

# Informatyka 1 (EZ1E2008)

---

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny  
Elektrotechnika, semestr II, studia niestacjonarne I stopnia  
Rok akademicki 2020/2021

**Wykład nr 8 (14.05.2021)**

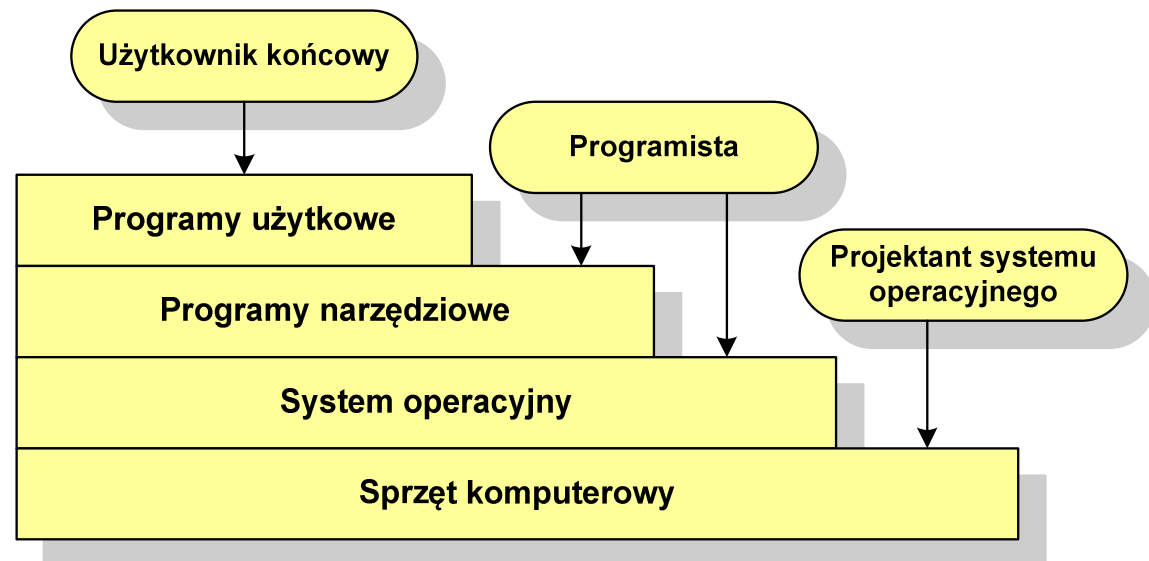
dr inż. Jarosław Forenc

## Plan wykładu nr 8

- System operacyjny
  - definicje systemu operacyjnego
- Zarządzanie procesami
  - definicja procesu, dwu- i pięciostanowy model procesu
- Zarządzanie dyskowymi operacjami we-wy
  - metody przydziału pamięci dyskowej
  - struktura dysku twardego (MBR, GPT)
  - systemy plików (FAT12, FAT16, FAT32, exFAT, NTFS)

# System operacyjny - definicja

- **System operacyjny** - jest to program sterujący wykonywaniem aplikacji i działający jako interfejs pomiędzy aplikacjami (użytkownikiem) a sprzętem komputerowym
- **użytkownik końcowy** nie jest zainteresowany sprzętem, interesują go tylko **aplikacje** (programy użytkowe)
- aplikacje są tworzone przez **programistów** za pomocą języków programowania



