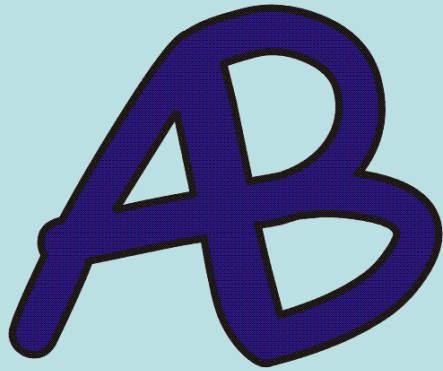




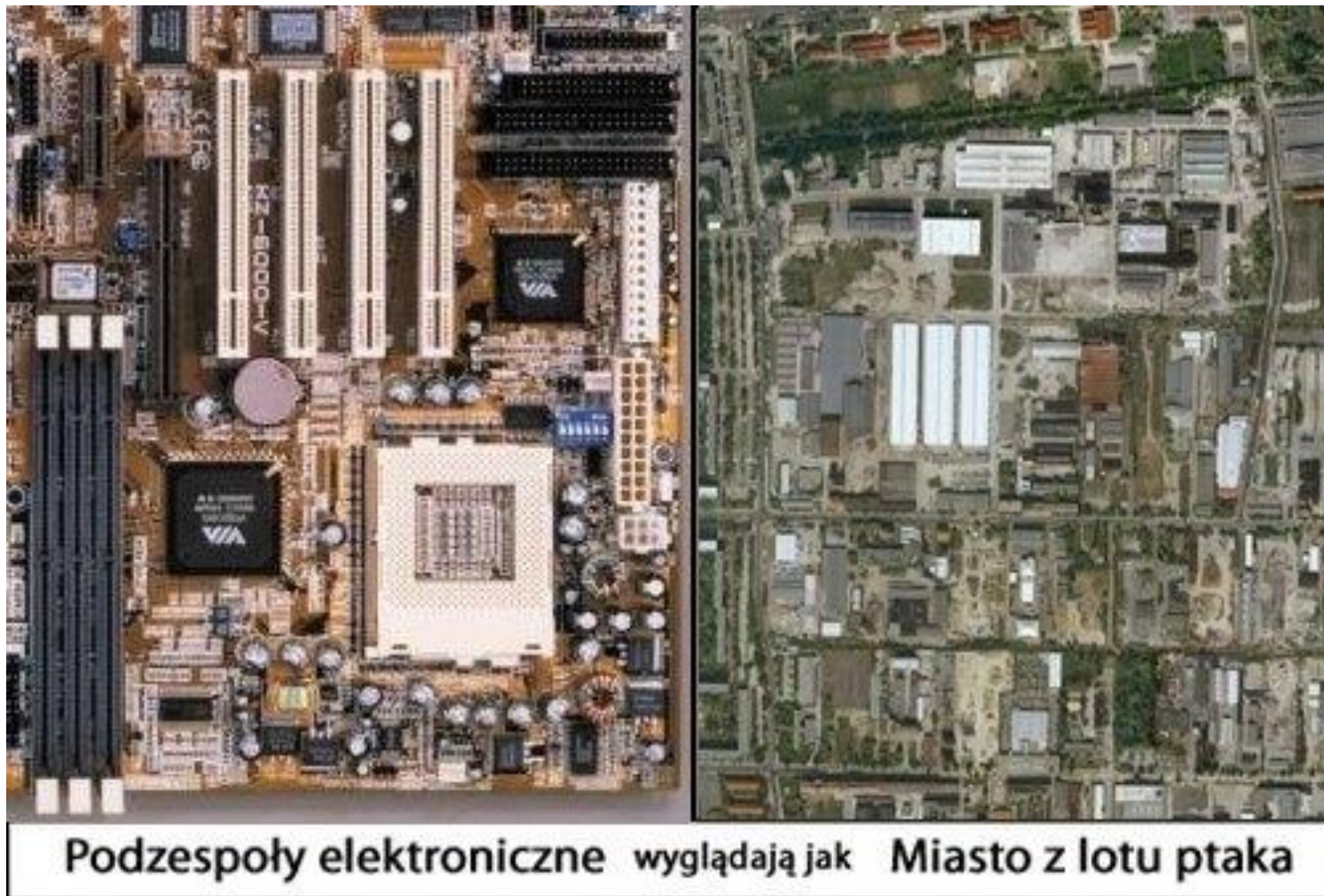
UNIWERSYTET RADOMSKI  
im. Kazimierza Pułaskiego



