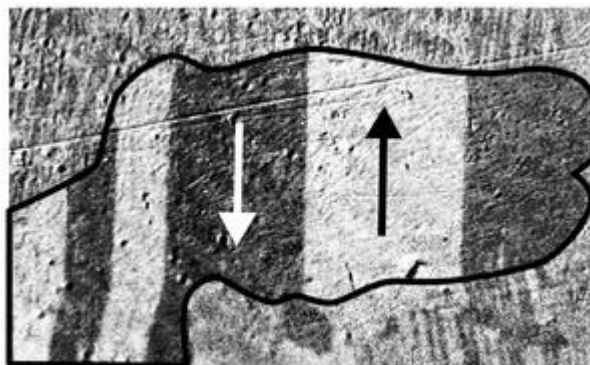
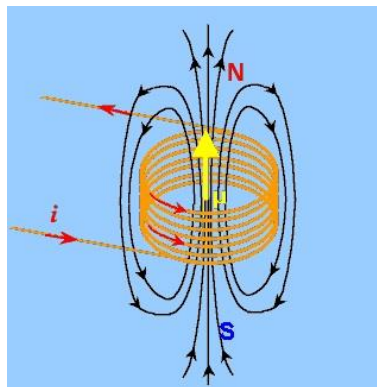


Pamięci zewnętrzne



Dysk magnetyczny:

- okrągła płyta metalowa lub plastikowa pokryta materiałem magnetycznym
- zapis i odczyt za pomocą cewki (główicy) przewodzącej prąd elektryczny
- pole magnetyczne generowane przez prąd płynący w cewce ustawia domeny magnetyczne na powierzchni dysku (zapis)
- pole magnetyczne domen na powierzchni dysku generuje prąd w cewce (odczyt)
- podczas operacji odczyt/zapis głowica jest nieruchoma, obraca się dysk



Historia dysków twardych

4 września 1956 - firma [IBM](#) skonstruowała pierwszy 20-calowy dysk twardy o nazwie [RAMAC 350](#) zainstalowany komputerze [IBM 305 RAMAC](#).

1983 - pojawiły się komputery IBM PC/XT z dyskami 5 i 10 MB

1984 - firma Seagate wypuściła na rynek pierwszy dysk 5.25 cala [ST-506](#) o pojemności 5 MB.

1987- rozpoczęła się era dysków 3.5 cala

2003 – dyski twarde o pojemności od 60 do 500 [GB](#) danych, prędkość od 5400 do 10 000 obrotów na minutę, średnia prędkość przesyłu danych na zewnątrz na poziomie 30 [MB/s](#).

2006 - dzięki technologii [zapisu prostopadłego](#) możliwe jest przetrzymywanie na dysku ponad 1 [TB](#) danych. Standardem staje się złącze [SATA](#) i [SAS](#).

2008 - pojawiły się dyski [SSD](#). Duża wydajność dzięki minimalnemu czasowi dostępu do danych oraz malejąca cena za MB szybko zmieniła ich nastawienie.

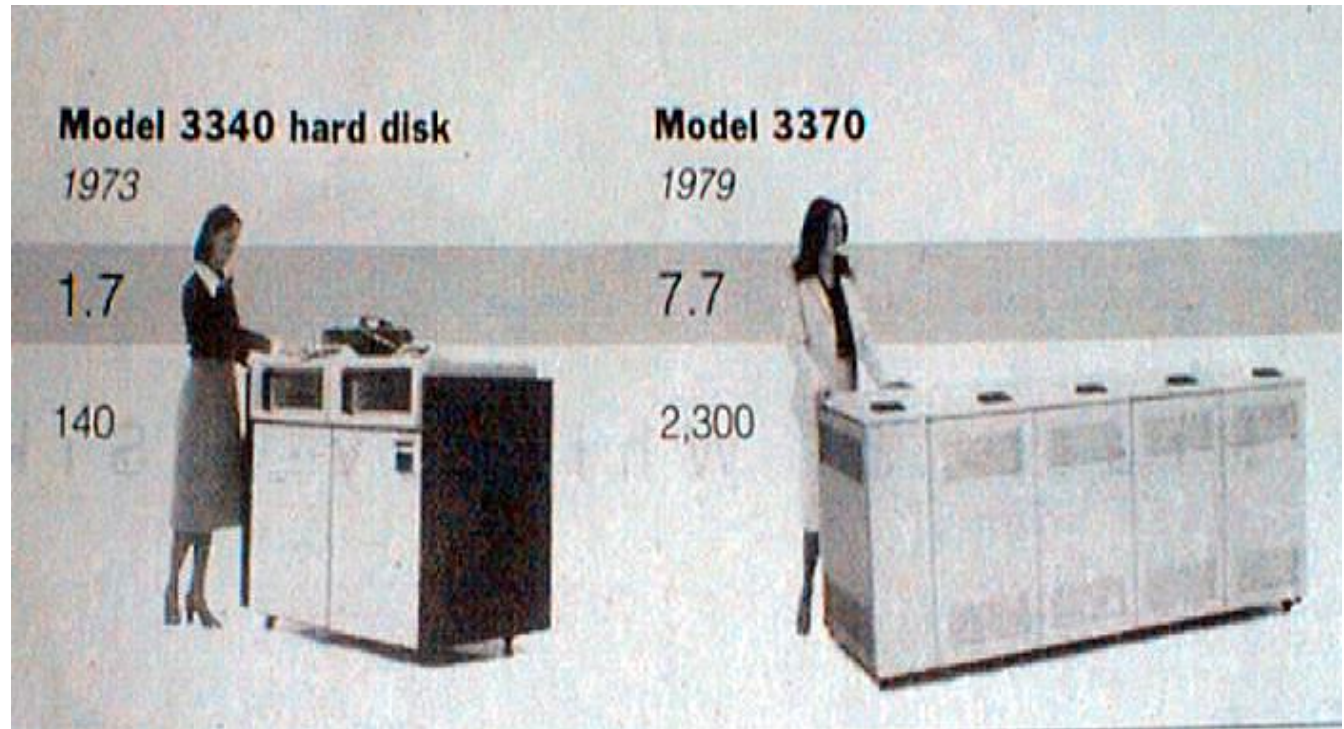
2009 - wyprodukowane zostały dyski o pojemność 2 [TB](#)

październik 2010 - Western Digital wyprodukowała dysk twardy Caviar Green o pojemności 3 [TB](#)