# System operacyjny - definicja

- 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

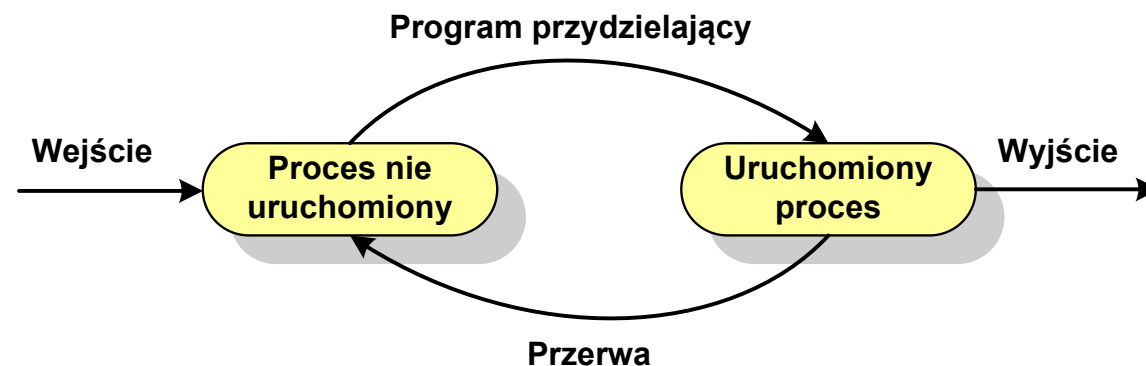
## Blok kontrolny procesu

- 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

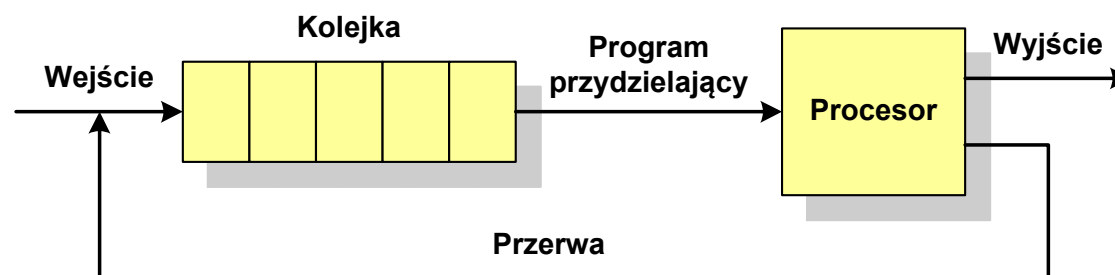
Identyfikator
Stan
Priorytet
Licznik programu
Wskaźniki pamięci
Dane kontekstowe
Informacje na temat stanu żądań we/wy
Informacje ewidencyjne
...

## Dwustanowy model procesu

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



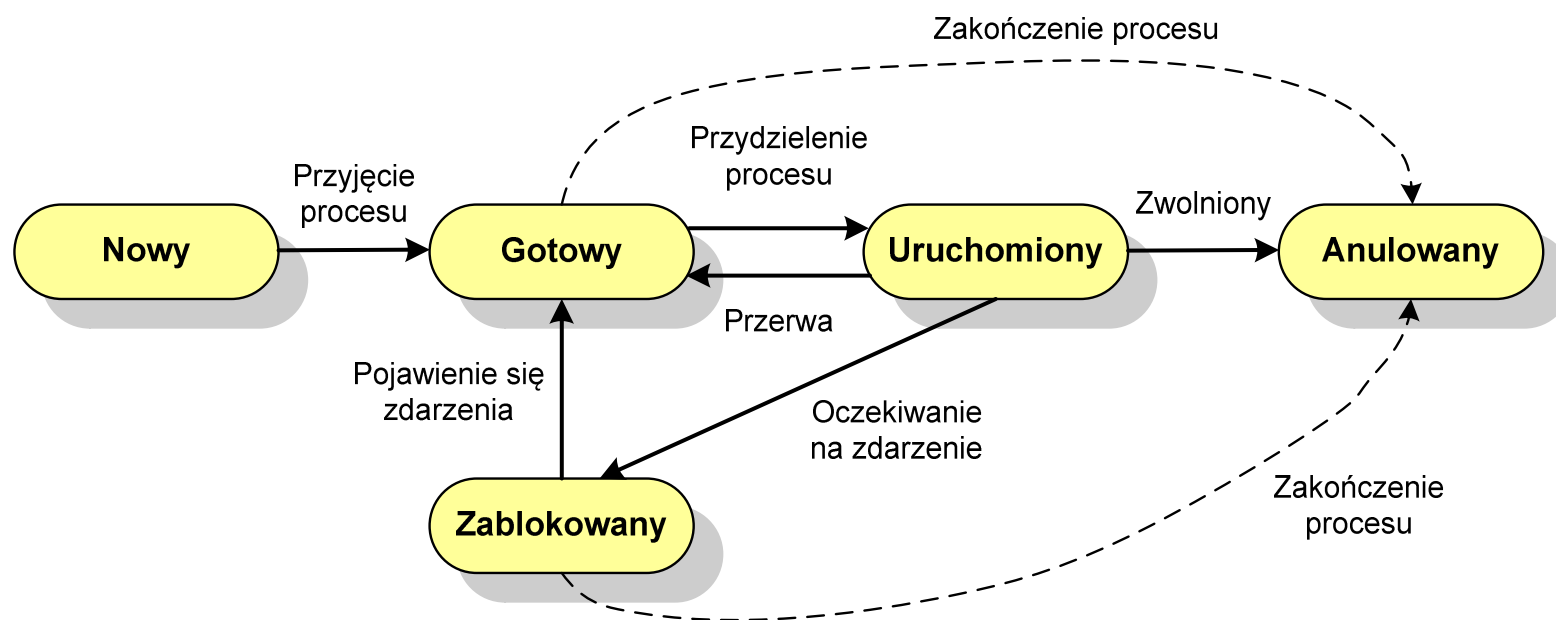
- procesy, które nie są uruchomione czekają w kolejce na wykonanie