# ***Architektura systemów komputerowych***

*dr Artur Bartoszewski*

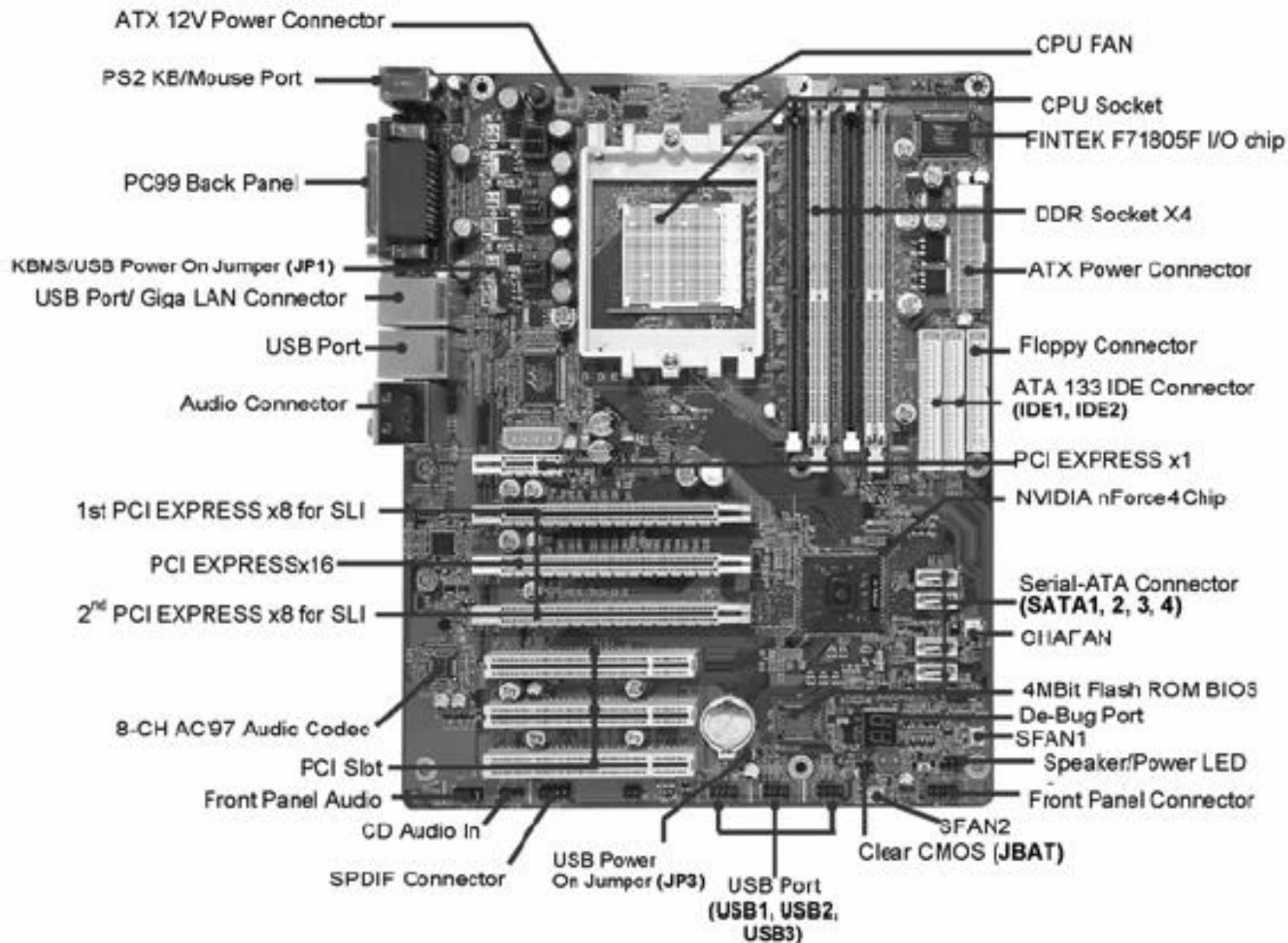
## *Rozwój płyt głównych - część 2*



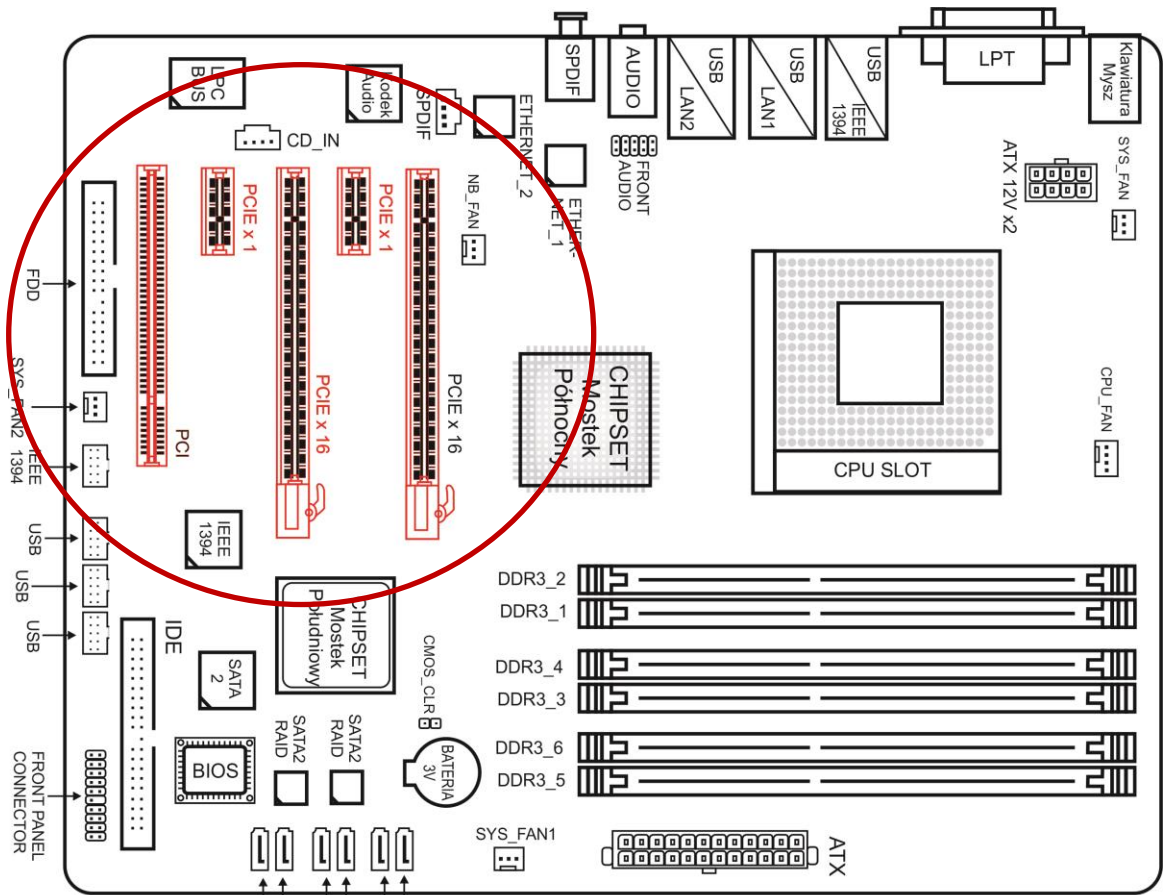
Podzespoły elektroniczne wyglądają jak Miasto z lotu ptaka