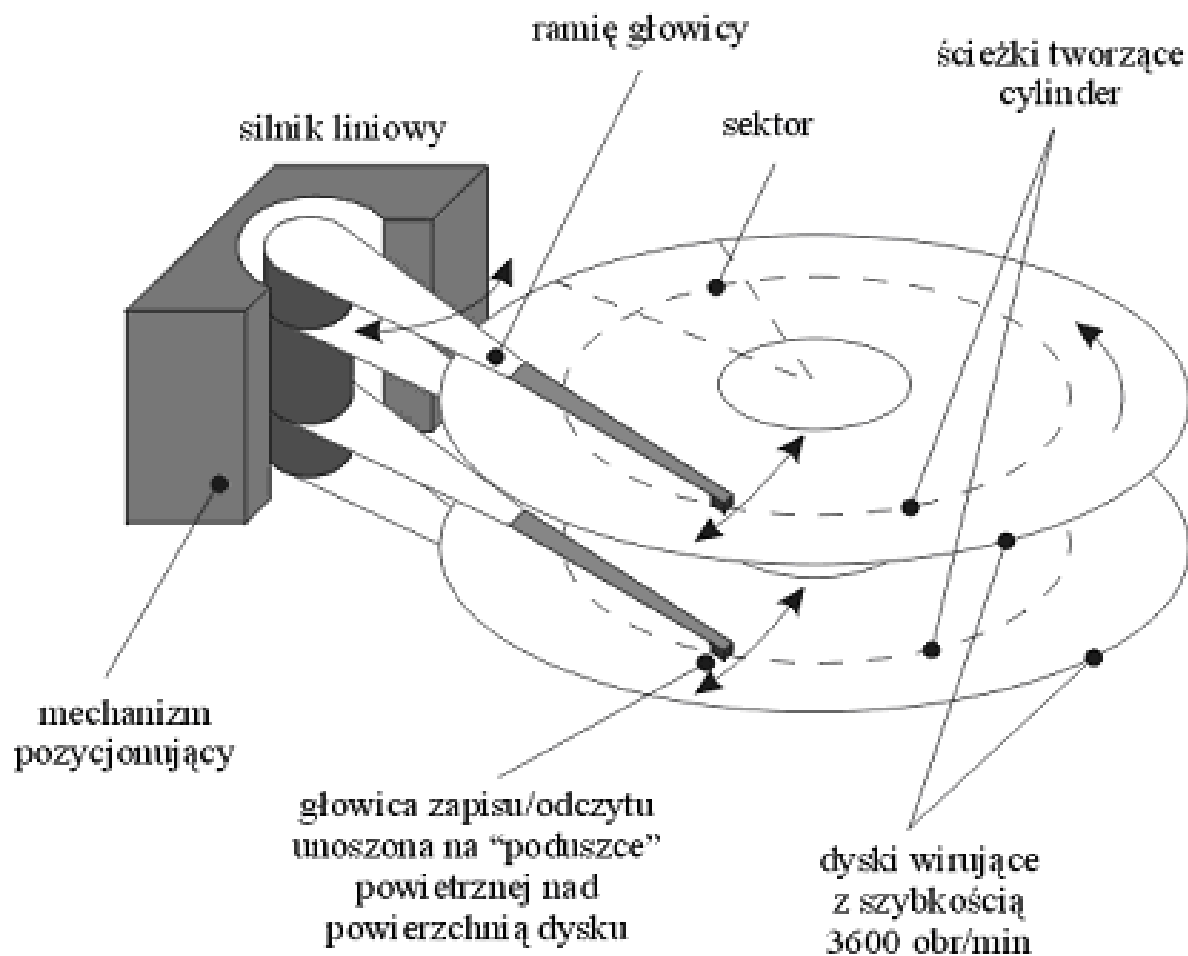
Historia dysków twardych

Gęstość zapisu danych:
Mbit/cal

Pojemność w Mbajtach



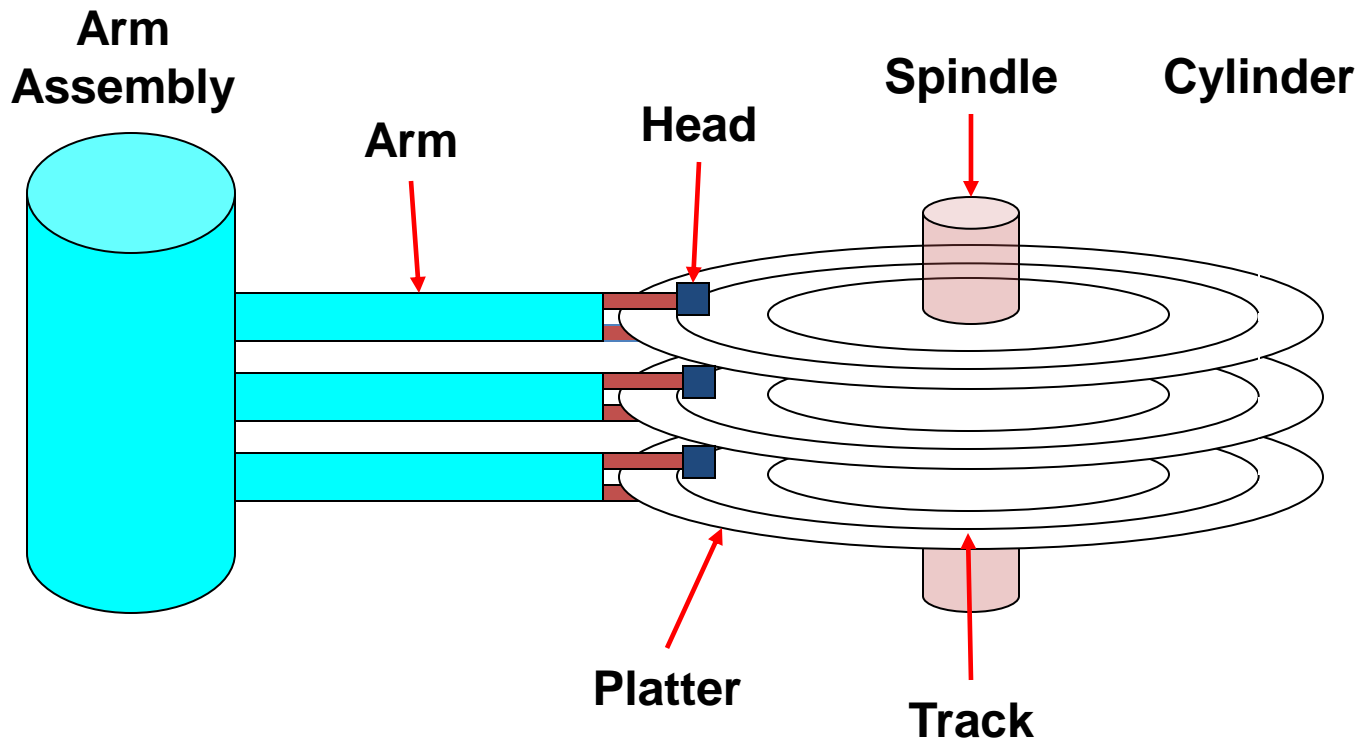
Budowa dysku twardego



Budowa dysku twardego

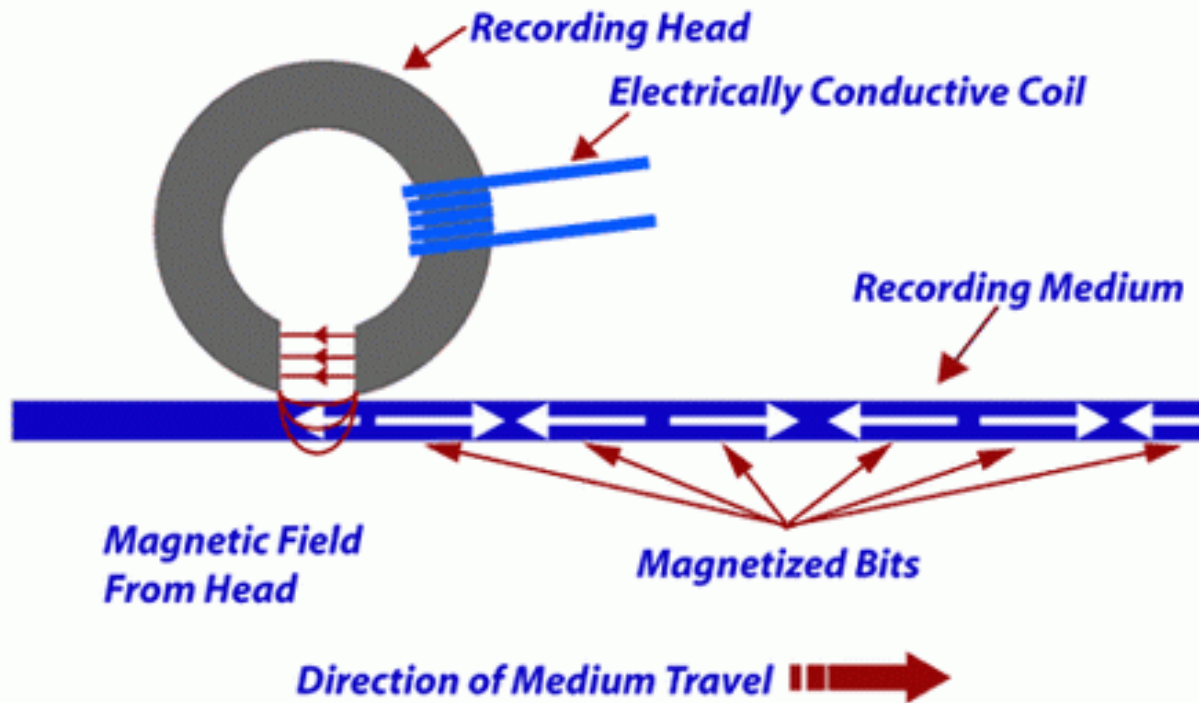


Budowa dysku twardego



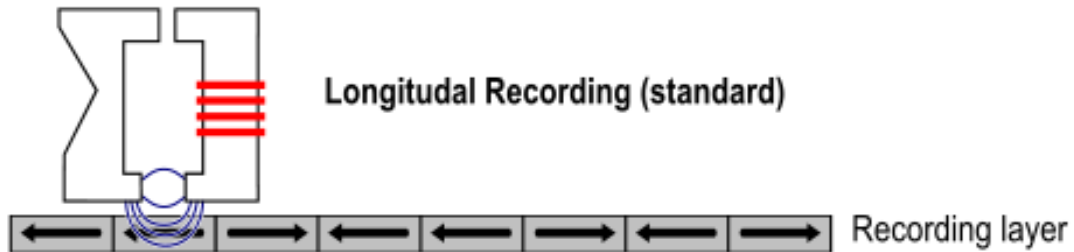
Zapis równoległy

Longitudinal Magnetic Recording (LMR) Process

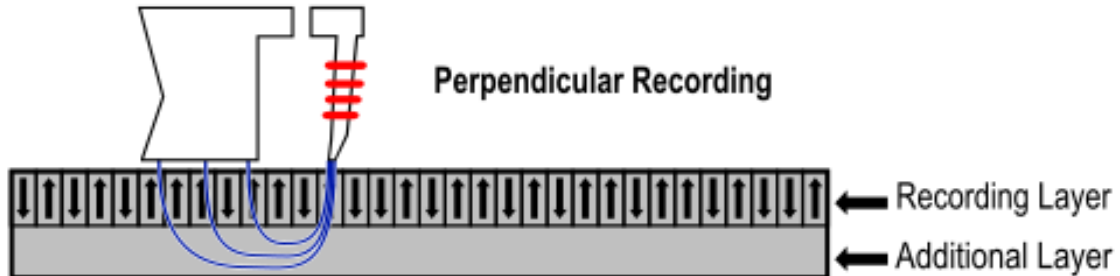


Zapis prostopadły

"Ring" writing element