- 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

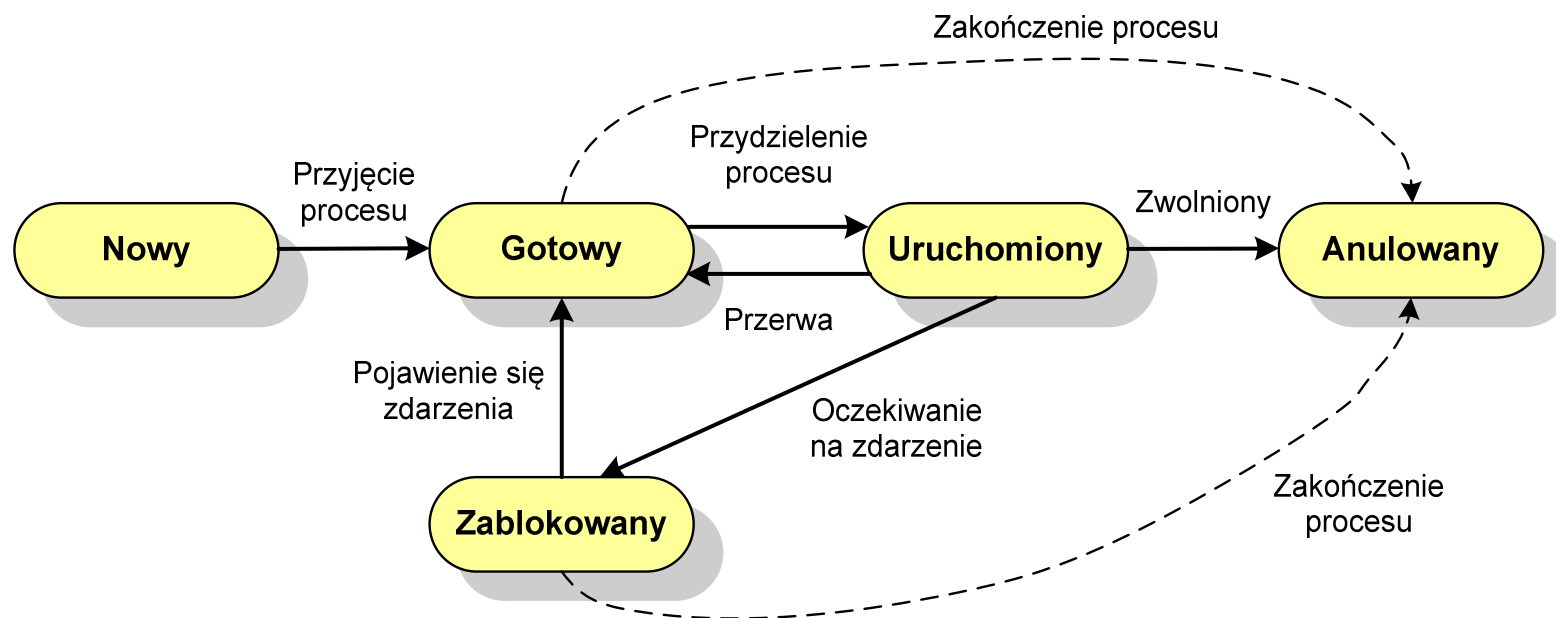
- rozwiązaniem powyższego problemu jest podział procesów nieuruchomionych na **gotowe do wykonania** i **zablokowane**



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



## Pięciostanowy model procesu



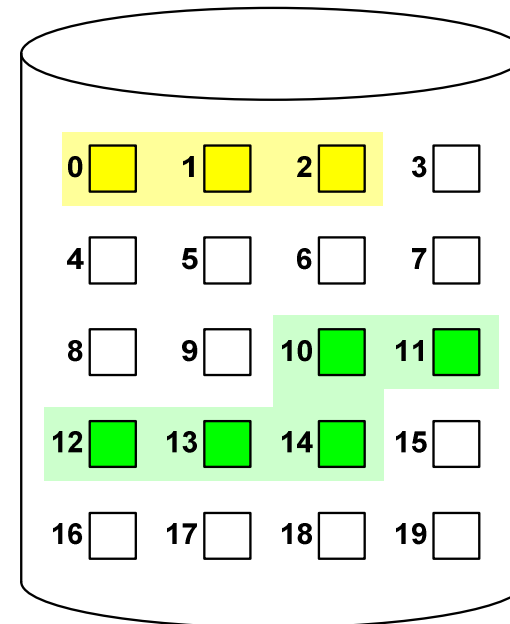
- **uruchomiony** - proces aktualnie wykonywany
- **gotowy** - proces gotowy do wykonania przy najbliższej możliwej okazji
- **zablokowany** - proces oczekujący na zakończenie operacji we-wy
- **nowy** - proces, który właśnie został utworzony (ma utworzony blok kontrolny procesu, nie został jeszcze załadowany 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

- Metody przydziału pamięci dyskowej (teoria)
  - alokacja ciągła
  - alokacja listowa
  - alokacja indeksowa
  
- Struktura dysku twardego
  - MBR (BIOS)
  - GPT (UEFI)
  
- Systemy plików (praktyka)
  - FAT (FAT12, FAT16, FAT32, exFAT)
  - NTFS
  - ext2

