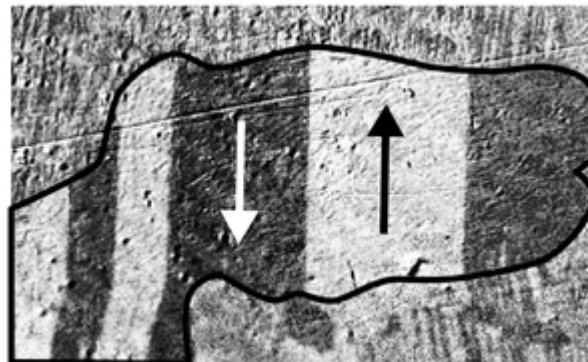
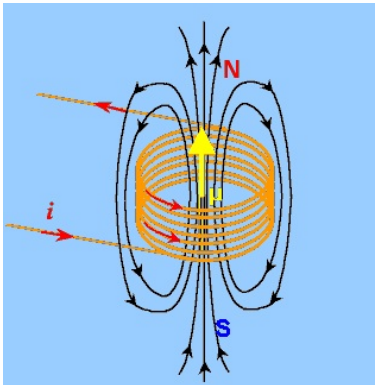


# Pamięci zewnętrzne



## 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

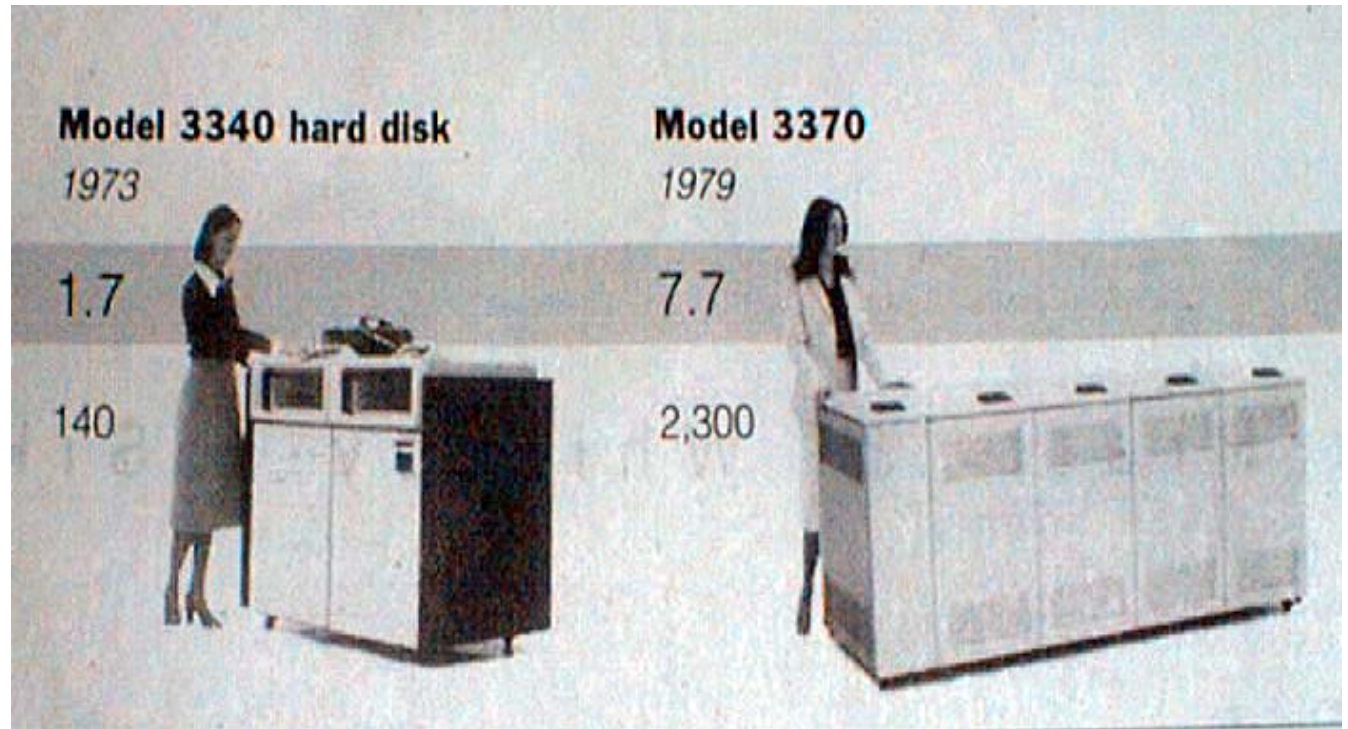