# Płyta główna



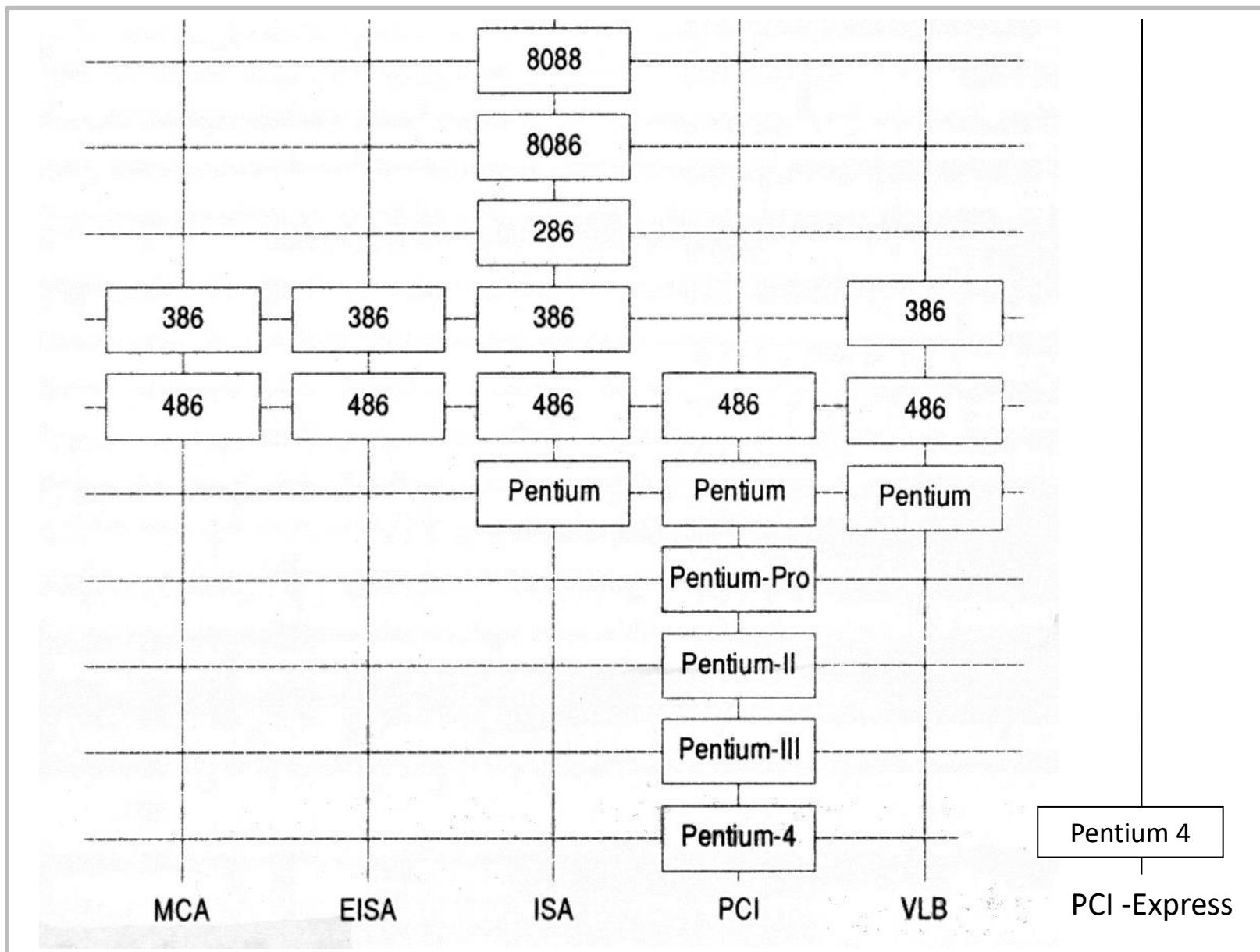
## *Magistrale kart rozszerzeń*





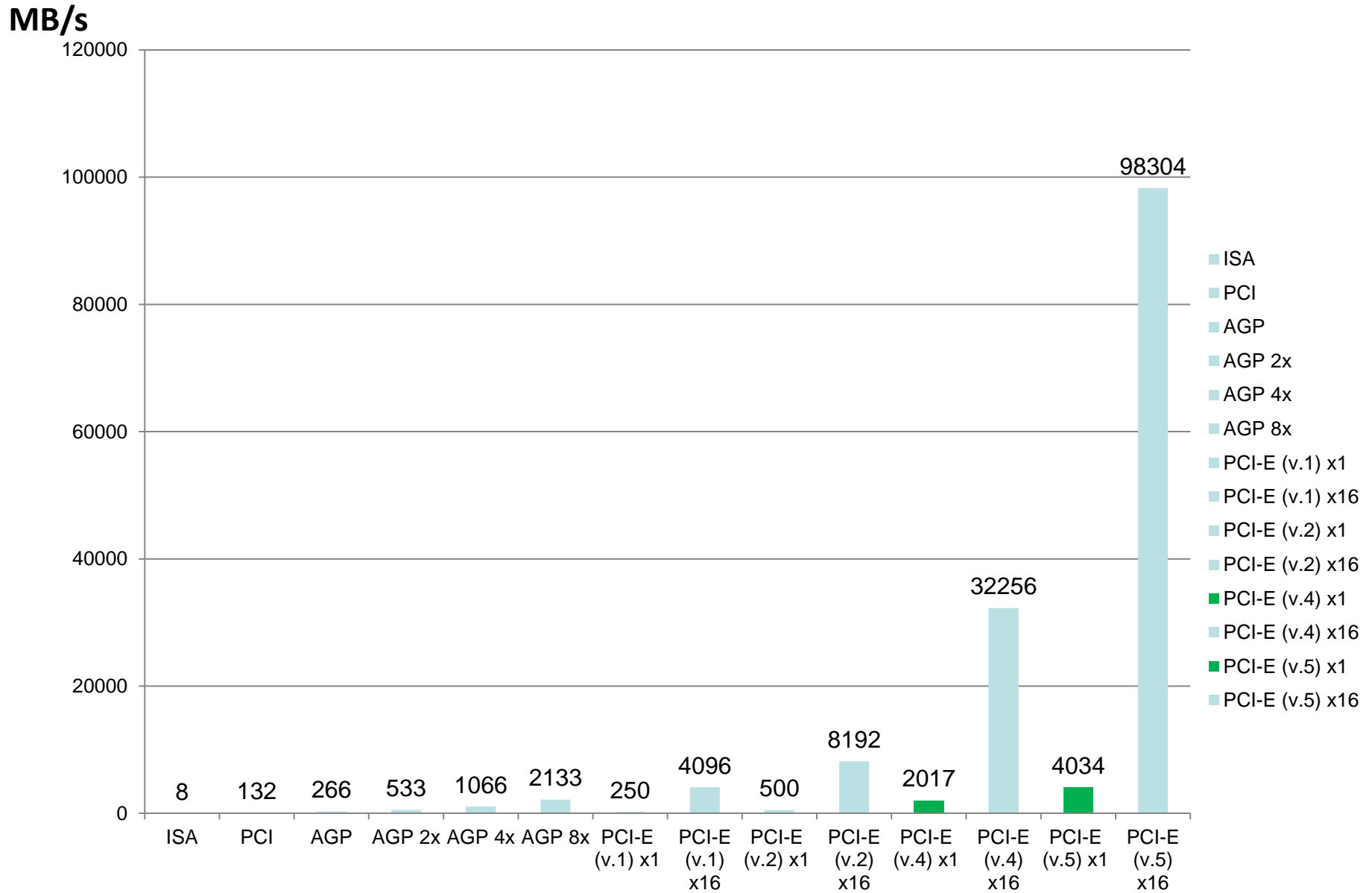


## Czas „życia” poszczególnych magistral



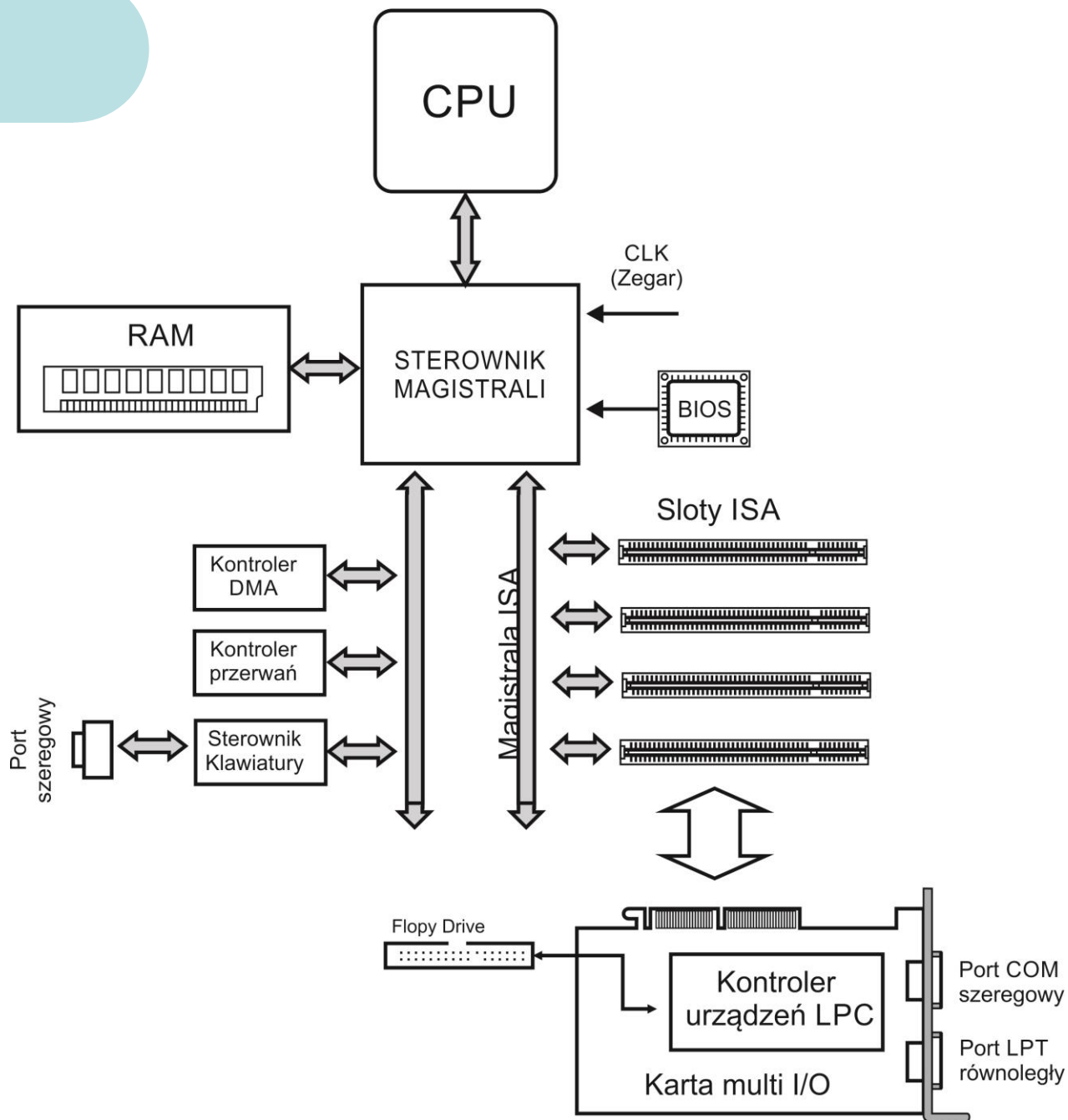


# Rozwój magistral komputera PC





Standard	Przepustowość magistrali
ISA	8,33 MB/s
EISA	33 MB/s
MCA	20 MB/s
VESA	120 MB/s
PCI	132 MB/s
PCI-X	132 MB/s do 1024 MB/s
PCI Express	256 MB/s do 4096 MB/s





Magistrala ISA jest magistrala 16-to bitową, taktowaną zegarem 8 MHz

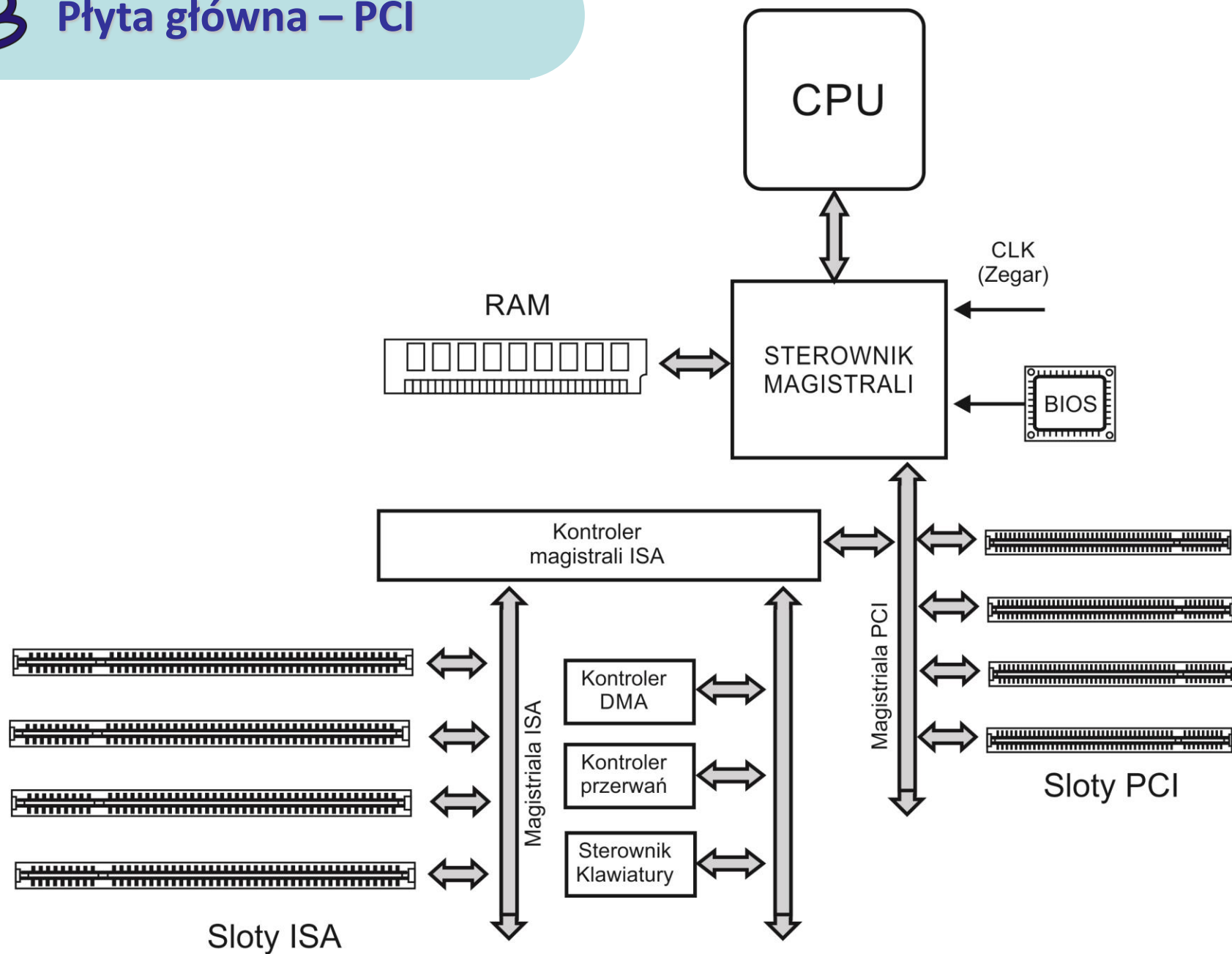
Transmisja 1 słowa (2 bajtów) (przy założeniu braku cykli oczekiwania) zajmuje 2 cykle zegara.