# Przydział pamięci dyskowej - alokacja ciągła

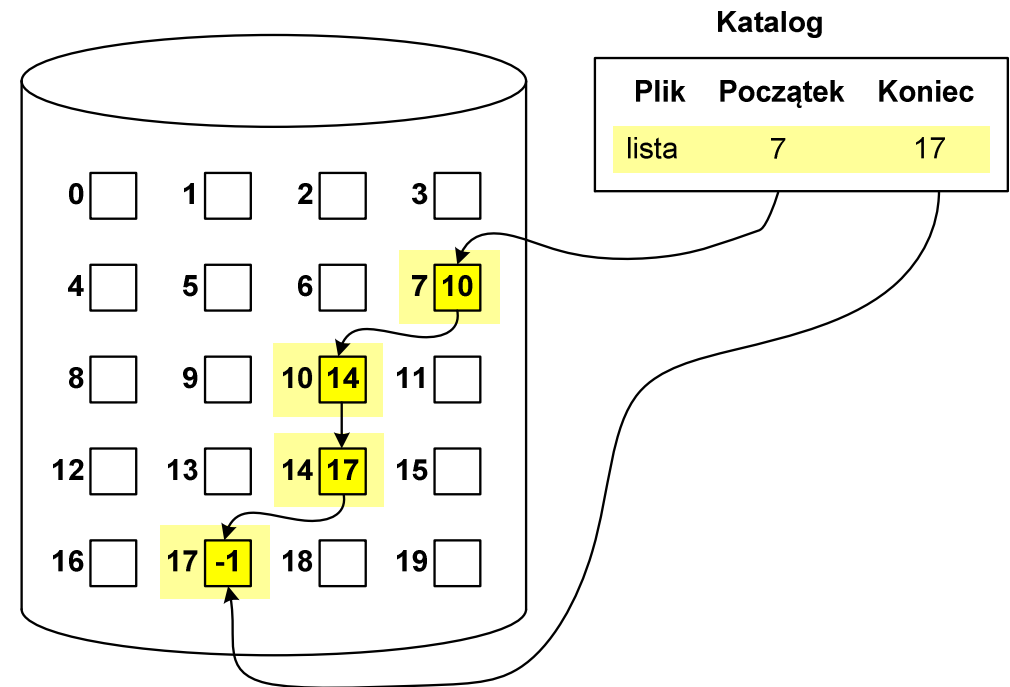
- każdy plik zajmuje ciąg kolejnych bloków na dysku
- plik zdefiniowany jest przez adres pierwszego bloku i ilość kolejnych zajmowanych bloków
- zalety: małe opóźnienia w transmisji danych, łatwy dostęp do dysku
- wady: trudność w znalezieniu miejsca na nowy plik



Plik	Początek	Długość
lista	0	3
poczta	10	5

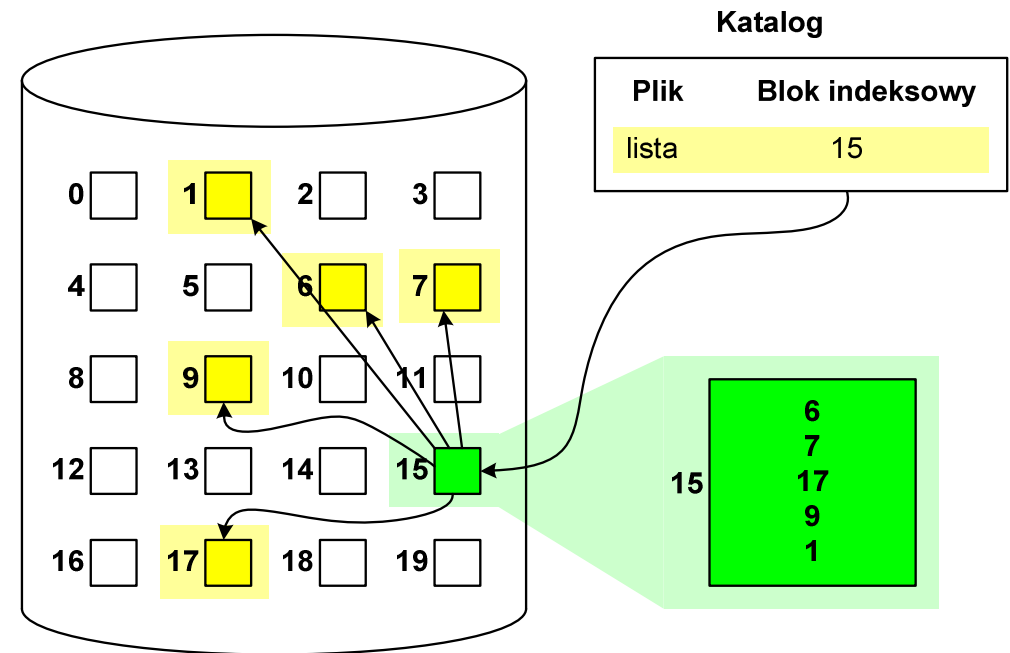
# Przydział pamięci dyskowej - alokacja listowa

- każdy plik jest listą powiązanych ze sobą bloków dyskowych, które mogą znajdować się w dowolnym miejscu na dysku
- w katalogu dla każdego pliku zapisany jest wskaźnik do pierwszego i ostatniego bloku pliku
- każdy blok zawiera wskaźnik do następnego bloku



# Przydział pamięci dyskowej - alokacja indeksowa

- każdy plik ma własny blok indeksowy, będący tablicą adresów bloków dyskowych
- w katalogu zapisany jest dla każdego pliku adres bloku indeksowego



## 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	$4 \times 16 = 64$ bajty				2 bajty
<b>Główny kod startowy</b>	<b>Tablica partycji</b>				<b>Sygnatura rozruchu</b>
	<b>Partycja 1</b>	<b>Partycja 2</b>	<b>Partycja 3</b>	<b>Partycja 4</b>	

