



Dyski twarde

m@b€K ?ud3£k0

Urządzenia Techniki
Komputerowej

Spis treści

- Historia twardych dysków
- Budowa twardego dysku
- Zasada działania
- Metody zapisu
 - Cylinder – Head – Sector
 - Zone Bit Recording
 - Shingled Magnetic Recording
 - Heat Assisted Magnetic Recording
 - Microvawe Assisted Magnetic Recording
 - MACH.2 Multi Actuator
 - Multilayer HDD
- Parametry twardego dysku
 - Szybkość transmisji
 - System zarządzania poborem mocy
 - S.M.A.R.T.
 - Parametry
- Interfejsy twardego dysku
 - IDE
 - SCSI
 - SATA
 - mSATA
 - eSATA
 - NVMe 2.0
- Inne interfejsy

Dysk twardy

- Pamięć masowa gromadząca dane na talerzach magnetycznych



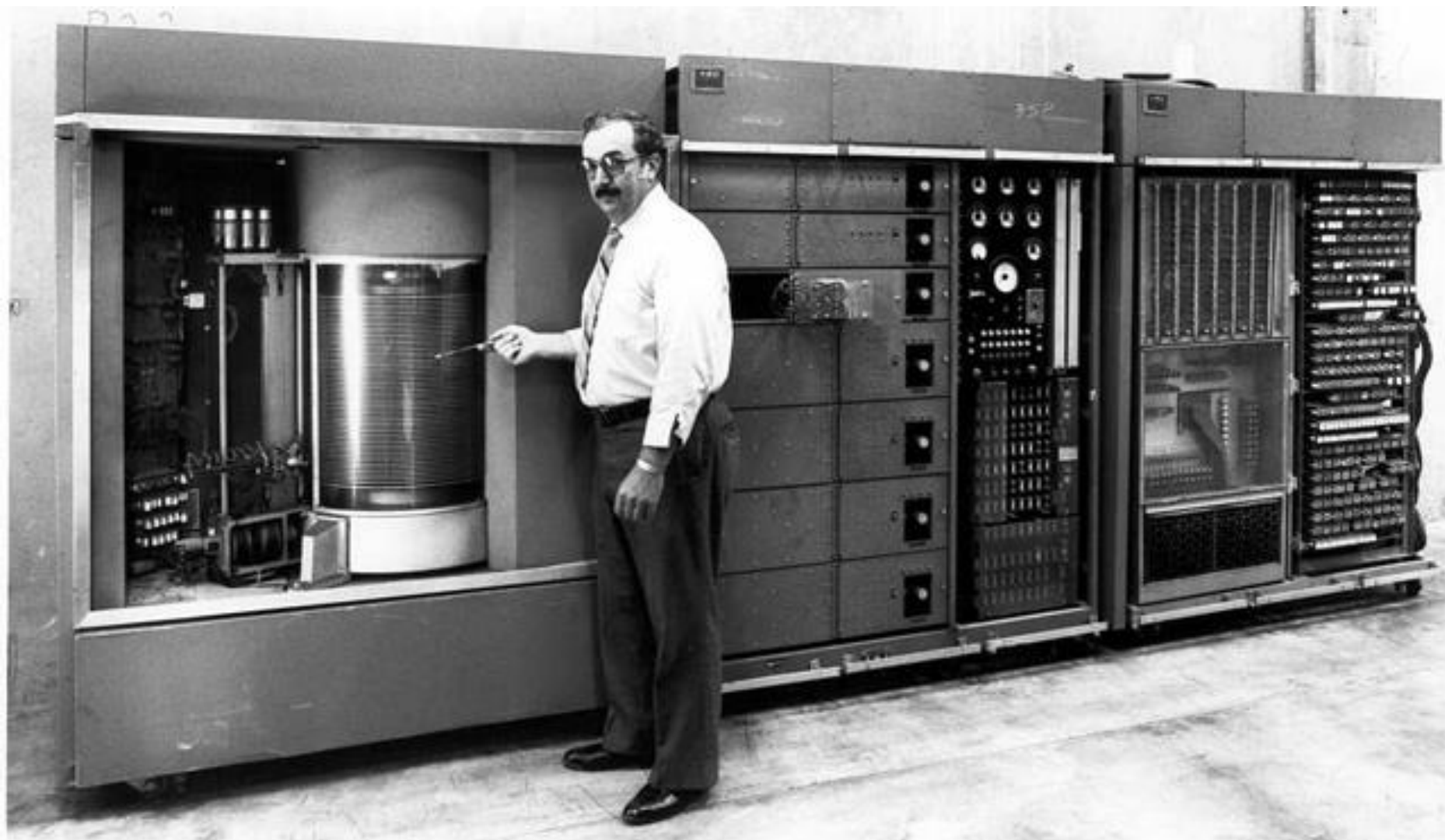
Twardy dysk

Im większa pojemność, tym łatwiej go zappełnić.

HISTORIA TWARDYCH DYSKÓW

13 września 1956 roku

- Pierwszy w historii twardy dysk pojawił się 13 września 1956r.
- Był to RAMAC 350 (*Random Access Method of Accounting and Control*) firmy IBM.
- Parametry
 - Mieścił 5 milionów znaków (czyli ok. 5 MB), na pięćdziesięciu 24-calowych talerzach.
 - Gęstość powierzchniowa zapisu wynosiła 2 kb/cal kwadratowy
 - Szybkość odczytu 8800 bajtów na sekundę.
 - Czas dostępu 600 ms
 - Koszt zakupu 160 000 \$



Wstępna przenośność

bibsy.pl 100 obrazków na minutę



1956 rok

Pierwszy przenośny dysk twardy 5 MB

www.demotywatory.pl



DEMOTYWATORY.PL

A tak w 1956 roku wyglądał...

...załadunek dysku twardego o pojemności zaledwie 5MB

Przenośne twarde dyski–IBM 3336-11

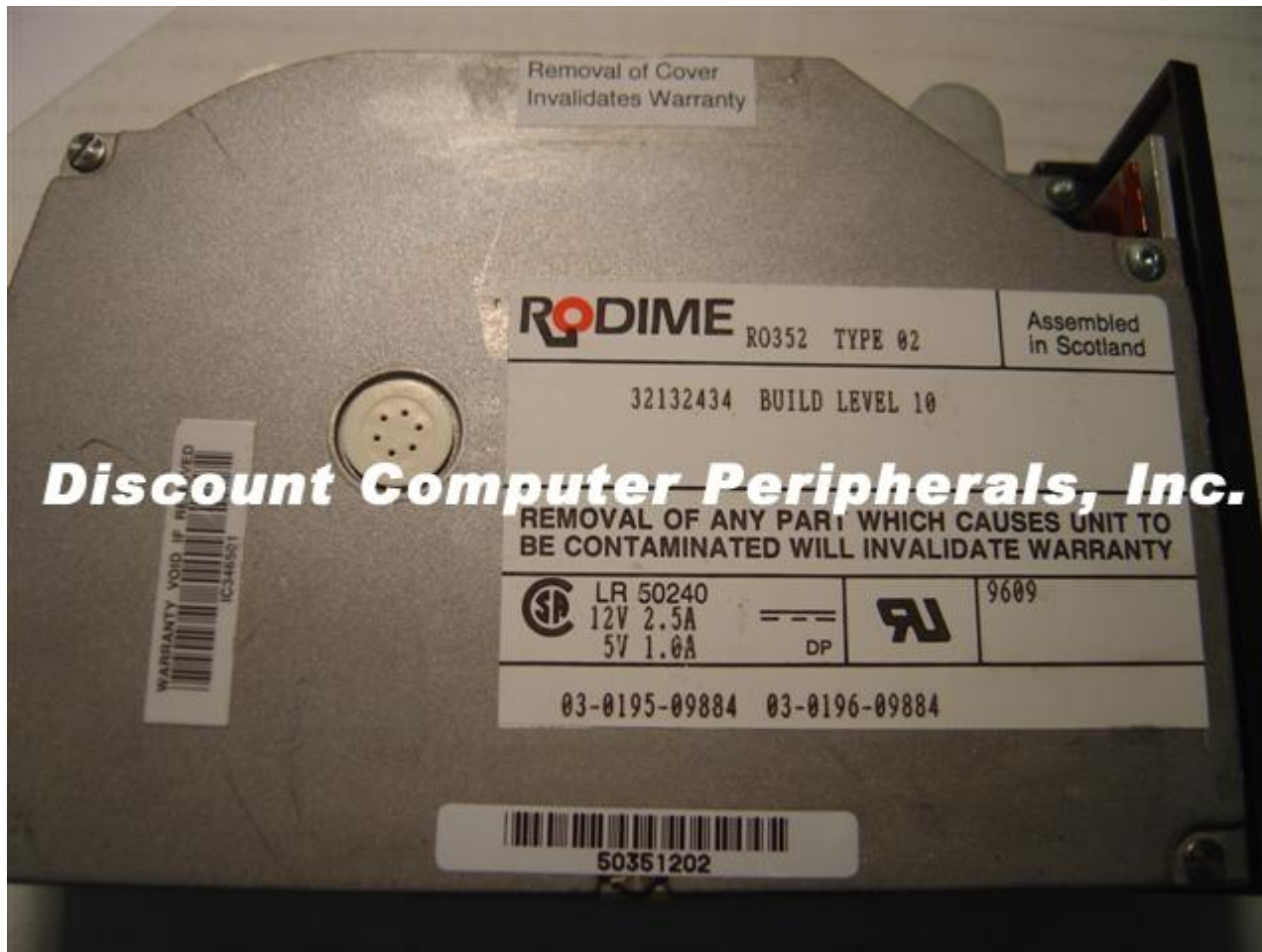


Memorex Mark XI Disc Pack 1970's about 200 Mb (IBM3336-11) PDP-10

1980 – Seagate ST-506 – 5MB format 5,25 cala



1983 – Rodime RO 352 – 10MB format 3,5 cala



1988 – Prairietek 220 format 2,5 cala (do laptopów)

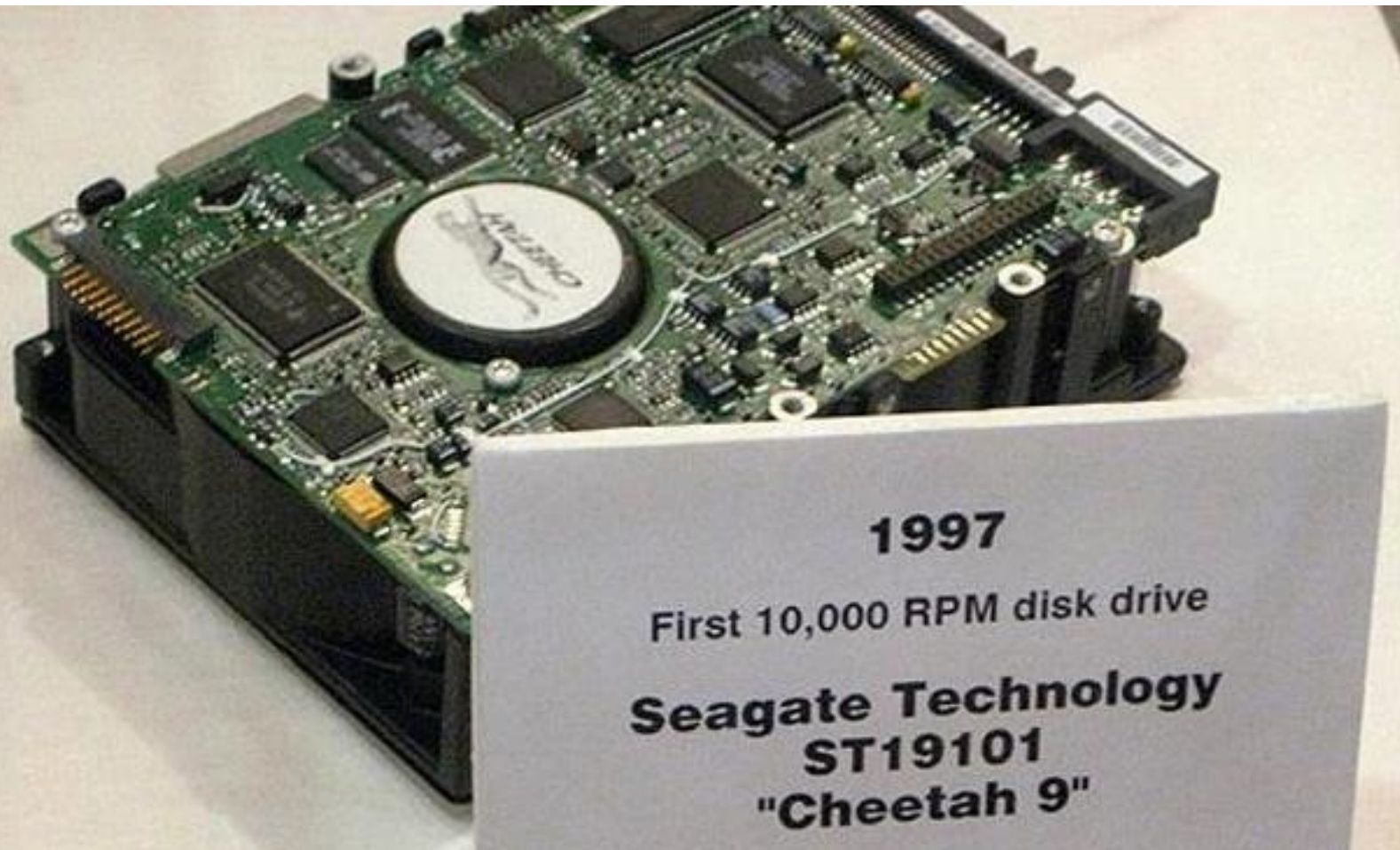


1993 - pierwszy dysk 1 GB

IBM 0663 Corsair



1996 - pierwszy dysk o prędkości obrotowej 10 000 rpm Seagate Cheetah ST19101



1999 - pierwszy dysk o prędkości obrotowej 15 000 rpm Seagate Cheetah ST3118451



2001 - pierwszy dysk SATA

Seagate's Barracuda SATA V



2007 – pierwszy dysk 1 TB



2013 – pierwszy dysk twardy wypełniony helem (6 TB) Western Digital HGST HE6



2015 – pierwszy dysk 10 TB



Ćwiczenie

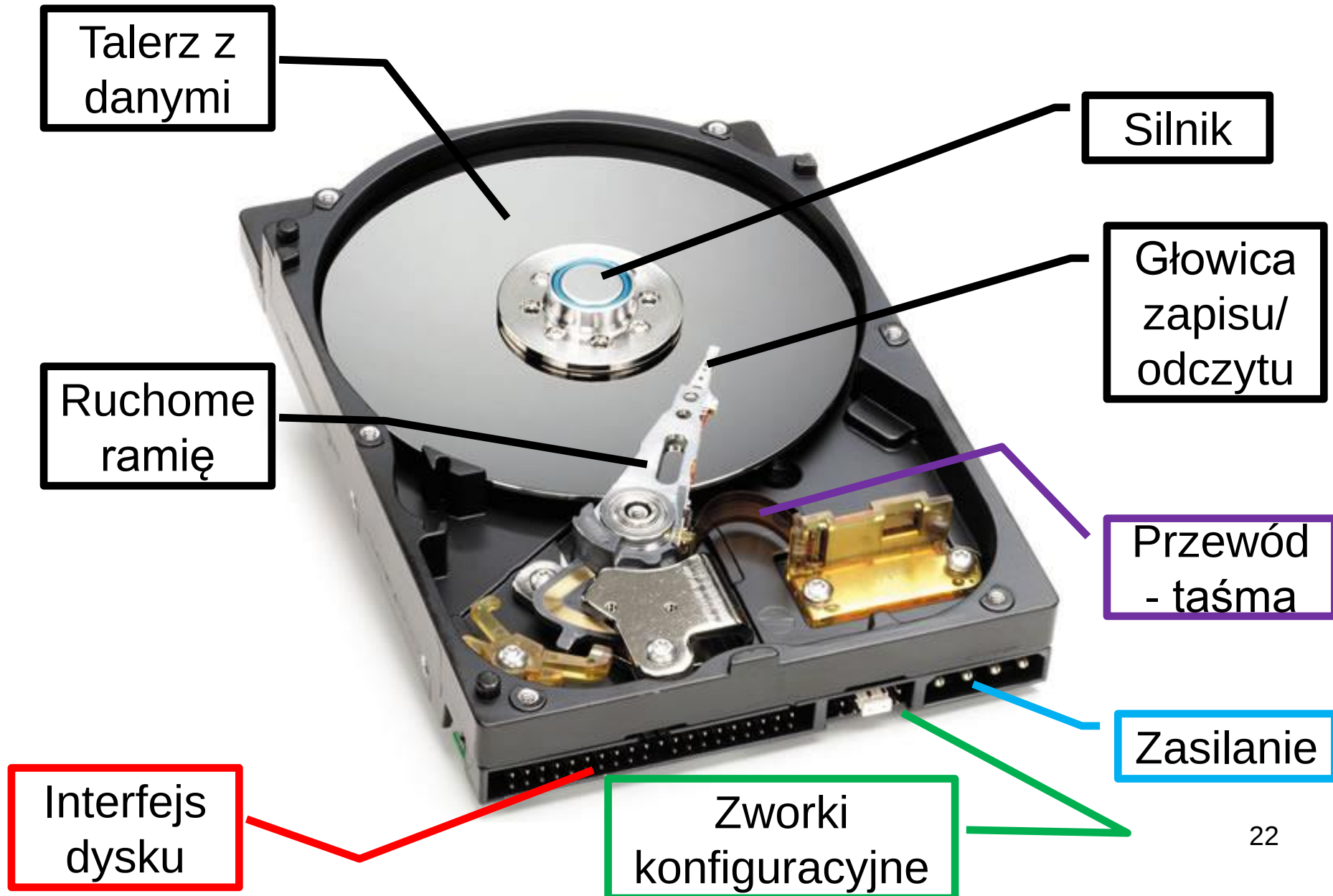
- Jaką pojemność ma największy twardy dysk (HDD) dostępny w sprzedaży?