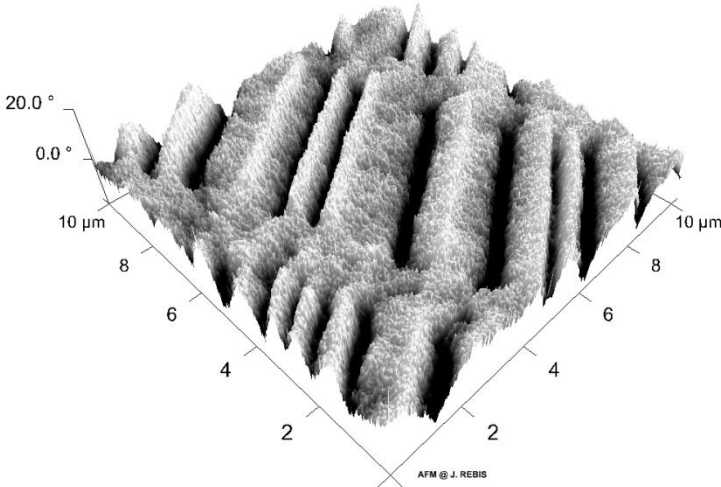
"Monopole" writing element



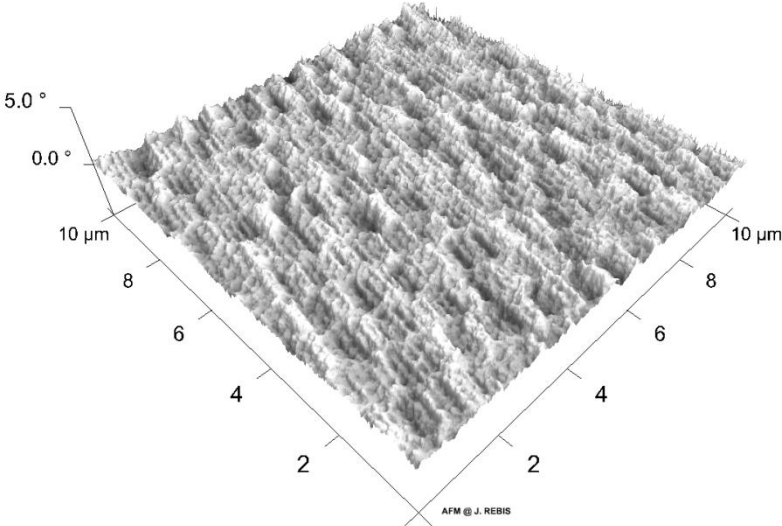
Gęstość zapisu

MAGNETIC FORCE MICROSCOPY

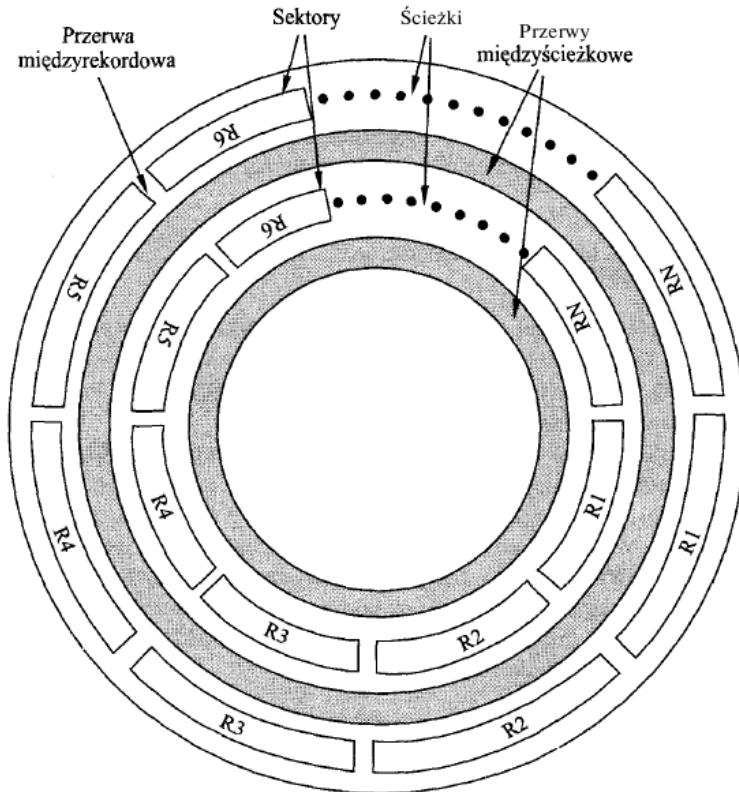
Dysk twardy magnetyczny 3,2 Gb



Dysk twardy magnetyczny 30 Gb



Struktura danych na dysku magnetycznym

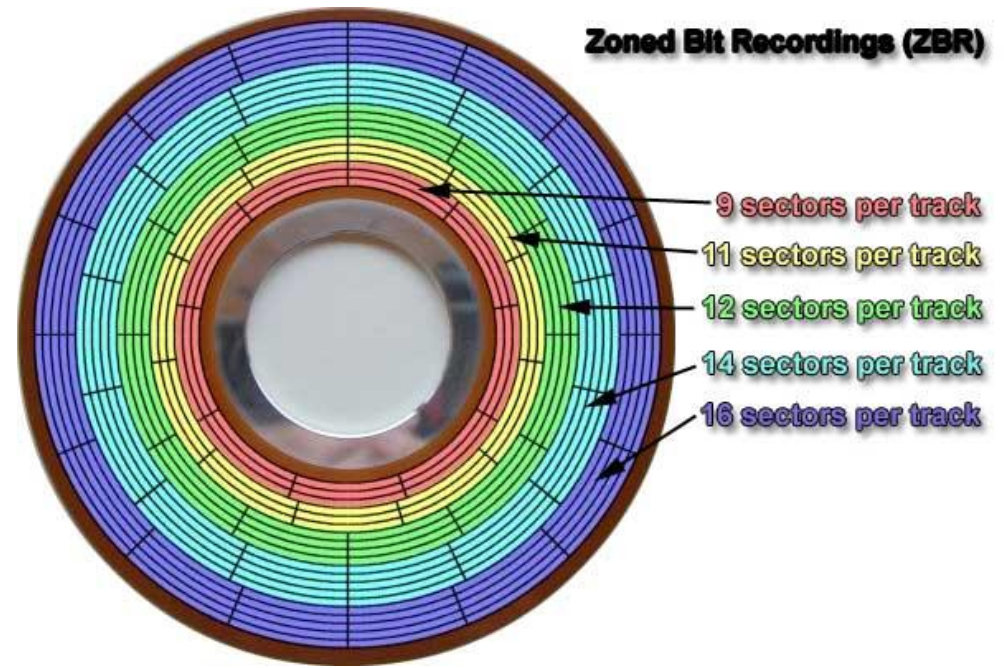


- stała liczba sektorów na ścieżce;
- gęstość wyrażana w bitach/cal wzrasta w miarę przesuwania się od ścieżek zewnętrznych do wewnętrznych;
- Jeden sektor – 1 blok danych;