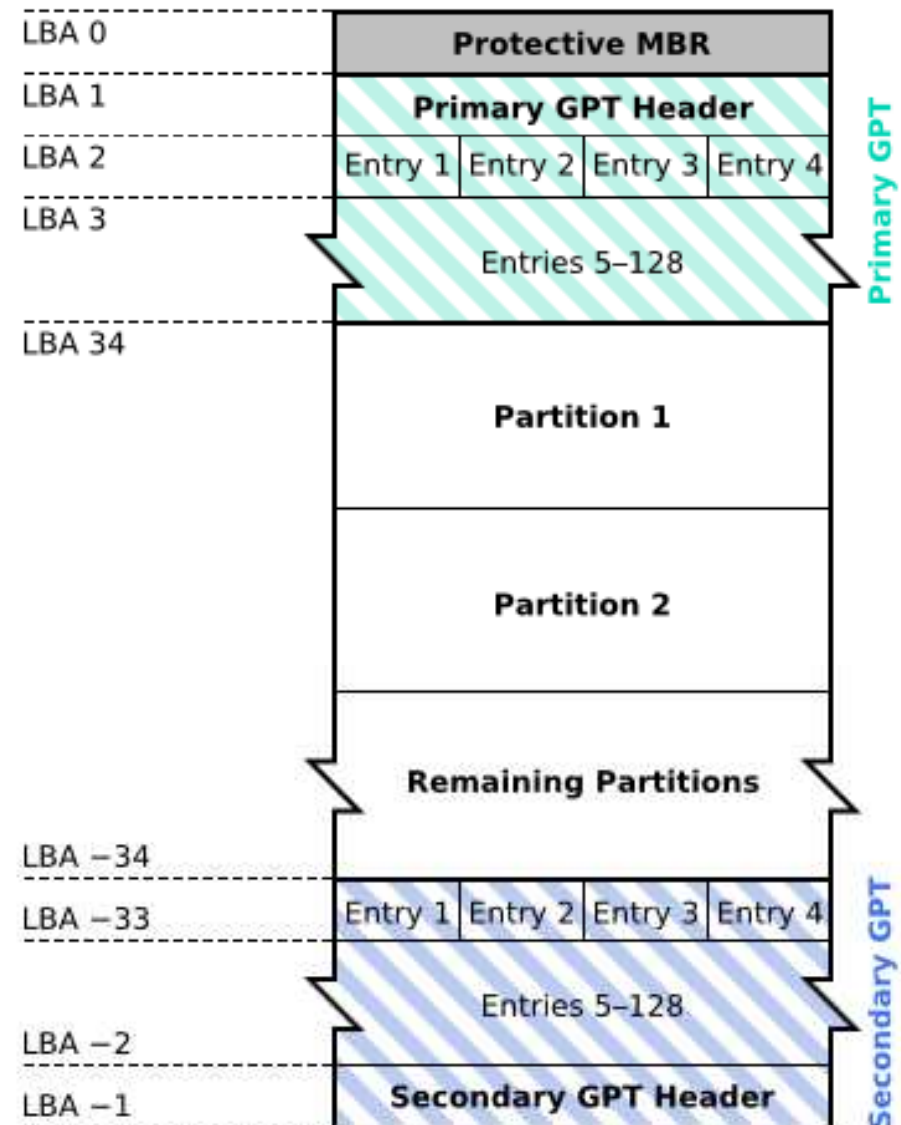
- **główny kod startowy (Master Boot Code, bootloader)** - program odszukujący i ładujący do pamięci zawartość pierwszego sektora aktywnej partycji
- **tablica partycji** - cztery 16-bajtowe rekordy opisujące partycje na dysku
  - zawartość i organizacja tablicy jest niezależna od systemu operacyjnego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

## Struktura dysku twardego - GPT

- **GPT (GUID Partition Table)** - standard zapisu informacji o partycjach na dysku twardym
- **GUID (Globally Unique Identifier)** - 128-bitowa liczba stosowana do identyfikowania informacji w systemach komputerowych
- GPT to część standardu **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)**, który zastąpił BIOS w komputerach PC (interfejs graficzny, obsługa myszki)
- opracowanie: IBM/Microsoft, 2010 rok
- maksymalny rozmiar dysku to **9,4 ZB** ( $2^{64}$  sektorów  $\times$  512 bajtów)
- możliwość utworzenia do 128 partycji podstawowych

## Struktura dysku twardego - GPT (struktura)

- **Protective MBR** - pozostawiony dla bezpieczeństwa
- **GPT Header** (512 bajtów):
  - liczba pozycji w tablicy partycji
  - rozmiar pozycji w tablicy partycji
  - położenie zapasowej kopii GPT
  - unikatowy identyfikator dysku
  - sumy kontrolne
- **Entry x** (128 bajtów):
  - typ partycji
  - unikatowy identyfikator
  - początkowy i końcowy numer LBA
  - atrybuty
  - nazwa