Maksymalna przepustowość magistrali ISA wynosi:

$$\frac{8MHz \times 2B}{2 \text{ takty}} = 8 MB/s$$

Wadą standardu ISA jest brak mechanizmów wspierających autokonfigurację.

# AB Płyta główna – PCI





Magistrala PCI dysponuje **własnym, zdefiniowanym zestawem sygnałów** różnych od sygnałów magistrali lokalnej procesora.

Z procesorem i pamięcią komunikuje się za pomocą układu zwanego **interfejsem PCI**

- ✓ **Magistrala PCI pracuje w trybie bust.**
- ✓ **Częstotliwość zegara dla magistrali PCI w wersji 2.1 wynosi od 0 do 66 MHz**
- ✓ **Pozwala to osiągnąć transfery:**
  - **264 MB/s dla magistrali 32 bitowej**
  - **528 KB/s dla magistrali 64 bitowej**

**Pojedyncza magistrala zapewnia współpracę do 256 układów funkcjonalnych.** Dodatkowo przy zastosowaniu tak zwanych mostów PCI-PCI możliwa jest współpraca wielu magistral.



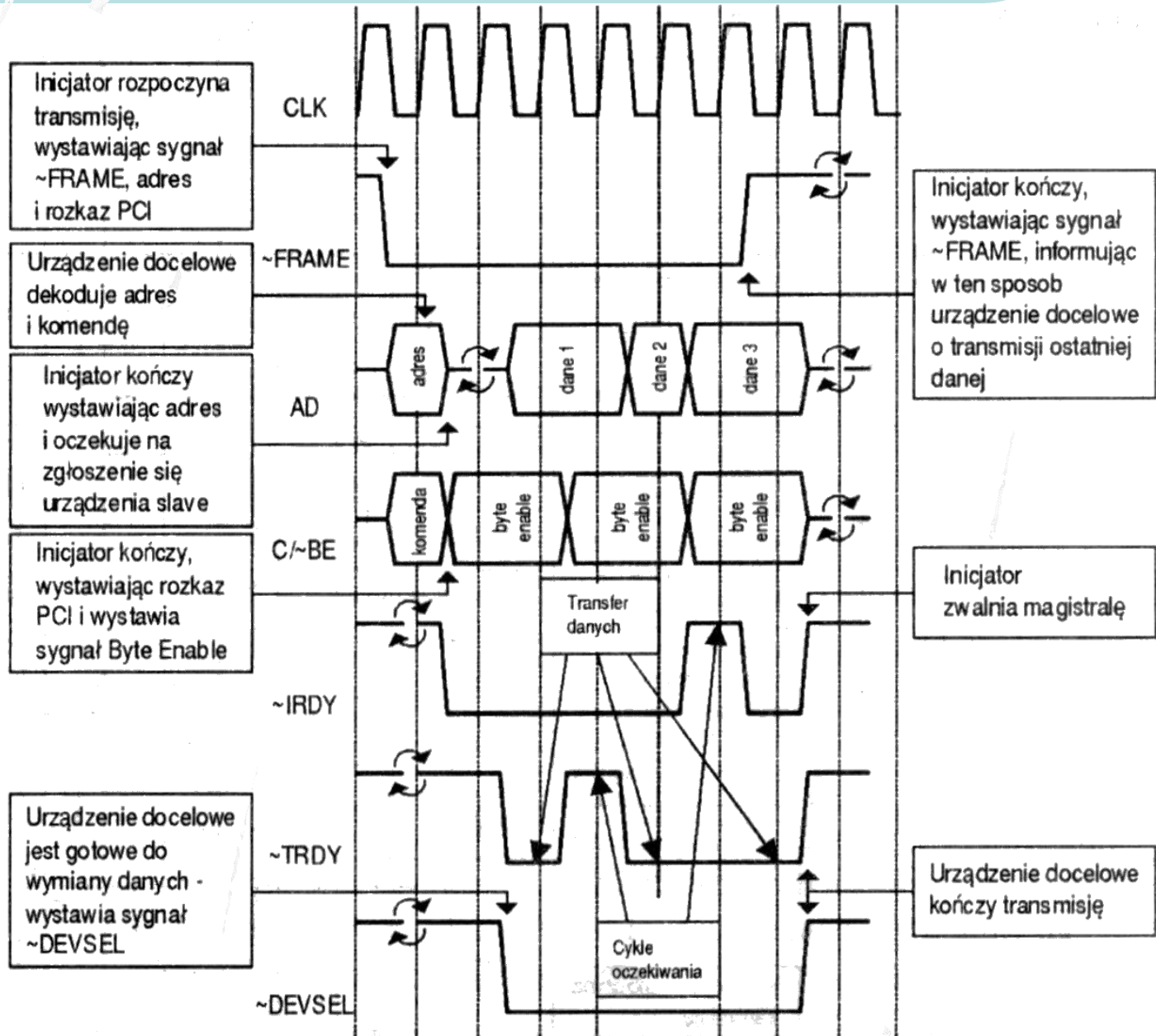
Obecna magistrala PCI w komputerach biurowych opiera się na specyfikacji magistrali lokalnej PCI 2.2.

Magistrala PCI dysponuje 32-bitową kombinowaną szyną danych i adresów. Pracuje w trybie równoległym z częstotliwością taktowania 33 MHz, co daje przepustowość 127,2 MHz/s, ale również 64-bitowa wersja PCI, taktowana z częstotliwością 66 MHz, jest zgodna ze specyfikacją PCI-2.2.