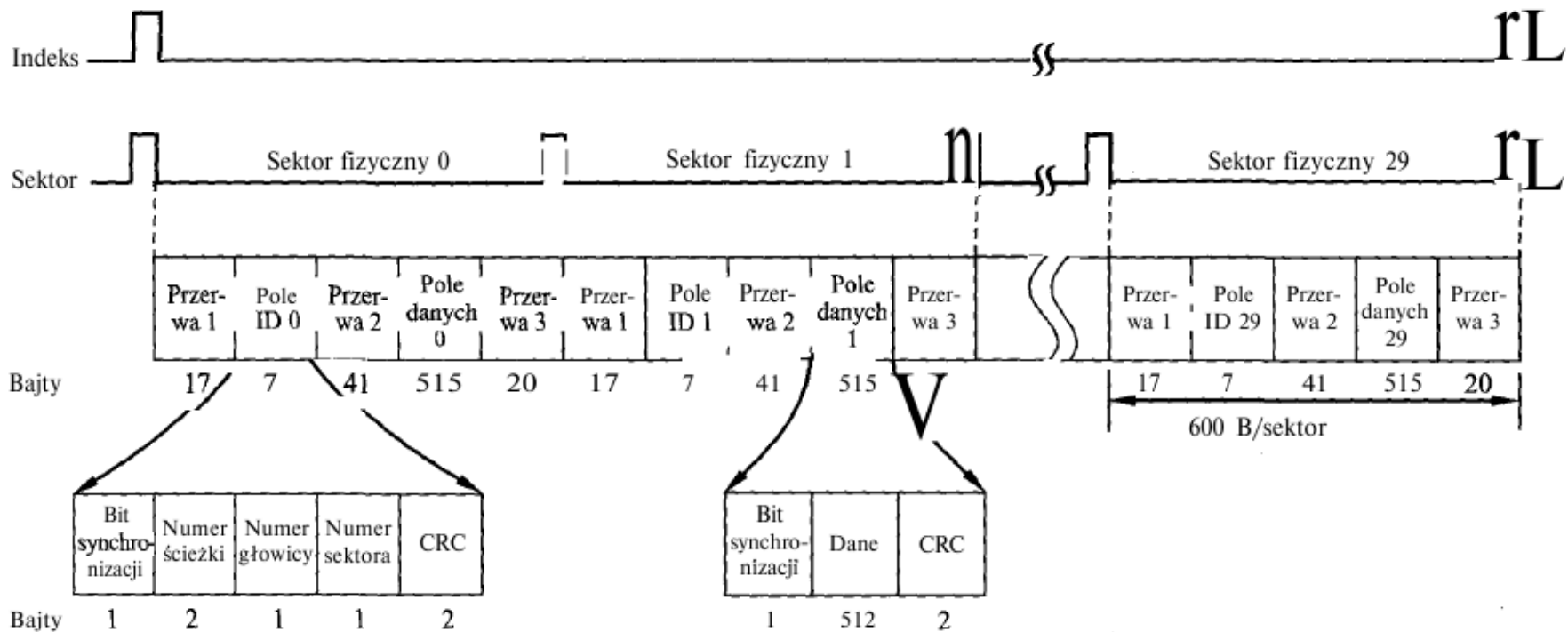
Struktura danych na dysku magnetycznym



FIXED SECTOR PER TRACK SYSTEM



Format ścieżki dysku



typ Winchester (Seagate ST506)

Pole ID jest jednoznacznym identyfikatorem /adresem wykorzystywanym do lokalizacji określonego sektora na powierzchni dysku

Macierze dyskowe RAID

RAID (*Redundant Array of Independent Disks* - Nadmiarowa macierz niezależnych dysków) - polega na współpracy dwóch lub więcej dysków twardech w taki sposób, aby zapewnić dodatkowe możliwości, nieosiągalne przy użyciu jednego dysku.

RAID używa się w następujących celach:

- **zwiększenie niezawodności (odporność na awarie),**
- **przyspieszenie transmisji danych,**
- **powiększenie przestrzeni dostępnej jako jedna całość.**

RAID 0

Polega na połączeniu ze sobą dwóch lub więcej (**N**) dysków fizycznych tak, aby były widziane jako jeden dysk logiczny. Powstała w ten sposób przestrzeń ma rozmiar taki jak **$N \times$ rozmiar najmniejszego z dysków**.