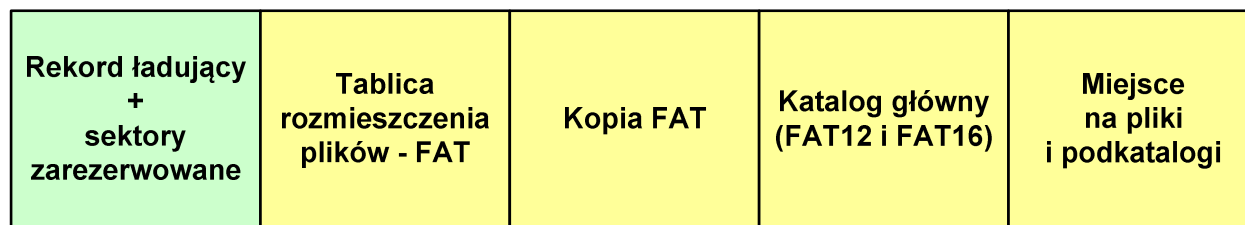
# System plików FAT (File Allocation Table)

- 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:

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

# FAT12

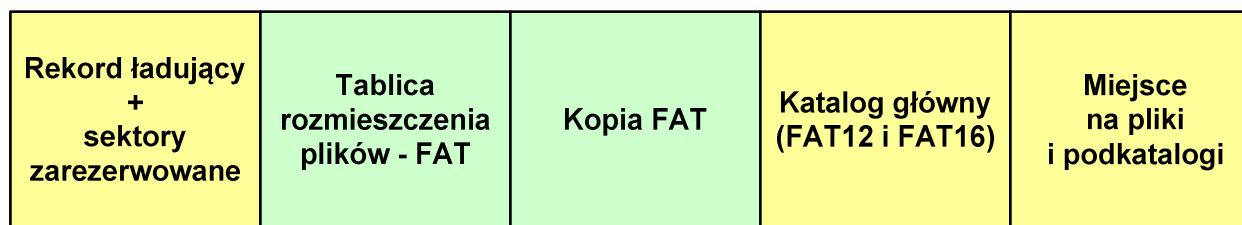
- system plików FAT12 przeznaczony jest dla nośników o małej pojemności
- obsługuje  $2^{12} = 4096$  jednostek alokacji, max. rozmiar partycji to 16 MB
- **rekord ładujący** zajmuje pierwszy sektor dyskietki lub dysku logicznego



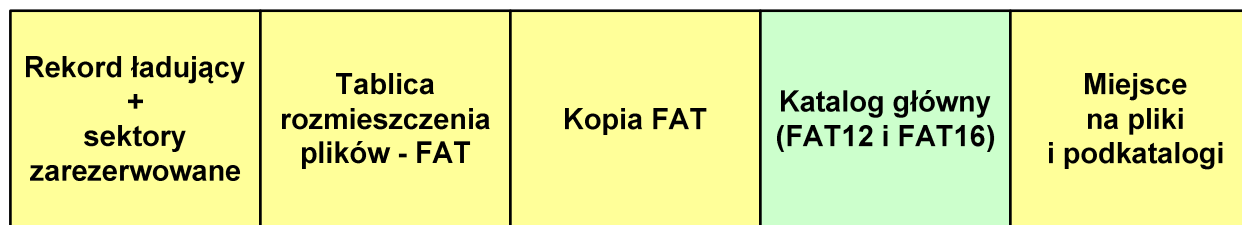
- rekord ładujący zawiera następujące dane:
  - instrukcja skoku do początku programu ładującego (3 bajty)
  - nazwa wersji systemu operacyjnego (8 bajtów)
  - struktura BPB (ang. BIOS Parametr Block) - blok parametrów BIOS (25 bajtów)
  - rozszerzony BPB (ang. Extended BPB, 26 bajtów)
  - wykonywalny 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



# FAT12

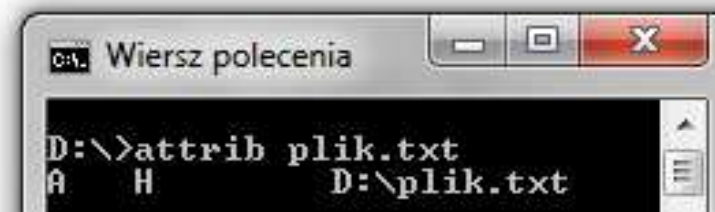
- katalog główny zawiera 32-bajtowe pola mogące opisywać pliki, podkatalogi lub etykietę dysku

## Zawartość pola:

Bajty	Rozmiar	Zawartość
00H-07H	8	Nazwa pliku w kodach ASCII
08H-0AH	3	Rozszerzenie nazwy pliku
0BH	1	Atrybuty pliku
0CH-15H	10	Zarezerwowane
16H-17H	2	Czas utworzenia lub aktualizacji pliku
18H-19H	2	Data utworzenia lub aktualizacji pliku
1AH-1BH	2	Numer pierwszej JAP
1CH-1DH	2	Mniej znaczące słowo rozmiaru pliku
1EH-1FH	2	Bardziej znaczące słowo rozmiaru pliku