Najpojemniejszy twardy dysk

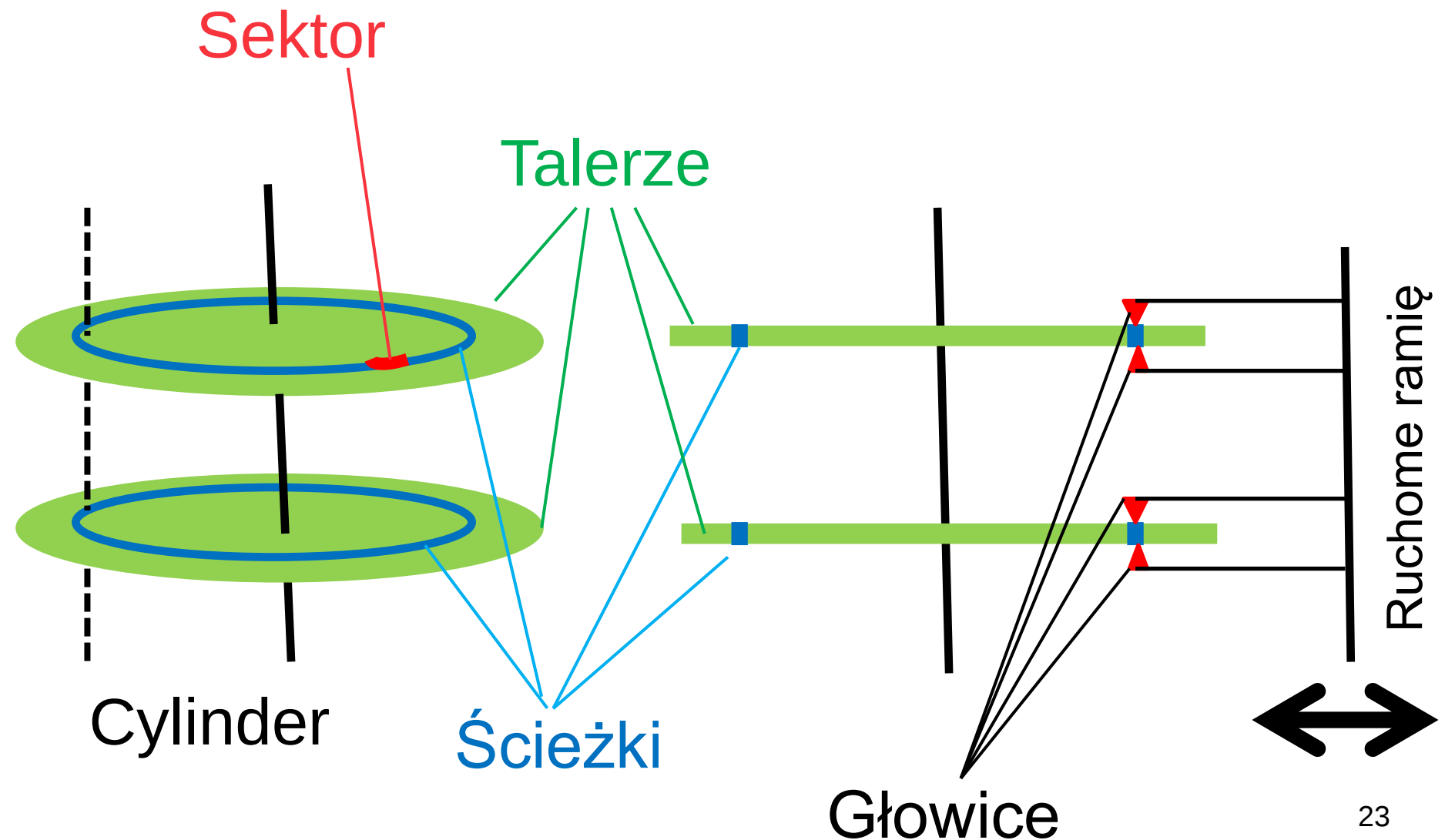


BUDOWA TWARDEGO DYSKU

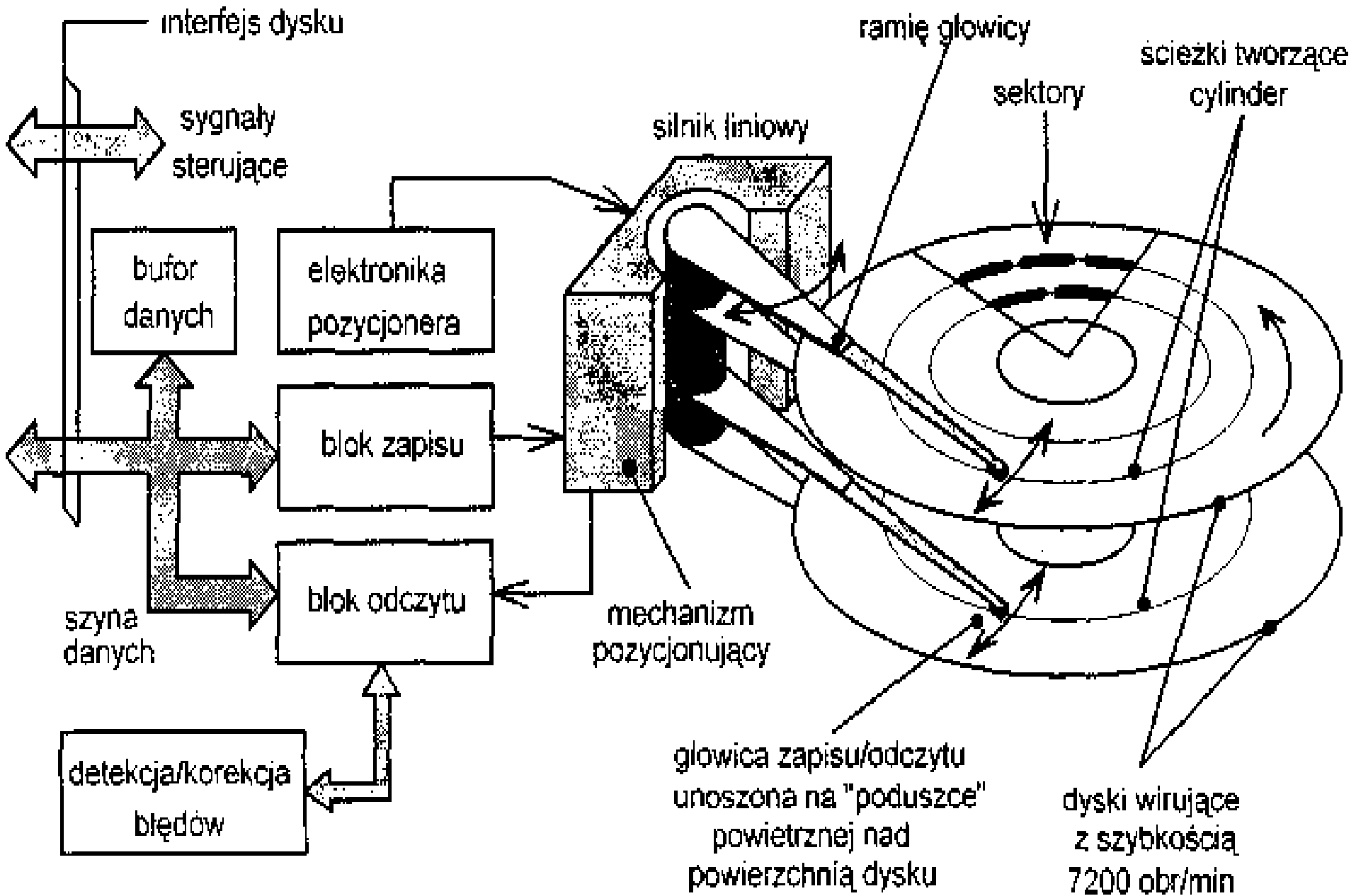
Budowa twardego dysku



Idea pracy twardego dysku



ZASADA DZIAŁANIA TWARDEGO DYSKU



Rys. 9.1 Schemat blokowy dysku twardego

Opis pracy

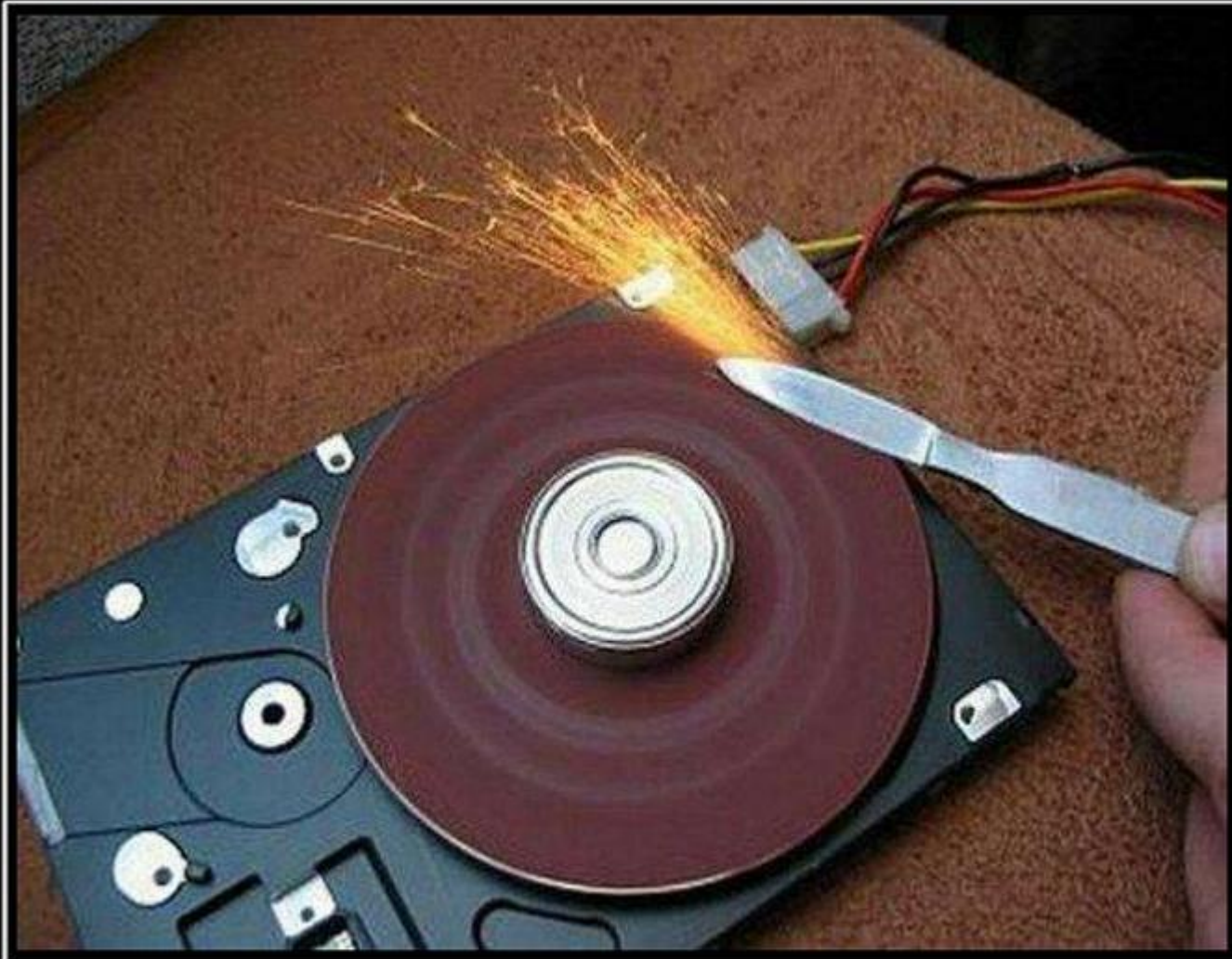
- Każdy dysk pamięci ma dwie głowice (dla jego dolnej i górnej powierzchni)
 - Głowice utrzymywane są na sprężynujących ramionach
 - Wszystkie ramiona głowic są ze sobą połączone i poruszają się synchronicznie, napędzane pozycjonerem.
 - W stanie spoczynku głowice znajdują się na ścieżce parkującej dysku.
- Gdy dysk zaczyna wirować, poduszka powietrzna wytworzona przy powierzchni, unosi głowice na wysokość mniejszą niż 1 mikrometr.
- Pozycjoner przemieszcza głowice na wybrany cylinder.
 - Pozycjonery są zbudowane w oparciu o silnik liniowy (elektromagnetyczny)
 - Same parkują głowice po wyłączeniu zasilania - sprężyna automatycznie odciąga je do położenia parkowania.

Opis pracy

- Pracą mechanizmu sterują układy elektroniki, zawierające:
 - blok zapisu
 - blok odczytu z detekcją i korekcją błędów
 - sterowanie pozycjonera.
- Współczesne dyski mają bufor danych (o pojemności 1 MB - 32 MB)
 - zwany dyskową pamięcią podręczną (Cache), umożliwiający zwiększenie szybkości transmisji.
- Z dysku podczas odczytu wczytuje się do pamięci Cache, interesujące nas w danej chwili sektorów jak i sektory następujące po nich.
 - Jeśli dane te zostaną zażądane nieco później, to nie muszą być odczytywane z dysku, lecz przywołane są z pamięci Cache.

Formatowanie

- Formatowanie polega na podziale dysku na ścieżki i sektory.
 - Wiąże się ze stratą danych
- Może być
 - Logiczne – realizowane przez system
 - Fizyczne - formatowanie niskiego poziomu realizowane przez kontroler twardego dysku



Low-Level Format Tool

METODY ZAPISU

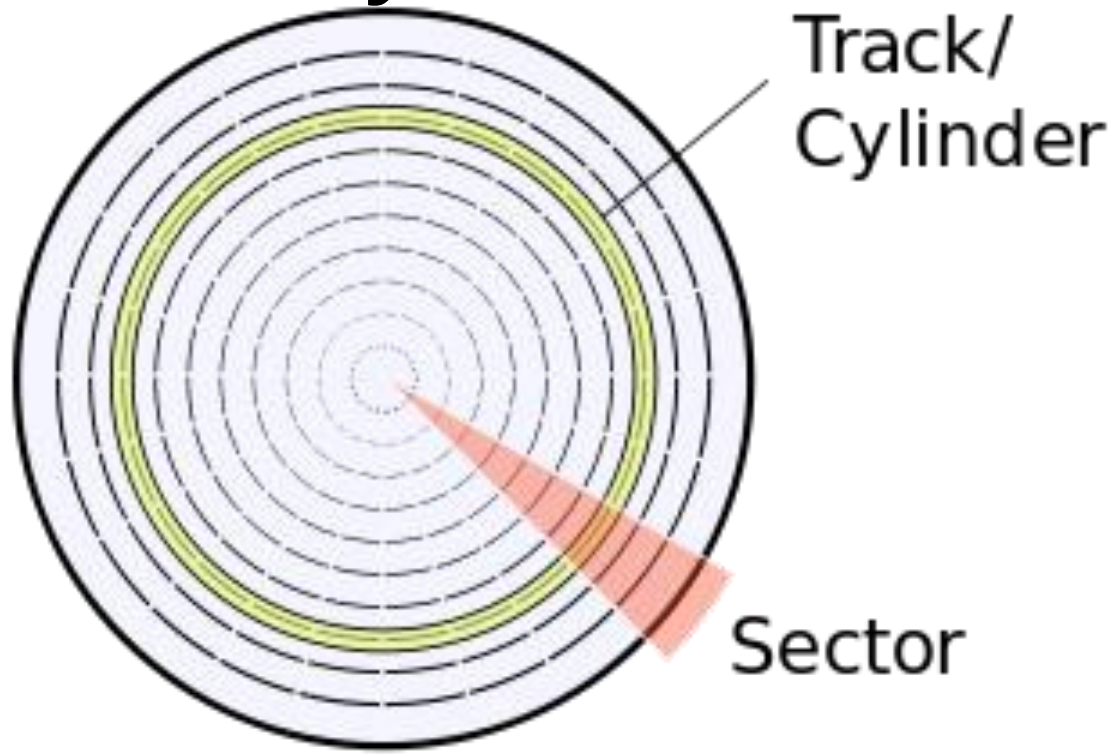
Metody zapisu

1. Cylinder – głowica- sektor
 - Cylinder – Head - Sector
2. Zapis strefowy
 - Zone Bit Recording
3. Zapis gontowy
 - Shingled Magnetic Recording
4. Podgrzewanie nośnika magnetycznego
 - Heat Assisted Magnetic Recording
5. Mikrofalowy promień na nośnik magnetyczny
 - Microvawe Assisted Magnetic Recording
6. Zapis dwugłowicowy
 - MACH.2 Multi Actuator
7. Multilayer
 - Dysk twardy wielowarstwowy
8. HDD Glass Platter
 - Dysk wykonany ze szkła

Cylinder-Head-Sector

- ***Cylinder – Head - Sector*** – CHS
- Metoda adresowania danych na dysku twardym, tworząca matrycę adresową: **cylinder – głowica - sektor**.
 - Dysk twardy ma głowice znajdujące się po obu stronach talerza.
 - Każdy talerz podzielony jest na ścieżki.
 - Wartość cylindrów to liczba ścieżek znajdujących się po każdej ze stron talerza.
 - Wartość sektorów określa liczbę sektorów w każdym cylindrze. W CHS każdy cylinder ma równą liczbę sektorów (wartości CHS odpowiadają fizycznej budowie dysku).
- Przykładowy dysk z wartościami CHS 500x4x32 posiada 500 ścieżek po każdej stronie talerza, 2 talerze, i 32 sektory na cylinder.
 - Każdy sektor zawiera 512 bajtów.

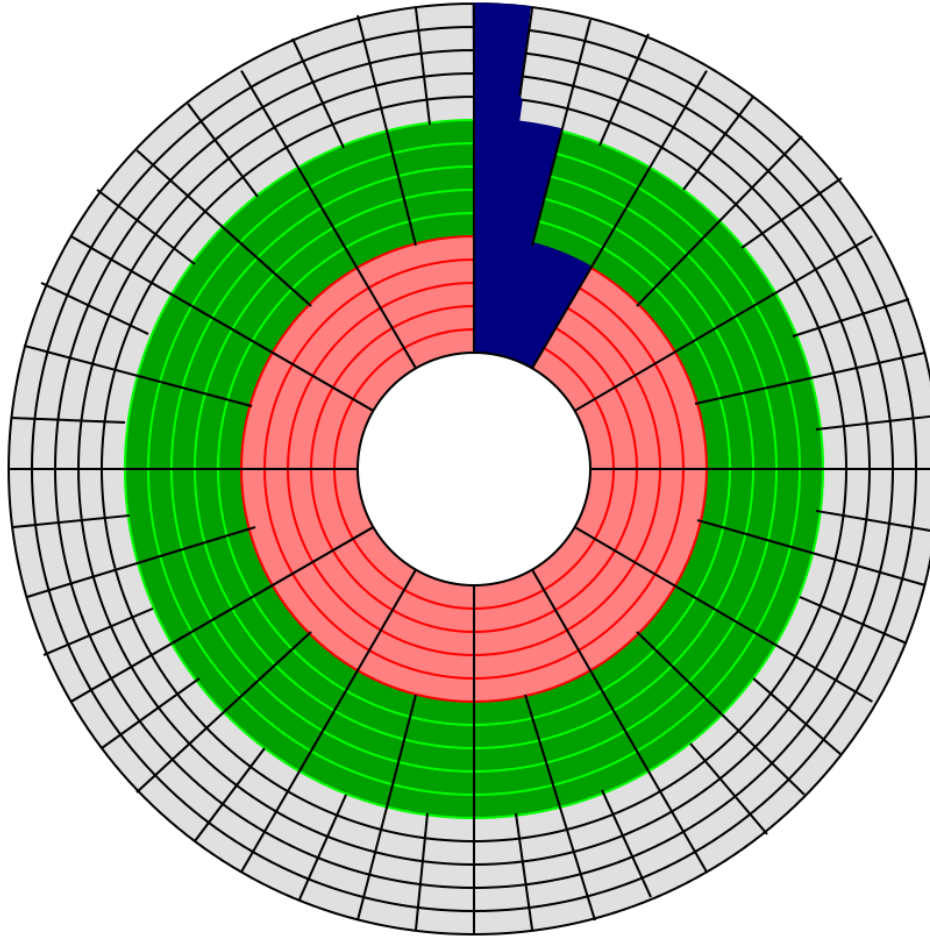
Cylinder-Head-Sector



Zone Bit Recording

- ***Zone Bit Recording*** - ZBR.
- Technika podziału miejsca na dyskach, gdzie liczba sektorów na ścieżkę nie jest wartością stałą – zależy od położenia ścieżki.
 - Ścieżki zewnętrzne dzielone są na większą liczbę sektorów (np. 300 sektorów)
 - mogą pomieścić większą ilość informacji (są po prostu dłuższe),
 - Ścieżki leżące bliżej środka dysku zawierają mniej sektorów (np. 200).

Zone bit recording

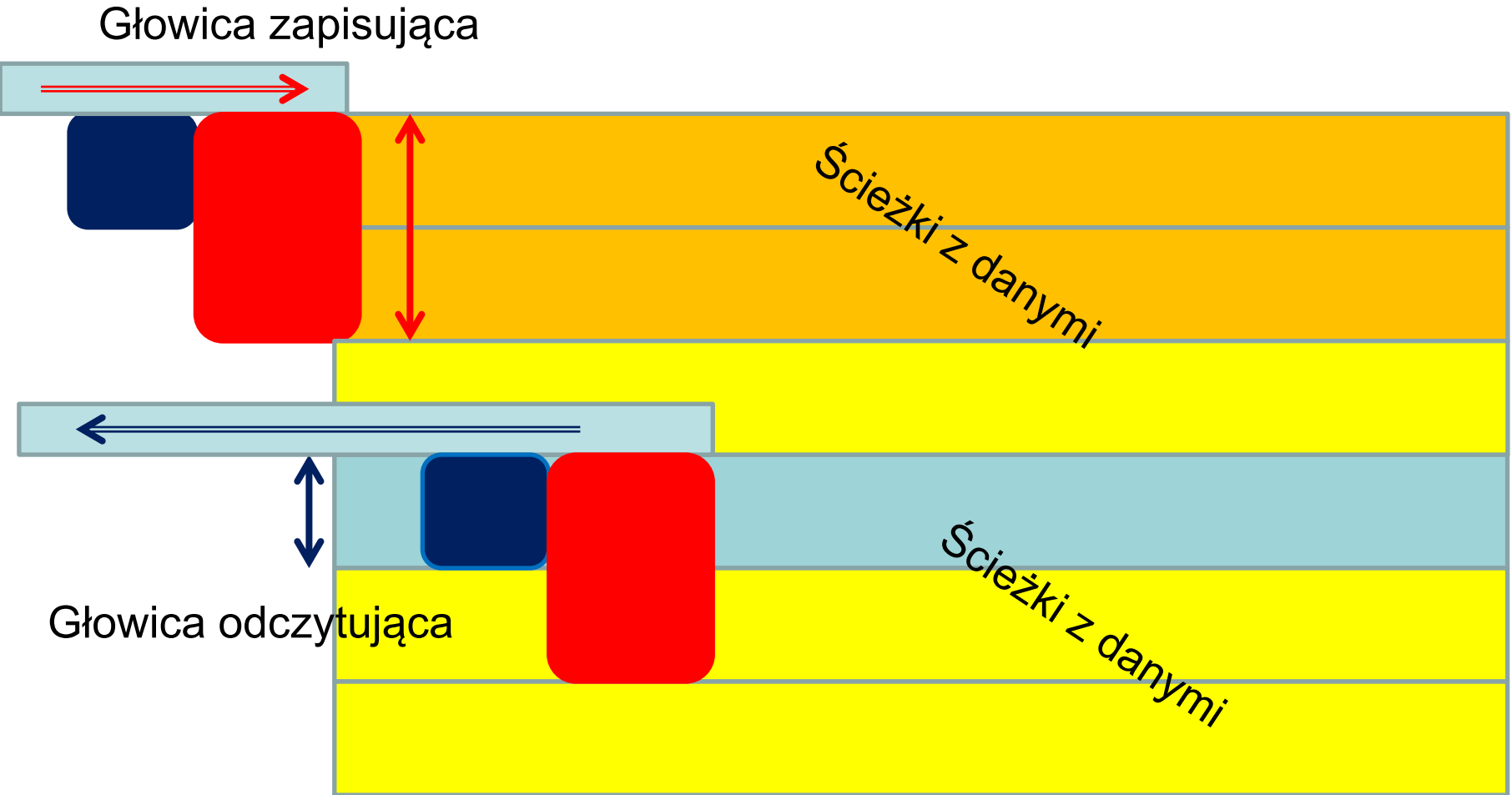


■ Sector 0

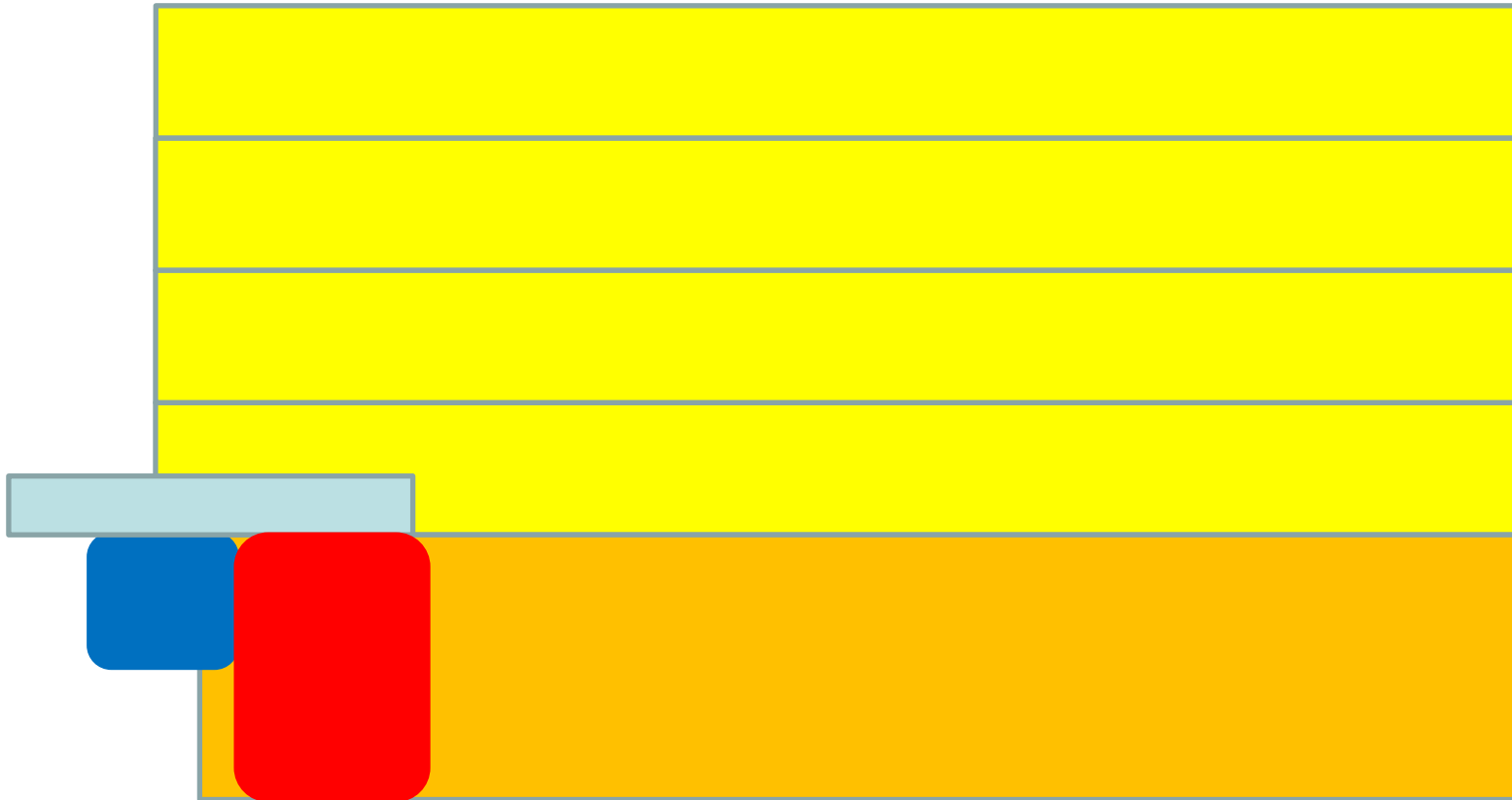
Shingled Magnetic Recording

- Technologia zapisu danych gontowo (SMR) to technologia, gdzie jednocześnie zapisuje się dane na sąsiadujących ze sobą ścieżkach.
 - Spowodowane jest to ograniczeniami fizycznymi w rozmiarach głowic nagrywających, które są szersze niż odczytujące.
- Ścieżki są traktowane jak nakładające się na siebie dachówki.
- Efekt to zwiększenie gęstości zapisu danych i pojemności dysku.
- Jednak wcześniej trzeba odczytać tę sąsiadującą ścieżkę, aby wiedzieć, czy jest pusta i nie skasuje się jej zawartości. Jeśli jest pełna, trzeba te dane przeczytać i po zapisie przywrócić ponownie.
 - Konwencjonalne głowice HDD zapisują dane na rozłącznych ścieżkach magnetycznych, równoległych do siebie (zapis prostopadły).
- Metoda jest bardzo dobra przy korzystaniu z dysków zapisanych w niewielkim (do 50%) stopniu. Szybkość zapisu danych rośnie prawie dwukrotnie. Mniejsze jest też zużycie mechaniczne dysku.
- Przy dyskach zapełnionych w dużym stopniu (ponad 50 %) spada wydajność. Kontroler musi wykonywać dużą liczbę odczytów przed wykonaniem zapisu, by sprawdzić, czy nie nadpisze istniejących tam danych. Zużycie dysku gwałtownie rośnie.