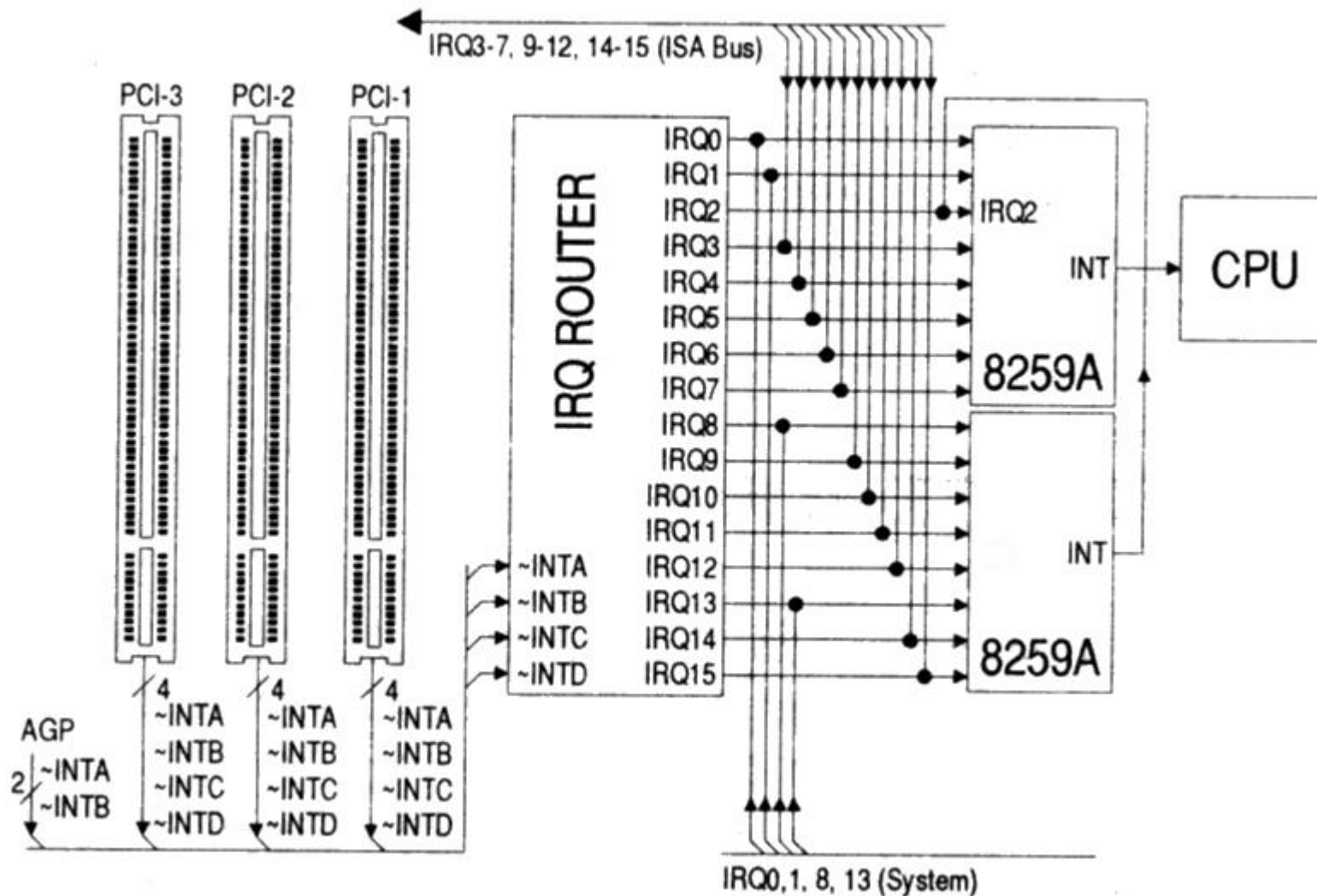
# Przebieg transmisji w magistrali PCI

Typowy przebieg transmisji





# AB Obsługa przerw w magistrali PCI



# AB Obsługa przerw w magistrali PCI

- ✓ Niektóre urządzenia architektury PC mają na stałe przyporządkowane przerwanie (tabela).
- ✓ W systemie PCI urządzenia mogą zgłaszać przerwanie na tej samej linii, a obsługujące te przerwanie sterowniki sprzętowe muszą wybrać urządzenie od którego przerwanie to pochodzi (przekazywanie sztafetowe zgłoszenia).

*Przyporządkowanie przerw sprzętowych we współczesnym PC (AT i PS/2)*

Linia IRQ	Przyporządkowanie	Linia IRQ	Przyporządkowanie
0	Zegar systemowy	8	Zegar czasu rzeczywistego
1	Klawiatura	9	Wolna
2	Kaskada (rysunek 7.3)	10	Wolna
3	Drugi port szeregowy (COM2)	11	Wolna
4	Pierwszy port szeregowy (COM1)	12	Mysz PS/2
5	Wolna	13	Koprocesor
6	Kontroler dyskiety	14	Pierwszy kontroler IDE
7	Port równoległy	15	Drugi kontroler IDE

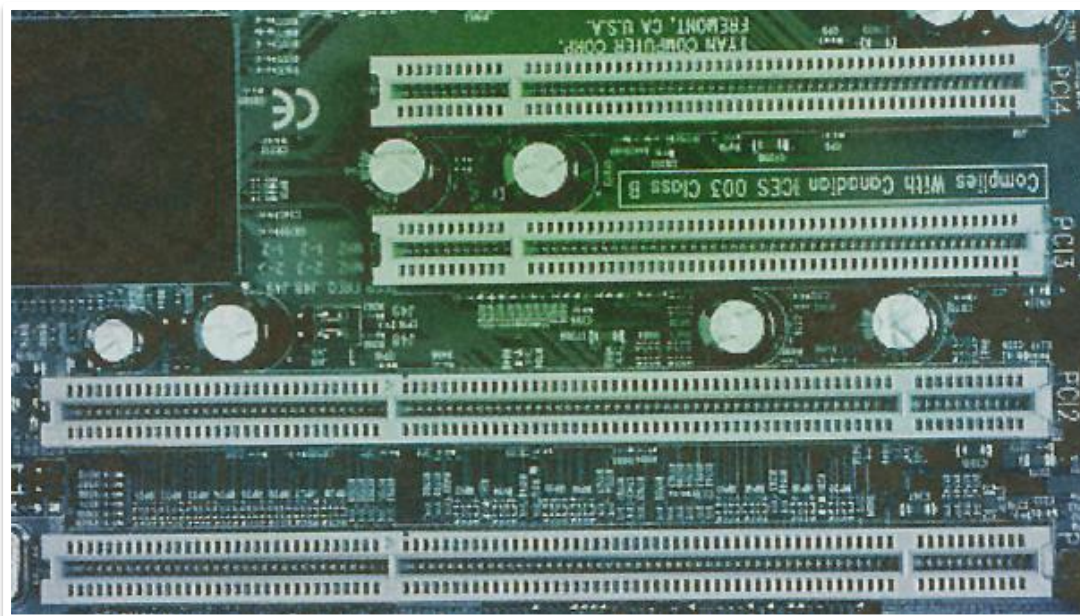


*Struktura  
nagłówka pamięci  
konfiguracyjnej  
urządzenia PCI  
nie będącego układem  
sprzęgającym dwie  
magistrale PCI*

31	24	23	16	15	8	7	0	
Device ID				Vendor ID				00h
Status				Command				04h
Class Code						Revision ID		08h
BIST		Header Type		Lat. Timer		Cache L. Size		0Ch
BA0								10h
BA1								14h
BA2								18h
Base Address Registers								
BA3								1Ch
BA4								20h
BA5								24h
Cardbus CIS Pointer								28h
Subsystem ID				Subsystem Vendor ID				2Ch
Exp. ROM Base Address								30h
Res.						Cap. Pointer		34h
Res.								38h
Max_Lat		Min_Gnt		Int. Pin		Int. Line		3Ch

# AB Gniazda PCI

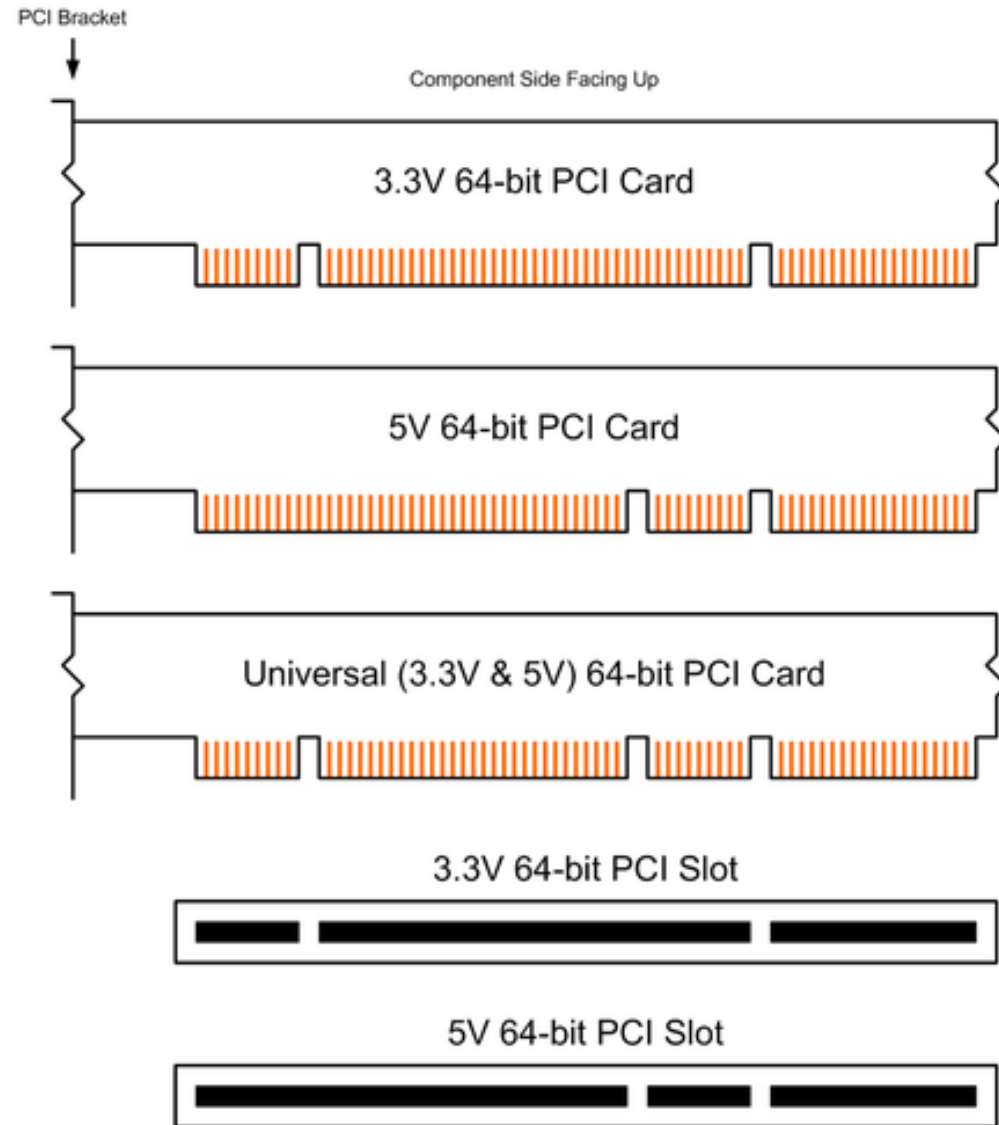
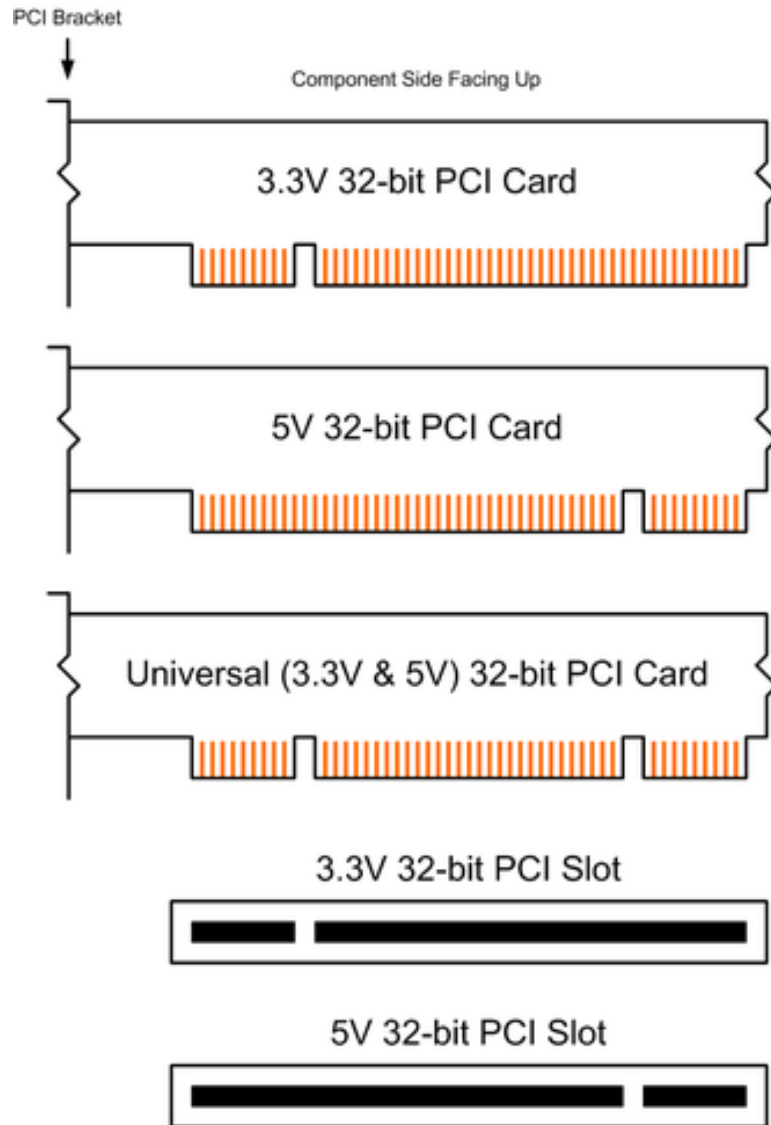
- ✓ Magistrale PCI mogą być zarówno 32, jak i 64-bitowe (zarówno adres jak i dane).
- ✓ Napięcia zasilania podawane przez magistrale to 5v lub 3,3V







