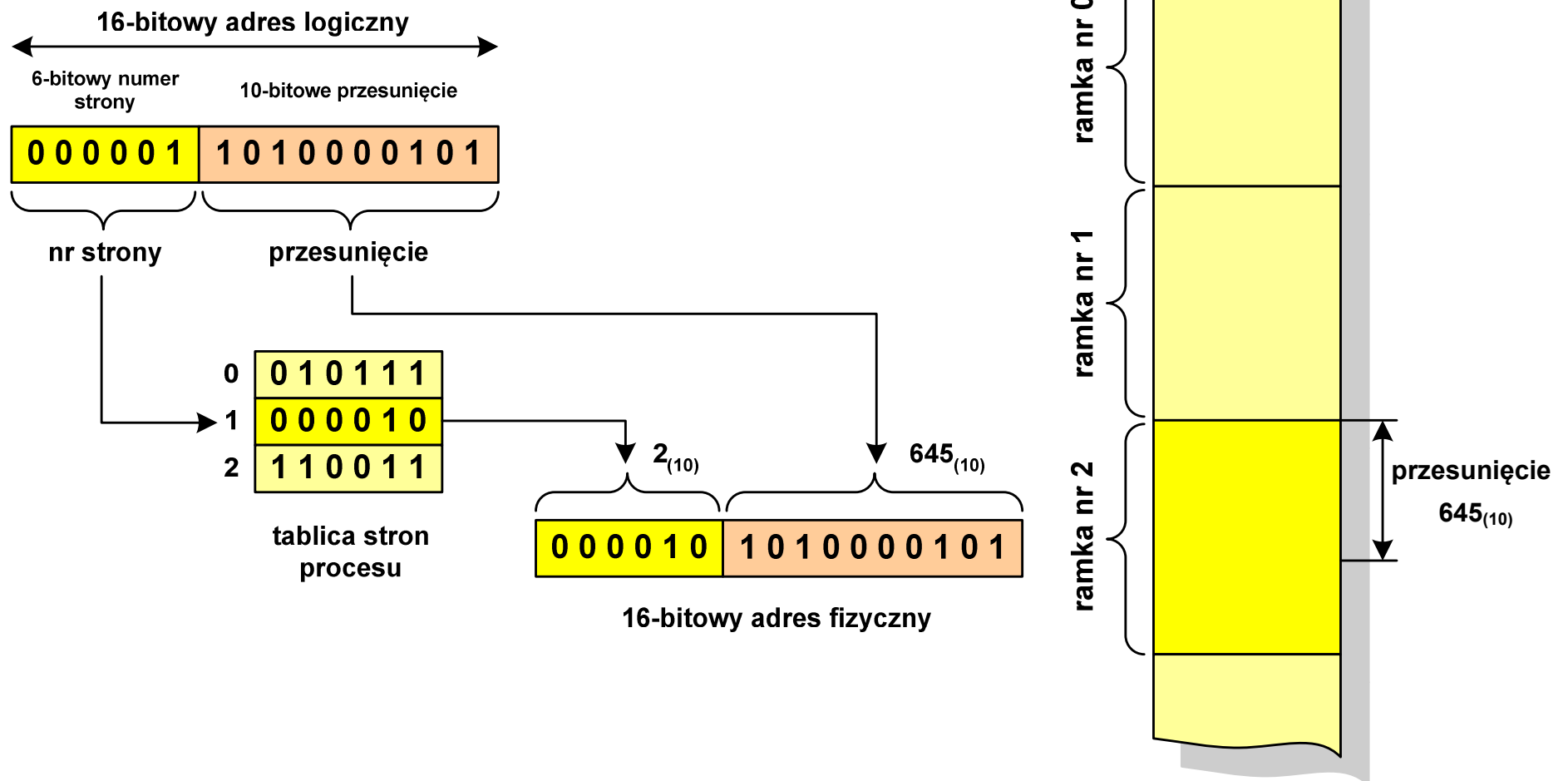
Proste stronicowanie

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



Proste stronicowanie

Przykład:

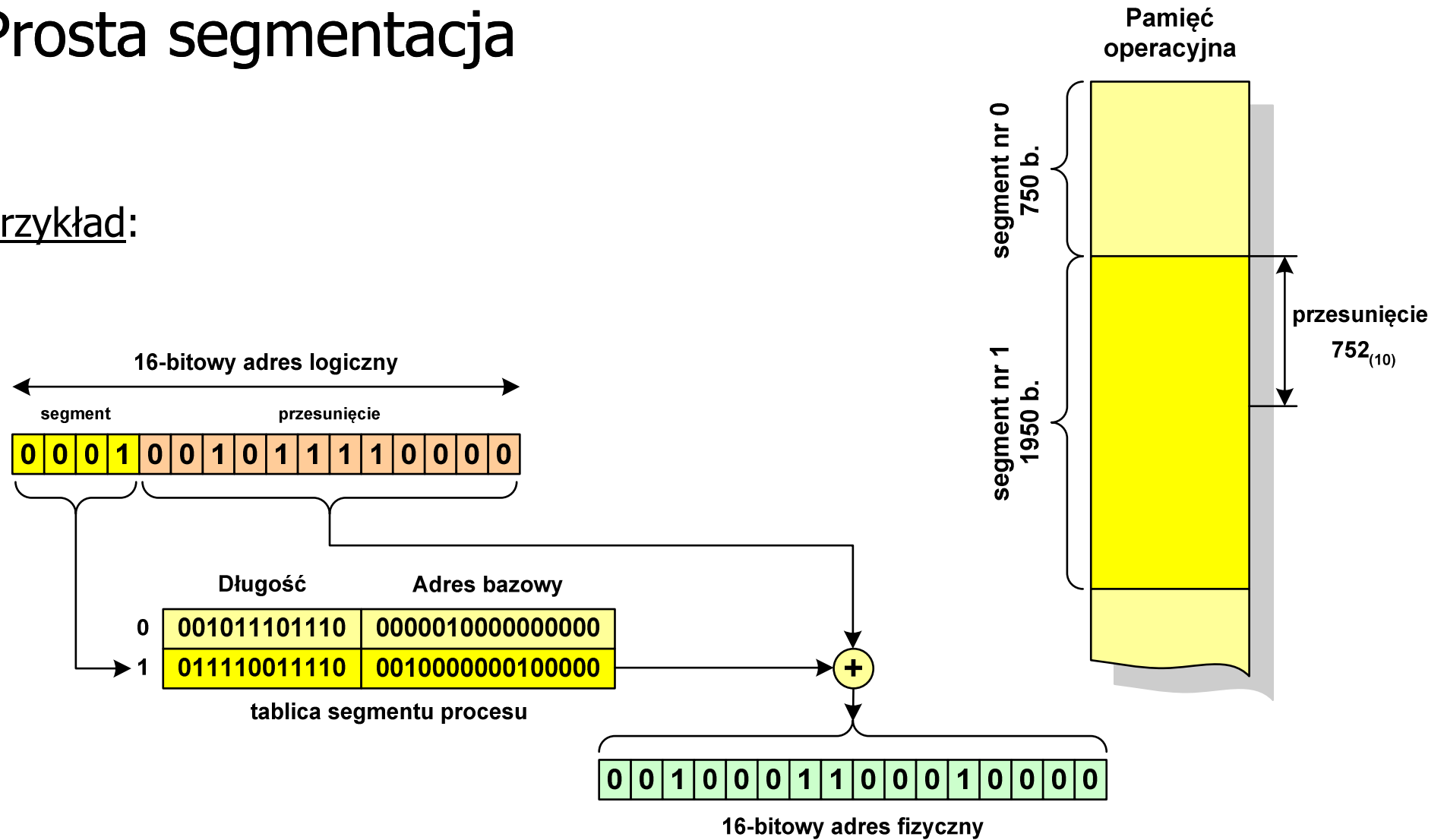


Prosta segmentacja

- 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?

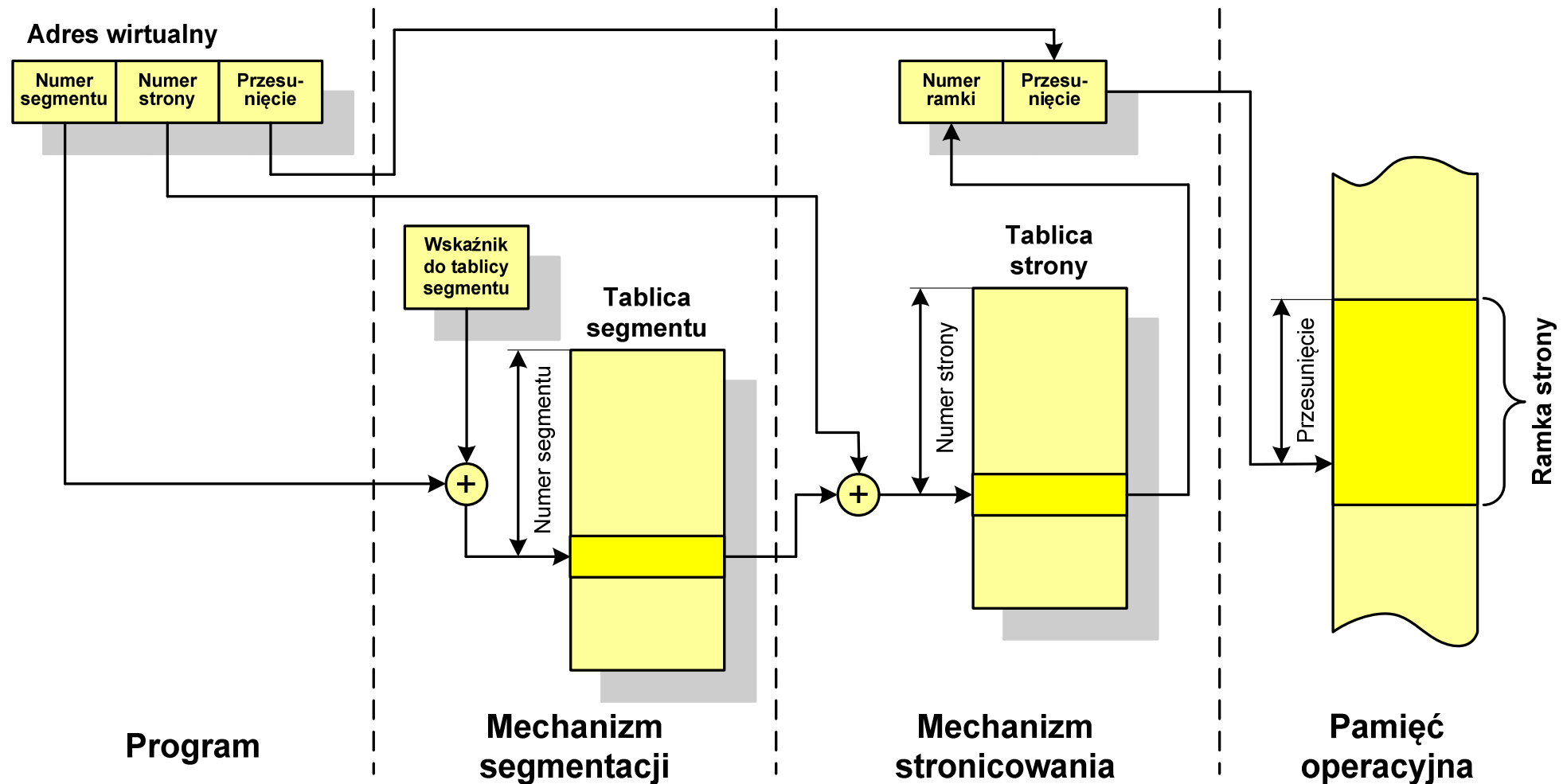
- generowanie przerwania sygnalizującego błąd w dostępie do pamięci
- zmiana stan procesu na zablokowany
- wstawienie do pamięci operacyjnej fragment procesu zawierający adres logiczny, który był przyczyną błędu
- zmiana stanu procesu na uruchomiony