**Seagate: do końca 2020 roku wprowadzimy na rynek dysk twardy o pojemności 20 TB**

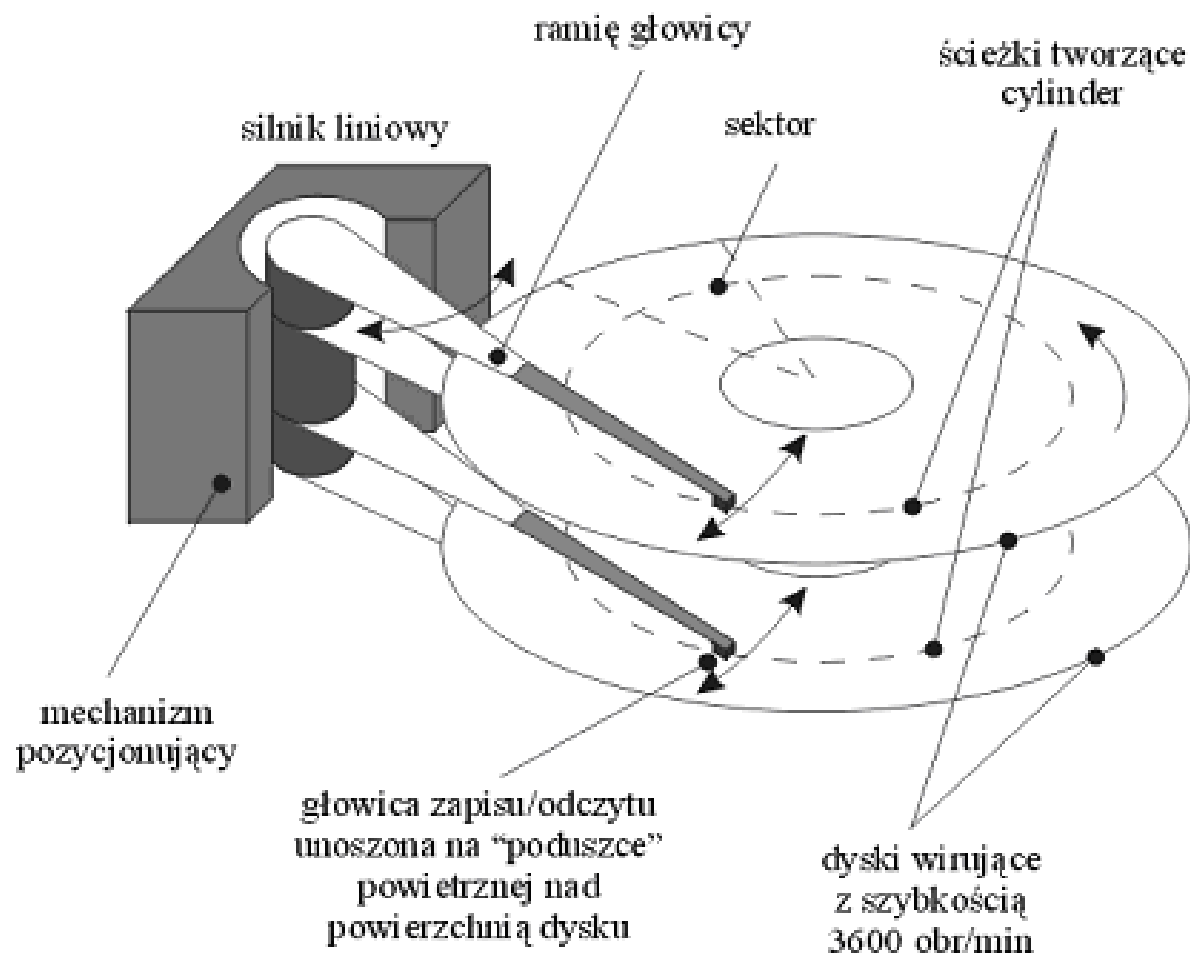
# Historia dysków twardych

Gęstość zapisu danych:  
Mbit/cal

Pojemność w Mbajtach



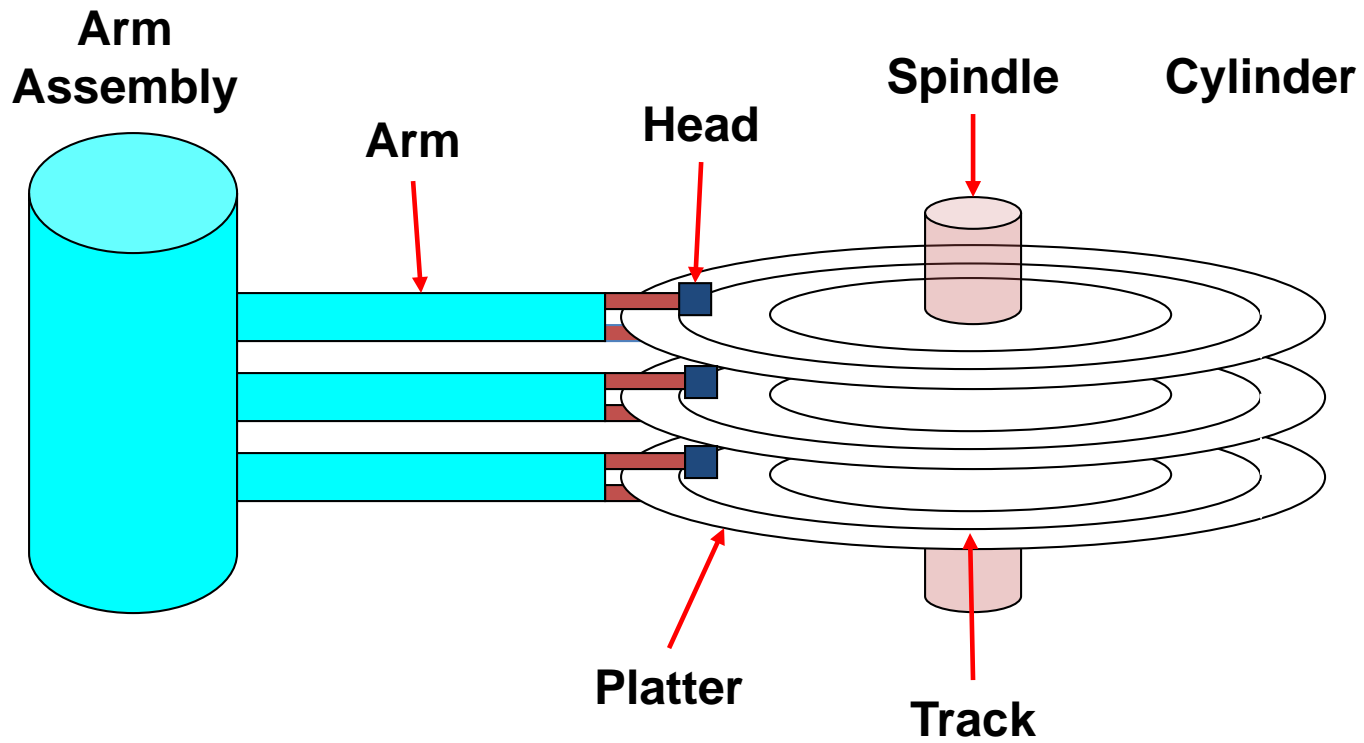