Shingled Magnetic Recording



Shingled Magnetic Recording

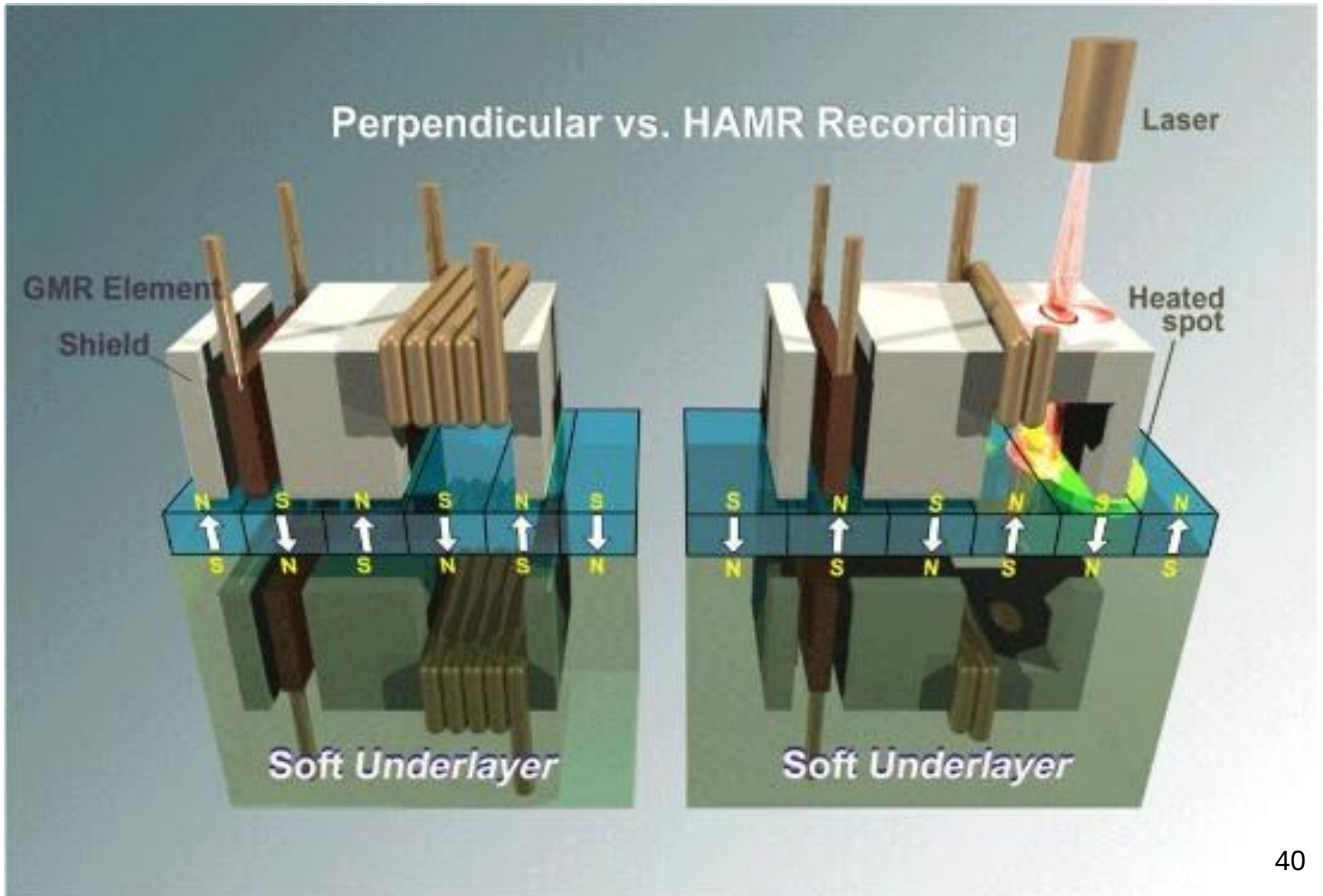


- Ponieważ proces kasowania i nadpisywania danych mógłby trwać teoretycznie na całym dysku, co jakiś czas stosuje się grubsze ścieżki, które redukują konieczność powtórnego zapisu.

Heat Assisted Magnetic Recording

- HAMR zwiększa pojemność przez ogrzewanie nośnika (żelazo-platyna) laserowym strumieniem w miejscu, gdzie mają zostać zapisane bity danych.
 - Rozgrzane domeny magnetyczne mogą być zmienione za pomocą słabszego pola magnetycznego, dlatego jeśli wykorzysta się promień lasera jako źródło ciepła, można użyć mniejszej głowicy do zapisania danych. Dzięki temu da się zmniejszyć wielkość pojedynczych komórek pamięci (domen magnetycznych), a więc osiągnąć większą gęstość zapisu.
- Po podgrzaniu, nośnik łatwiej podlega zapisowi a następnie szybkie chłodzenie stabilizuje zapisane dane.
- W wyniku zapisu wspomaganego ciepłem znacznie rośnie gęstość zapisu.
- System HAMR wykorzystuje nanorurki, które są używane do zmniejszenia oporów występujących na styku głowicy czytania/zapisu danych. W efekcie głowica taka może znajdować się bliżej powierzchni talerza i w efekcie zapisywać/odczytywać dane z większą precyzją i niezawodnością

HAMR



Microvawe Assisted Magnetic Recording

- MAMR to wspomaganie promieniowaniem mikrofalowym zapisu na nośniku magnetycznym.
- Miniaturowy generator fal mikrofalowych o częstotliwości 20-40 GHz generuje pole mikrofalowe. Powoduje lekkie rozgrzanie czytanej/zapisywanej domeny magnetycznej. Zmniejsza to jej oporność na magnetyzację i ułatwia to dokonanie operacji przez niewielką głowicę.
 - Temperatura nośnika nie wzrasta. Zmiana temperatury jest niewielka i zachodzi tylko w danej domenie. Nie powoduje to degradacji dysku twardego.
- Możliwe jest wykorzystanie tych samych materiałów jak dotychczas, co zmniejsza koszty wdrożenia technologii.
- MAMR może pozwolić na zapis 4 TB/cal²

MAMR



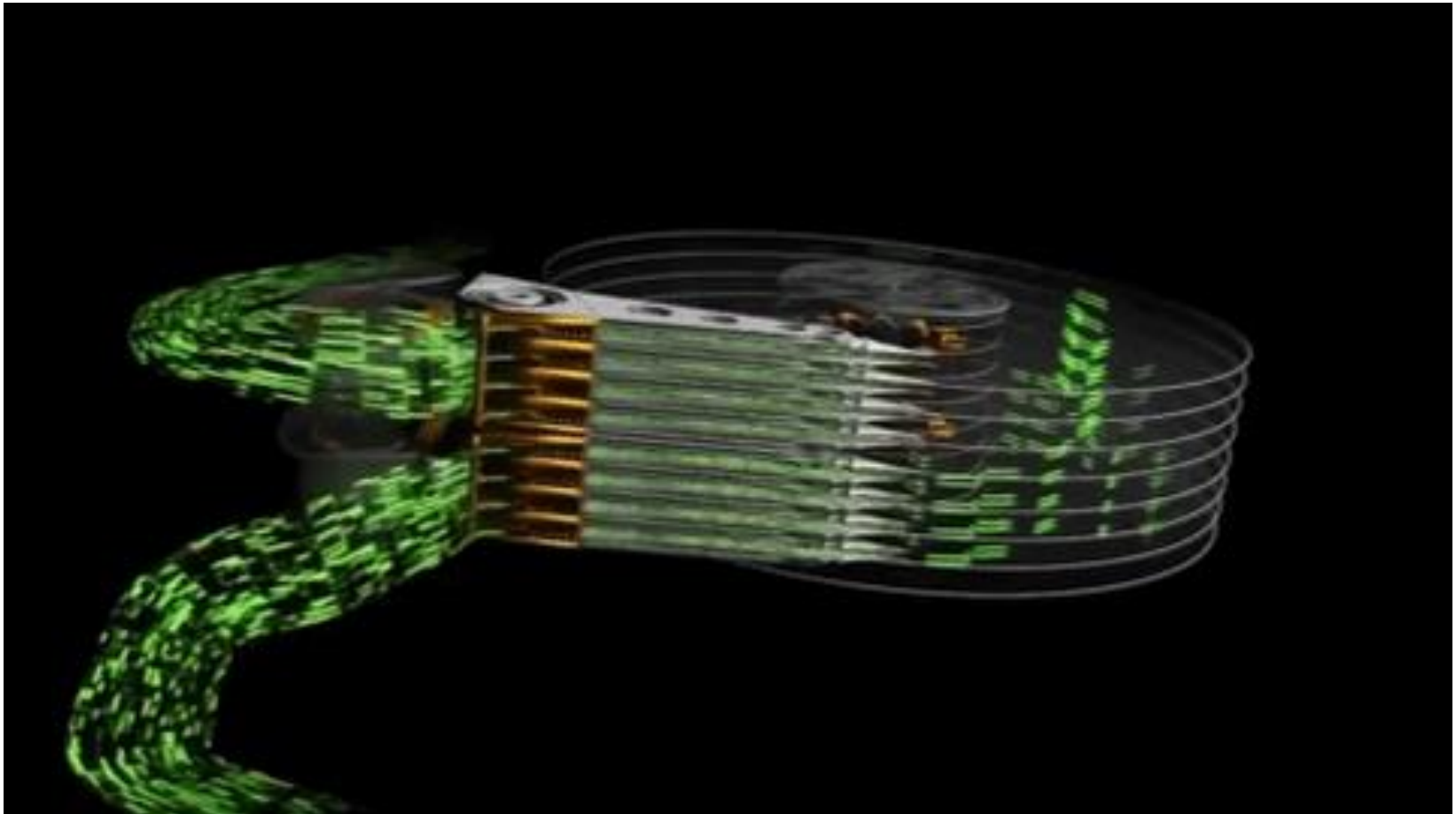
MACH.2 Multi Actuator

- Wykorzystuje się 2 serwomechanizmy. Każdy z nich obsługuje połowę ramion z głowicami. Dzięki temu w tym samym momencie można jednocześnie realizować 2 operacje.
 - Skraca to czas zapisu odczytu o połowę (np. 10h zamiast 20h)
- Siłowniki wykorzystują ten sam punkt obrotu
 - Nie trzeba tworzyć oddzielnego zespołu komponentów.
 - Wymagany jest dodatkowy magnes do sterowania drugim mechanizmem.
 - Obsługuje to jeden, rozbudowany chip, współpracujący z mikrosiłownikami PZT.

MACH.2 Multi Actuator

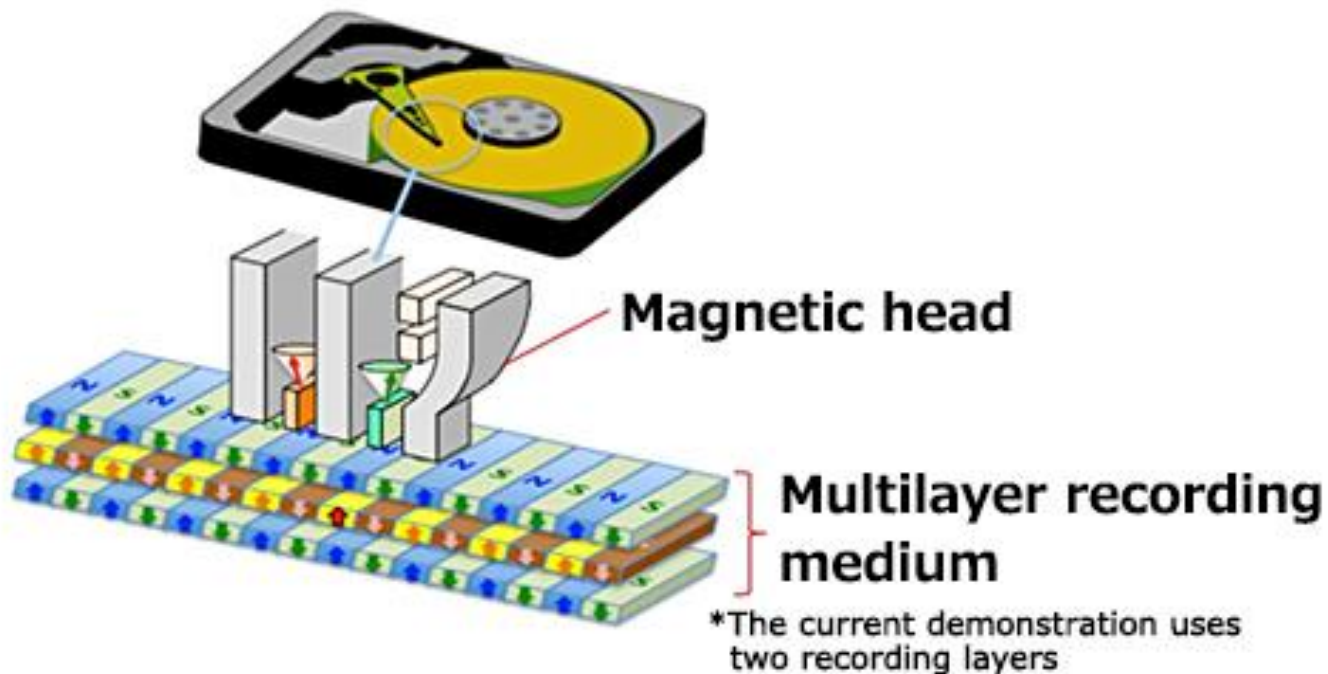


Jak pracuje MACH.2 Multi Actuator



Multilayer HDD

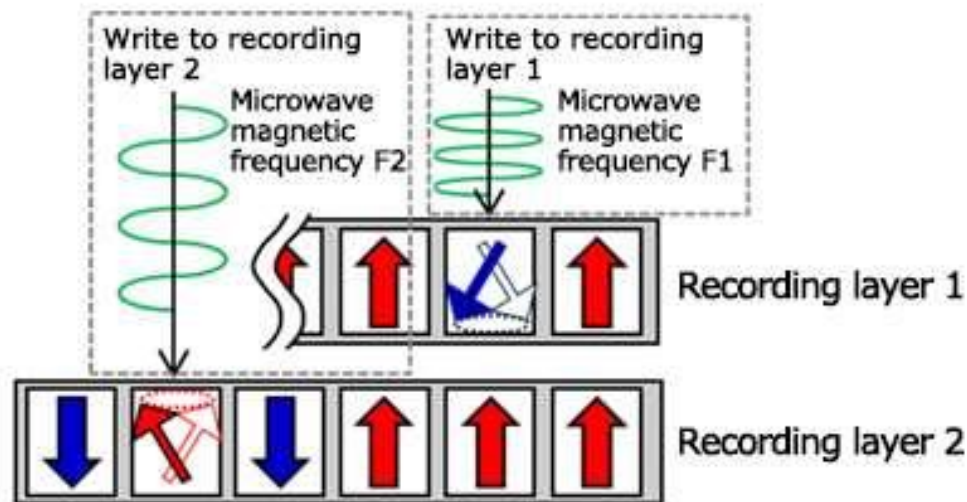
- Metodą zwiększenia pojemności dysku jest stworzenie nośników wielowarstwowych.
- Na talerzu istnieje kilka warstw domen magnetycznych zawierających informacje.
- Pozwoli to na osiągnięcie gęstości 10 TB/cal²



Schematic diagram of a multilayer HDD

Multilayer HDD

- Dostęp do głębszych warstw możliwy jest przy użyciu odpowiedniej częstotliwości mikrofal (MAMR).
- Wnikają wtedy głębiej i sprawiają, że odpowiednie domeny magnetyczne są podatne na zmianę położenia i zakodowanie informacji.



Schematic diagram of the newly demonstrated multilayer recording method:
Multilayering using layers with differing ferromagnetic resonance frequencies

HDD Glass Platter

- Japońska firma Hoya stworzyła prototypy szklanych talerzy o grubościach 0,5 mm i 0,381 mm
 - obecnie stosowane aluminiowe talerze mają 0,635 mm grubości.
- Dzięki temu w tej samej obudowie zmieści się więcej talerzy, a tym samym dyski twarde będą mieć większą pojemność.
 - Każdy z talerzy musi mieć zapewnioną przestrzeń pomiędzy sobą i następnym talerzem.
 - Przy redukcji grubości talerza o 40% łatwo można ich zmieścić więcej w dysku.
 - Szklane talerze są sztywniejsze niż aluminiowe
- Szklane podłoże jest przydatne w dyskach HARM.
 - HARM używa lasera do ogrzania części dysku, która ma być zapisana.
- Szklane talerze są stosowane w dyskach 2,5", a obecnie wchodzi do zastosowań serwerowych i domowych



HDD Glass Platter



HDD Glass Platter

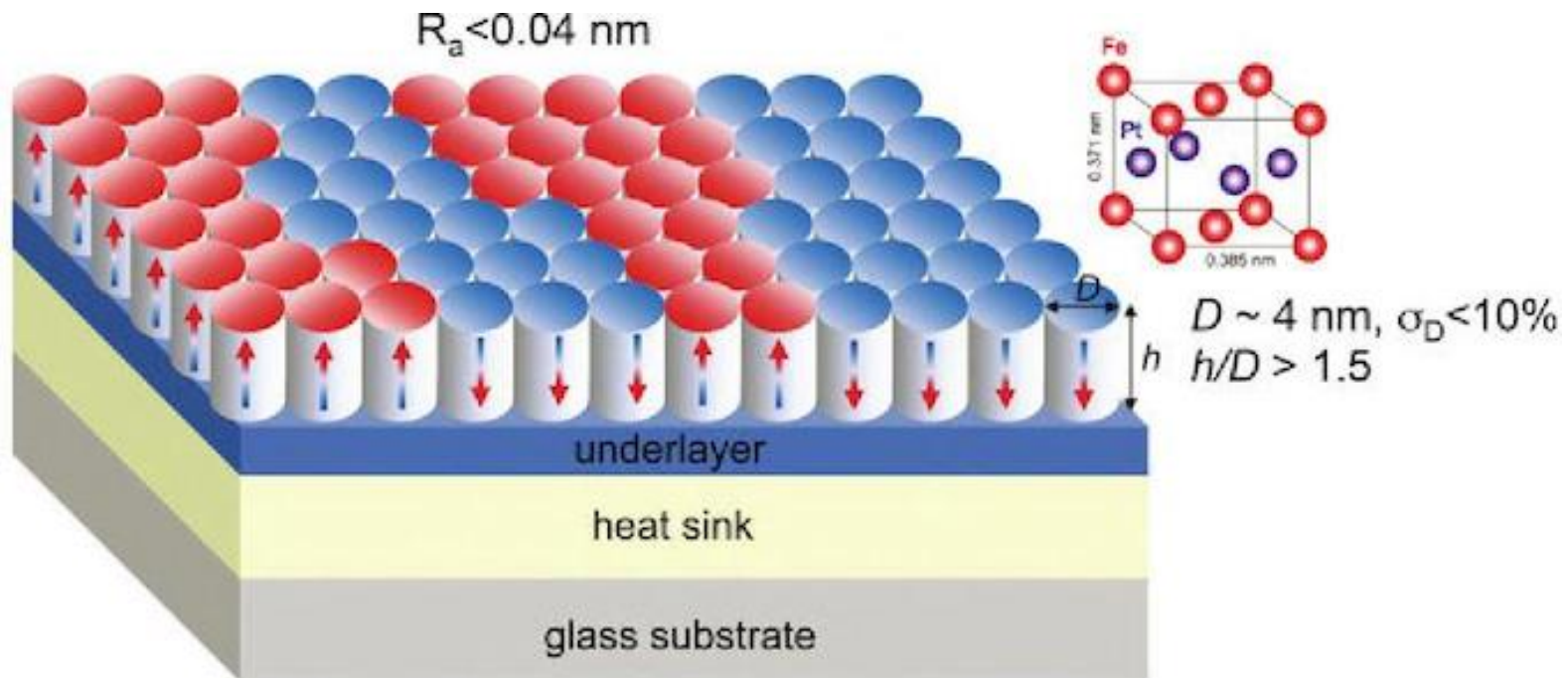


Figure 5.2 The ideal structure of an HAMR medium for 4 Tbit/in² areal density. Red and blue colors show the direction of magnetic poles. The L1₀-FePt crystal (upper-right figure) must grow columnarly separated by the nonferromagnetic segregant. The column-height-to-grain-diameter ratio h/D must be higher than 1.5 and the diameter of the columnar grains is desired to be less than 4 nm.