Dzięki zastosowaniu pamięci wirtualnej:

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

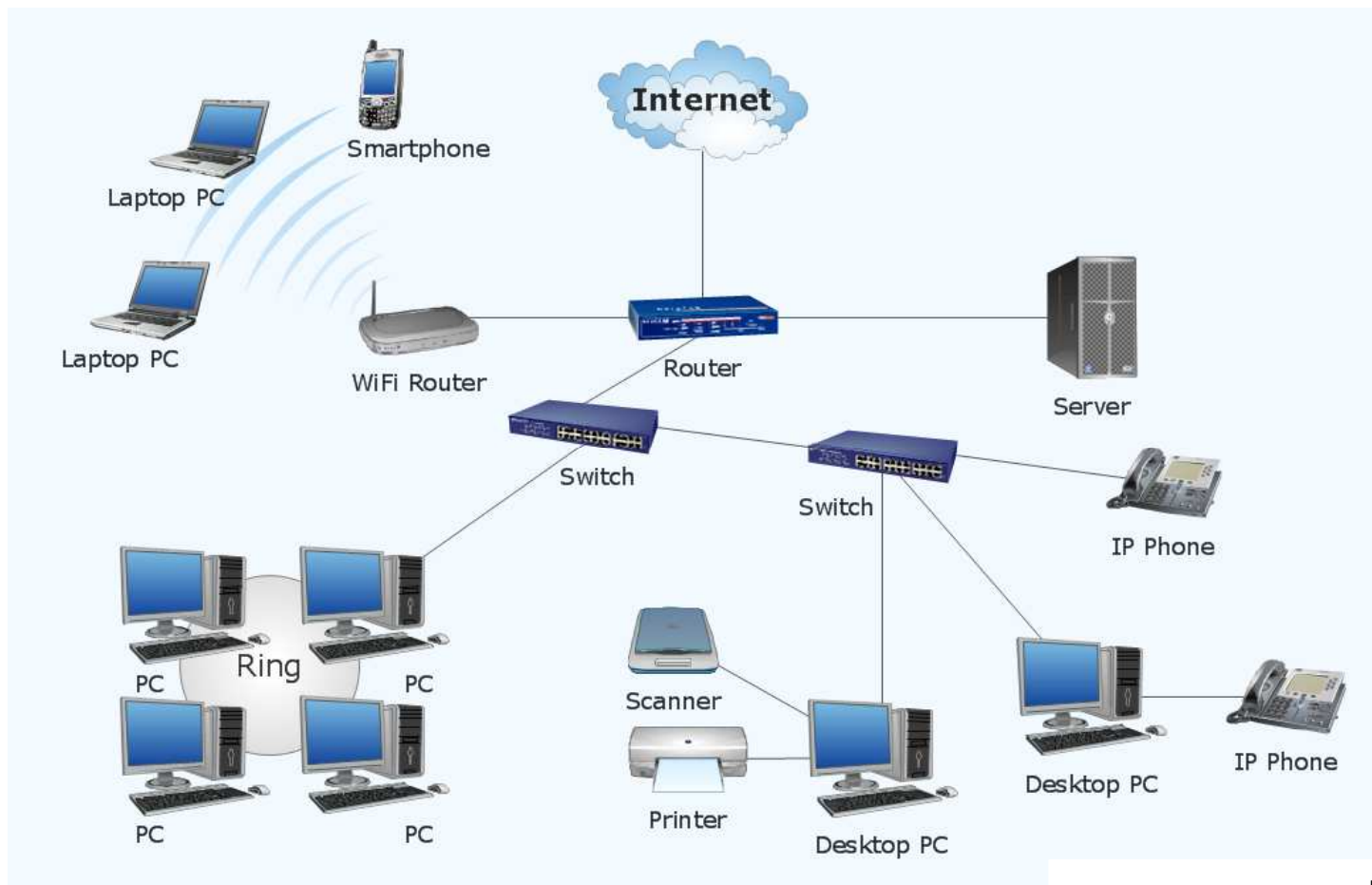
Stronicowanie i segmentacja pamięci wirtualnej