# Gniazda PCI







## Magistrala PCI-X

- ✓ Wszystkie 64-bitowe systemy magistrali PCI-X 1.0/2.0/3.0 gwarantują **pełną kompatybilność sprzętową i programową** z dotychczasowym standardem PCI.
- ✓ Magistrala PCI-X 1.0 pracuje w trybie normalnym z maksymalną częstotliwością taktowania **133 MHz** i tylko jednym złączem 3,3 V. W tej konfiguracji osiąga przepustowość **0,99 GB/s**,
- ✓ Obsługuje ona także częstotliwości **100 i 66 MHz**, udostępniając wówczas odpowiednio dwa lub cztery złącza.



## Magistrala PCI-X

- ✓ **Procedury transmisji** PCI-X 1.0 do 3.0 wyglądają niemal tak samo, jak w standardowej magistrali PCI i w związku z tym są kompatybilne w dół.
- ✓ **Doszło kilka nowych rejestrów i funkcji** poprawiających kontrolę przepływu danych między nadajnikiem a odbiornikiem.

# Magistrala AGP

AGP (ang. Accelerated Graphics Port) jest interfejsem kart graficznych.

- ✓ AGP powstał, ponieważ szybkość transmisji oferowana przez PCI okazała się niewystarczająca dla grafiki.
- ✓ W standardzie AGP dodano szybką, bezpośrednią magistralę między chipsetem a sterownikiem grafiki. W ten sposób zmniejszono obciążenie szyny PCI.
- ✓ Poprzez zastosowanie interfejsu AGP zwiększyła się szybkość transmisji .

**132 MB/s**, dla **PCI**, do **528 MB/s**, dla **AGPx2**,  
przy częstotliwości taktowania 66 MHz.

Dodatkową zaletą standardu AGP jest umożliwienie karcie grafiki bezpośredniego pobierania danych z pamięci komputera, bez potrzeby ich kopiowania do pamięci karty.

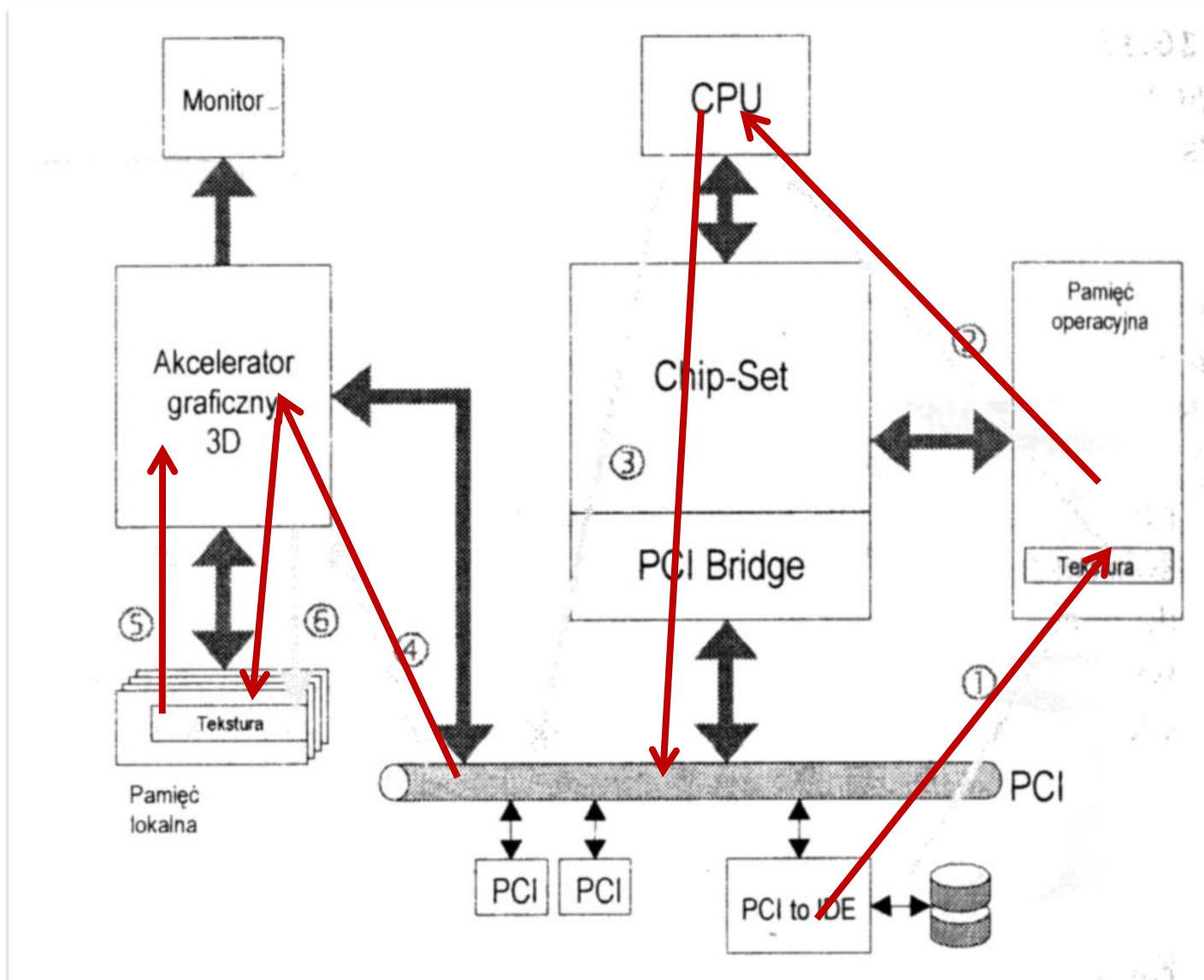


### Główne zalety AGP to:

1. Duża szybkość transmisji
2. Przydzielenie pełnej przepustowości AGP wyłącznie karcie graficznej
3. Odciążenie magistrali PCI
4. Umożliwienie wykorzystania części pamięci głównej na potrzeby systemu graficznego:
  - tekstury nie muszą być przed użyciem ładowane do lokalnej pamięci wideo;
  - przechowywanie tekstur w pamięci RAM umożliwia stosowanie większych tekstur i zmniejsza wymagania dotyczące pamięci adaptera.