# Budowa dysku twardego



# Budowa dysku twardego

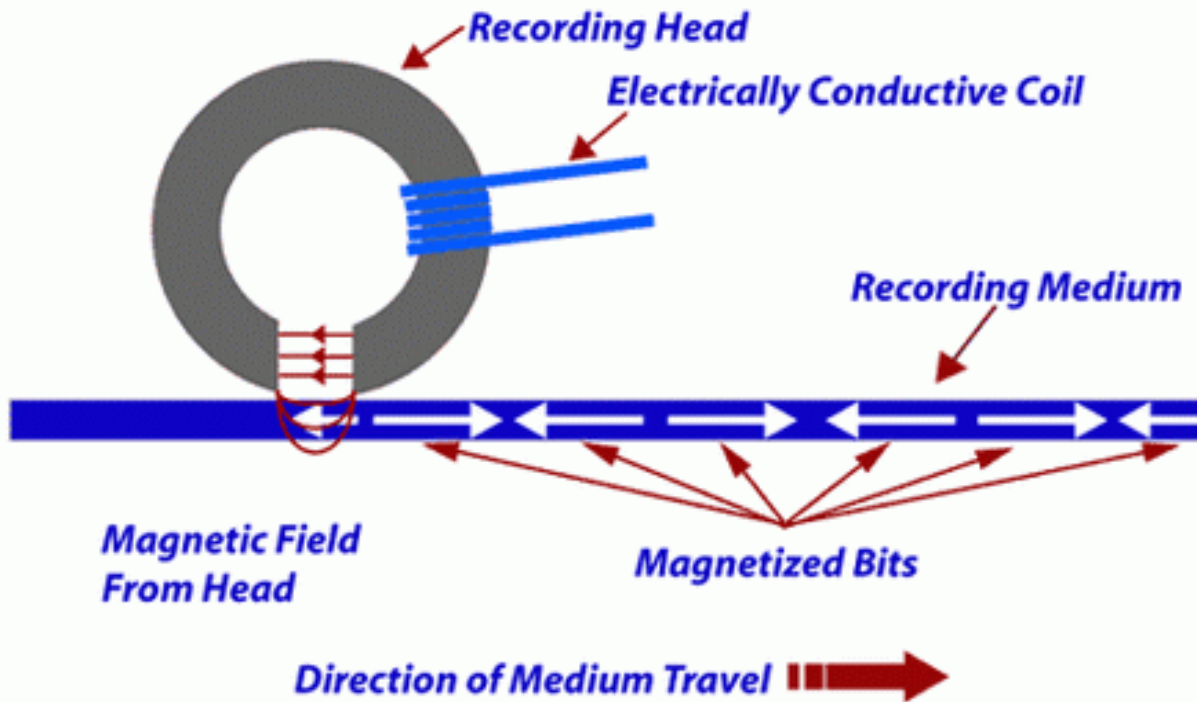


# Budowa dysku twardego



# Zapis równoległy

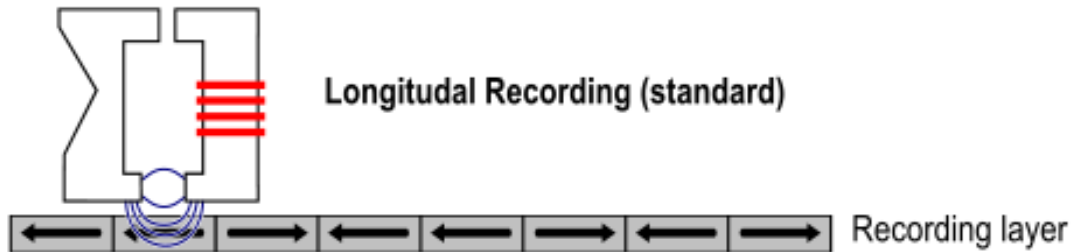
## Longitudinal Magnetic Recording (LMR) Process