- 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

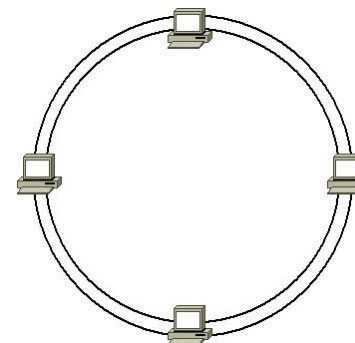
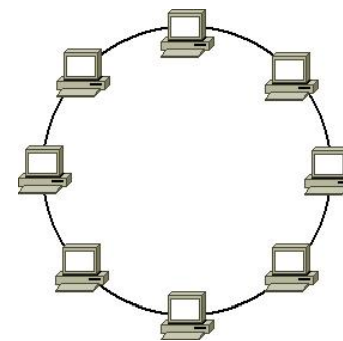
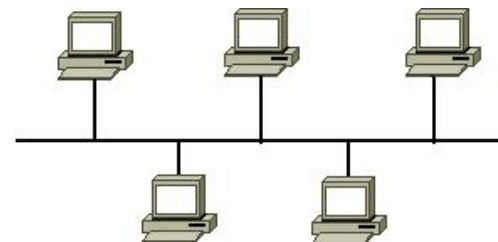
- **LAN (Local Area Network)** - sieć lokalna, łączy komputery znajdujące się na określonym, niewielkim obszarze (kilka budynków, przedsiębiorstwo), wykonana jest w jednej technologii (np. Ethernet)
- **MAN (Metropolitan Area Network)** - sieć miejska, obejmuje zasięgiem aglomerację lub miasto łącząc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

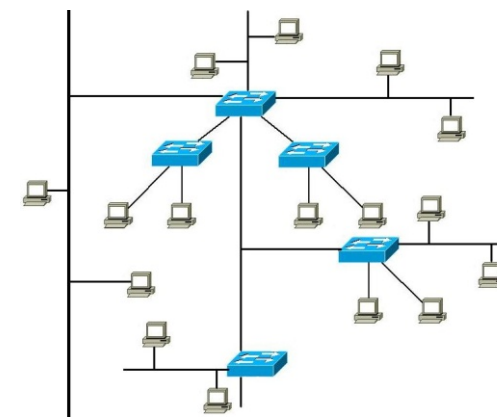
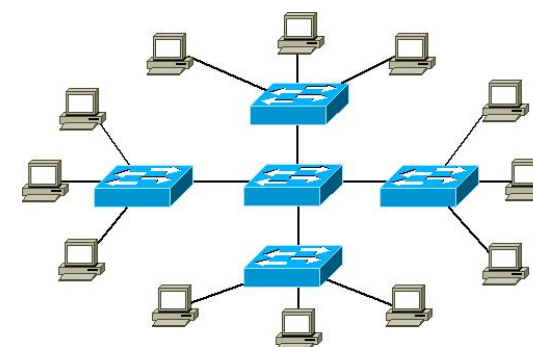
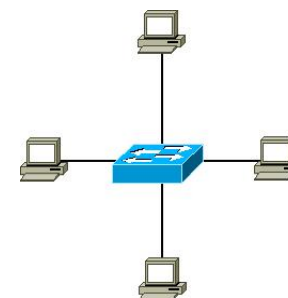
Topologie sieci komputerowych

- **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

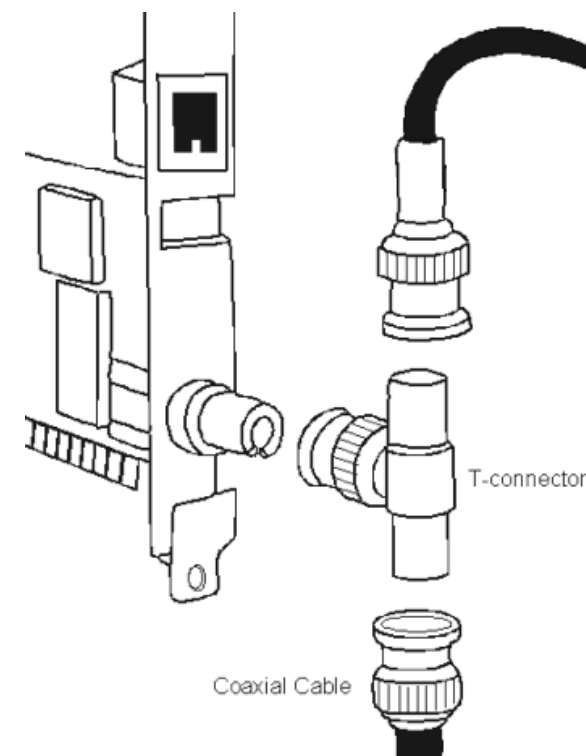
- **topologia gwiazdy (star)** - komputery podłączone są do jednego punktu centralnego (koncentrator, przełącznik), obecnie jest to najczęściej stosowana topologia sieci LAN
- **topologia rozszerzonej gwiazdy (extended star)** - posiada punkt centralny i punkty poboczne (stosowana w rozbudowanych sieciach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