PARAMETRY DYSKU

Szybkość transmisji

- **szybkość transmisji** jest funkcją prędkości obrotowej dysków, która 7200 a nawet 10 000 obrotów na minutę.
 - Obliczmy chwilową szybkość transmisji dla hipotetycznego dysku wirującego z szybkością 5400 obr/min. (90 obr/s) i posiadającego 300 sektorów 512 bajtowych na zewnętrznej ścieżce: $90 \text{ (obrotów/sek)} \times 300 \text{ (sektorów)} \times 512 \text{ (bajtów)} = 13,824 \text{ MB/s}$ (ok. 110 Megabitów/s).
- Dane odczytywane z dysku z tą szybkością, ładowane są do bufora, a następnie przesyłane do pamięci operacyjnej komputera.
 - Przepustowość interfejsu nie może być więc mniejsza, niż szybkość odczytu danych z dysku.

Ćwiczenie

- Oblicz przepustowość dysku twardego:
 - Prędkość obrotowa – 7200 obr/min
 - Ilość sektorów 500
 - Wielkość sektora 512 Bajtów
- Jaką będzie miał przepustowość?
- Jakie interfejsy będą w stanie to obsłużyć?

Szybkość transmisji

- Od prędkości obrotowej dysków zależy również opóźnienie (ang. latency) w dostępie do wybranego sektora.
 - Im większa prędkość wirowania dysku tym krótsze opóźnienie rotacyjne.
- Ważnym parametrem jest czas przejścia głowicy ze ścieżki na ścieżkę, zwłaszcza przy transmisji dużych plików.
 - Konstruktorzy dysków nieznacznie opóźnili początki kolejnych ścieżek, tak by po przeczytaniu całej ścieżki głowica *zdążyła* przesunąć się na ścieżkę następną i trafić na jej początek
 - technika ta nosi nazwę **Cylinder Skewing**

System zarządzania poborem mocy

- System (ang. **Power Management**) wyłącza silnik dysku i zaparkowuje głowicę, po pewnym czasie od momentu ostatniej operacji we/wy wykonanej na dysku.
- Przejście dysku najpierw w stan jałowy (ang. **Idle**), a następnie uśpienia (ang. **Sleep lub Standby**) powoduje znaczące zmniejszenie poboru mocy.
- System **Power Management** powoduje nawet dziesięciokrotnie zmniejszenie poboru mocy przez nie używany dysk.

S.M.A.R.T.

- **S.M.A.R.T.** (ang. Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology)
- Oprogramowanie dysku, które monitoruje, analizuje i raportuje stan urządzenia (np. wysokość lotu głowicy, czas uzyskania nominalnej prędkości obrotowej).
- Jeśli następuje degradacja tych wielkości, układ kontroli wysyła ostrzeżenie, że dysk może ulec uszkodzeniu.

S.M.A.R.T. w BIOSie

ROM PCI/ISA BIOS (2A69KD4F)
BIOS FEATURES SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Virus Warning	: Disabled
CPU L1 Cache	: Enabled
CPU L2 Cache	: Enabled
CPU L2 Cache ECC Checking	: Enabled
Quick Power On Self Test	: Enabled
Boot Sequence	: A,C,SCSI
Swap Floppy Drive	: Disabled
Boot Up Floppy Seek	: Disabled
Boot Up NumLock Status	: On
Typematic Rate Setting	: Enabled
Typematic Rate (Chars/Sec)	: 30
Typematic Delay (Msec)	: 250
Security Option	: Setup
PCI/VGA Palette Snoop	: Enabled
OS Select For DRAM > 64MB	: Non-OS2
HDD S.M.A.R.T. Capability	: Enabled

ESC	: Quit	^u><	: Select Item
F1	: Help	PU/PD/+/-	: Modify
F5	: Old Values	(Shift)F2	: Color
F6	: Load Fail-Safe Settings		
F7	: Load Optimal Settings		

Parametry S.M.A.R.T.

CrystalDiskInfo - Detecting unit of "Power On Hours" (required about 130 sec.)

File Edit Function Theme Disk Help Language

Good
23 °C
E: F:

SAMSUNG HD103UJ 1000.2 GB

Health Status: **Good**

Temperature: **23 °C**

Firmware	1AA01109	Buffer Size	32767 KB
Serial Number	*****	NV Cache Size	---
Interface	Serial ATA	28bit LBA	137.4 GB
Standard	ATA/ATAPI-7	48bit LBA	1000.2 GB
Transfer Mode	SATA/300	Power On Count	106 count
Drive Letter	E: F:	Power On Hours	814 hours

Supported Features: S.M.A.R.T, 48bit LBA, NCQ, AAM

ID	Description	Current	Worst	Threshold	Raw Values
01	Read Error Rate	100	100	51	000000000000
03	Spin-Up Time	76	76	11	000000001F22
04	Start/Stop Count	100	100	0	00000000006A
05	Reallocated Sectors Count	100	100	10	000000000000
07	Seek Error Rate	253	253	51	000000000000
08	Seek Time Performance	100	100	15	000000000000
09	Power-On Hours	100	100	0	00000000032E
0A	Spin Retry Count	100	100	51	000000000000
0B	Recalibration Retries	100	100	0	000000000000
0C	Device Power Cycle Count	100	100	0	00000000006A
0D	Soft Read Error Rate stab	100	100	0	000000000000
B7	Unknown	100	100	0	000000000000

Test S.M.A.R.T.

 Data Recovery

 Main  S.M.A.R.T. Check  S.M.A.R.T. Repair  Advanced  Customer Support

S.M.A.R.T. Repair

Fix issues reported during the in-depth diagnostic of S.M.A.R.T. attributes

 Hard drives diagnostic report

Your computer is in critical state. Hard disk error detected.
As a result it can lead to hard disk failure and potential loss of data.
It is highly recommended to repair all found errors to prevent loss of files, applications and documents stored on your computer.

Error	Status	Location
 Hard drive boot sector reading error During I/O system initialization, the boot device driver might have failed to initialize the boot device. File system initialization might have failed because it did not recognize the data on the boot device.	Critical	C:\
 System blocks were not found This has most likely occurred because of hard disk failure. This may also lead to a potential loss of data.	Critical	C:\
 Error 0x00000024 - NTFS_FILE_SYSTEM	Dangerous	C:\

 Ok (fixed)  Dangerous  Critical changes

 **Repair 7 issues**

Data Recovery

 Trial version. [Click here to activate](#)

Atrybuty S.M.A.R.T.

- Atrybutów jest kilkadziesiąt.
- Atrybut zawiera wartości:
 - Current - bieżąca
 - Worst – najgorsza zanotowana
 - Threshold – wartość progowa (najniższa podana przez producenta)

PARAMETRY TWARDYCH DYSKÓW

Parametry twardych dysków

Pojemność	Kilkadziesiąt GB do kilkanaście TB
Liczba talerzy	1 – 4
Liczba głowic	fizyczne (liczba talerzy x 2) i logiczne (nawet kilkadziesiąt)
Liczba cylindrów	Kilka – kilkanaście tysięcy
Średni czas dostępu	Kilka milisekund
Prędkość obrotowa	5400, 7200, 10 000, 15 000 rpm
Szybkość transmisji danych	Kilka – kilkaset MB/s
Szybkość odczytu	
Szybkość zapisu	
MTBF (Mean Time Between Failures)	Średni czas bezawaryjnej pracy dysku (tysiące godzin pracy)
S.M.A.R.T.	

Parametry twardych dysków

Wielkość bufora cache	Kilkadziesiąt MB
Zasilanie	-12V, +5V, +12V
Moc pobierana	Kilka - kilkanaście W
Średnica dysku	3,5", 2,5" (przenośne lub laptopy), 1,8"
Interfejs wewnętrzny	ATA (IDE, PATA), SATA, SATA Express, U.2, M.2, PCI Express, FATA
Interfejs zewnętrzny	eSATA, USB, Thunderbolt, Express Card

Parametry przenośnych dysków

Interfejs zewnętrzny	eSATA, USB 2.0, 3.0, 3.1, 3.2, Thunderbolt, Express Card
Ilość interfejsów zewnętrznych	1, 2, 3
Rodzaj obudowy	Plastikowa, metalowa
Odporność na wstrząsy	Specjalna obudowa
Zasilanie	Z Interfejsu lub zewnętrzne
Dodatkowe oprogramowanie	Tworzenie kopii danych

Parametry dysków serwerowych

Interfejs	SAS, FATA, PCIe
System absorpcji drgań	Pozwala na współpracę kilku dysków w jednej stacji serwera
Wbudowana korekcja błędów	Dysk koryguje w locie dostarczane do niego dane
Np. WD AllFrame	Gwarancja ciągłości zapisu (np. z kamer)
Niski pobór energii	Występuje przy pracy dysku pod stałym obciążeniem (np. zapis z kamer)
Szybkość obrotowa	10.000 lub 15.000 obr/min
POH (Power-On Hours)	„Bezpieczny” czas w godzinach, przez który urządzenie jest zasilane energią elektryczną.
MTBF	średni czas między awariami
Workload Capability	Parametr informujący ile danych można zapisać na dysku w ciągu jednego roku [TB].
Tempo naprawy uszkodzonych sektorów	Dyski do serwerów charakteryzują się o wiele szybszym procesem naprawy w porównaniu do zwykłych dysków HDD.

Parametry twardych dysków

- **pojemność** (kilkadziesiąt GB do kilku TB),
- **liczba głowic odczytu/zapisu** (od kilku do kilkudziesięciu),
- **liczba cylindrów** (kilka tysięcy) - ścieżki o tych samych numerach na powierzchniach roboczych dysków nazywane są cylindrami,
- **średni czas dostępu** (kilka milisekund) (*ang. Average Access Time*)
 - **średni czas poszukiwania** potrzebny do umieszczenia głowicy na wybranym cylindrze (*ang. Average Seek Time*)
 - **Opóźnienie rotacyjne** potrzebne do umieszczenia głowicy nad odpowiednim sektorem (*ang. Rotational Latency*), które przy szybkości dysków równej 7200 obr/min wynosi ok. 4 milisekundy

Parametry twardych dysków

- **prędkość obrotowa dysku** (5400, 7200, 10000, 15000 obrotów na minutę),
- **szybkość transmisji danych** (kilka – kilkaset megabajtów/sekundę),
- **wielkość bufora cache** (pamięć buforowa kontrolera dysku: 128 KB – 32 MB),
- **zasilanie** (+12V, +5V),
- **moc pobierana** (od kilku do kilkunastu watów).

Parametry twardych dysków

- **wewnętrzna szybkość transmisji** (to szybkość pomiędzy powierzchnią dysku a głowicą) jest maksymalna dla ścieżek zewnętrznych i wynosi 570 Mbitów/s (ok. 71 MB/s); natomiast dla ścieżek położonych bliżej środka dysku, wewnętrzna szybkość transmisji jest mniejsza,
- **zewnętrzna szybkość transmisji** - to szybkość przesłania danych pomiędzy kontrolerem dysku a pamięcią operacyjną (np. wg. standardu Ultra ATA 100- 100 MB/s).

Ćwiczenie

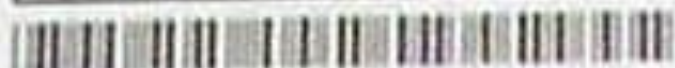
- Odczytaj parametry twardego dysku z obudowy
- Poszukaj więcej danych na jego temat w Internecie

 **Seagate**

U6 MODEL ST320410A

16383 CYL - 16 HDS - 63 SECT - LBA 39,102,336

20 GB



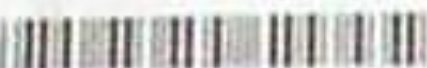
Model: ST320410A



P/N: 9T7001-037



HDA P/N: 100155902



Configuration Code: U1Y01



Configuration Level: DSMA3



Firmware: 3.34

Date Code: 02202 Site Code: WU

Caution: Product warranty is void if sea shield cover, or any seal or label is removed, or if drive experiences shock in excess of 350 Gs.

中国产品

Product of China - 5

檢磁3902A213



E-H011-01-0714 (B)



WD Western Digital®
www.westerndigital.com

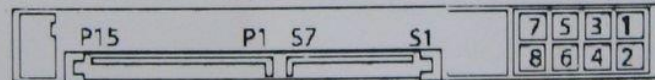
1.0TB

**SATA / 32MB Cache
WD1001FALS**



S/N : [REDACTED]

Master/Slave jumper not required for SATA
Jumpered pins 3 and 4 enable PUIS (Power Up In Standby)



SATA POWER SERIAL DATA FACTORY JUMPER
SETTINGS

MDL : WD1001FALS - 00J7B0



Product warranty will be void if seal,
label or cover is removed or damaged.

Do not cover
any drive holes.

WWN: [REDACTED]

FrazPC.pl
Twój Vortal Technologiczny

INTERFEJSY DYSKOWE

Interfejsy dysków

- Znane są trzy podstawowe typy interfejsów dyskowych:
 - **IDE (ATA, PATA),**
 - **SCSI**
 - **SATA**

 - **mSATA**
 - **eSATA**



IDE

IDE

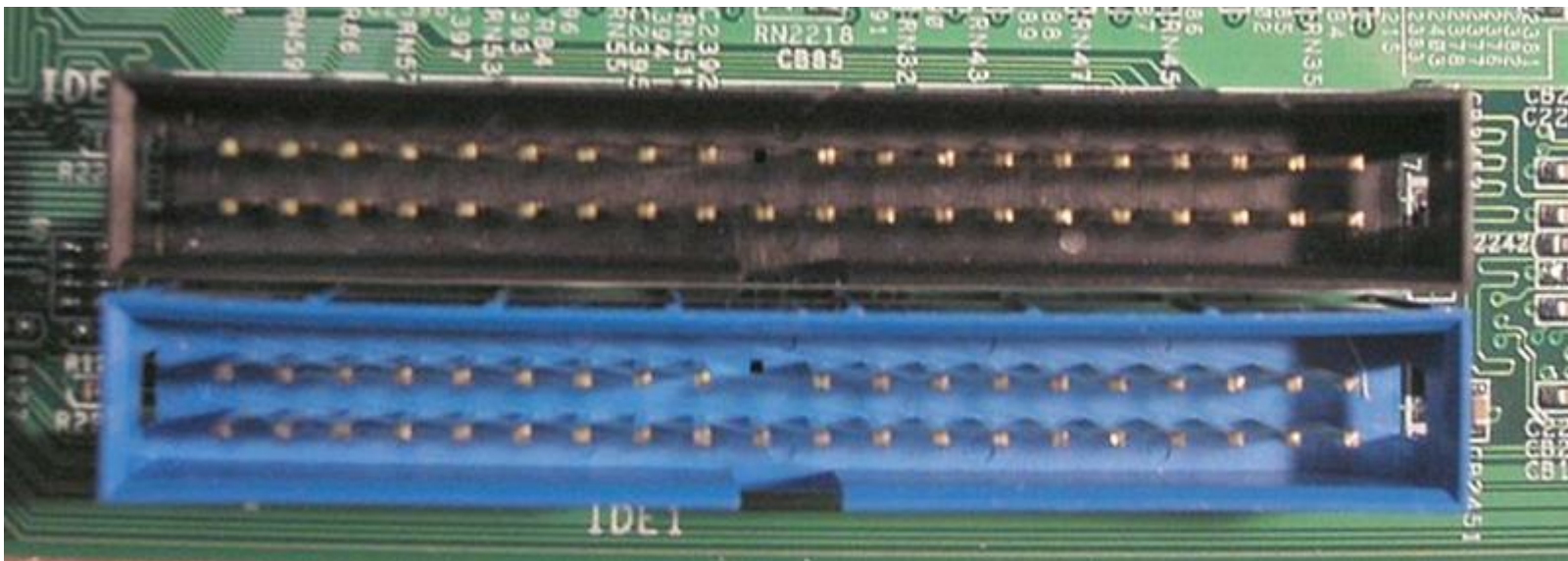
- IDE – równoległy interfejs dyskowy.
- Zapewnia przepustowości do 133 MB/s
- Złącze ma 40 pinów.
- Taśma pozwala na podpięciu 2 dysków w systemie Master-Slave (ustawiane zworkami)
- Płyta główna pozwala na podłączenie maksymalnie 4 dysków lub napędów optycznych.

Generacje IDE

Generacja	Przepustowość interfejsu	Wielkość twardego dysku	Dodatkowe opcje
IDE (ATA 0)	3,3 MB/s	2 GB	22-bitowa adresacja
ATA 1	8,33 MB/s	137 GB	28-bitowa adresacja
ATA 2	16,6 MB/s		Złącze PCMCIA
ATA 3	25 MB/s		S.M.A.R.T, dyski 2,5"
ATA 4, Ultra ATA/33	33 MB/s		ATAPI
ATA 5, Ultra ATA/66	66 MB/s		80-pinowy przewód
ATA 6, Ultra ATA/100	100 MB/s	128 PB	48-bitowa adresacja
ATA 7, Ultra ATA/133, SATA/150	133 MB/s		SATA 1
ATA 8			optymalizacja zapisu i odczytu na dysku twardym i wsparcie dysków hybrydowych

IDE

- Interfejs IDE/ATA wyposażony jest w 40-stykowe złącze.
- Ze złącza tego usunięto styk 20 by uchronić dysk przed nieprawidłowym podłączenia kabla.



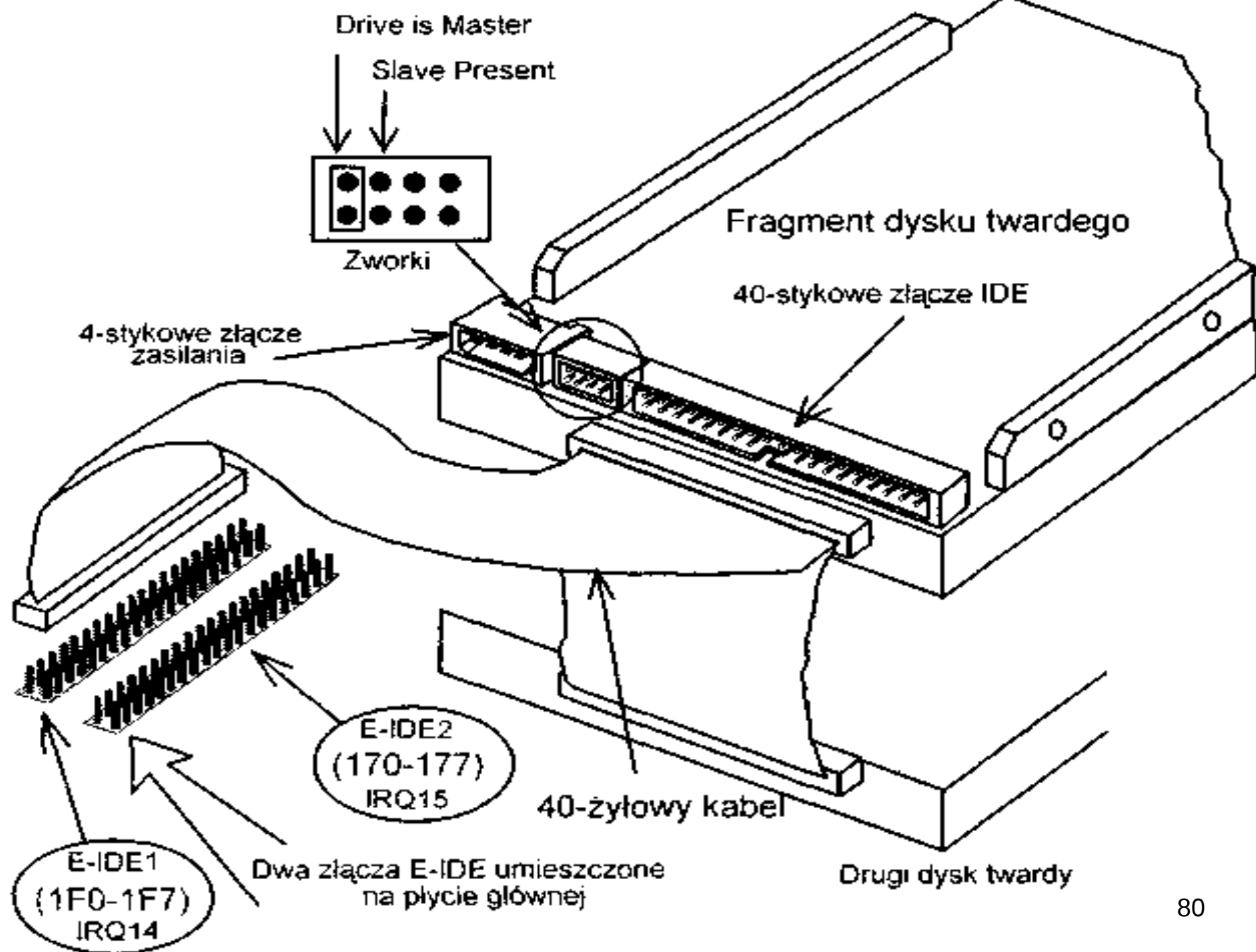
Przewody IDE

- Długość kabla interfejsu nie powinna przekroczyć 18 cali.
- Kabel ma 40 przewodów - ATA.
- 80 przewodów ma wersja z dodatkowymi masami ekranującymi przewody sygnałowe.