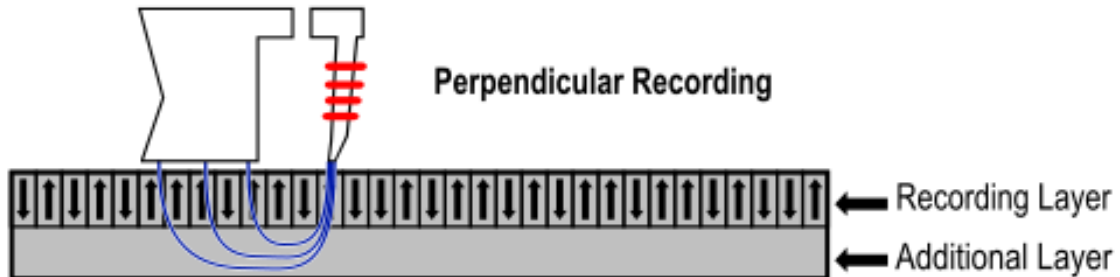


# Zapis prostopadły

"Ring" writing element



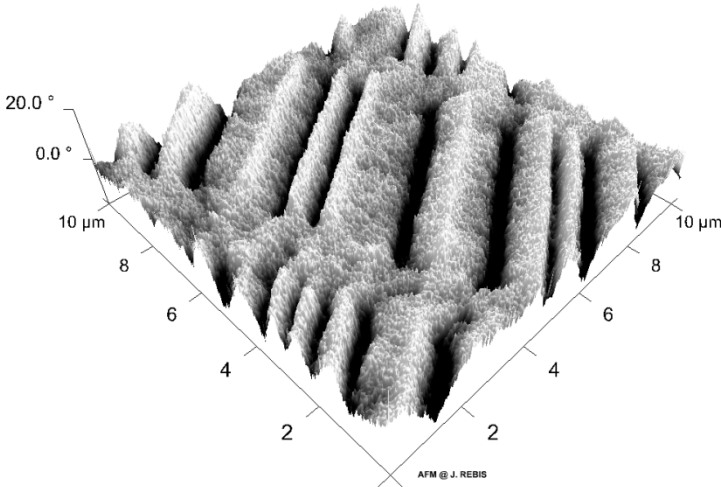
"Monopole" writing element



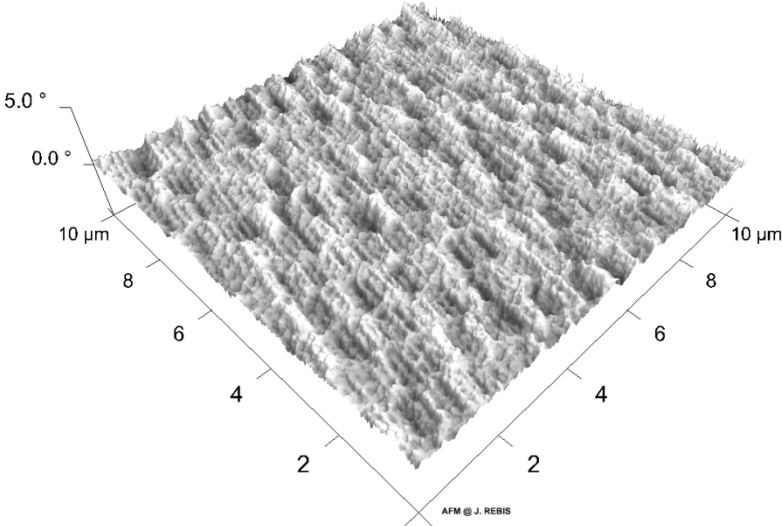
# Gęstość zapisu

## MAGNETIC FORCE MICROSCOPY

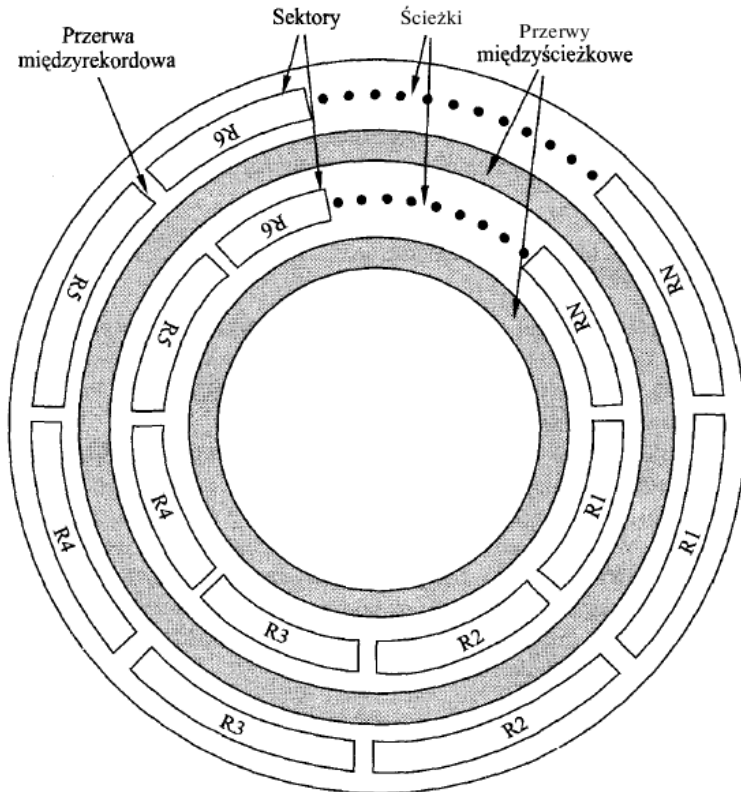
Dysk twardy magnetyczny 3,2 Gb



Dysk twardy magnetyczny 30 Gb