Media transmisyjne - przewód koncentryczny

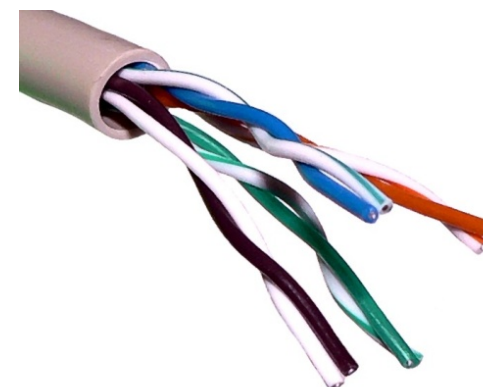
- **Ethernet gruby (Thick Ethernet)**, 10Base-5, 10 Mb/s
 - kabel RG-8 lub RG-11, impedancja falowa: 50Ω , grubość: 1/2"
 - max. odległość między stacjami: 500 m

- **Ethernet cienki (Thin Ethernet)**, 10Base-2, 10 Mb/s
 - kabel RG-58, impedancja falowa: 50Ω , 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



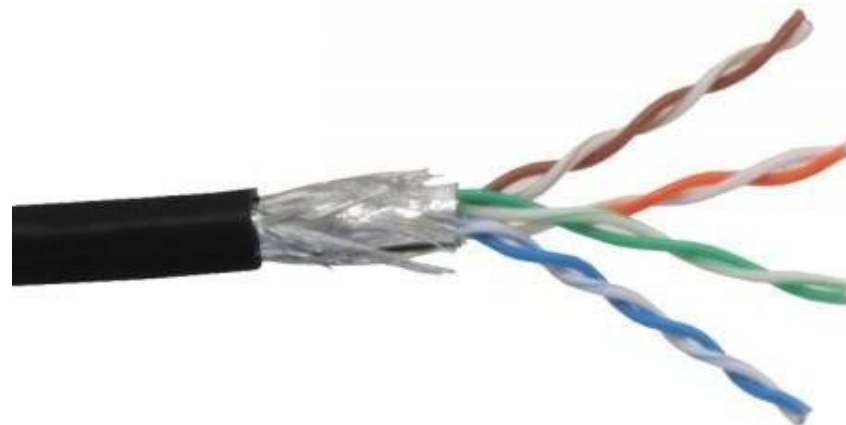
RJ-11

Media transmisyjne - skrętka

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



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

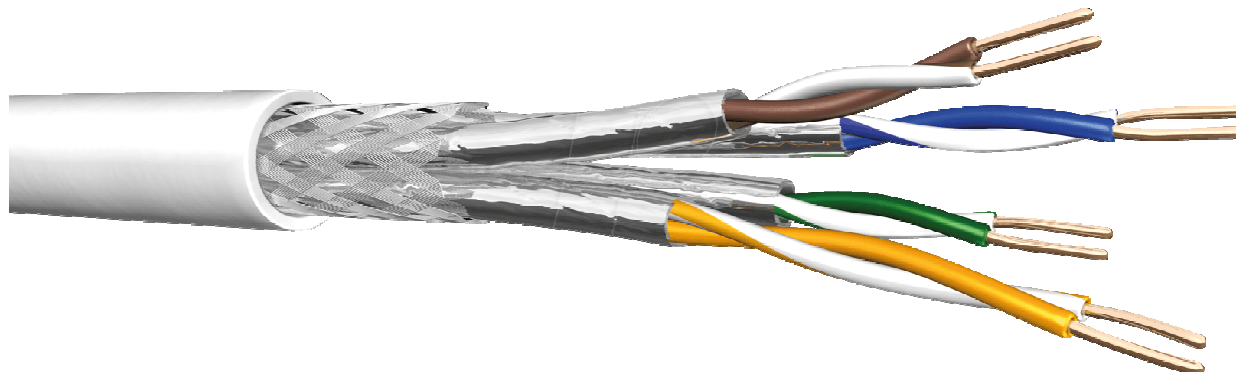


Media transmisyjne - skrętka

- **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



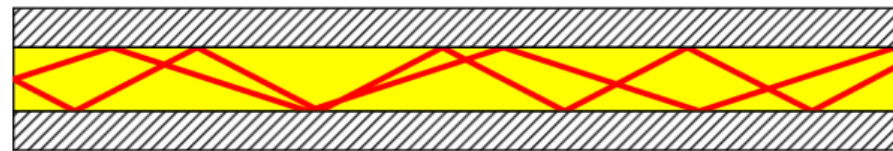
Media transmisyjne - światłowód

- **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



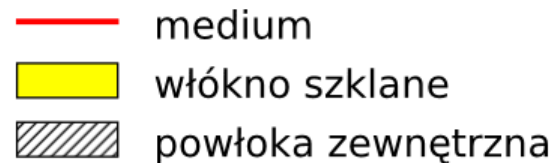
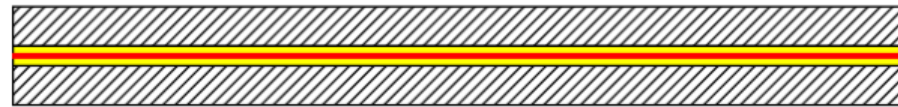
- medium
- włókno szklane
- ▨ powłoka zewnętrzna