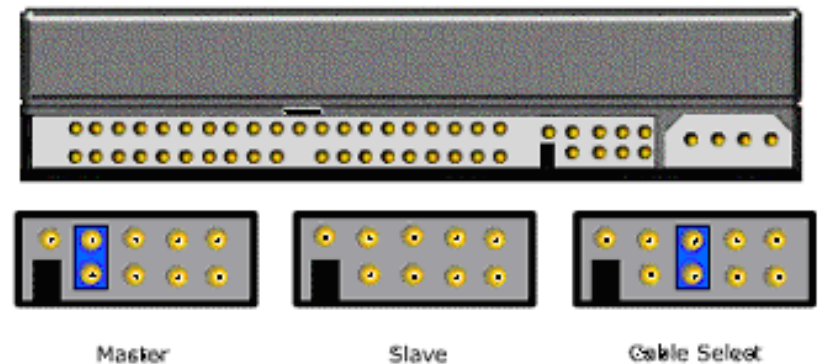
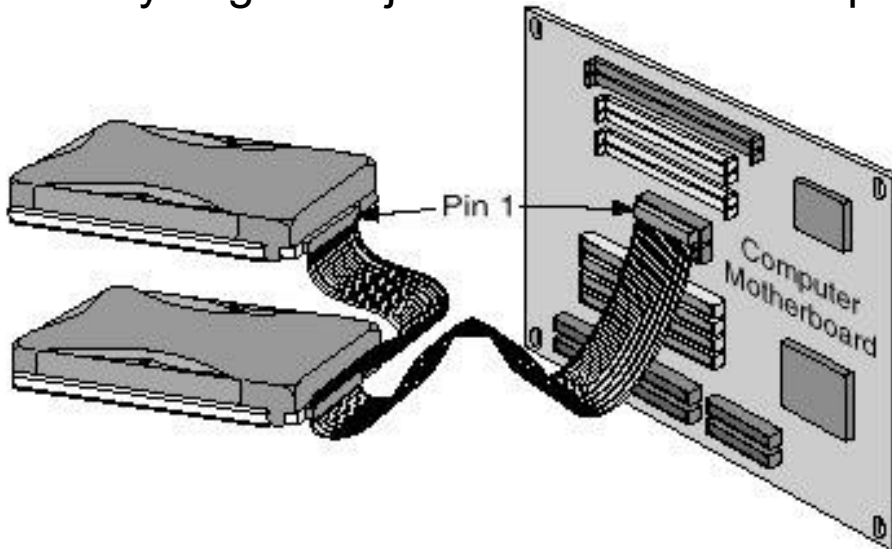
Przewody IDE ekranowane





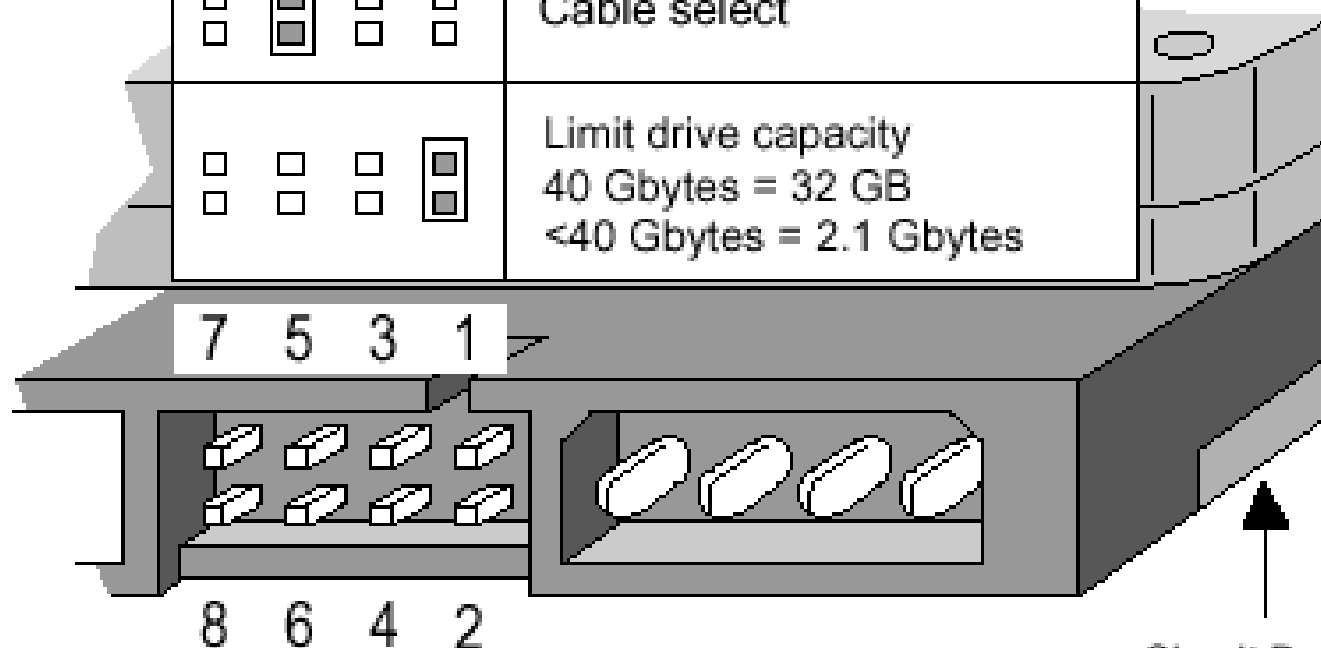
Master - Slave

- Płyty główne wyposażane są w dwa złącza (kanały) E-IDE, do których można podłączyć po dwa urządzenia.
- Żeby napędy wzajemnie się nie zakłócały ustawiano je w trybie Master - Slave.
 - **Master** oznaczało, że dany napęd jest nadrzędny, ma pierwszeństwo w dostępie do systemu
 - **Slave** informowało, że napęd jest podrzędny,
- Wybór trybu dokonywano odpowiednio podłączając zworki na dysku twardym (DS – Disc Select).
 - Jeśli do taśmy podpinano tylko jeden dysk, był on domyślnie MASTER.
- Później umożliwiono automatyczny przydział priorytetu przez system.
- Wymagało to jednak zaznaczenie opcji CS (Cable Select) za pomocą zworki.



Options jumper block

				Master or single drive
				Drive is slave
				Master with non ATA-compatible slave
				Cable select
				Limit drive capacity 40 Gbytes = 32 GB <40 Gbytes = 2.1 Gbytes



Circuit Board



Standard CMOS Features

Date (mm:dd:yy)

Thu, Aug 14 2014

Time (hh:mm:ss)

8 : 9 : 45

▶ IDE Channel 0 Master	[None]
▶ IDE Channel 0 Slave	[None]
▶ IDE Channel 1 Master	[None]
▶ IDE Channel 1 Slave	[None]
▶ IDE Channel 2 Master	[ST2000DM001-1CH164]
▶ IDE Channel 2 Slave	[ATAPI iHAS124 E]
▶ IDE Channel 3 Master	[Samsung SSD 850 PRO]
▶ IDE Channel 3 Slave	[None]

Halt On

[All , But Keyboard]

Base Memory

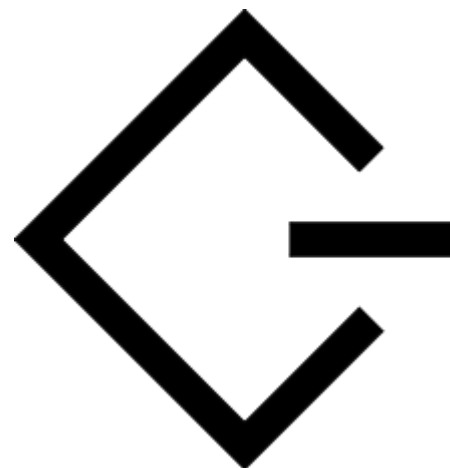
640K

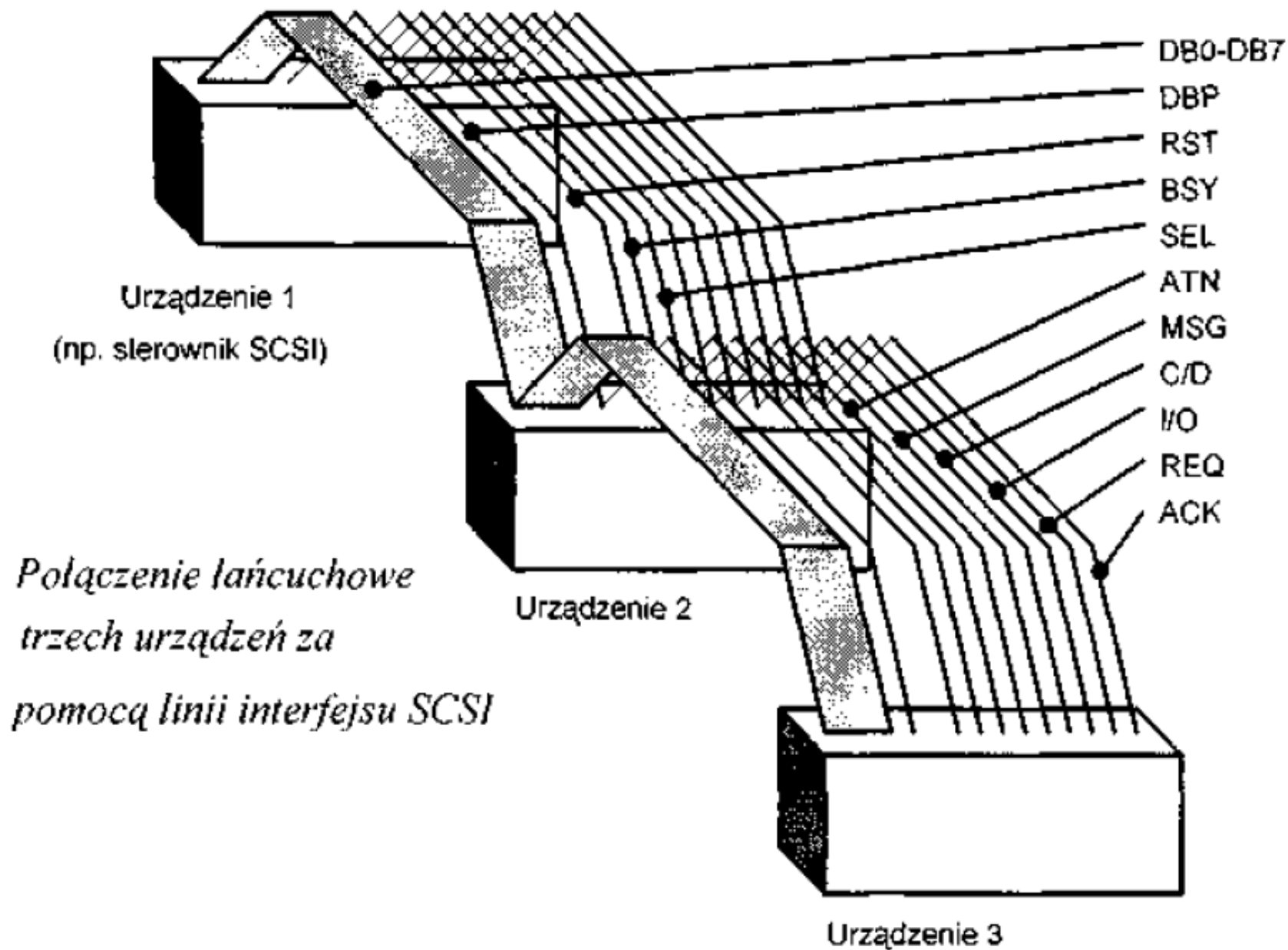
16382M

SCSI

SCSI

- SCSI równoległa magistrala danych do podpinania twardych dysków i napędów optycznych wykorzystywana w serwerach i wysokiej klasy stacjach roboczych.
- Maksymalna przepustowość do 640 MB/s.
- SCSI umożliwiało podłączenie 15 urządzeń w kaskadę.
- Złącze miało 50 pinów.





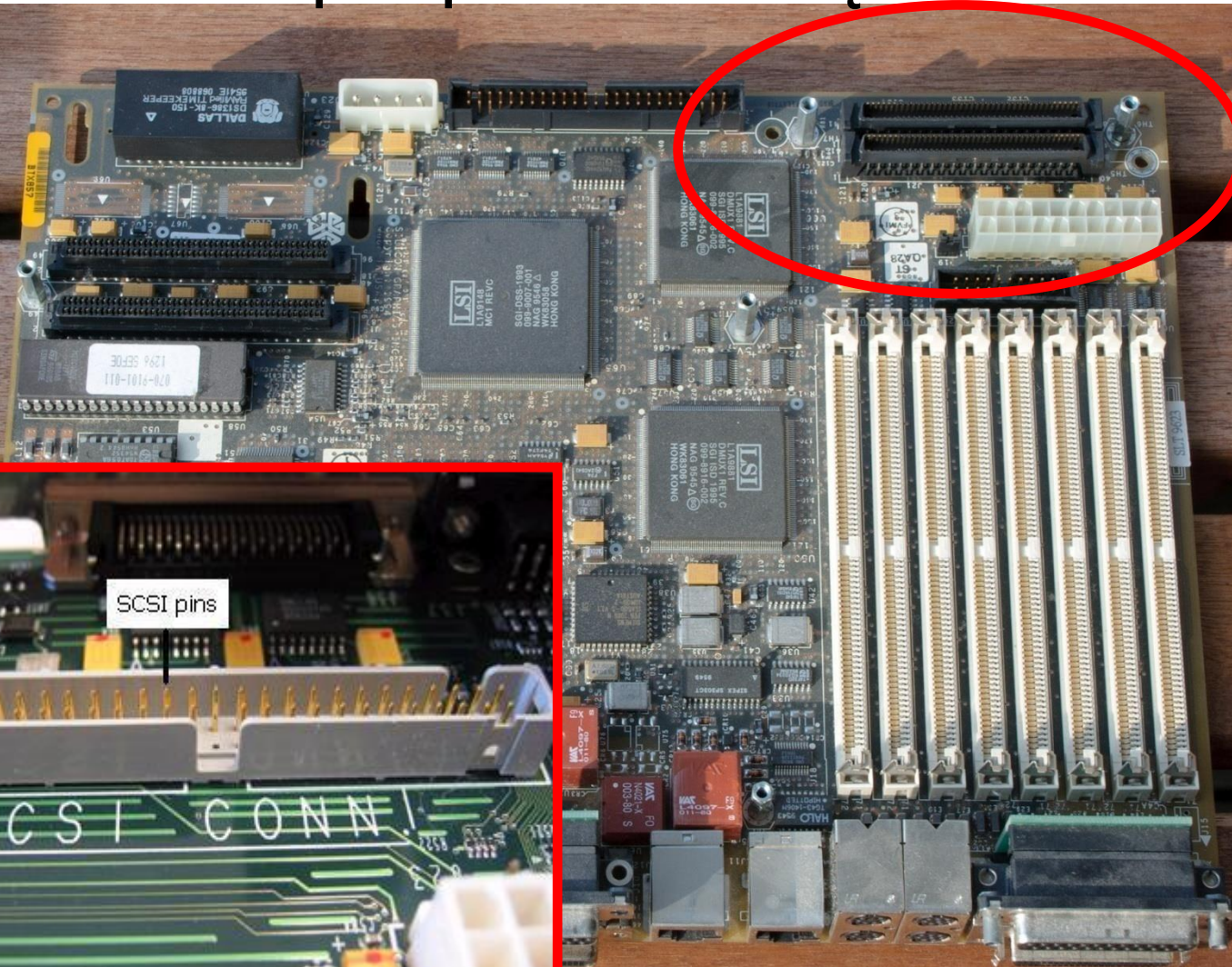
Terminator SCSI

- Przyczepiany na ostatnim urządzeniu SCSI, w celu tłumienia odbić sygnałów.
- Jego wartość jest równa impedancji falowej linii.



SCSI na płycie głównej

- Umożliwia podpinanie urządzeń SCSI.



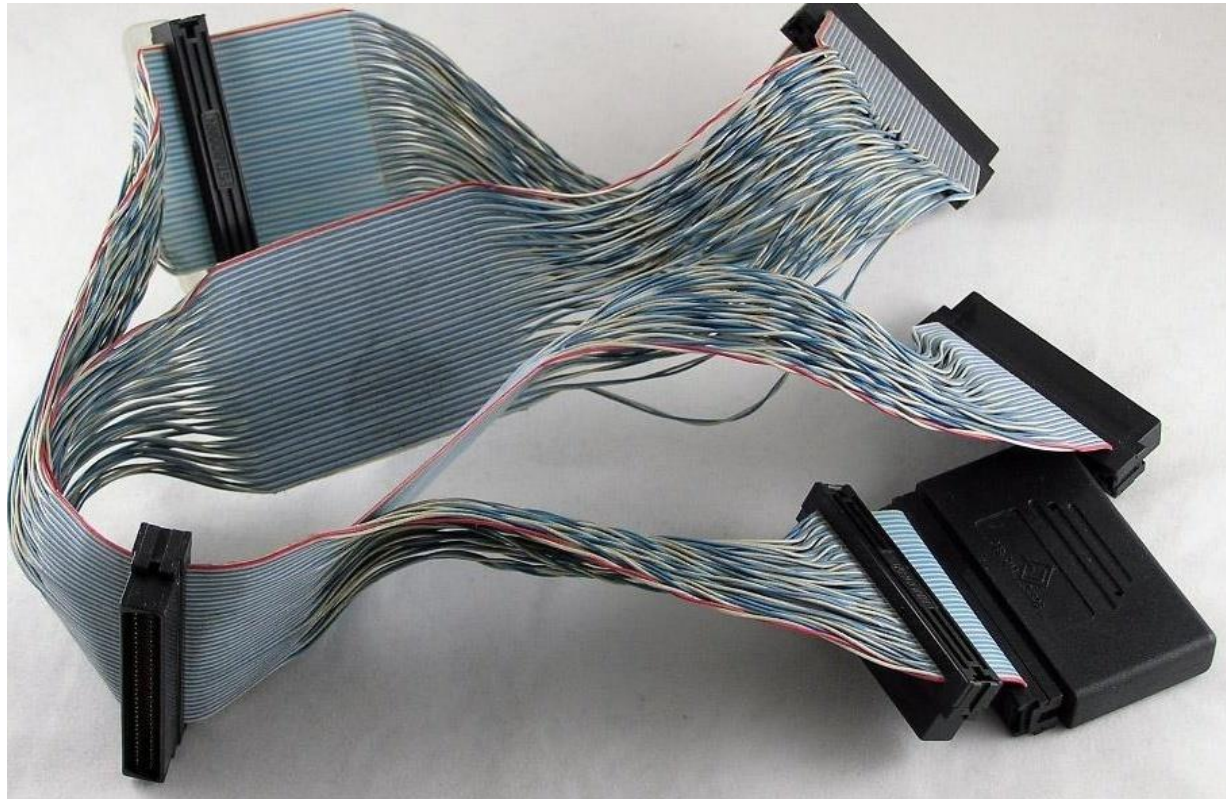
Kontroler SCSI

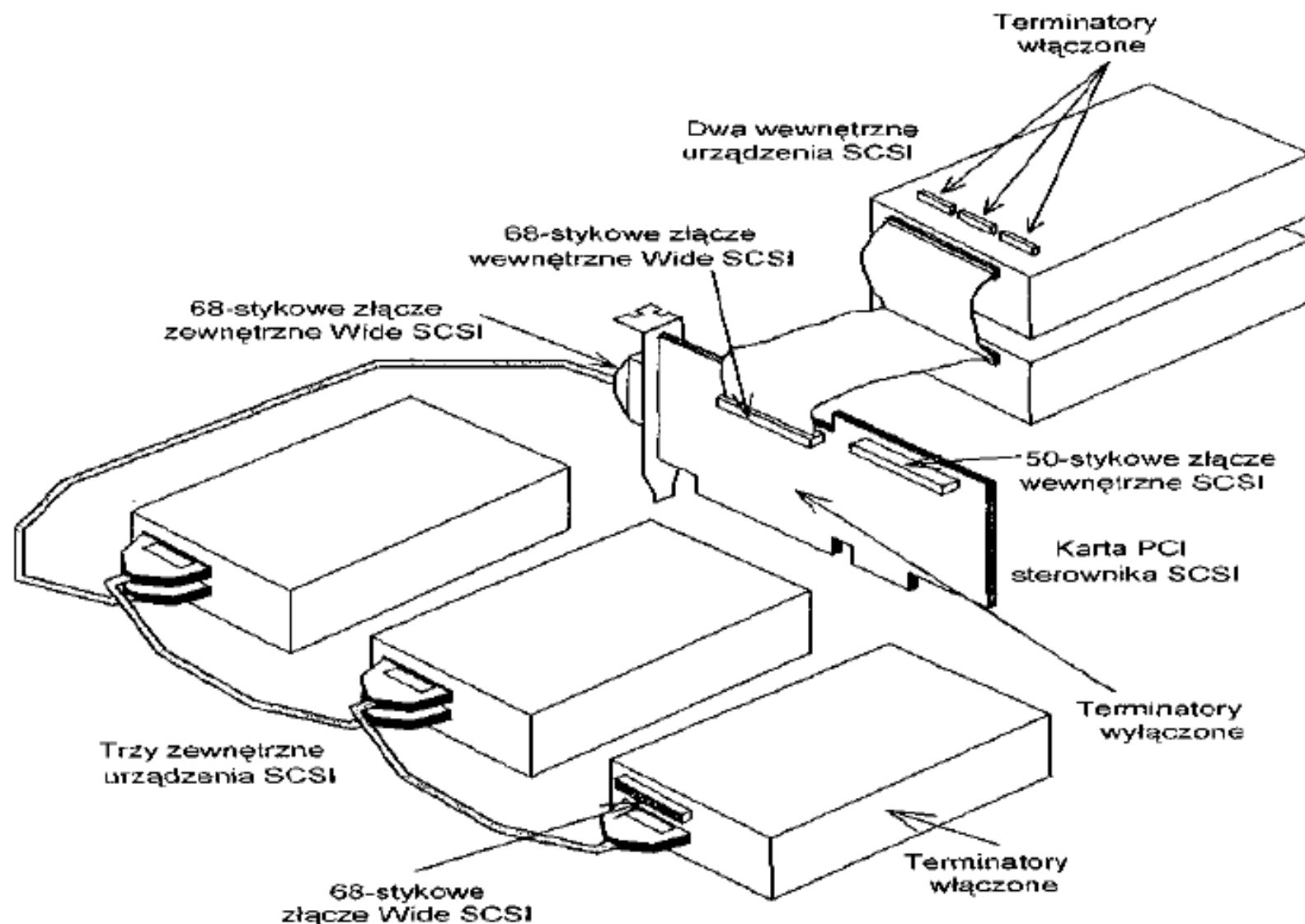
- Umożliwia podpinanie urządzeń SCSI.