# Struktura danych na dysku magnetycznym

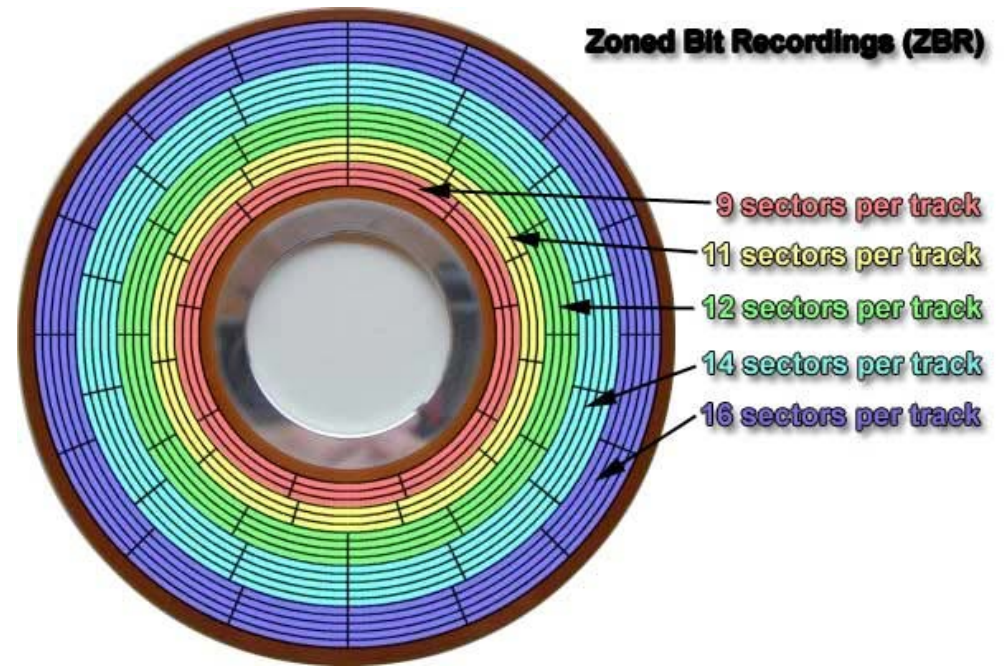


- stała liczba sektorów na ścieżce;
- gęstość wyrażana w bitach/cal wzrasta w miarę przesuwania się od ścieżek zewnętrznych do wewnętrznych;
- Jeden sektor – 1 blok danych;

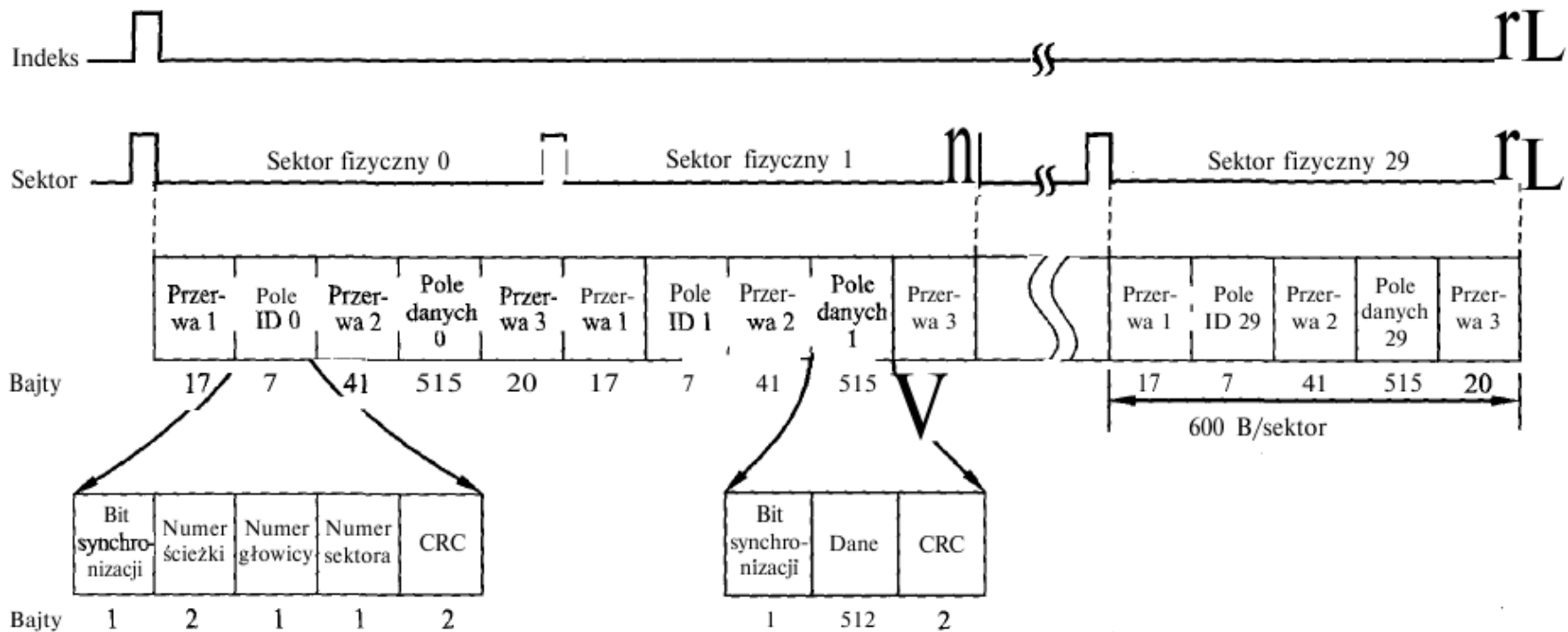
# Struktura danych na dysku magnetycznym



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**.