## Atrybuty pliku:

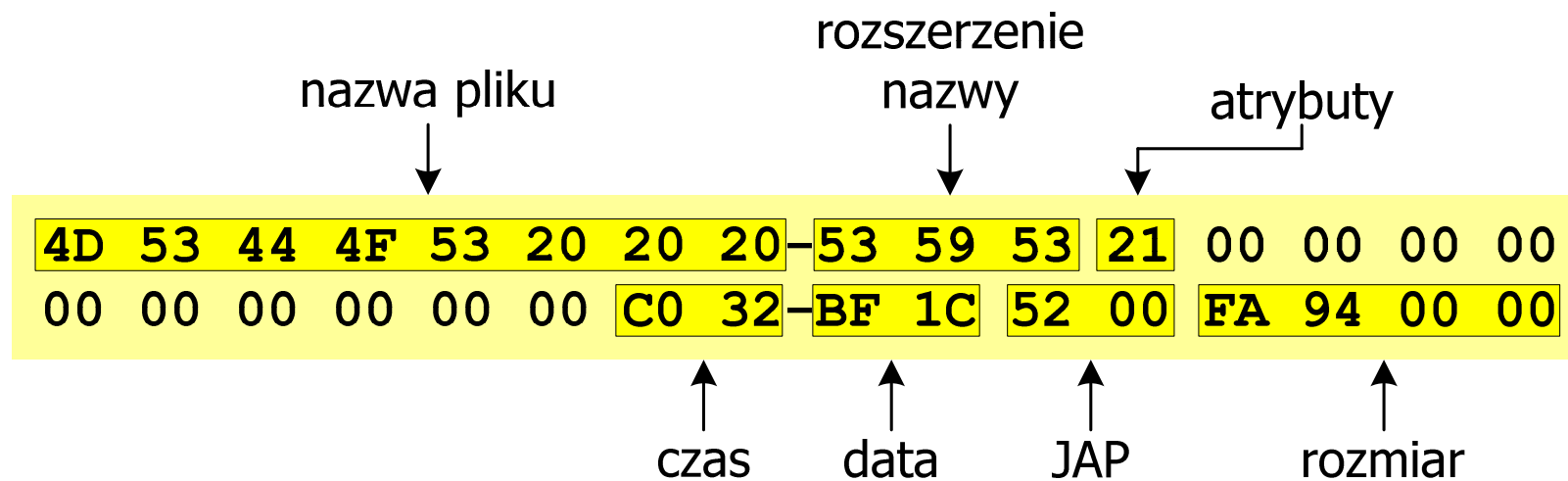
Bit	Znaczenie
0	Plik tylko do odczytu (read only)
1	Plik ukryty (hidden)
2	Plik systemowy (system)
3	Etykieta dysku (volume label)
4	Podkatalog
5	Plik archiwalny (archive)
6,7	Nie wykorzystywane



# FAT12

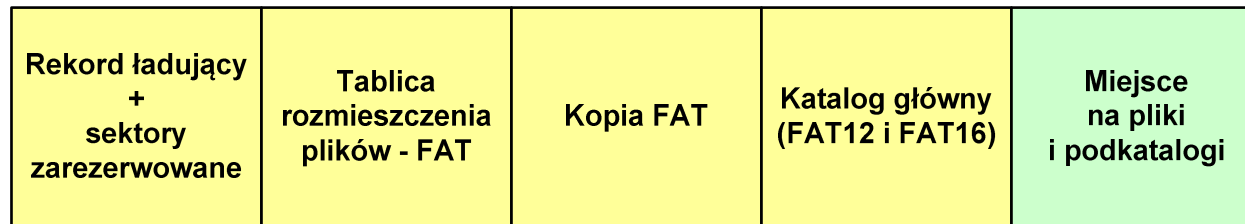
- przykładowa zawartość katalogu głównego:

0000	49 4F 20 20 20 20 20 20	20-53 59 53 21 00 00 00 00	IO	SYS!....
0010	00 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	20-53 59 53 21 00 00 00 00	MSDOS	SYS!....
0030	00 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 00	COMMAND	COM ....
0050	00 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 00	ATTRIB	EXE ....
0070	00 00 00 00 00 00 00 C0	32-BF 1C 08 01 C8 2B 00 00	.....2.....+..	