Kabel SCSI

- Kable SCSI jest kablem 50-żyłowym.
- Kabel Wide –SCSI ma 68 żył.
- Każdej linii interfejsu odpowiadają dwa przewody:
 - Linia asymetryczna - przewód sygnałowy i przewód masy (maksymalna długość do 6 metrów)
 - Linia symetryczna - para skręconych przewodów (do 25 metrów)





Rys. 9.10 Wykorzystanie współczesnej karty sterownika dysków wyposażonej w 50-stykowe złącze wewnętrzne SCSI i dwa 68-stykowe złącza interfejsu Wide-SCSI

Podział technologii SCSI

SCSI-1	Pozwalała na transfer z prędkością 5 MB/s na odległość 6 m
SCSI-2	Składa się z dwóch wariantów, zwiększających transfer do 10 lub 20 MB/s (odpowiednio Fast SCSI i Wide SCSI). Maksymalna odległość to około 3 metry,
SCSI-3 (Ultra SCSI)	prędkość transferu 20-40 MB/s, teoretycznie maksymalna odległość zostaje nadal 3 metry
Ultra2 SCSI	wprowadzono technologię Low Voltage Differential , pozwalającą na zwiększenia maksymalnej odległości do ~12 m. Prędkość transferu 40-80 MB/s
Ultra3 SCSI (Ultra160 SCSI)	maksymalny transfer 160 MB/s, dodano funkcje wspomagające wykrywanie i usuwanie przekłamań.
Ultra4 SCSI (Ultra320 SCSI)	maksymalny transfer 320 MB/s
Ultra 640 SCSI	maksymalny transfer 640 MB/s.

SATA

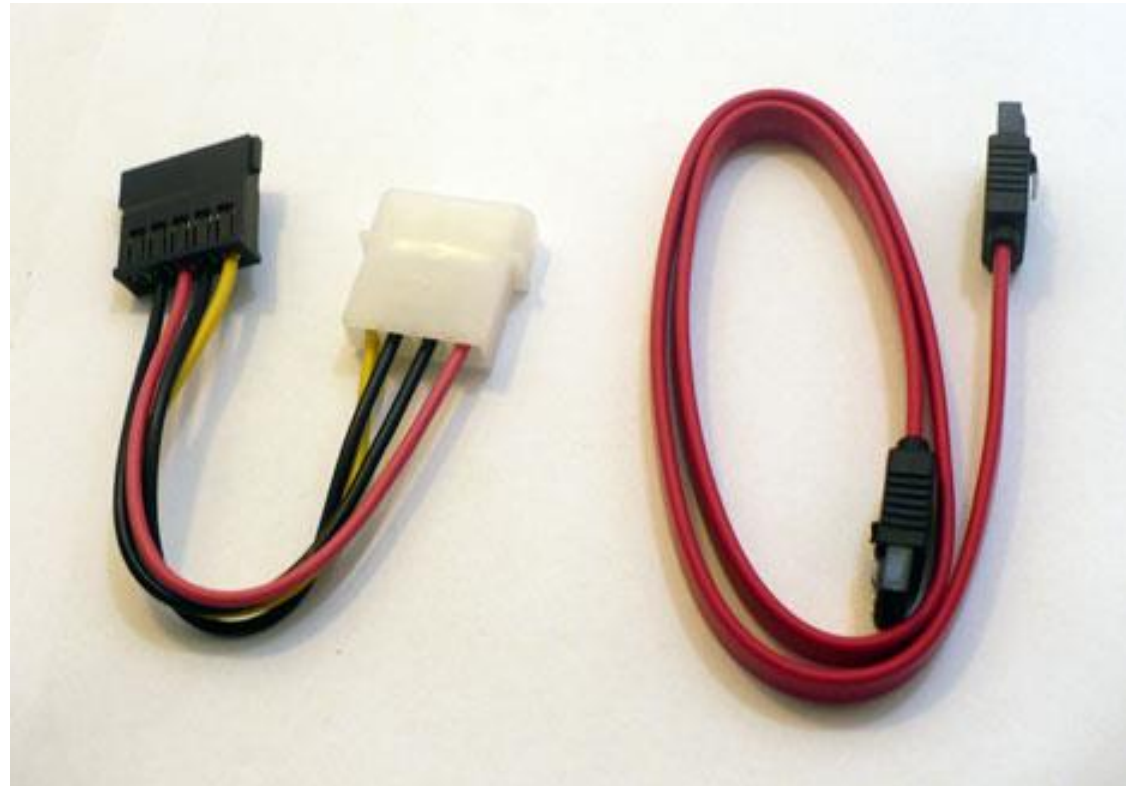
SATA

- Serial ATA (ang. Serial Advanced Technology Attachment, SATA)
 - szeregową magistralę komputerową do komunikacji pomiędzy płytą główną, a pamięciami masowymi, jak dyski twarde, napędy optyczne i taśmowe.
- Wprowadzona w 2000 roku
- SATA jest następcą magistrali równoległej ATA.



Kable SATA

- Kable SATA są węższe i bardziej elastyczne od kabli ATA
 - Ułatwia to układanie i poprawia chłodzenie komputera.
- Długość przewodu SATA może dochodzić do 1 metra
- Złącze SATA podłącza tylko jeden dysk do gniazda

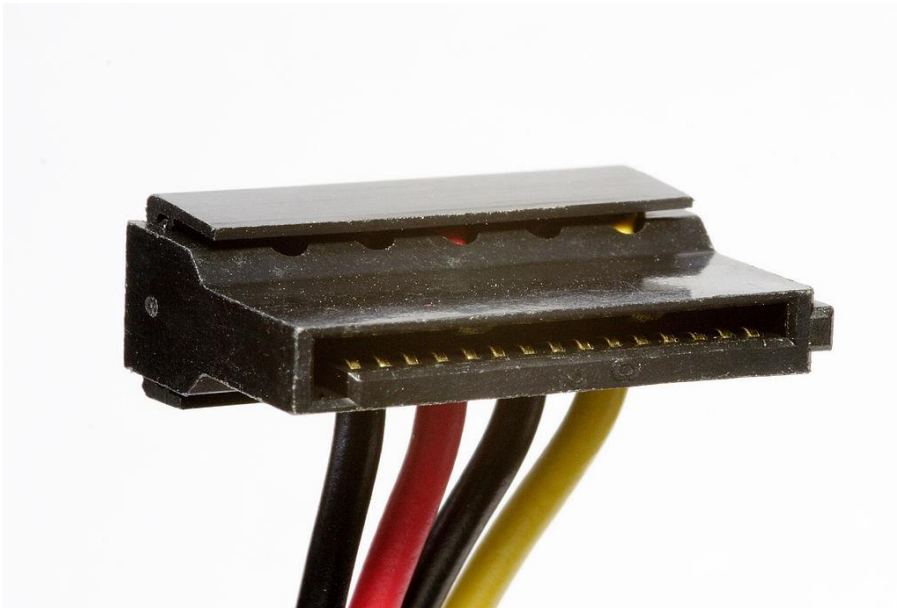


Dysk SATA



Wtyczka zasilająca SATA

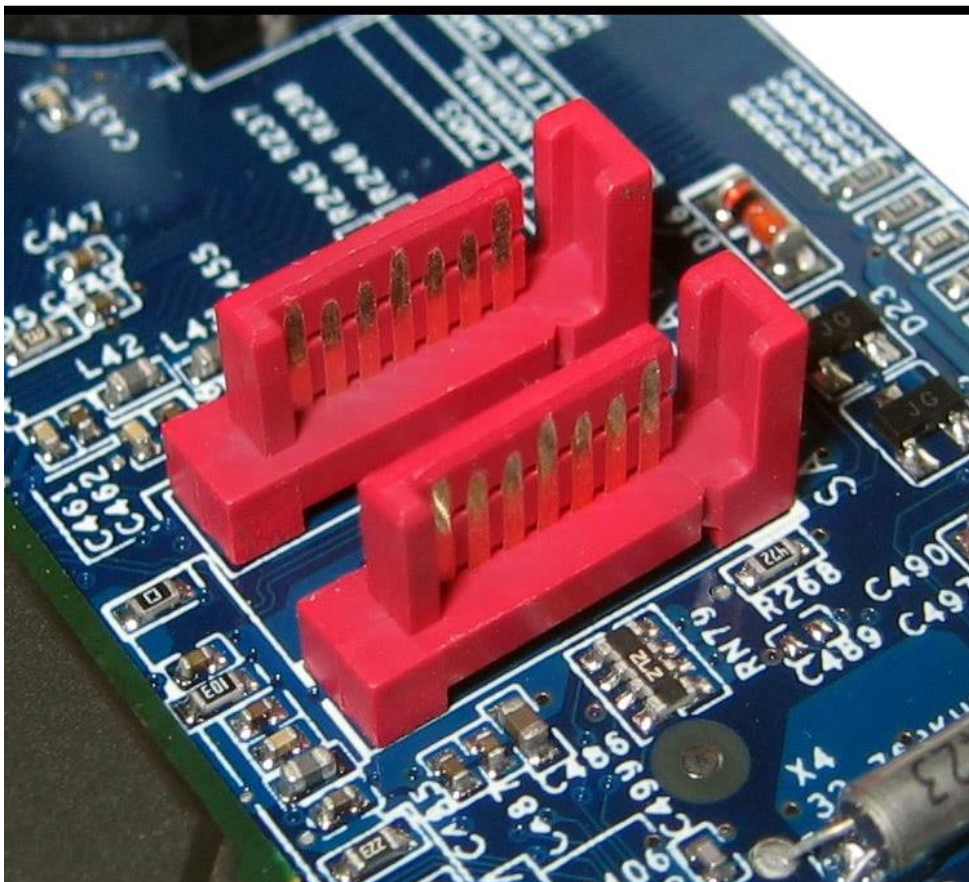
- Wtyczka zazwyczaj ma 15 pinów
 - Dostarcza napięcie +3,3V, +5V, +12V
 - Używana w komputerach PC
- Wersja slim ma 6 pinów
 - Dostarcza tylko napięcie +5V
 - Stosowana jest w laptopach



Złącza SATA



- Złącza SATA są zminiaturyzowane i wymagają małej ilości miejsca na płycie głównej.
- Na płycie może ich być 2 - 8 (zazwyczaj 4)
- Złącze ma 7 pinów
 - 3 masy
 - 1 para od komputera
 - 1 para do komputera.



Połączenie SATA

Para przewodów do transmisji z kontrolera na płycie do dysku

Ekranowane pary przewodów i cały kabel

Kontroler SATA

GND	1
HT+	2
HT -	3
GND	4
HR+	5
HR -	6
GND	7

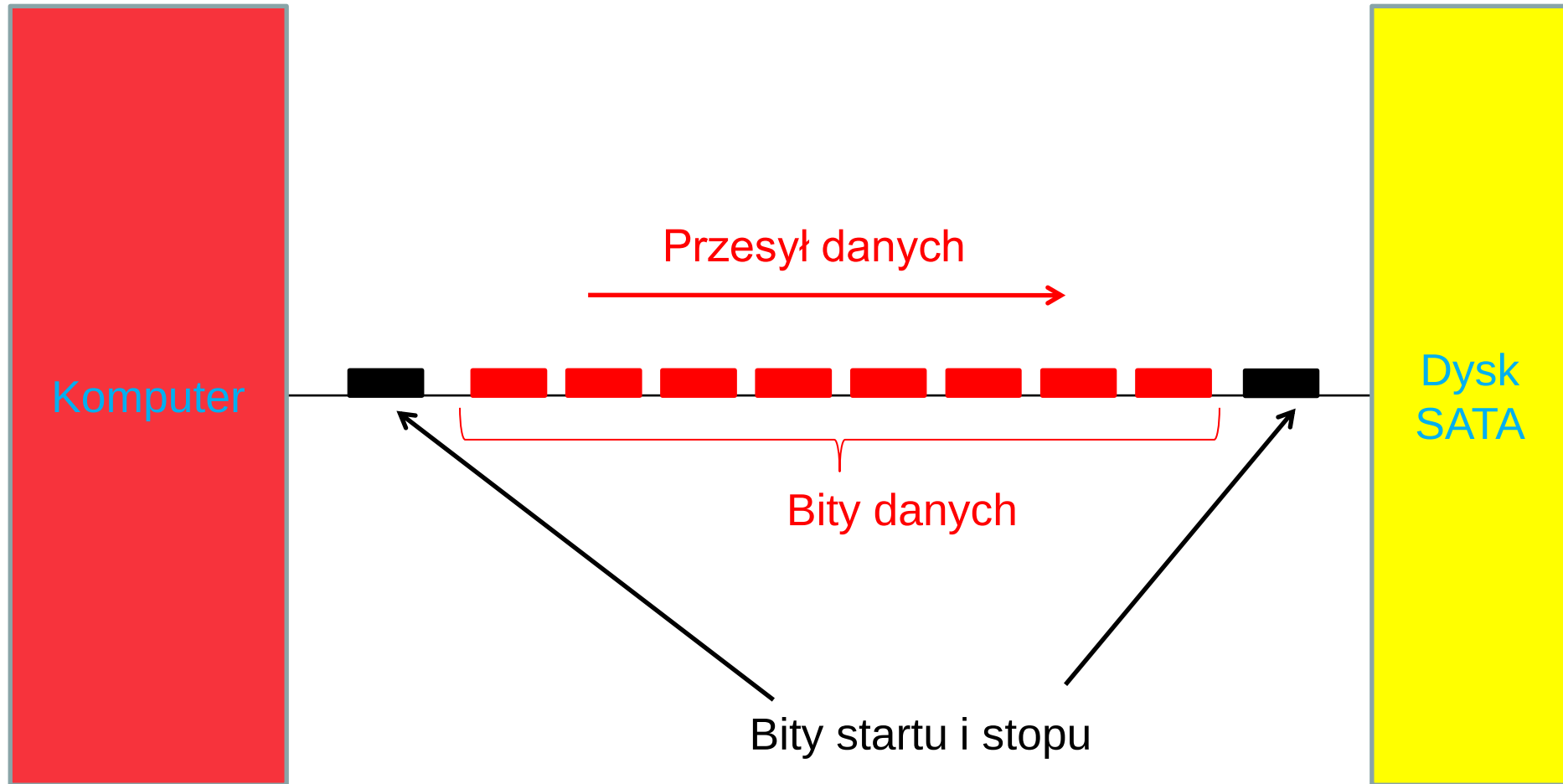
1	GND
2	HT+
3	HT -
4	GND
5	HR+
6	HR -
7	GND

Twardy dysk

Para przewodów do transmisji z dysku do kontrolera na płycie



Kodowanie 8b/10b



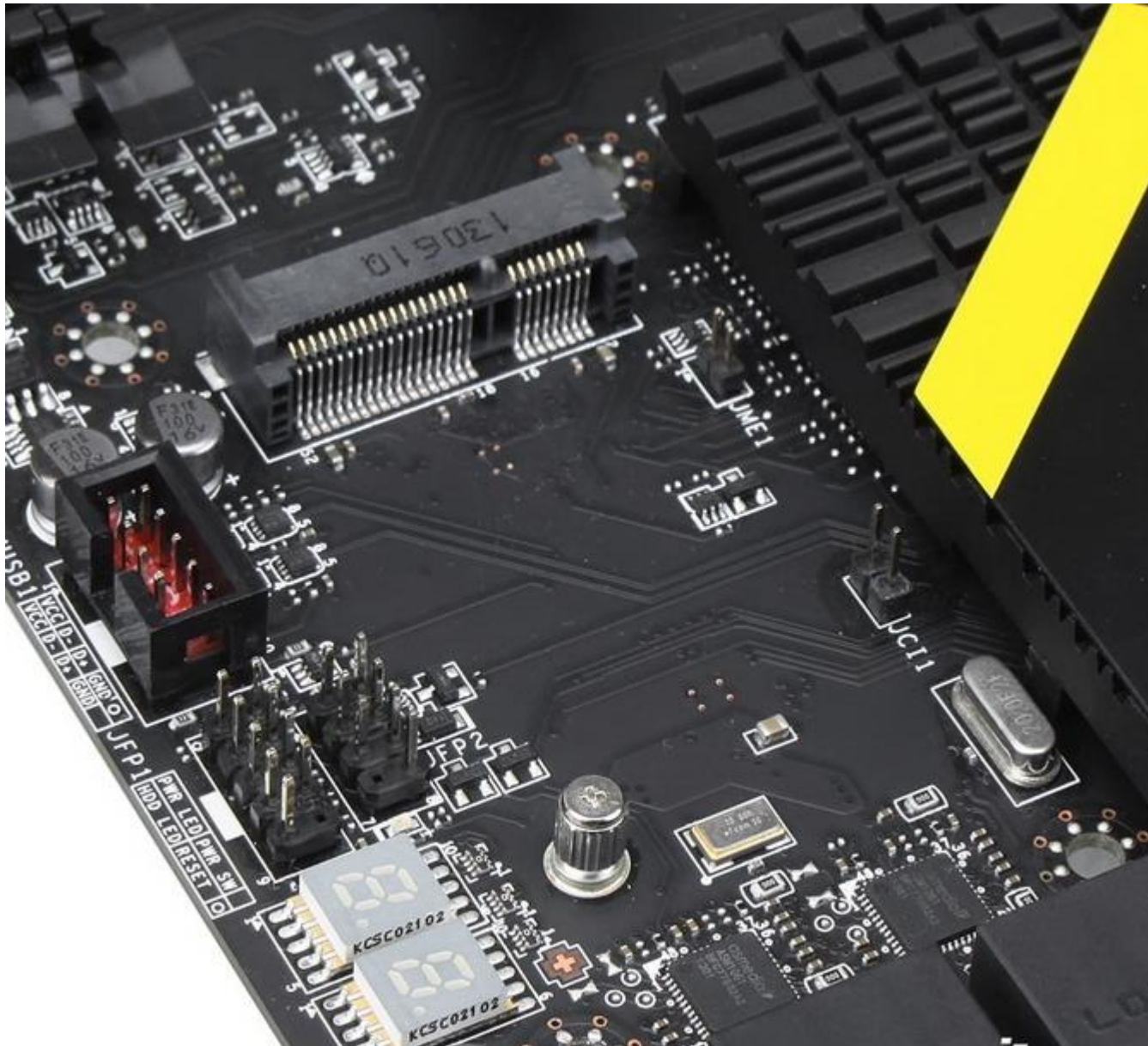
mSATA

- mSATA (mini-SATA) to zminiaturyzowana wersja złącza SATA do zastosowań mobilnych (netbooki, laptopy, ultrabooki).
- Stosowane przez nośniki SSD.
 - Oferowało przepustowość 600 MB/s (jak SATA 3).
 - Przydatne do niewielkich i lekkich nośników SSD.
- Komunikacja odbywała się wyłącznie przez specjalne gniazdo krawędziowe.
 - Dysk nie potrzebuje dodatkowego kabla zasilającego.
- mSATA a miniPCI-Express
 - Fizyczne wymiary obydwu złącz są takie same.
 - Elektrycznie są niekompatybilne.
 - Można spotkać złącza COMBO obsługujące obydwa rozwiązania.
- Złącze mSATA zostało zastąpione przez M.2.
 - Mało popularne
 - Ograniczenie przepustowości do 600 MB/s

