

Gdyby w przemyśle motoryzacyjnym postęp był tak wysoki jak w informatyce, to dzisiaj byłoby lata-  
li - to cytuję nie pamiętam kogo i skąd, ale uważam bardzo prawdziwy.

Mimo ogromnego, technologicznego postępu dyski twarde HDD (Hard Disk Drive) są ciągle w po-  
wszechnym użyciu, szczególnie tam, gdzie liczy się pojemność, nie czas dostępu do danych. Pierw-  
szy dysk twardej IBM 350 RAMAC, który trafił do użytku komercyjnego, skonstruowano w 1956 roku.  
Jego pojemność to 64000 kart perforowanych, albo 4,4MB - wówczas bardzo dużo, obecnie to za  
mało, aby zmieścić jedno zdjęcie w większej rozdzielczości. Dzisiaj każdy może w sklepie kupić dysk  
twardy o pojemności 16TB.

Idea działania nie zmieniła się jednak aż tak bardzo. Dane zapisywane są na nośniku magnetycz-  
nym napylonym na aluminiowy krążek, zwany **talerzem** (platter). Krążek taki jest twardej, bo musi  
być odporny na odkształcenia podczas wysokich obrotów, zwykle 7200, ale w dyskach serwero-  
wych nawet 15000 na minutę. Stąd nazwa dysk twardej. Dla odróżnienia od dysku miękkiego (flop-  
py disk), albo raczej dyskietki, gdzie materiał magnetyczny napylony był na elastycznym krążku.  
Dyskietki zaniknęły bardzo szybko w momencie kiedy staniały pamięci NAND (flash) i pojawiły się  
w formie wygodnych pendrive'ów na USB. Aktualnie mamy dwa rozmiary dysków twardej: o śred-  
nicy krążka 5,2 cala oraz 2,5 cala. Większe stosuje się w komputerach stacjonarnych, a mniejsze  
w komputerach przenośnych. RAMAC wyposażony był w 50 talerzy o średnicy 24 cali. Dlatego zaj-  
mował tyle miejsca co duża pralka. Współczesne dyski 5,2 calowe wyposażone są zwykle w 3 tale-  
rze. Naturalnie talerze zamocowane są tak, że obracają się razem. Do przechowywania danych uży-  
wane są obie strony każdego talerza. Dane zapisuje i odczytuje **głowica** umieszczona na rucho-  
mym ramieniu (arm) pozwalającym przesuwając się jej od środka do brzegu talerza i na odwrót. Tak  
więc, na jeden talerz przypadają 2 głowice. Gdy mamy 3 talerze to głowic jest 6. Wszystkie umiesz-  
czone są na jednym, wspólnym ramieniu. Teoretycznie najmniejsza porcja danych jaką głowica  
może jednorazowo zapisać lub odczytać to **sektor**, czyli 512 bajtów (0,5KB). W nowoczesnych dys-  
kach dużej pojemności jeden sektor to 4096 bajtów (4KB). W praktyce jednorazowo odczytywanych  
jest więcej danych, bo zwykle mamy do czynienia z większymi plikami, których zawartość umiesz-  
czona jest w sąsiednich sektorach, ale to już zależy od oprogramowania wewnątrz dysku twardego  
(firmware). Sąsiednie sektory na talerzu leżą na okręgu o ustalonym promieniu. Taki okrąg to **ścież-  
ka** (track). W rzeczywistości nie da się wykonać talerza tak, aby ścieżka miała postać idealnego  
okręgu. Dlatego na talerzu umieszcza się znacznie więcej danych niż te do których mamy dostęp.  
Te dodatkowe dane służą do pozycjonowania i naprowadzania głowic. W ten sposób rzeczywista  
pojemność dysku twardego może być nawet trzykrotnie wyższa od podanej przez producenta na  
etykiecie. Zbiór wszystkich ścieżek o ustalonym promieniu na wszystkich talerzach to **cylinder** (cy-  
linder). Inaczej mówiąc cylinder to zbiór sektorów jakie odczytać mogą wszystkie głowice przy jed-  
nym obrocie talerzy, gdy ramie głowic jest nieruchome.