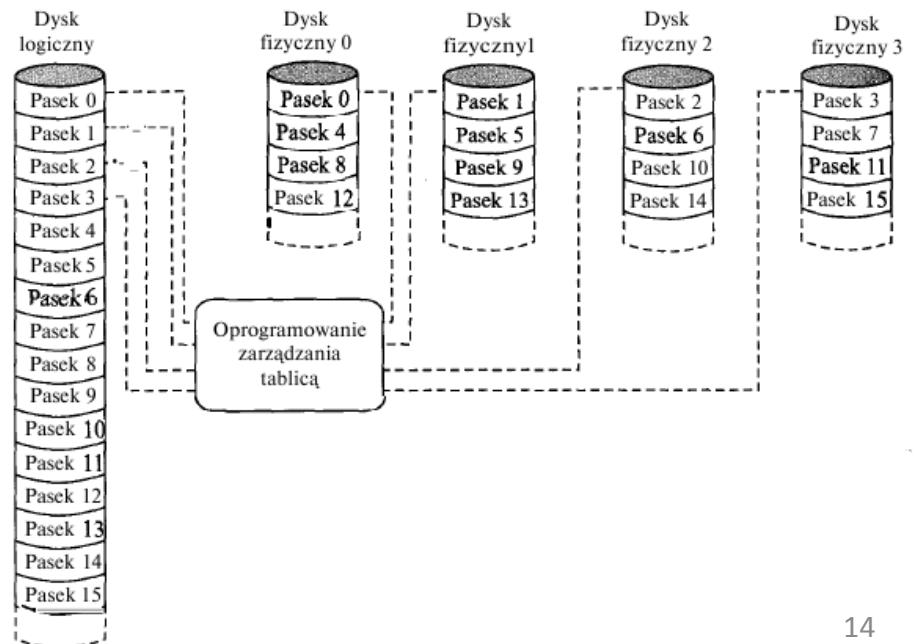
Dane są przeplecione pomiędzy dyskami. Dzięki temu uzyskujemy znaczne przyśpieszenie operacji zapisu i odczytu ze względu na zrównoleglenie tych operacji na wszystkie dyski w macierzy.

Korzyści:

- przestrzeń wszystkich dysków jest widziana jako całość
- przyspieszenie zapisu i odczytu w porównaniu do pojedynczego dysku

Wady:

- brak odporności na awarię dysków
- $N \times$ rozmiar najmniejszego z dysków



RAID 0

Przykład 1

Trzy dyski po 500 GB zostały połączone w RAID 0. Powstała przestrzeń ma rozmiar 1,5 TB. Szybkość zapisu lub odczytu jest prawie trzykrotnie większa niż na pojedynczym dysku. Oczywiście sumaryczna szybkość jest 3-krotnością szybkości najwolniejszego z dysków, gdyż kontroler RAID podczas zapisu/odczytu musi poczekać na najwolniejszy dysk. Stąd też sugeruje się dyski identyczne, o identycznej szybkości i pojemności.

Przykład 2

Trzy dyski: 160 GB, 500 GB i 80 GB zostały połączone w RAID 0. Powstała w ten sposób przestrzeń ma rozmiar taki jak $N \cdot \text{rozmiar najmniejszego z dysków}$, czyli $3 \cdot 80 \text{ GB} = 240 \text{ GB}$. Szybkość jest ograniczona szybkością najwolniejszego dysku.

Zastosowanie RAID 0

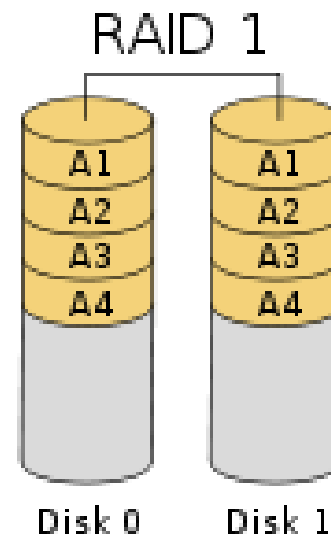
Rozwiązanie do budowy tanich i wydajnych macierzy, służących do przetwarzania dużych plików multimedialnych. Przechowywanie danych na macierzy RAID 0 wiąże się jednak ze zwiększonym ryzykiem utraty tych danych - w przypadku awarii jednego z dysków tracimy wszystkie dane.

RAID 1

- redundancja jest osiągnięta przez duplikowanie wszystkich danych
- każdy pasek logiczny jest odwzorowany na dwóch oddzielnych dyskach fizycznych

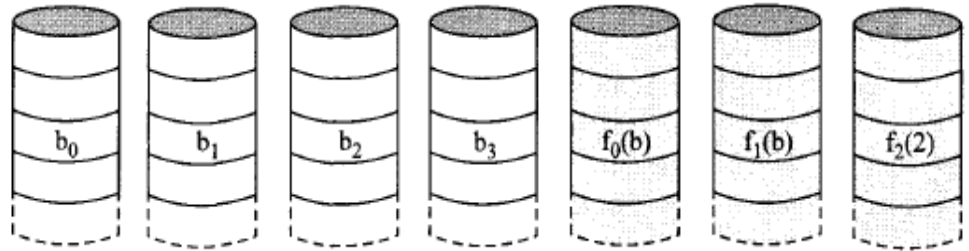
Korzyść: żądanie odczytu może być obsługiwane przez ten z dysków, który wymaga krótszego czasu przeszukiwania

Wada: dwukrotnie większ przestrzeń dyskowa



RAID 2

- wszystkie dyski uczestniczą w realizacji każdego żądania we/wy
- napędy są zsynchronizowane tak, aby w dowolnym momencie głowice znajdowały się w tej samej pozycji nad każdym z dysków
- kod korekcji błędów jest obliczany na podstawie bitów na każdym dysku danych (kod Hamminga)



Korzyści: każdy dowolny dysk (zarówno z danymi jak i z kodem Hamminga) może w razie uszkodzenia zostać odbudowany przez pozostałe dyski

Wady:

- (1) konieczność dokładnej synchronizacji wszystkich dysków zawierających kod Hamminga
- (2) (2) długotrwałe generowanie kodu Hamminga przekładające się na wolną pracę całego systemu