mSATA



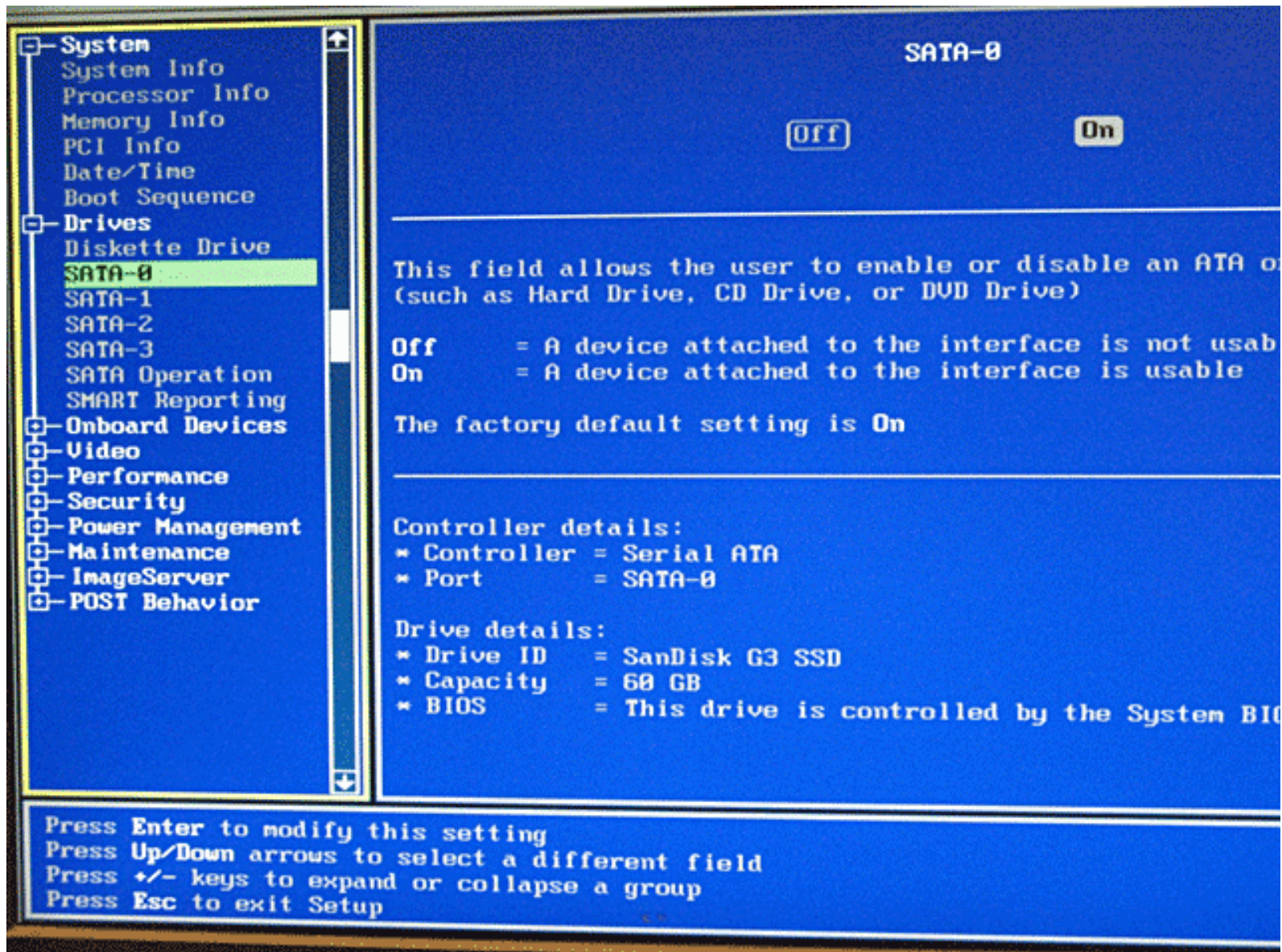
mSATA



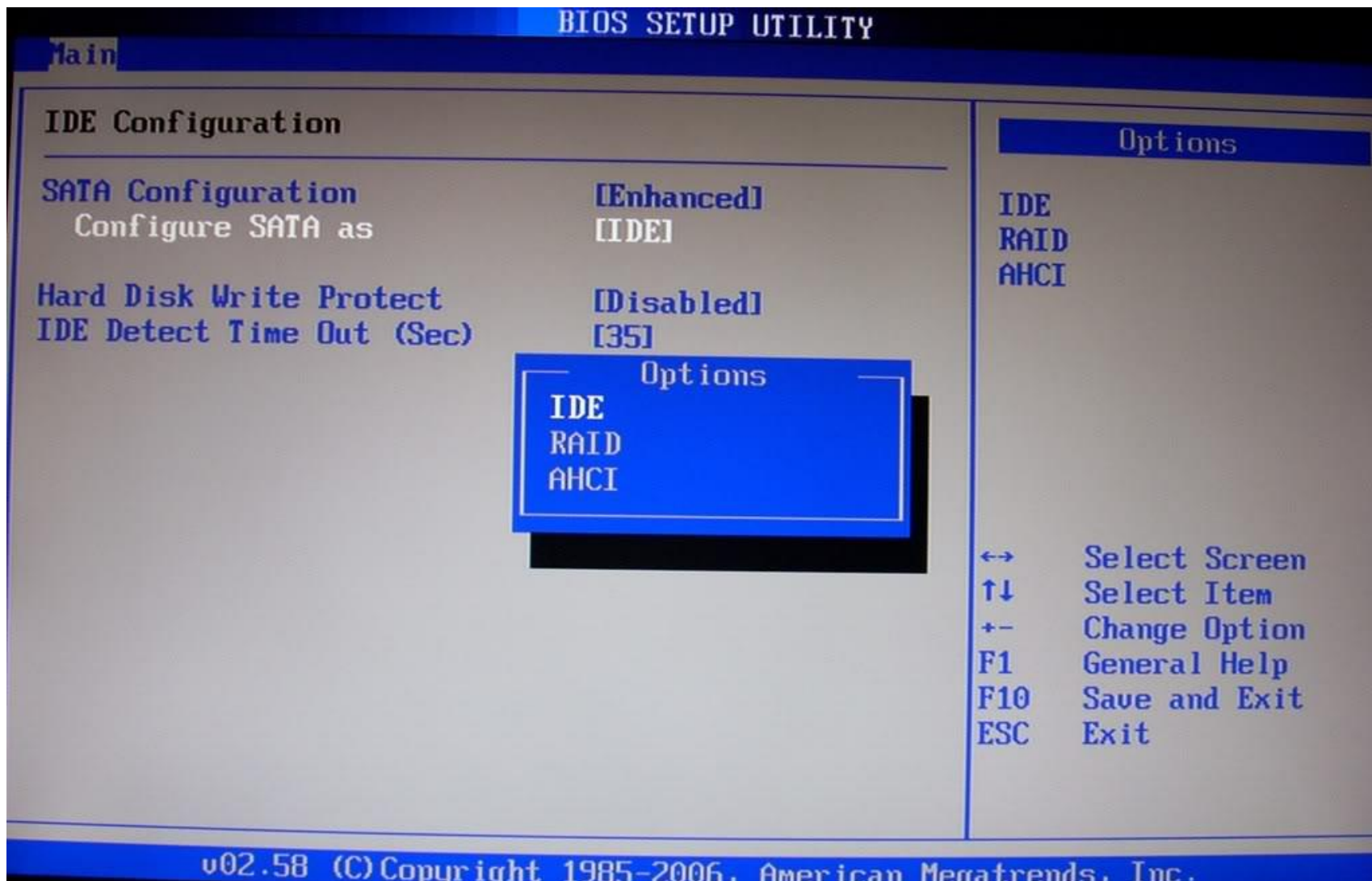
Odmiany SATA

SATA 1	Umożliwia przepustowość 1,5 Gbit/s (ok. 180 MB/s)
SATA 2	Oferuje przepustowość 3,0 Gbit/s (ok. 375 MB/s).
SATA 3	Udostępnia przepustowość 6,0 Gbit/s (ok. 750 MB/s).
3.1	Zmniejszenie poboru energii przez urządzenia Większa wydajność dysków SSD Wykorzystanie złącza mSATA
3.2	Mniejsze wymiary dysków twardych SSD Wyższa wydajność dysków SSD Wykorzystanie złącza SATA Express i M2.
3.3	Technologia gontowego zapisu danych (<i>Shingled magnetic recording</i>) na HDD Większa wydajność dysków SSD Wykorzystanie złącza U2

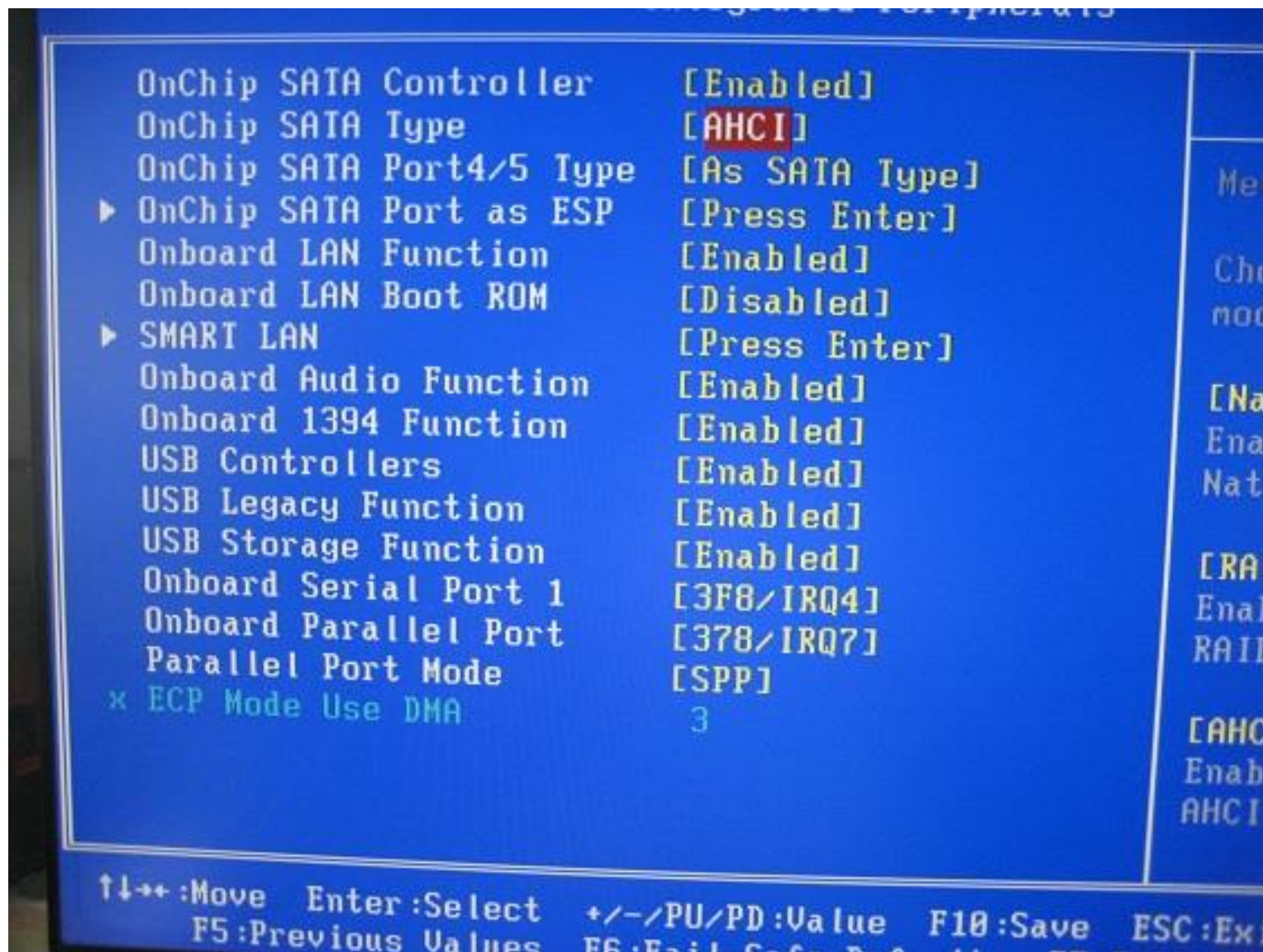
BIOS i dysk SATA



BIOS i tryby dysku SATA



BIOS i opcje SATA



SATA

- SATA – szeregowy interfejs do podłączenia dysków twardych.
- Kabel ma 7 pinów i umożliwia podpięcie jednego dysku.
- System pozwala na współpracę do 8 dysków SATA na płycie głównej.
- Interfejs zapewnia przepustowości do 600 MB/s.

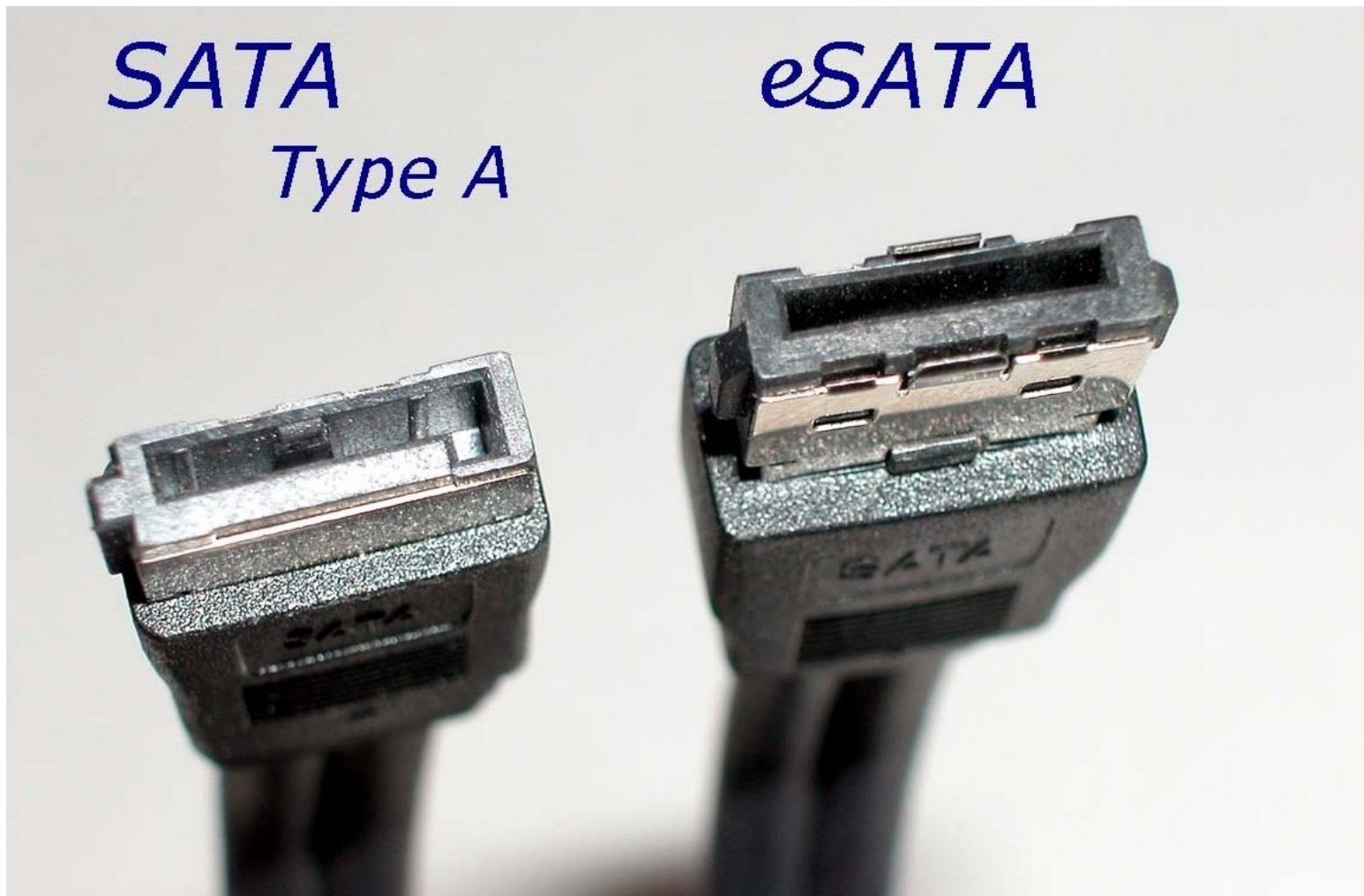
ESATA

Interfejs eSATA

- eSATA (external SATA) to odmiana interfejsu SATA do podłączenia zewnętrznych twardych dysków.
- Przepustowość złącza wynosi od 3Gbit/s (300 MB/s)- SATA 2 (3 Gb/s), SATA 3 (6 Gb/s).
- Maksymalna długość kabla 2 metry.
- Złącze nie zapewnia zasilania.
 - Zasilanie z gniazdka elektrycznego
 - Lub ze złącza USB



Porównanie SATA i eSATA



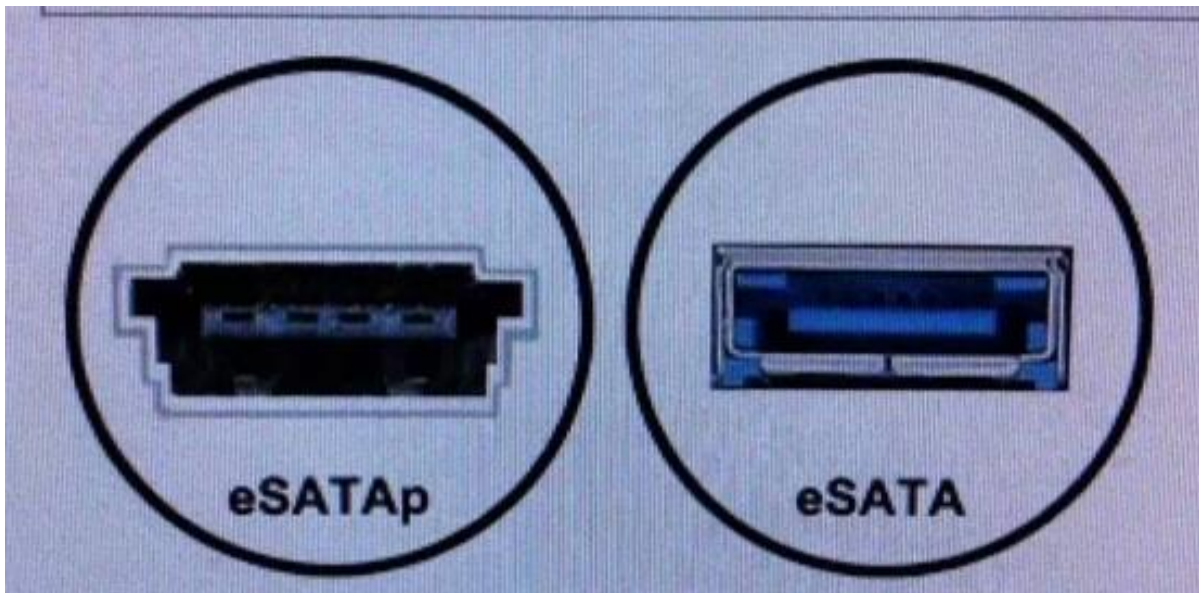
xSATA

- **xSATA to rozwinięcie standardu eSATA.**
- Jest to zewnętrzne połączenie SATA o długości do 8 metrów przy użyciu ekranowanych kabli i złącz.
- Pozwala na bardziej elastyczne zarządzanie zewnętrznymi urządzeniami

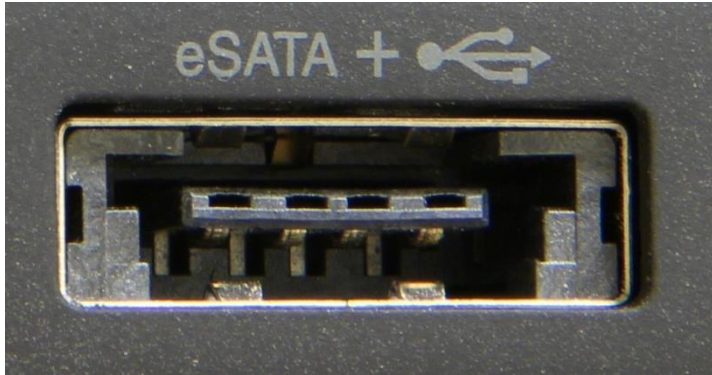


eSATAp

- **eSATAp to eSATA z zasilaniem** (Power over eSATA, Power eSATA, eSATA/USB Combo, eSATA USB Hybrid Port (EUHP))
- Złącze zawiera 4 pinu USB 2.0 i 7 pinów eSATA. Opcjonalnie może zawierać dodatkowo 2 piny zasilania 12V.
- Zarówno zasilanie z USB jak i eSATA są zawarte w jednym kablu.
 - Domyślne dostarczane jest zasilanie 5V (dysk 1,8", 2,5" i nośniki SSD)
 - Dodatkową opcją jest 12 V (dyski 3,5" oraz napędy optyczne)
- Do gniazda eSATA + USB można wpinać zarówno urządzenia eSATA jak i USB przez odpowiednie kable.
- Złącze eSATAp w komputerze jest realizowane jako połączenie eSATA i USB.



eSATA + USB



- eSATA/USB Combo, lub eSATA USB Hybrid Port (EUHP)
- Złącze zawiera 4 pinu USB 2.0 i 7 pinów eSATA.
- Do gniazda eSATA + USB można wpinać zarówno urządzenia eSATA jak i USB przez odpowiednie kable.
- Istnieje specjalna przejściówka pozwalająca na podpięcie zarówno urządzenia USB jak i eSATA



eSATApd lub eSATAp dual Power



- Złącze eSATAp opcjonalnie może zawierać dodatkowo 2 piny zasilania 12V.
- 12V pozwala na zasilanie zewnętrznych dysków 3,5" oraz napędów optycznych
 - W wypadku zasilania 5V z eSATAp trzeba podłączyć dodatkowe 12V z laptopa

NVMe 2.0

- Standard NVMe (Non-Volatile Memory Express) korzysta bezpośrednio z interfejsu PCI Express, aby zapewnić jak największą przepustowość.
 - W przypadku PCIe 4.0 i złącza M.2, teoretyczna przepustowość to blisko 8000 MB/s.
- Dyski talerzowe HDD są coraz szybsze i zbliżają się do granicy możliwości SATA3.
- Z tego powodu w nowej wersji standardu NVMe dodano obsługę dysków talerzowych.
 - Pozwoli to na uproszczenie płyt głównych, gdy porty SATA znikną z laminatu, a zastąpi je zwyczajnie więcej gniazd M.2.
- NVMe 2.0 może znaleźć zastosowanie w serwerach i centrach danych.

INNE INTERFEJSY

Inne interfejsy

- Dyski HDD
 - SAS
 - FATA
- Nośniki SSD
 - SATA-Express
 - M2
 - U2
 - PCI-Express

SAS

- Serial Attached SCSI (SAS)
- Szeregowy interfejs do podłączania dysków twardych do komputerów.
- Jest to następca równoległego interfejsu SCSI.
- SAS korzysta z zestawu poleceń używanych w SCSI.
- Dodatkowo oferuje kompatybilność z SATA 2 i nowszymi.
- Pozwala to na podłączenie dysków SATA do interfejsu SAS. Odwrotnie jest to niemożliwe.
- Wersje interfejsu
 - SAS-1: 3 Gbit/s (2005)
 - SAS-2: 6 Gbit/s (2009)
 - SAS-3: 12 Gbit/s (2013)
 - SAS-4: 22.5 Gbit/s (2017)

SAS

CE N13508
D33373 HGS-VPB-SAS(B)
WARRANTY VOID IF ANY LABEL/
SCREW IS REMOVED OR BROKEN

SERIAL ATTACHED SCSI (SAS)
CAPACITY: 300 GB
RPM: 15000RPM
F/W: A4C2

P/N: 0B22179
MODEL: HUS153030VLS300
RATED: 5V 0.8A, 12V 1.3A
W/N No. 5000CCA0058E2D50

HDD S/N: J8XJ5YVC



SG-0HR200-12568-
86A-1RNF-A01
Made In Singapore
DP/N HR200



A red SATA-to-IDE adapter cable is shown. The cable has a black IDE connector at one end, which is a long, narrow plastic housing with a row of gold-plated pins. The red SATA cable extends from the other end of the connector. The cable is marked with text: "SATA ATA 20AWG 674025-C" and "7.5T 60°C 150 90°C". The background is white.

A close-up photograph of a server drive bay. The top section shows two SATA connectors, each with a label 'SATA' in white text. Below them is a larger SAS connector, also labeled 'SAS' in white text. Red arrows point to the SAS connector. The drive bay is black, and the internal components are green. A label on the left side of the drive bay reads 'ASSEMBLY MADE IN MALAYSIA'.