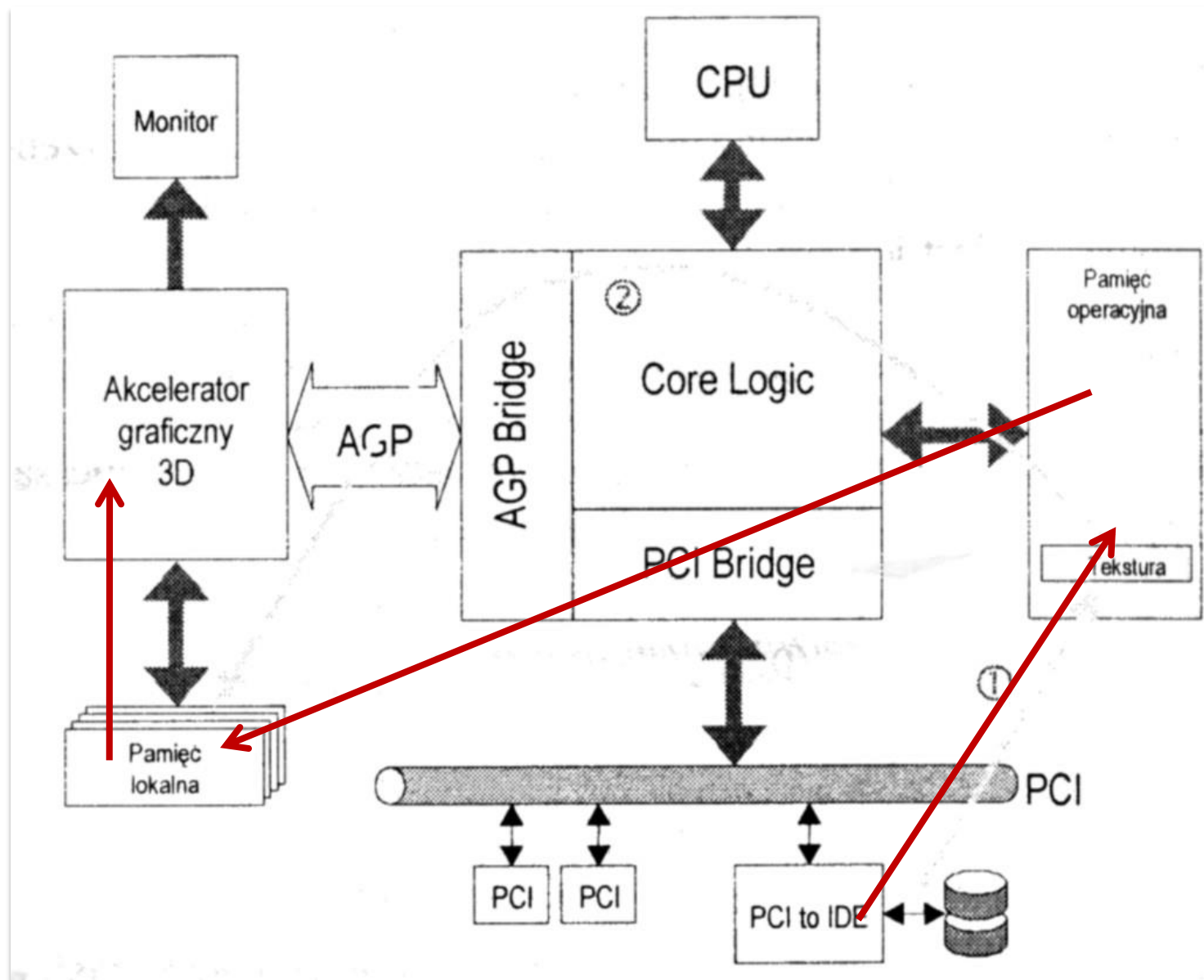
## Przepływ tekstur - magistrala PCI







## Przepływ tekstur - magistrala AGP



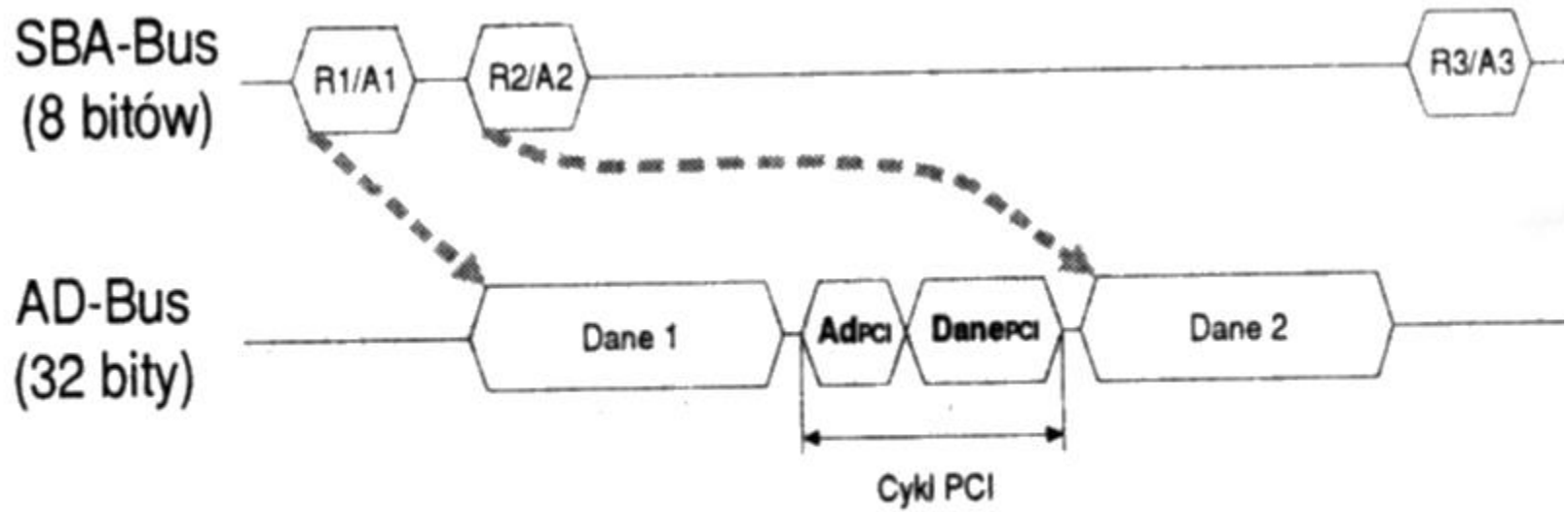


**Istnieje kilka wersji magistrali AGP o różnych szybkościach działania: AGP x1,, x2, x4, x8**

- ✓ **Mnożniki** te dotyczą wyłącznie transmisji danych na AGP. Pozostałe operacje dotyczą są synchronizowane podstawową szybkością zegara AGP wynosząca 66 MHz.
- ✓ Rozróżniamy:
  - **sygnały pętli zewnętrznej** (sterujące magistralą)
  - **sygnały pętli wewnętrznej** (odpowiedzialne za transmisję danych)