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

Media transmisyjne - światłowody jednomodowe

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



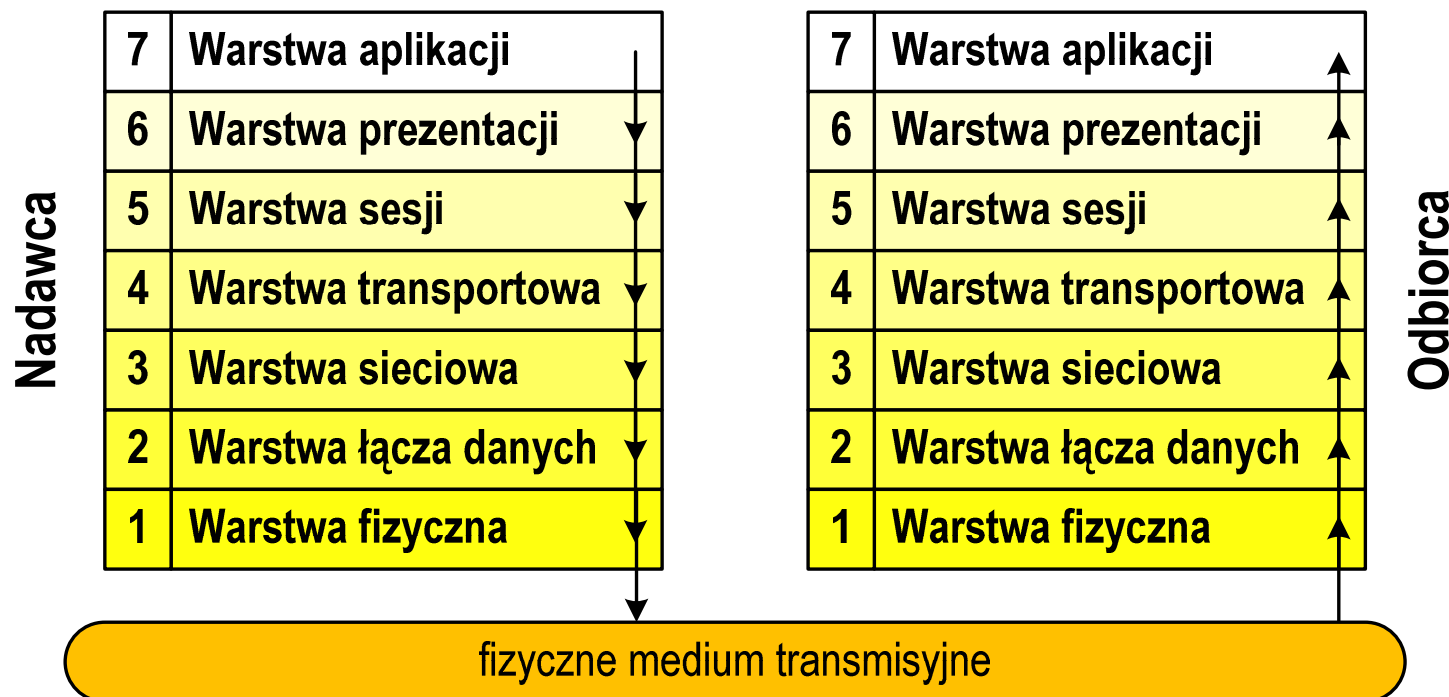
pl.wikipedia.org

- 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

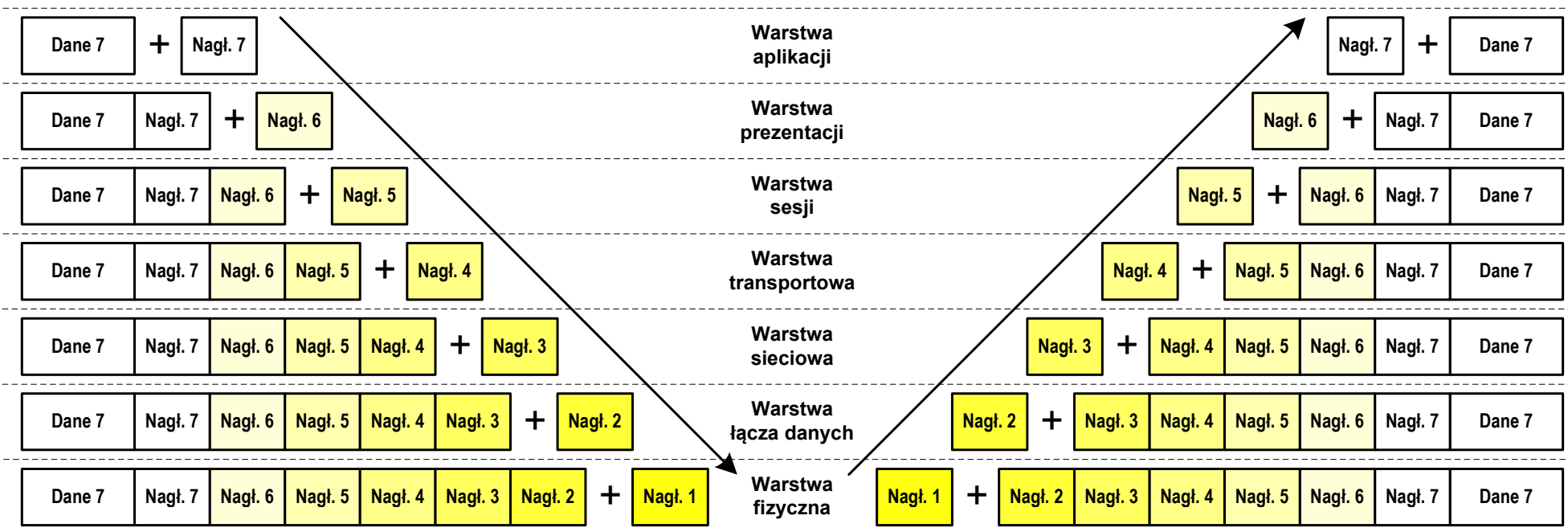
- w latach 70-tych nie istniały ogólne standardy dotyczące sieci komputerowych - każdy producent tworzył własną sieć
- w 1984 roku Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) przyjęła model sieciowy, dzięki któremu producenci mogliby opracowywać współpracujące ze sobą rozwiązania sieciowe