Port B

122

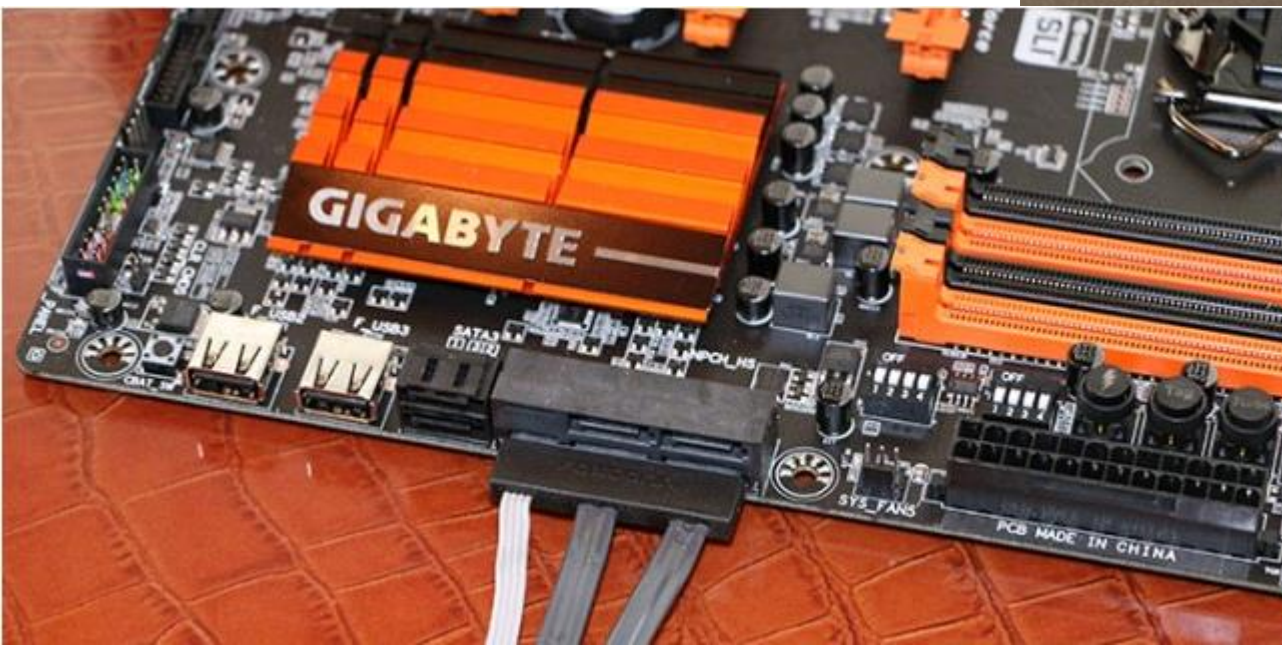
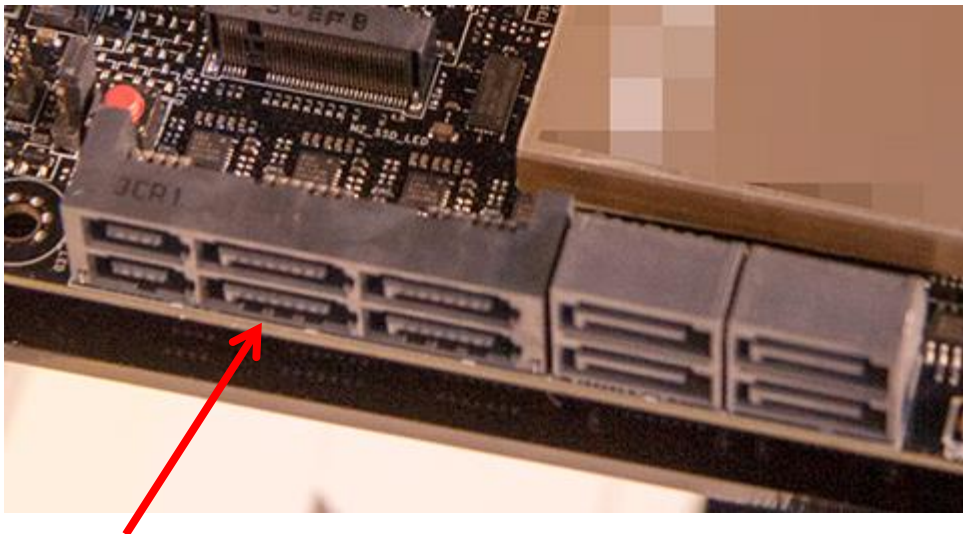
FATA

- Fibre Attached Technology Adapted (FATA) to typ interfejsu dla twardych dysków.
- FATA to dysk SATA wyposażony w interfejs optyczny, który pozwala komunikować się przez sieci Fibre Channel (FC).
- Dyski FATA są znacznie tańsze (około połowy) od typowych napędów przeznaczonych do sieci optycznych.

FATA



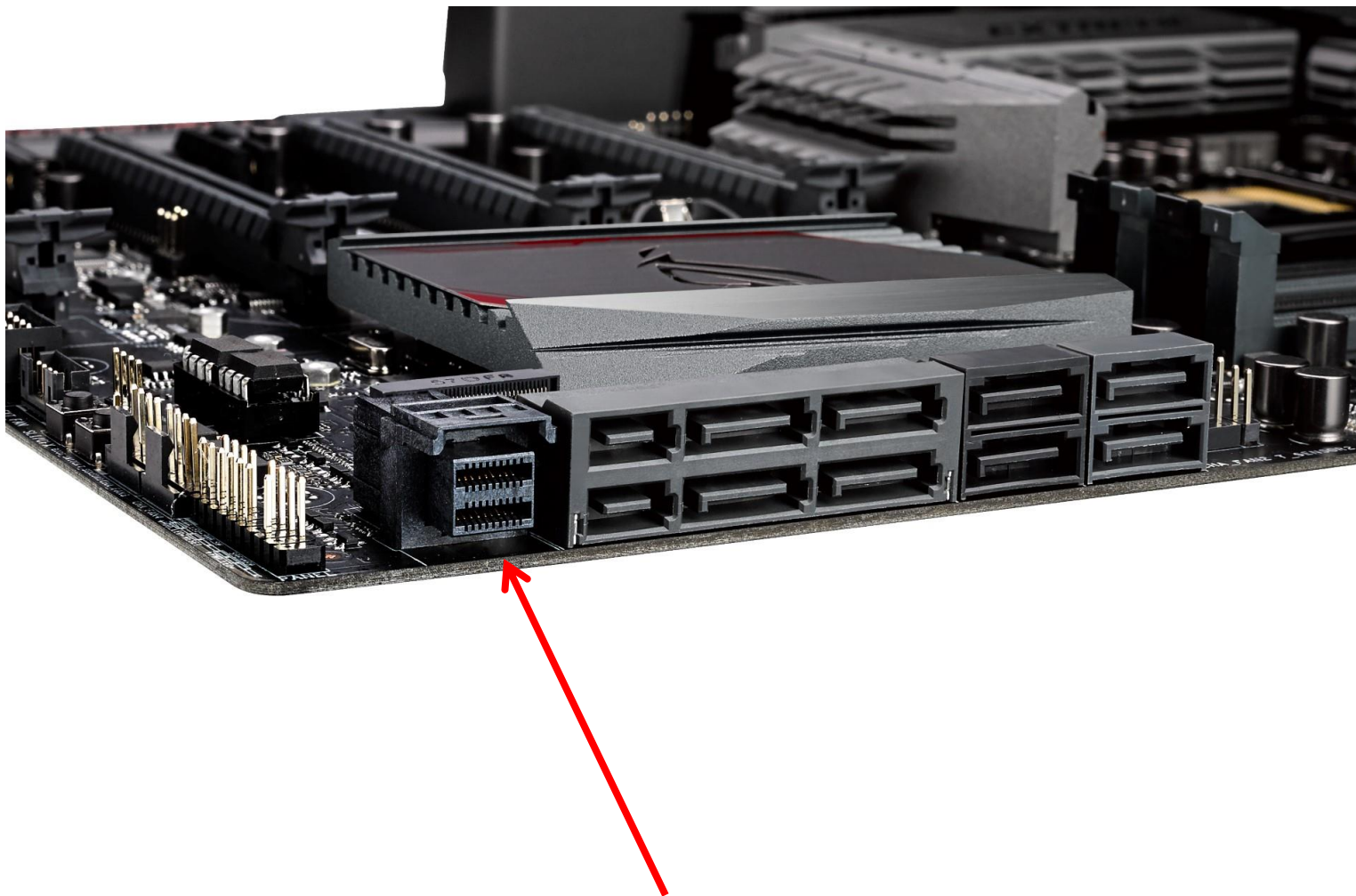
SATA Express



Złącze M.2



Złącze U.2



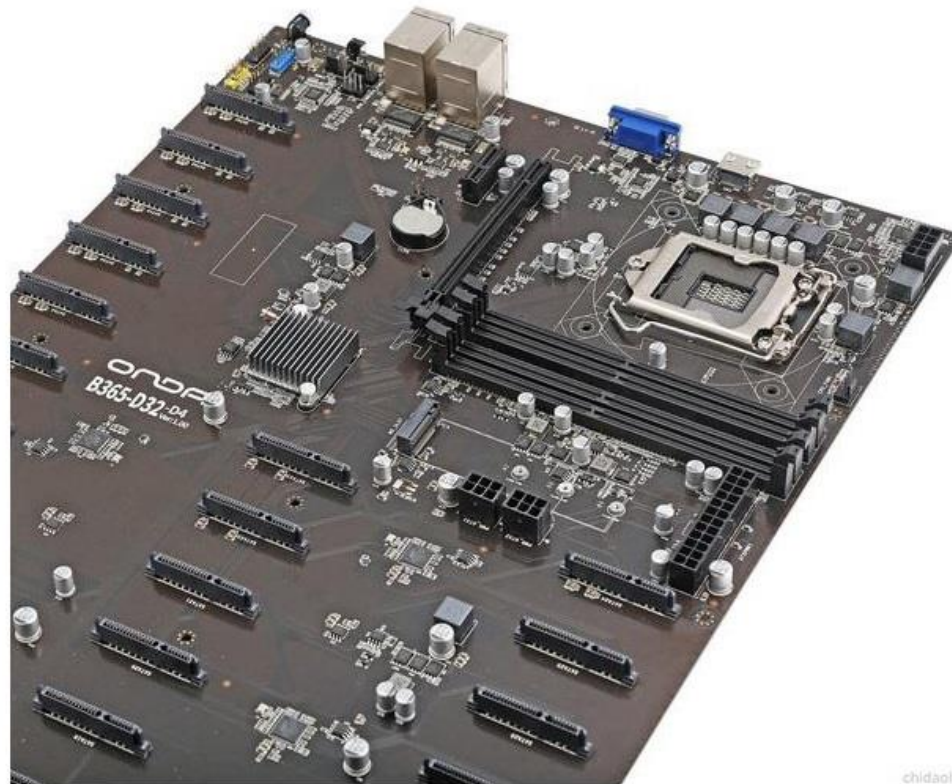
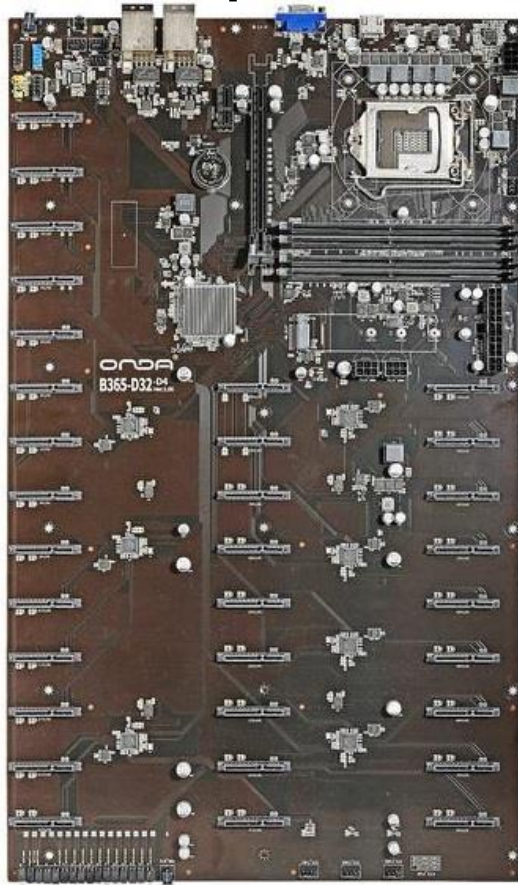
Dysk na PCI Express



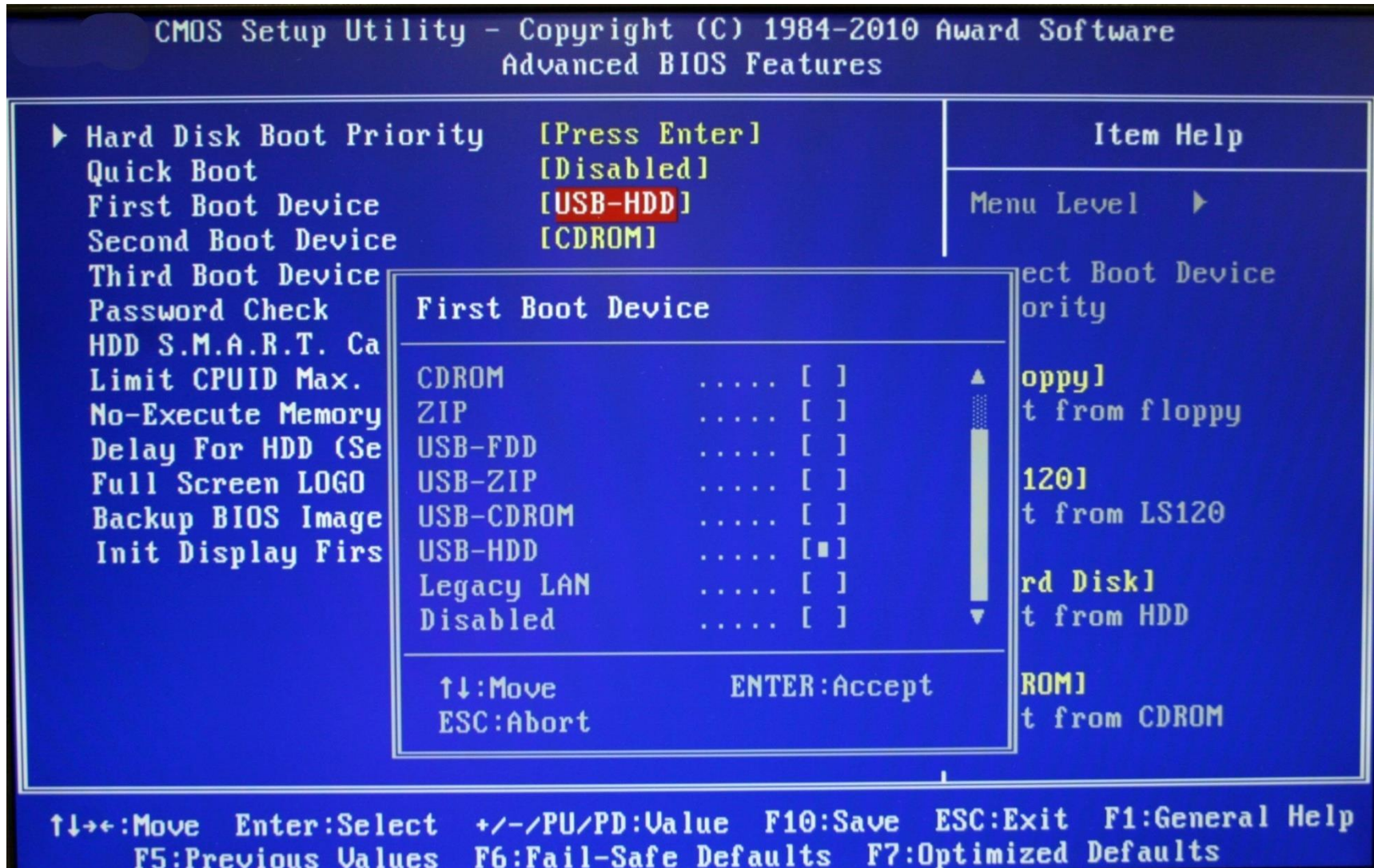
Nietypowe płyty główne

Płyta główna B365 D32-D4 Magic Edition chińskiej firmy Onda

- 32 gniazda SATA (dla HDD i SSD) w celu kopania kryptowaluty Chia.



BIOS – kolejność bootowania



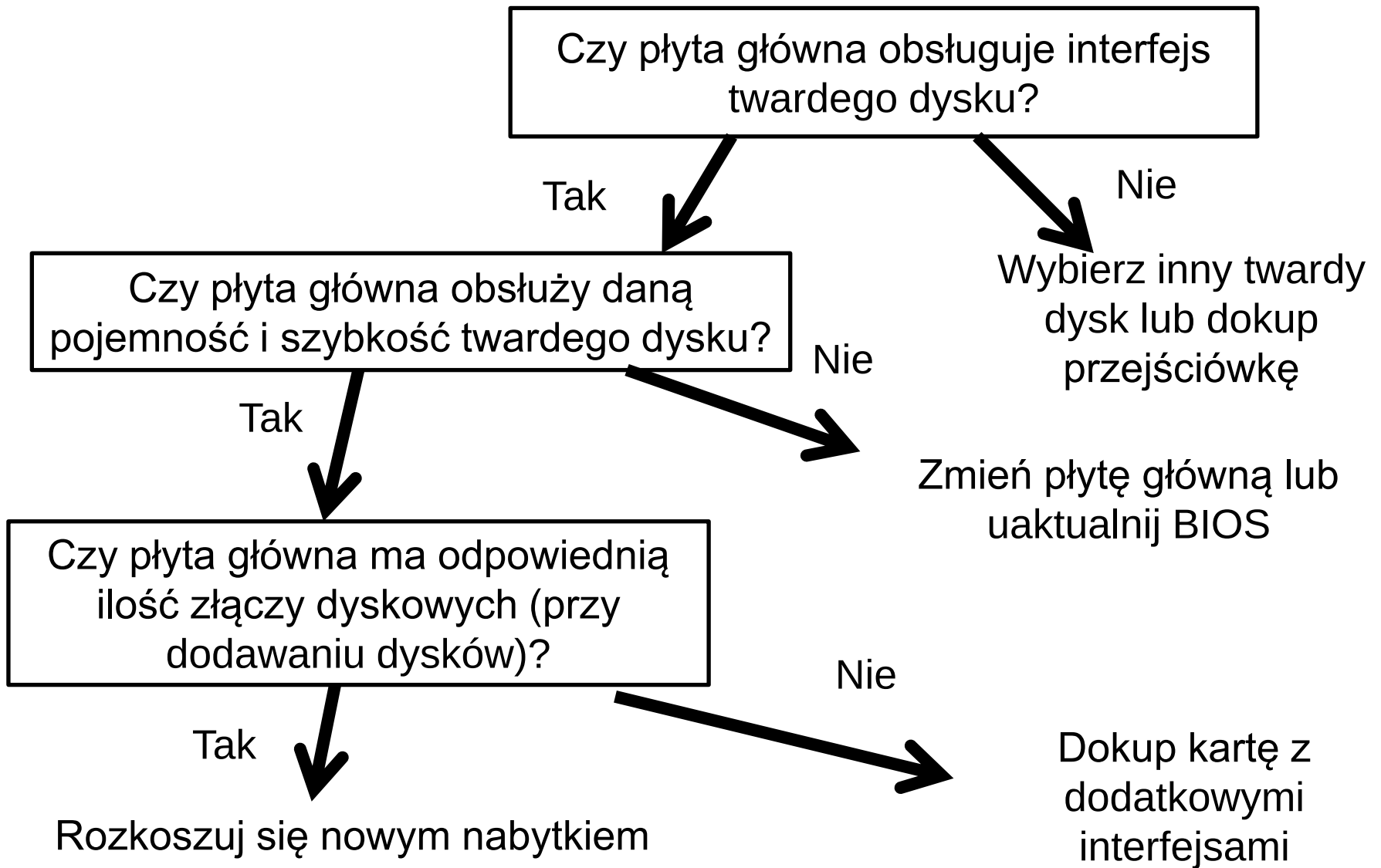
PROBLEMY TWARDYCH DYSKÓW

Problemy twardego dysku

- Za małą pojemność
- Zbyt mała prędkość pracy
- Stary interfejs

Problemy twardego dysku

- Za małą pojemność
 - Nie ma miejsca na pliki
 - Problemy z plikiem wymiany
 - Duża fragmentacja danych
- Zbyt mała prędkość pracy
 - Rośnie czas zapisu i odczytu plików
- Stary interfejs
 - Brak możliwości współpracy z nowymi płytami głównymi



10 Megabyte Hard Disk \$3,495*



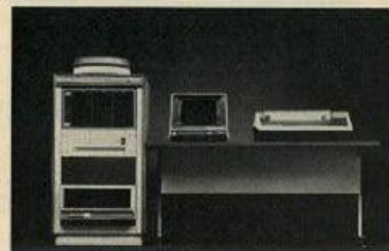
5440-12 Top Load Drive

* Factory rebuilt 10MB cartridge disk drive only
A new Cameco Data Systems controller is available for \$1,495
\$4,495 for a brand new Ampex 10MB drive only



We are the CP/M** and MP/M** specialist of Southern California. We can supply you with the latest CP/M (\$150) or MP/M (\$300) and with Standard BIOS (\$150) or Custom BIOS (\$300). Immediate delivery worldwide. Domestic and foreign inquiries invited...dealers too.

**CP/M and MP/M are Trademarks of Digital Research



We are a full service computer retailer. We totally integrate hardware and software into high quality, high reliability systems. Systems for use in development, process control and general business. Word processing naturally, multi tasking and multi processing too.

COMPUTER COMPONENTS

Circle 279 on inquiry card.

5848 Sepulveda Boulevard Van Nuys, California 91411 213•786-7411

BYTE July 1980

291

Pytania powtórkowe

1. Jak jest zbudowany twardy dysk?
2. zdefiniuj pojęcie:
 - a) cylinder dysku
 - b) ścieżka dysku
 - c) sektor dysku
 - d) głowica dysku
 - e) talerz dysku
3. Jak przebiega proces zapisu danych na dysku?
4. Jak przebiega proces odczytu danych z dysku?
5. Do czego służy pamięć cache dysku twardego?
6. Co to jest formatowanie twardego dysku?
7. Na czym polega metoda zapisu danych: Cylinder – głowica- sektor?
8. Na czym polega Zapis strefowy?
9. Na czym polega Zapis gontowy danych?
10. Na czym polega zapis z podgrzewaniem nośnika magnetycznego (HAMR)?
11. Na czym polega zapis z użyciem mikrofalowego promienia (MAMR)?
12. Na czym polega zapis dwugłowicowy (MACH.2 Multi Actuator)?
13. Jakie zalety ma dysk twardy wielowarstwowy?
14. Czemu zamierza się stosować talerze wykonane ze szkła?
15. Od czego zależy szybkość odczytu z dysku twardego?
16. Jak działa System zarządzania poborem mocy?
17. Opisz technologię S.M.A.R.T.
18. Jakie są jednostki pojemności twardych dysków?
19. Opisz interfejsy twardych dysków:
 - a) ATA
 - b) SATA
 - c) SCSI
 - d) eSATA
20. Co to jest technika MAster-Slave w dyskach IDE?