RAID 3

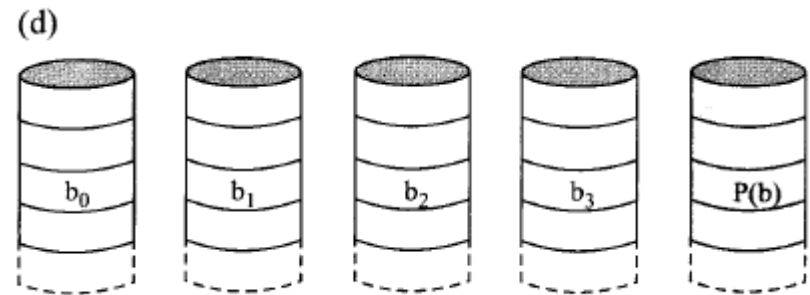
Dane składowane są na N-1 dyskach. Ostatni dysk służy do przechowywania kodów parzystości obliczanych przez specjalny procesor

Korzyści:

- odporność na awarię 1 dysku
- zwiększona szybkość odczytu

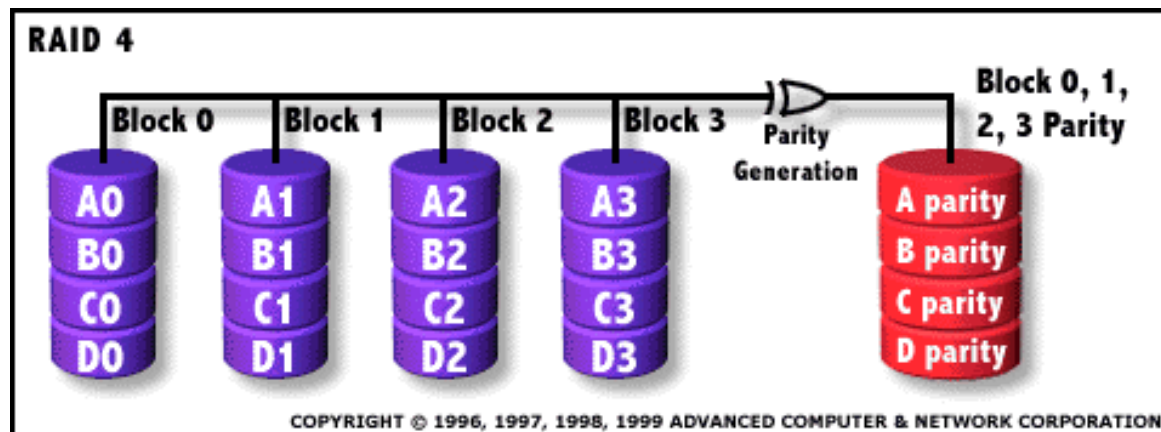
Wady:

- zmniejszona szybkość zapisu z powodu konieczności kalkulowania sum kontrolnych
- pojedynczy, wydzielony dysk na sumy kontrolne zazwyczaj jest wąskim gardłem w wydajności całej macierzy



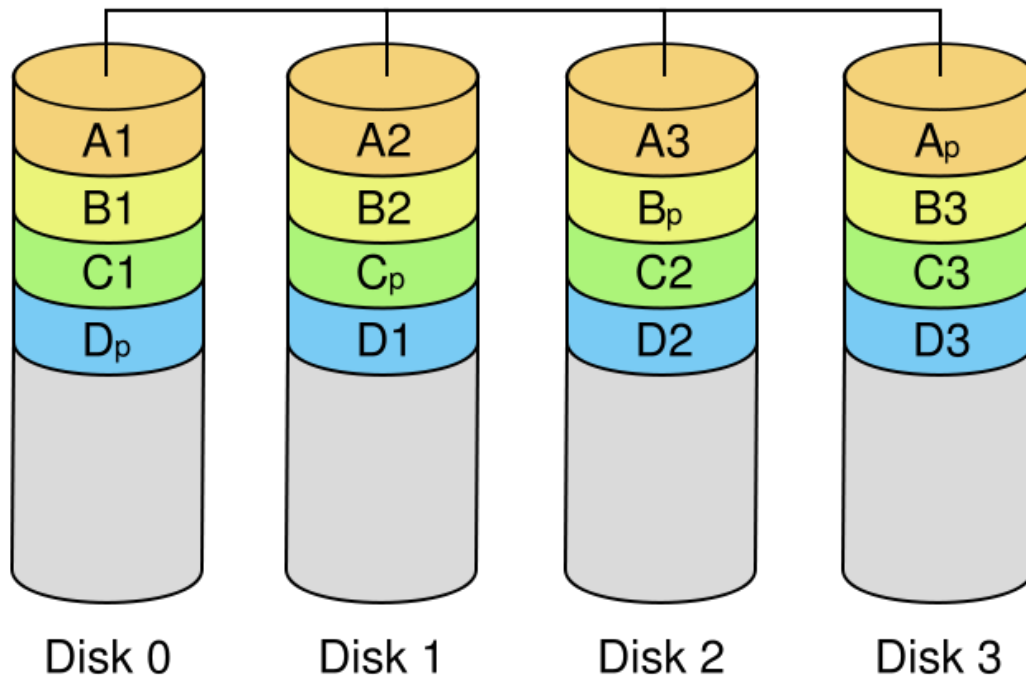
RAID 4

- RAID 4 jest bardzo zbliżony do RAID 3, z tą różnicą, że dane są dzielone na większe bloki/paski (16, 32, 64 lub 128 kB). Takie pakiety zapisywane są na dyskach podobnie do rozwiązania RAID 0. Dla każdego rzędu zapisywanych danych blok parzystości zapisywany jest na dysku parzystości.
- Przy uszkodzeniu dysku dane mogą być odtworzone przez odpowiednie operacje matematyczne.