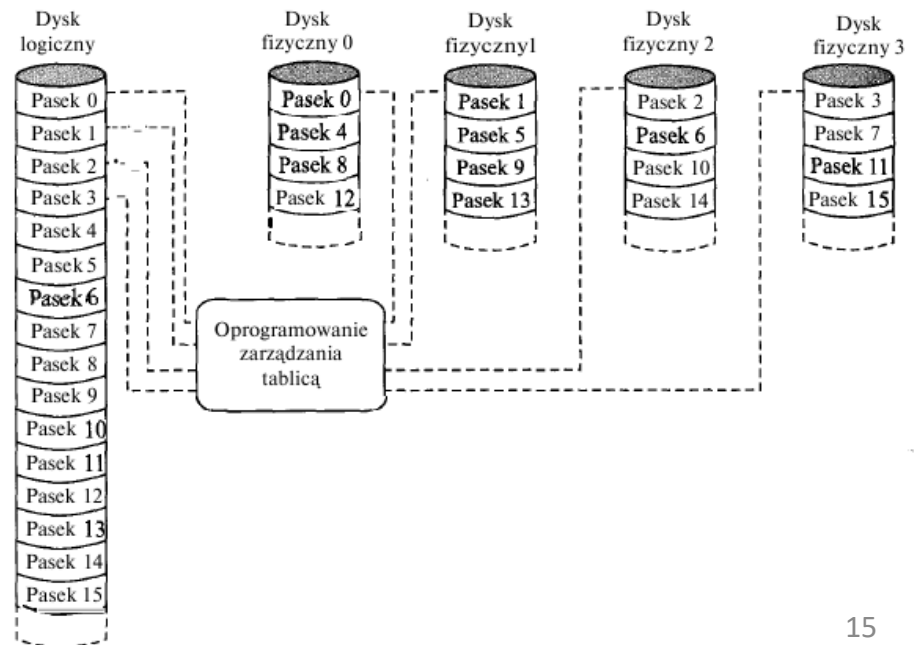
Dane są przeplecione pomiędzy dyskami. Dzięki temu uzyskujemy znaczne przyspieszenie operacji zapisu i odczytu ze względu na zrównoleglenie tych operacji na wszystkie dyski w macierzy.

## 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.

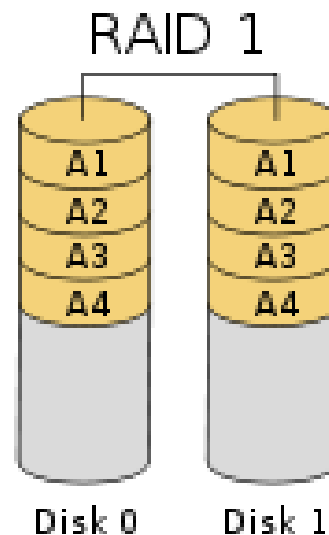


# RAID 1

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

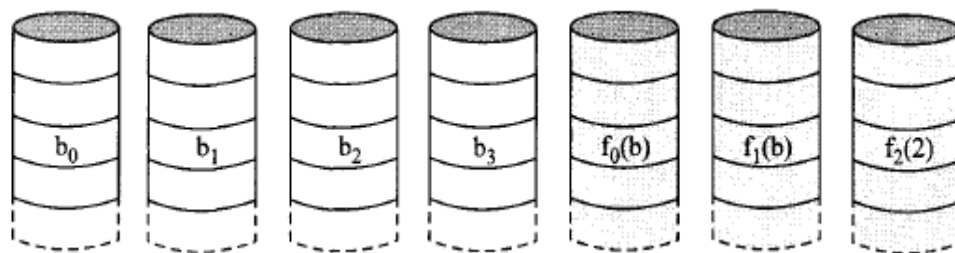
**Korzyść:** żądanie odczytu może być obsługiwane przez ten z dysków, który wymaga krótszego czasu przeszukiwania

**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

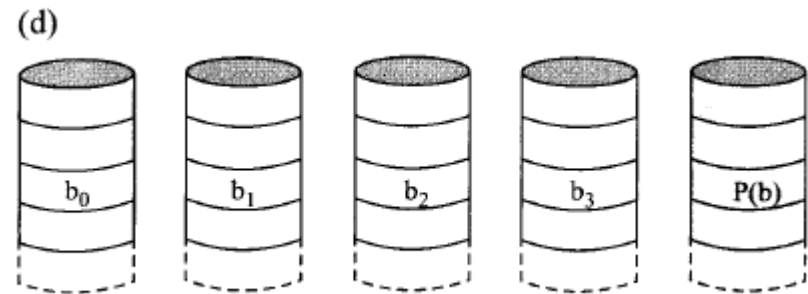
Dane składowane są na  $N-1$  dyskach. Ostatni dysk służy do przechowywania kodów parzystości obliczanych przez specjalny procesor

