

# FAT

## Wprowadzenie

### Historia

FAT jest jednym z najstarszych spośród obecnie jeszcze używanych systemów plików. Pierwsza wersja (FAT12) powstała w 1980 roku. Wraz z wzrostem rozmiaru dysków i nowymi wymaganiami użytkowników powstawały kolejne wersje tego systemu (FAT16 w 1983, FAT32 w 1996), ale idea pozostała ciągle ta sama.

### Podstawowe cechy

Poniższa tabelka przedstawia podstawowe cechy systemów plików z rodziny FAT.

Cecha	Wartość dla		
	FAT12	FAT16	FAT32 / VFAT
Maksymalna długość nazwy pliku	8+3 bajtów		255 znaków (!)
Znaki, które mogą wystąpić w nazwie pliku	Teoretycznie wszystkie z wyjątkiem 0x00 i 0xE5		
Maksymalna długość ścieżki	Brak		
Maksymalna długość pliku	32MB	2GB	4GB
Maksymalny rozmiar partycji	2MB - 128MB	16MB - 2GB	512MB - 2TB (w praktyce ok. 120GB ze względu na rozmiar FAT)
Rozmiar bloku	od 512 bajtów do 32KB		
Maksymalna ilość plików	4077	65517	268.435.437

Wśród cech charakterystycznych dla tego system plików należy wyróżnić brak obsługi dowiązań twardych i symbolicznych. Teoretycznie struktura wpisów katalogowych umożliwi współdzielenia tych samych bloków pomiędzy różnymi plikami, ale przez narzędzia diagnostyczne taka sytuacja jest traktowana jako błąd na dysku.

Systemy FAT nie rozróżniają wielkości liter w nazwach plików. Pewnym wyjątkiem jest FAT32, który zapamiętuje wielkość użytych liter, ale mimo to w jednym katalogu nie może być dwóch wpisów, które by się różniły tylko wielkością liter.

### Struktura

System FAT posiada prostą strukturę logiczną. W pierwszym fizycznym sektorze trzymana jest tablica podstawowych informacji o dysku i systemie plików. Następnie zapisana jest tablica FAT (z ewentualnymi kopiami) oraz katalog główny. Pozostałą część dysku zajmują dane - pliki i katalogi.

### Bootsektor

**Bootsektor zawiera przede wszystkim kod ładujący system operacyjny. Oprócz tego znajdują się w nim między innymi następujące informacje o dysku:**

- Wersja systemu plików
- Liczba sektorów na dysku
- Rozmiar FATu (w klastrach)
- Liczba zarezerwowanych sektorów
- Rozmiar klastra (potęgi dwójki, od 1 do 64)
- Numer seryjny (nadawany przy formatowaniu)

**FAT32 dodatkowo zawiera następujące informacje optymalizujące dostęp do dysku:**

- Klaster z katalogiem głównym
- Ilość wolnych klastrów
- Następny wolny klaster

## **FAT**

**Tablica FAT przechowuje informacje o klastrach wchodzących w skład pliku. Ma ona postać listy prostej reprezentowanej za pomocą tablicy, w której wartości są 12, 16 lub 32-bitowymi liczbami. Kolejne wpisy odpowiadają kolejnym klastram na dysku licząc od pierwszego sektora bezpośrednio za ostatnią kopią tablicy FAT.**

**W tablicy FAT mogą wystąpić następujące wartości liczbowe (liczby podane w kodzie uzupełnieniowym do 2):**

- 0 - klaster pusty
- -15 .. -9 - klaster zarezerwowany
- -8 - klaster uszkodzony - co najmniej jeden sektor wchodzący w skład klastra nie nadaje się do zapisu lub odczytu.
- -1 .. -7 - znacznik końca pliku - taki wpis oznacza, że klaster jest ostatnim w danym pliku oraz że nie jest do końca wypełniony. Wolne miejsce w ramach klastra nie może być wykorzystane przez żaden inny plik.
- pozostałe wartości - numer następnego klastra w pliku

**Tablica FAT może występować na dysku w wielu (najczęściej dwóch) kopiach. Jest to jedyny mechanizm bezpieczeństwa gwarantowany przez ten system plików. Niestety kopie zapasowe przechowywane są bezpośrednio za oryginałem, więc w przypadku jego uszkodzenia jest bardzo prawdopodobne, że kopie też będą nieczytelne.**

## **Katalogi**

Poniższy rysunek przedstawia strukturę pojedynczego wpisu katalogowego.