W ten całkiem naturalny sposób otrzymujemy adresację poszczególnych sektorów, niezbędną do  
tego, aby system operacyjny wiedział, gdzie ma zapisane dane. Ta adresacja to CHS (Cylinder Head  
Sector). Współrzędne pojedynczego sektora określają 3 liczby:

- numer cylindra (liczony od 1 do 1023),
- numer głowicy (liczony od 0 do 15),
- numer sektora (liczony od 1 do 63).

Ile sektorów można w ten sposób zaadresować?  $1024 \cdot 16 \cdot 64 = 1048576$ , co daje około 504MB. Już  
w 1993 zaczęły pojawiać się większe dyski twarde. Z ograniczeniami CHS poradzono sobie w nastę-  
pujący sposób. Szybko zorientowano się, że bliżej zewnętrznej krawędzi talerza można umieścić  
dużo więcej sektorów niż bliżej jego środka. Równe dzielenie wszystkich cylindrów na sektory to  
jawne marnotrawienie miejsca na dysku. W ten sposób pojawiło się adresowanie LBA (Logical

Block Addressing) polegające na tym, że każdy sektor ma swój unikalny numer. Przy tym sposobie adresowania w każdym cylindrze możemy mieć inną ilość sektorów i nie tracimy cennego miejsca.

Mówiąc o budowie dysku i adresacji warto wspomnieć pojęcie takie jak **klaster** (cluster), chociaż jest bardziej związane z systemem plików i to dość konkretnym: FAT i następcach, używanych w DOS i Windows. Podobne pojęcia, jak blok, albo grupa cylindrów, występują jednak w innych systemach plików. Gdyby system operacyjny musiał pamiętać adresy poszczególnych sektorów zajmowanych przez dany plik to potrzebowałby sporo miejsca na takie **metadane**. Poza tym, zwykle jeden plik zajmuje sąsiednie sektory i można by pamiętać tylko zakres od - do, albo kilka takich zakresów. Wymyślono więc pojęcie klastra. Zwykle ma on pojemność 8KB, czyli 16 sektorów i to jest najmniejsza porcja danych jaką system operacyjny może zapisać i odczytać z nośnika. W ten sposób mamy mniej metadanych, ale kosztem miejsca na nośniku, bo plik 2KB zajmie fizycznie 8KB, czyli jeden klaster.

Jeszcze jedna mała ciekawostka. Na dysku CD dane zapisywane są zupełnie inaczej. Po pierwsze to nie jest nośnik magnetyczny, tylko optyczny. Światło lasera wypala w nośniku małe guzki (bumps), na których światło się rozprasza, odpowiadające 0. Części płaskie (flat), niewypalone, od których światło się odbija to 1. I już mamy cyfrowy zapis. Nie ma tu jednak cylindrów, a ścieżka jest w zasadzie jedna w formie spirali. Dlatego muzyka może być odtwarzana bez przerwy bo głowica przesuwa się płynnie cały czas, w przeciwieństwie do HDD, gdzie powstaje mała przerwa, gdy głowica przesuwa się z jednego cylindra na drugi.

W momencie kiedy staniały pamięci NAND i w urządzeniu wielkości typowego dysku twardego 2,5 cala udało się zmieścić kilka terabajtów pojawiły się napędy, albo nośniki SSD (Solid State Drive). Celowo unikam nazywania ich dyskami, bo w SSD nie ma nic, co przypominałoby dysk. Przewaga SSD nad HDD jest znacząca:

- ponad dziesięciokrotnie szybszy odczyt i zapis,
- praktycznie zerowy czas dostępu,
- brak elementów mechanicznych, odporność na wstrząsy,
- mniejsze zużycie energii,
- małe rozmiary,
- mniejsza masa,
- niższa temperatura pracy.

SSD mają jednak jeden poważny minus. Pamięci NAND można wielokrotnie odczytywać, praktycznie nieskończenie wiele razy, ale ilość zapisów jednej komórki jest ściśle określona. Przy zastosowaniach w bazach danych, tam gdzie zapisów jest bardzo dużo, nośniki SSD mogą się szybko zużywać. Problem rozwiązuje się stosując techniki TRIM oraz nadmiarowość. TRIM powoduje, że nawet, gdy w kółko zapisujemy jeden plik to używane są różne obszary pamięci SSD, aby komórki pamięci zużywały się równomiernie. Dobre nośniki SSD do zastosowań w serwerach mają znacznie większą pojemność niż podawana na etykiecie. W ten sposób, zapisy rozkładają się na większą ilość komórek.