- **ISO 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

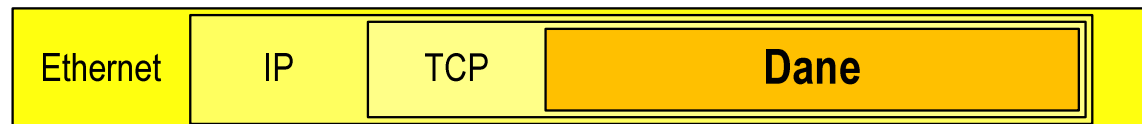
Model TCP/IP

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

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

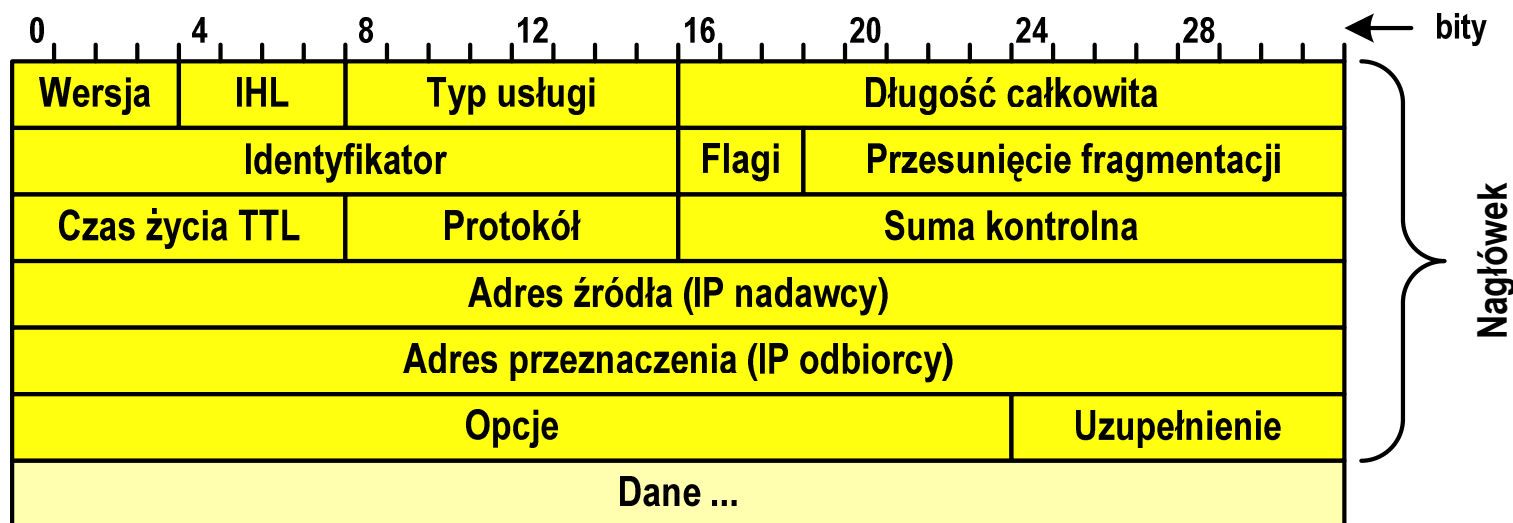
- **Typ** - numer protokołu warstwy wyższej, która odbierze dane po zakończeniu obróbki przez standard Ethernet
- **Dane** - przesyłane dane, jeśli ilość danych jest mniejsza od 46 bajtów, wprowadzane jest uzupełnienie jedynekami (bitowo)
- **FCS (Frame Check Sequence)** - 4 bajty kontrolne (CRC - Cyclic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