### Korzyści:

- odporność na awarię 1 dysku
- zwiększona szybkość odczytu

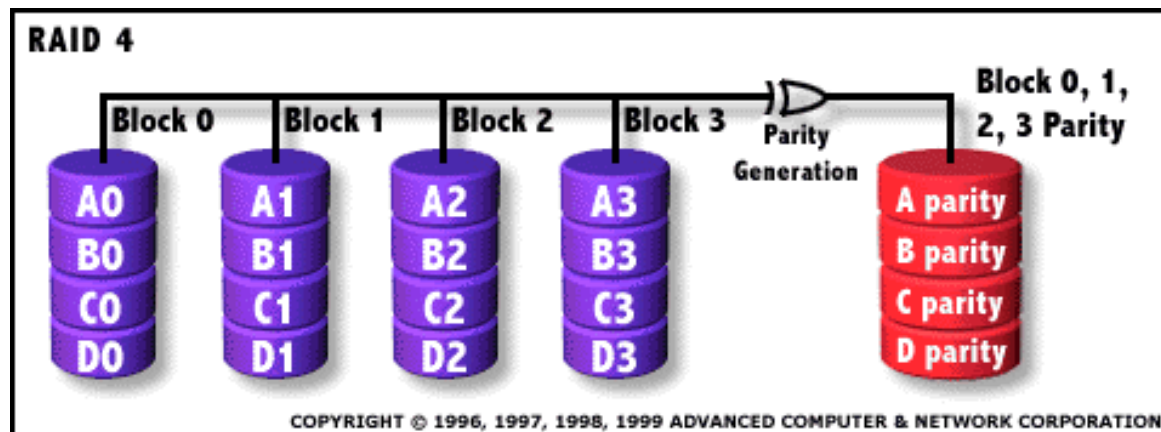
### Wady:

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



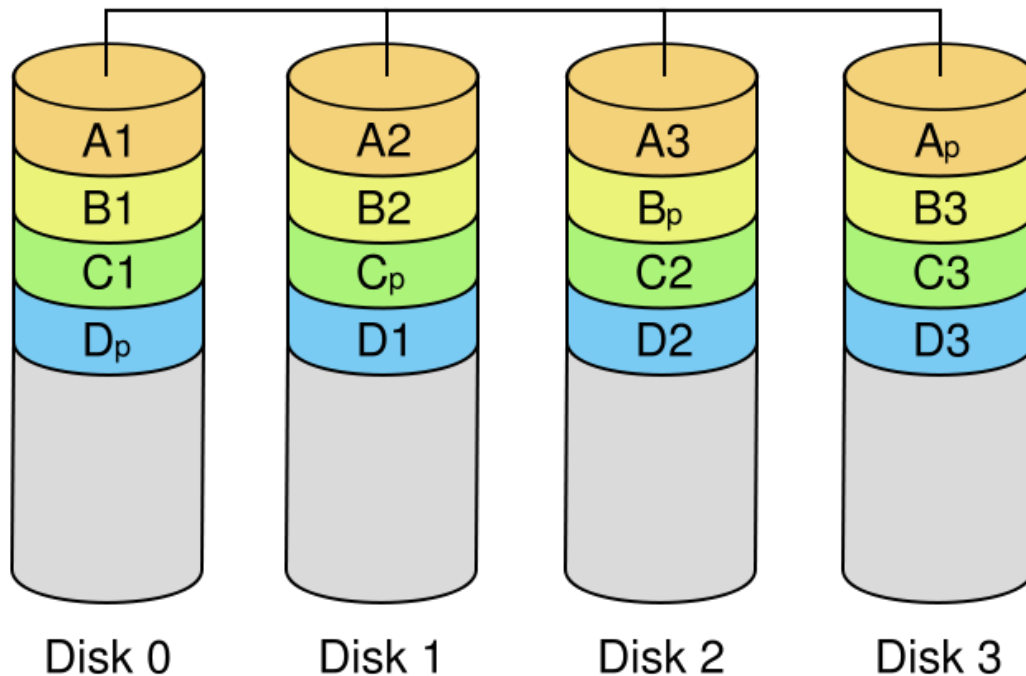
# RAID 4

- 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

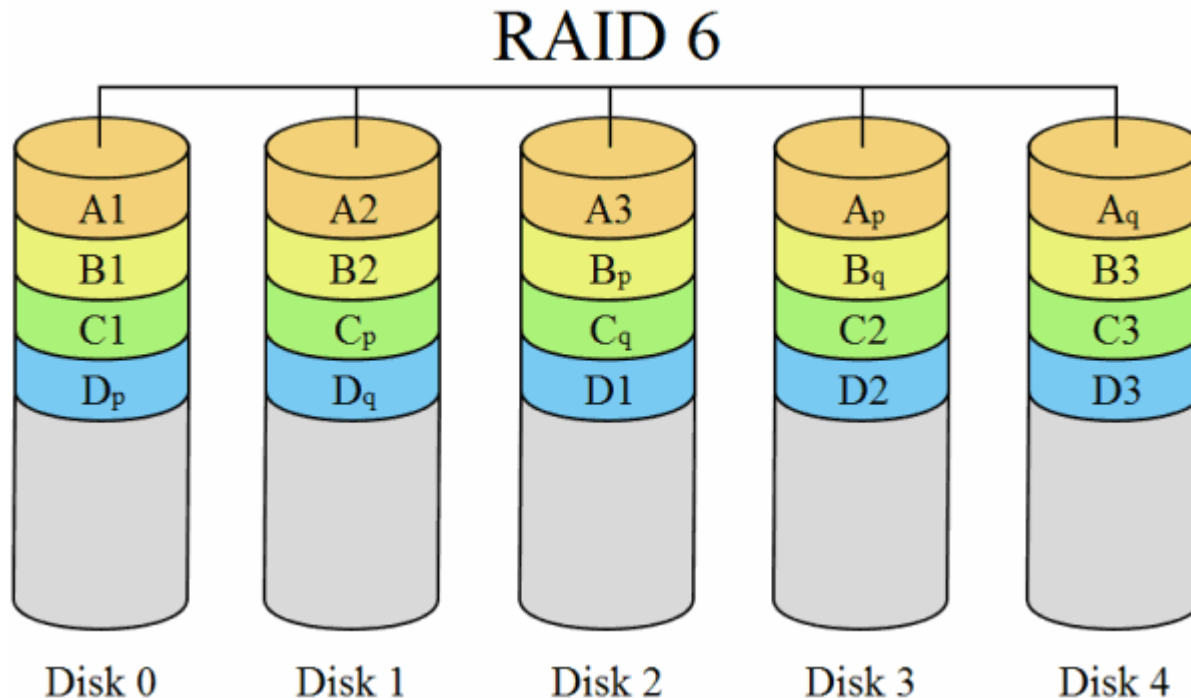
## RAID 5



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



Głowica odczytu zawiera laser diodowy emitujący światło o długości fali ok. 780 nm. Promień po przejściu przez obiektyw pada na powierzchnię dysku i odbija się od niej na różne sposoby od zagłębień (pitów) i powierzchni płaskiej (landów). Głębokość pitów jest tak dobrana, żeby odbijające się od niego światło zostało w całości wygaszone przez interferencję. Natomiast światło odbite od landów trafia poprzez układ optyczny do fotodiody, która zamienia je na impuls elektryczny.



# CD - ROM

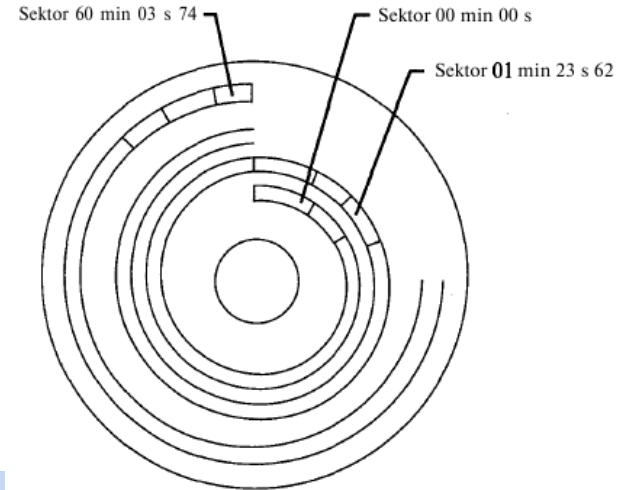
Klasyfikacje ze względu na technologię tworzenia:

- 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

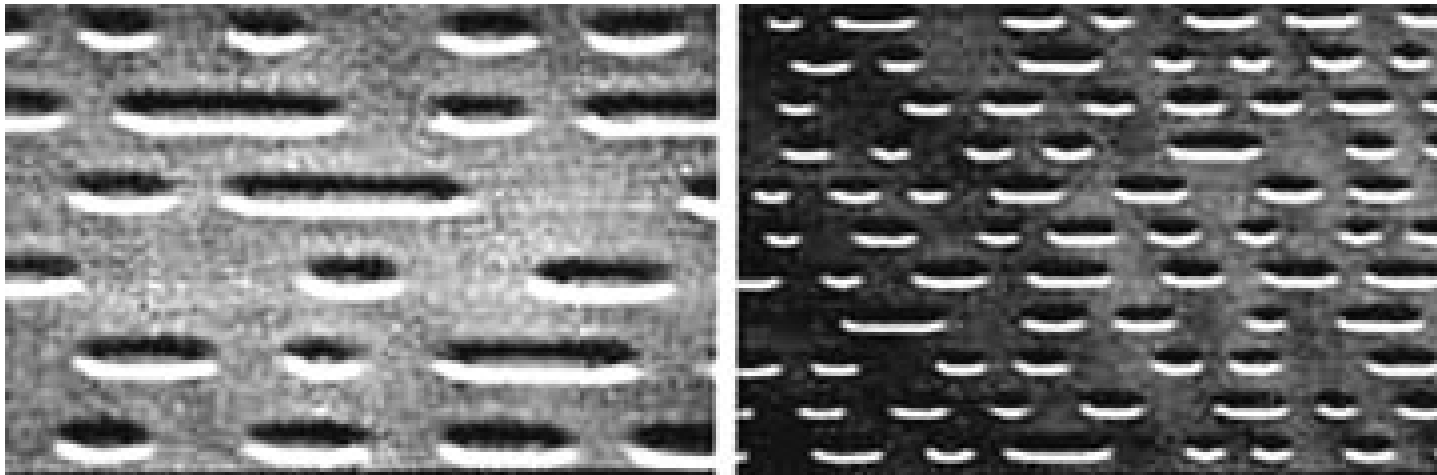
CD-ROM (mode 1):	12 Sync.	4 Sector id.	2,048 Data	4 Error detection	8 Zero	276 Error correction
CD-ROM (mode 2):	12 Sync.	4 Sector id.	2,336 Data			

# DVD

Standard	<a href="#">DVD5</a>	<a href="#">DVD9</a>	<a href="#">DVD10</a>	<a href="#">DVD18</a>
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 <a href="#">GB</a>	8,5 <a href="#">GB</a>	9,4 <a href="#">GB</a>	17,08 <a href="#">GB</a>
Czas trwania filmu video MPEG-2	2 godziny	4 godziny	4 godziny	7 godzin 15 minu

# Płyty DVD

Płyta DVD, będąca krokiem naprzód w zakresie archiwizacji danych na nośnikach optycznych, w żaden znaczny sposób nie odbiega zasadą działania od zwykłej płyty CD.



**Rys. 11. Mikroskopowe zestawienie rozmiarów pitów i landów dla płyt CD i DVD (od lewej).**

# 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.

# CD DVD HD-DVD Blue-ray