# FAT12

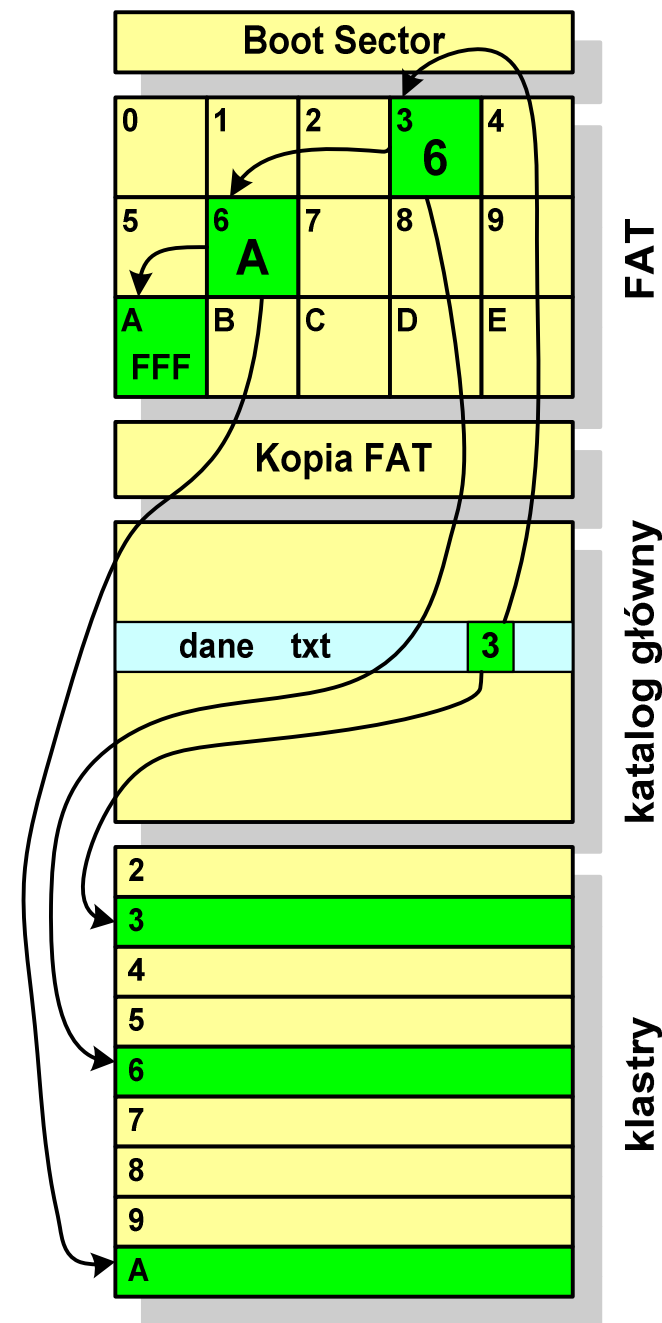
- pozostałą część dysku zajmuje miejsce na pliki i podkatalogi



- podkatalogi nie są ograniczone co do wielkości, zapisywane są na dysku w sposób identyczny jak pliki użytkowe i także zawierają 32-bajtowe pola

## 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

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

- 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

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

- 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
  - skrócona nazwa (tzw. alias długiej nazwy)
- **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)
- **skrócona nazwa pliku** przechowywana jest w identycznej, 32-bajtowej, strukturze jak w przypadku plików w starym formacie 8+3
  - rozszerzenie długiej nazwy staje się rozszerzeniem skróconej nazwy
  - pierwsze 6 znaków długiej nazwy staje się pierwszymi sześcioma znakami skróconej nazwy (niedozwolone 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	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	~	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	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

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

## 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

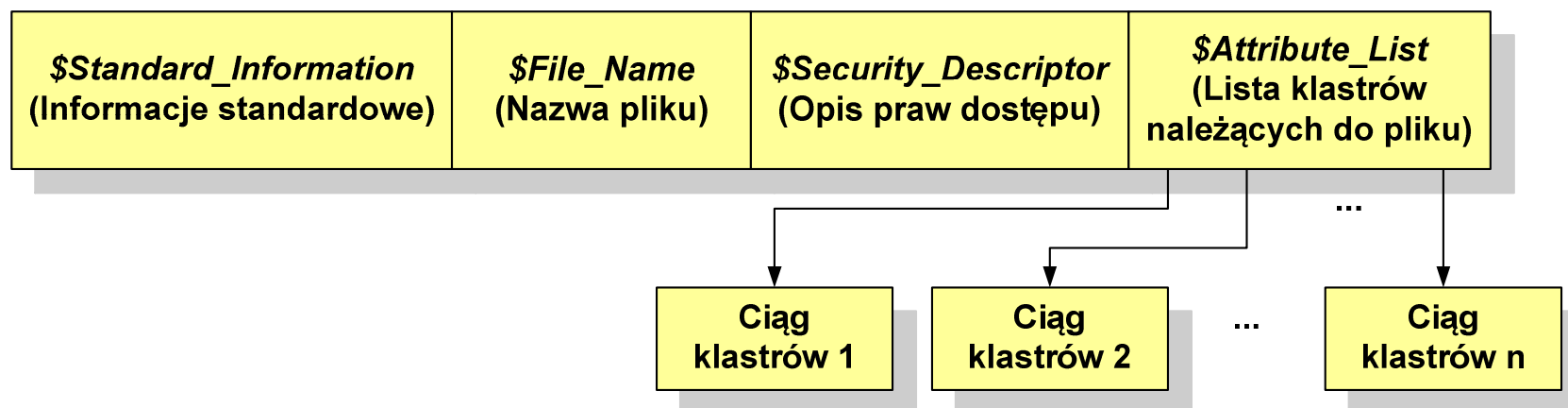
- pliki w systemie NTFS są reprezentowane w MFT przez rekord zawierający atrybuty:
  - **\$Standard\_Information**
  - **\$File\_Name**
  - **\$Security\_Descriptor**
  - **\$Data**

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

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

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

Koniec wykładu nr 8

Dziękuję za uwagę!