RAID 5

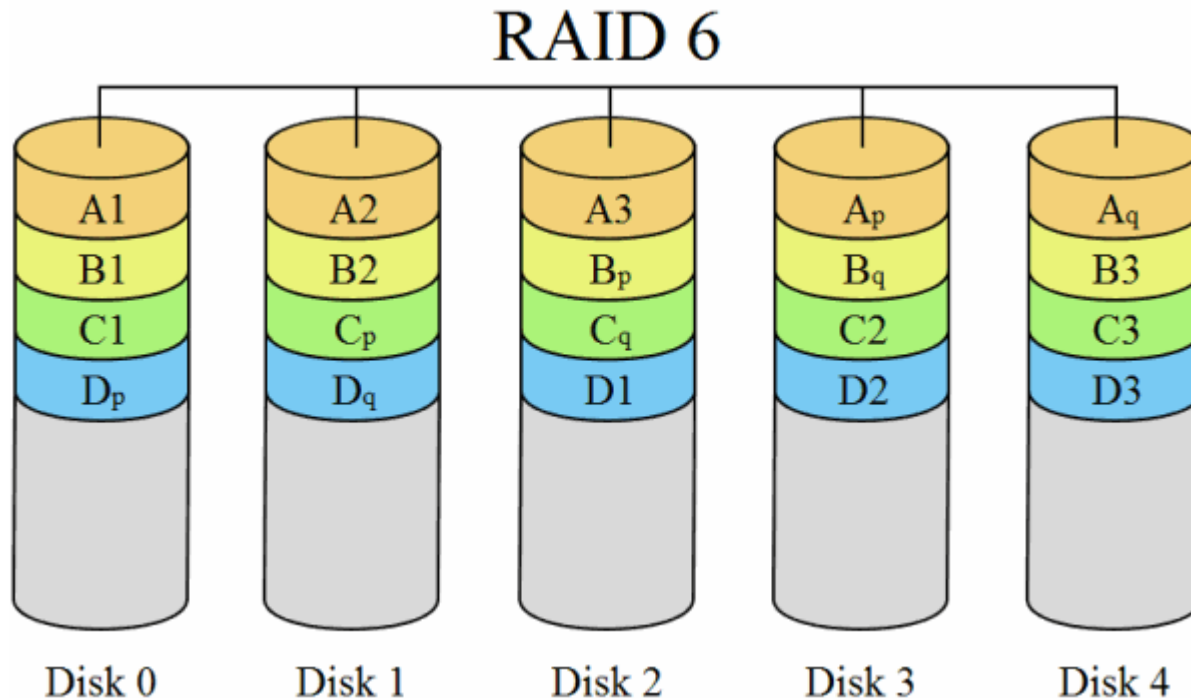
RAID 5



Paski parzystości są rozproszone na wszystkich dyskach. Typowo wykorzystuje się schemat cykliczny.

RAID 6

System rozbudowany o dodatkowy dysk (często pojawia się zapis RAID 5+1). Zawiera dwie niezależne sumy kontrolne. Nieco kosztowniejsza w implementacji niż RAID 5, ale dająca większą niezawodność. Awarii muszą ulec jednocześnie trzy dyski by samoodtworzenie systemu, po uzupełnieniu wadliwych dysków, było niemożliwe.



X_p, X_y
–sumy kontrolne

CD - ROM

- **Płyta kompaktowa** (*Compact Disc, CD-ROM – Compact Disc – Read Only Memory*) poliwęglanowy krążek z zakodowaną cyfrowo informacją do bezkontaktowego odczytu światłem lasera optycznego. Zaprojektowany w celu nagrywania i przechowywania dźwięku, przy użyciu kodowania PCM (CD-Audio)
- Standardowa płyta CD ma średnicę 120 mm i jest w stanie pomieścić 700 MB danych lub 80 minut dźwięku



CD - ROM

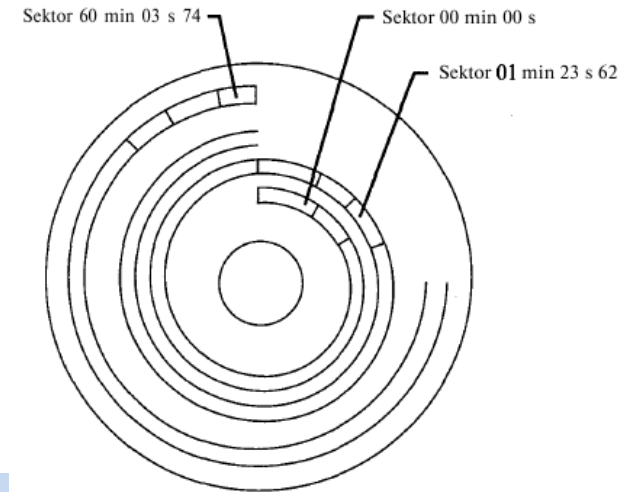
Klasyfikacje ze względu na technologię tworzenia:

- zwykła płyta CD – odcisnięta matryca będąca negatywem oryginału
- Płyta CD-R zawierają ścieżki, w których możemy za pomocą lasera zapisać nasze dane
- Płyta CD-RW - podobna do płyt CD-R, ale pozwalają nam na zapis jak i wymazywanie danych do ok. 1000 razy

CD - ROM

Standardowy dysk zawiera 333,000 bloków /sektorów

- Sektor : 2,352 bajtów
 - 2,048 bajtów (PC -mode 1) danych
 - 2,336 bajtów (PSX/VCD -mode 2) danych
 - 2,352 bajtów audio.



Layout type ← 2,352 byte block →

CD digital audio: 2,352 Digital audio

CD-ROM (mode 1):	12 Sync.	4 Sector id.	2,048 Data	4 Error detection	8 Zero	276 Error correction
CD-ROM (mode 2):	12 Sync.	4 Sector id.	2,336 Data			

DVD

Standard	DVD5	DVD9	DVD10	DVD18
Średnica płyty	12 cm	12 cm	12 cm	12 cm
Liczba stron	1	1	2	2
Liczba warstw	1	2	1	2
Pojemność	4,7 GB	8,5 GB	9,4 GB	17,08 GB
Czas trwania filmu video MPEG-2	2 godziny	4 godziny	4 godziny	7 godzin 15 minu

Blue-ray Disc

Blu-ray Disc (BD) – następca formatu DVD. Wyróżnia się większą pojemnością od płyt DVD, co jest możliwe dzięki zastosowaniu niebieskiego lasera.

25 GB danych na płytach jednowarstwowych.

50 GB – płyty dwustronne

100 GB - płyty czterowarstwowe

200 GB - płyty ośmiowarstwowe

500 GB – dwudziestowarstwowe (Pionier, 2010-2012)

Podstawową różnicą pomiędzy tymi laserami jest długość fali – czerwony ma 650 albo 635 (nanometrów), podczas gdy niebieski tylko 405 nm.