Warstwa Internetu

- 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 przenoszonych danych

- cechy protokołu:
 - **bezpołączeniowy** - 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)
- **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 - 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 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 poru** (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 transportowa - porty

- wybrane dobrze znane porty:

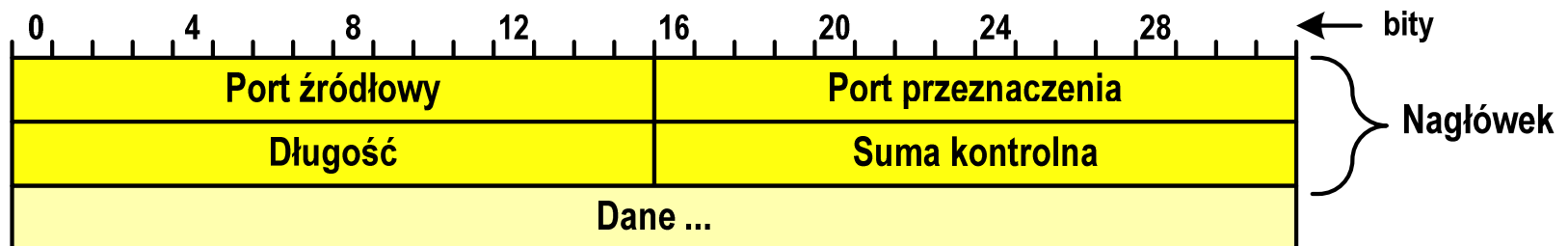
port	protokół
20	FTP (dane)
21	FTP (polecenia)
22	SSH
23	Telnet
25	SMTP (mail)

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 **paket**

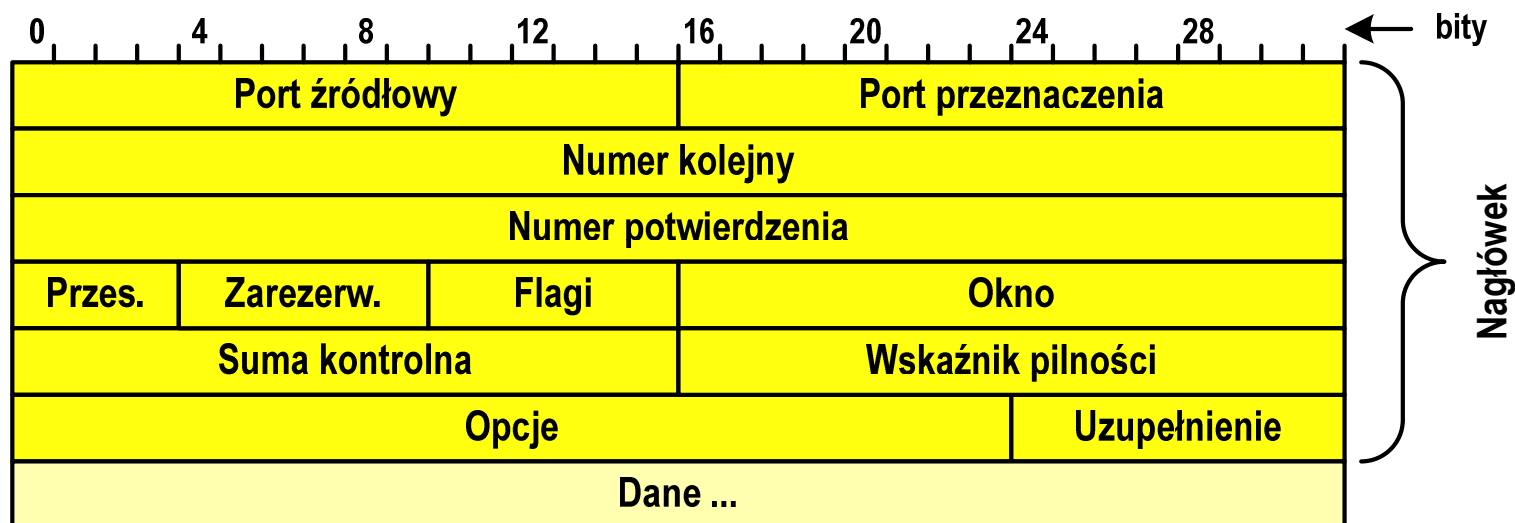


- **Port źródłowy** (Source port) - numer portu nadawcy
- **Port przeznaczenia** (Destination port) - numer portu odbiorcy
- **Długość** (Length) - całkowita długość pakietu w bajtach (nagłówek + dane)
- **Suma kontrolna** (Checksum) - tworzona na podstawie nagłówka i danych

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 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`

Koniec wykładu nr 14

Dziękuję za uwagę!