	Offset							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	Nazwa							
8	Rozszerzenie		Atr.	Rez.	Rez.	Data utw.		
16	Czas utw.	Data dost.		Klaster (MSW)		Data mod.		
24	Czas mod.	Klaster (LSW)		Rozmiar				

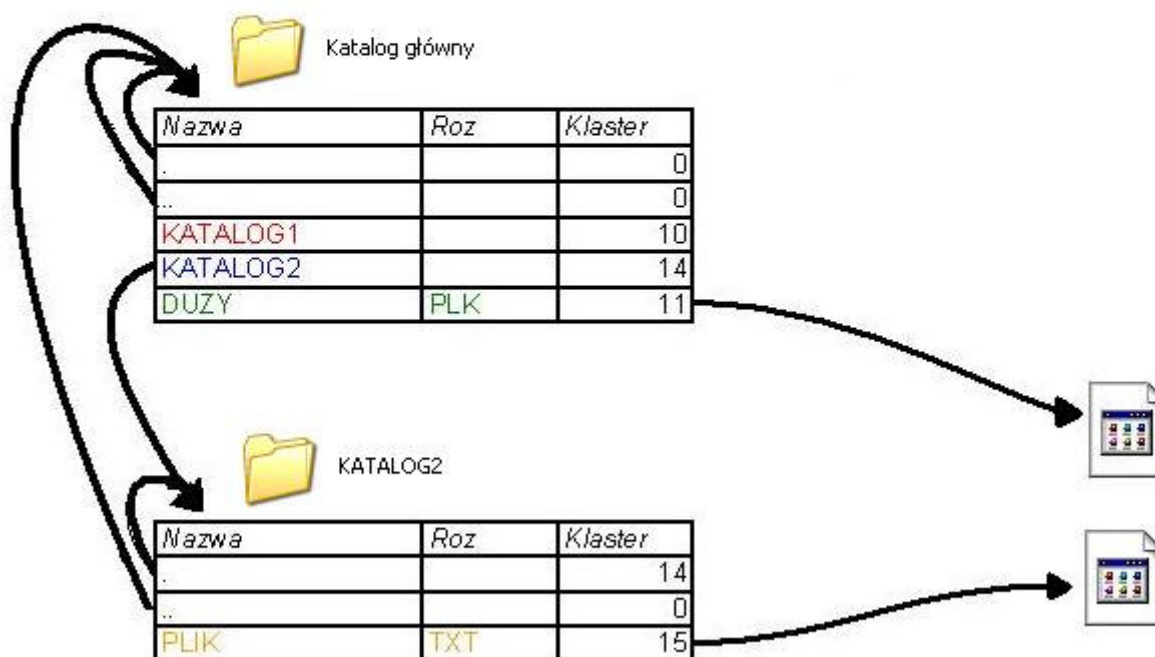
Wpis reprezentujący katalog nie różni się od wpisu reprezentującego plik niczym oprócz ustawionego odpowiedniego bitu. W szczególności po wyłączeniu tego bitu otrzymamy poprawny plik (aczkolwiek tracimy dostęp do plików zawartych w tym katalogu).

Krótkie omówienie:

- nazwa - 8 bajtów - pierwszy znak określa czy mamy do czynienia z pustym wpisem (0x00), skasowanym plikiem (0xE5) czy wpisem specjalnym (0x2E). Skasowane pliki są nadal przechowywane w katalogach, przy czym pierwszy znak ich nazwy jest zamazany. Domyślnie systemy operacyjne ponownie wykorzystują pozycje, w których kiedyś były zapisane pliki, gdy w klastrze skończy się miejsce na nowe wpisy.
- rozszerzenie - 3 bajty
- atrybuty - 1 bajt - każdy atrybut to jeden bit (poczynając od najmłodszego bitu):
  - tylko-do-odczytu - funkcje systemowe nie pozwalają na edycję takiego pliku
  - ukryty - domyślnie nie jest widziany przez funkcje systemowe
  - systemowy - j.w.
  - identyfikator dysku - wpis z tym bitem może pojawić się tylko w głównym katalogu i przechowuje nazwę dysku.
  - katalog - wpis reprezentuje katalog
  - archiwizowalny
- data utworzenia - 2 bajty (tylko FAT32)
- czas utworzenia - 2 bajty (tylko FAT32, z dokładnością do 2 sekund)
- data dostępu - 2 bajty (tylko FAT32)
- numer pierwszego klastra - 2 bajty (MSW, tylko FAT32)
- data modyfikacji - 2 bajty
- czas modyfikacji - 2 bajty
- numer pierwszego klastra - 2 bajty (LSW)
- rozmiar - 4 bajty

Tablica FAT

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	-1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	-1	12	13	18	-1	16
16	17	-1	19	20	21	22	23	-1



## Długie nazwy plików - VFAT

VFAT jest rozszerzeniem na system FAT umożliwiającym przechowywanie długich (teoretycznie do 4096 znaków, w praktyce - 255 znaków) nazw plików oraz używanie innych znaków niż standardowy kod ASCII.

Aby zapewnić pełną zgodność wsteczną, VFAT wykorzystuje istniejące struktury do przechowywania długich nazw. W katalogu zapisywana jest zarówno krótka nazwa (pierwsze sześć znaków długiej nazwy) jak i - bezpośrednio za nią - długa nazwa. Długie nazwy kodowane są w pozycjach katalogowych w ten sposób, że stare programy nie świadome tego rozszerzenia będą nadal mogły korzystać z takiego systemu plików.

W każdej pozycji katalogowej przechowywane jest 26 bajtów nazwy, co daje 13 znaków w Unicode. Postać dodatkowych wpisów:

- numer wpisu - 1 bajt, ustawienie siódmego bitu oznacza ostatni fragment
- 5 znaków nazwy - 10 bajtów
- artefakty - zawsze 0x0F - przez większość programów taki wpis jest interpretowany jako uszkodzony - 1 bajt
- zarezerwowane - zawsze 0x00 - 1 bajt

- suma kontrolna dla "krótkiego" wpisu - 1 bajt
- 6 znaków nazwy - 12 bajtów
- pierwszy klaster - zawsze 0x0000 - 2 bajty
- 2 znaki nazwy - 4 bajty

## Zalety

- Prosty w implementacji - idealny do urządzeń przenośnych i osadzonych systemów operacyjnych
- Popularny i dobrze udokumentowany
- Obsługiwany przez praktycznie każdy system operacyjny

## Wady

- Podatny na awarie
- Podatny na fragmentację
- Brak systemu uprawnień
- Niefektywny przy dużej ilości plików i przy dużych partycjach

## Podsumowanie

<b>Odporność na awarie</b>	Kopia zapasowa tablicy alokacji W praktyce - brak odporności
<b>Transakcyjność</b>	Brak
<b>Obsługa dużych dysków i dużych plików</b>	Mocno ograniczona
<b>Gospodarność</b>	Mały rozmiar metadanych, mała fragmentacja wewnętrzna
<b>Prawa dostępu i inne metadane</b>	Bardzo ograniczone, brak możliwości dodawania własnych atrybutów
<b>Długie nazwy plików i ścieżek</b>	Od FAT32 - pełne wsparcie
<b>Linki</b>	Brak
<b>Organizacja plików</b>	Lista jednokierunkowa, brak złożonych mechanizmów wyszukiwania
<b>Kompresja</b>	Tylko za pomocą zewnętrznych narzędzi (np. DriveSpace)
<b>Fragmentacja</b>	Brak mechanizmów zapobiegania, konieczność korzystania z narzędzi zewnętrznych
<b>Szyfrowanie</b>	Tylko za pomocą zewnętrznych narzędzi (np. Diskreet)
<b>Szybkość</b>	Dla dużych dysków i plików - niewielka. Dla małej ilości danych - akceptowalna
<b>Wersjonowanie</b>	Brak

## Źródła

- [Wikipedia: FAT](#)
- [Wikipedia: Comparison of file systems](#)