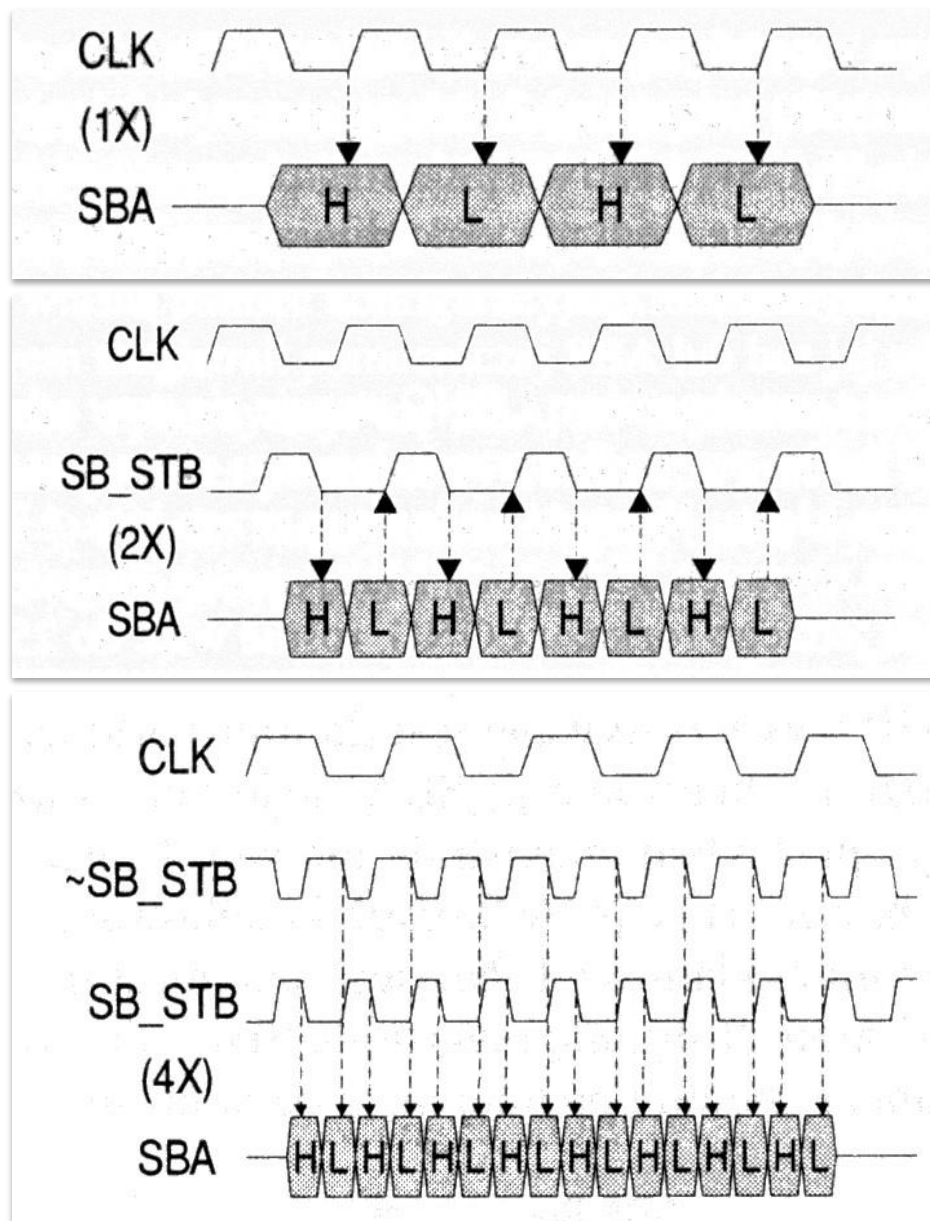
## Taktowanie magistrali AGP



**R/A:** Rozkaz / Adres (magistrala SBA)

**Ad<sub>PCI</sub> / Dane<sub>PCI</sub>:** Cykl PCI (magistrala AGP)

# Taktowanie magistrali AGP





## Magistrala PCI-Express

Szeregowa szyna systemowa wykorzystywana do przyłączania urządzeń do płyty głównej.

Już podczas tworzenia nowego rozwiązania zakładano, że ma on zastąpić szynę *PCI* oraz gniazdo *AGP*. Nowa magistrala ma służyć przesyłaniu danych zarówno z karty graficznej, jak i innych urządzeń zamontowanych na płycie głównej.

Zgodnie ze specyfikacją w magistrali *PCI Express* dane są przesyłane dwukierunkowo w postaci pakietów.

Podstawowa wersja gniazda *PCI Express* została oznaczona *1x* i jest dwa razy szybsza niż do tej pory używana magistrala *PCI*.





## Magistrala PCI-Express - zalety

- ✓ **Elastyczna** architektura PCI-Express (3GIO) zastępuje magistrale PCI/PCI-X i AGP.
- ✓ **PCI-Express doskonale nadaje się na szybkie łącze** do komponentów wewnętrznych, jak kontrolery USB, karty rozszerzeń o dużej przepustowości, jak karty Ethernet 10 Gb/s, a także na łącze dokujące do zewnętrznych urządzeń, jak notebooki.
- ✓ **Nowy standard I/O** może zastąpić stosowane dotychczas niestandardowe łącza układ-układ (łączące mostki chipsetu)
- ✓ **Każde z gniazd dysponuje przydzieloną przepustowością.** Dzięki temu nie ma możliwości, aby jedno urządzenie zatkało całą magistralę i w ten sposób przytkało komputer tak, jak to się dzieje w przypadku *PCI*.



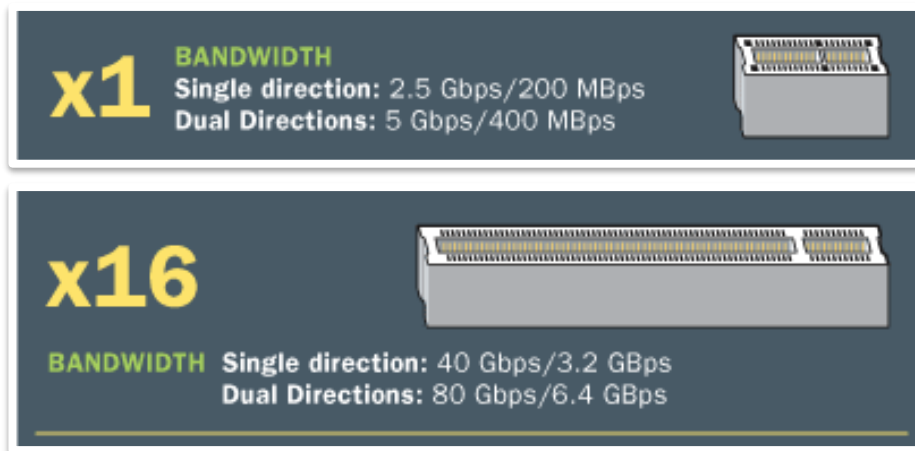
### **PCI Express opiera się na szeregowym połączeniu punkt do punktu.**

- ✓ Najprostsze połączenie między odbiornikiem a nadajnikiem składa się z dwóch jednokierunkowych, zasilanych różnicowo par przewodów niskonapięciowych.
- ✓ Zapobiega to przenikaniu sygnału do sąsiadujących linii sygnałowych.

## Magistrala PCI-Express - sloty

Zgodnie ze specyfikacją dostępne są szybsze gniazda oznaczone odpowiednio 2x, 4x, 8x, 16x oraz 32x.

W praktyce oznacza to, że **najszybsze gniazdo dysponuje aż 32 niezależnymi kanałami transmisyjnymi.**



Kolejną zaletą *PCI Express* jest to, że na płycie głównej można zamontować na przykład same gniazda 16x i podłączyć do nich wolniejsze karty 1x. Taka konfiguracja będzie działać bez większych problemów.

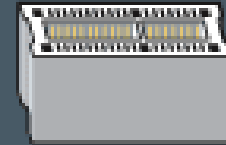


## Magistrala PCI-Express – mnożniki i transfery

**x1**

**BANDWIDTH**

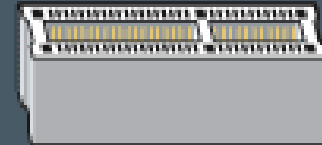
Single direction: 2.5 Gbps/200 MBps  
Dual Directions: 5 Gbps/400 MBps



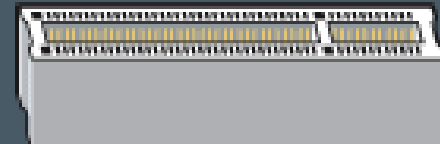
**x4**

**BANDWIDTH**

Single direction: 10 Gbps/800 MBps  
Dual Directions: 20 Gbps/1.6 GBps



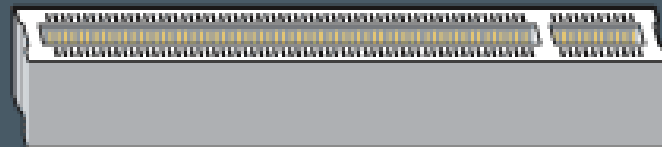
**x8**



**BANDWIDTH**

Single direction: 20 Gbps/1.6 GBps  
Dual Directions: 40 Gbps/3.2 GBps

**x16**



**BANDWIDTH**

Single direction: 40 Gbps/3.2 GBps  
Dual Directions: 80 Gbps/6.4 GBps



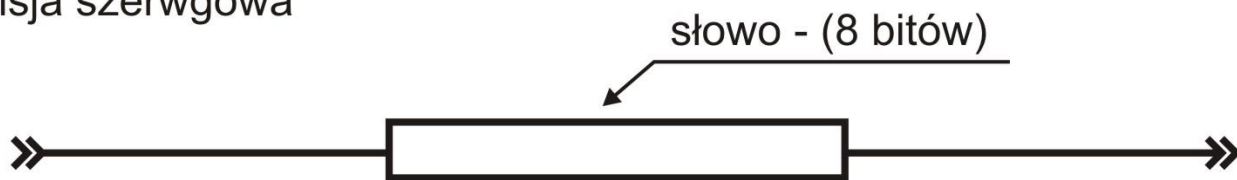
## Magistrala PCI-Express – mnożniki i transfery

- Częstotliwość taktowania wynosi 5 GHz (v2.0).
- Protokół transmisji wprowadza dwa dodatkowe bity, do każdych ośmiu bitów danych (kodowanie 8/10).
- Zatem przepustowość jednej linii wynosi 500 MB/s (v2.0).
- Urządzenia mogą jednocześnie przekazywać sygnał w obydwu kierunkach (full-duplex).

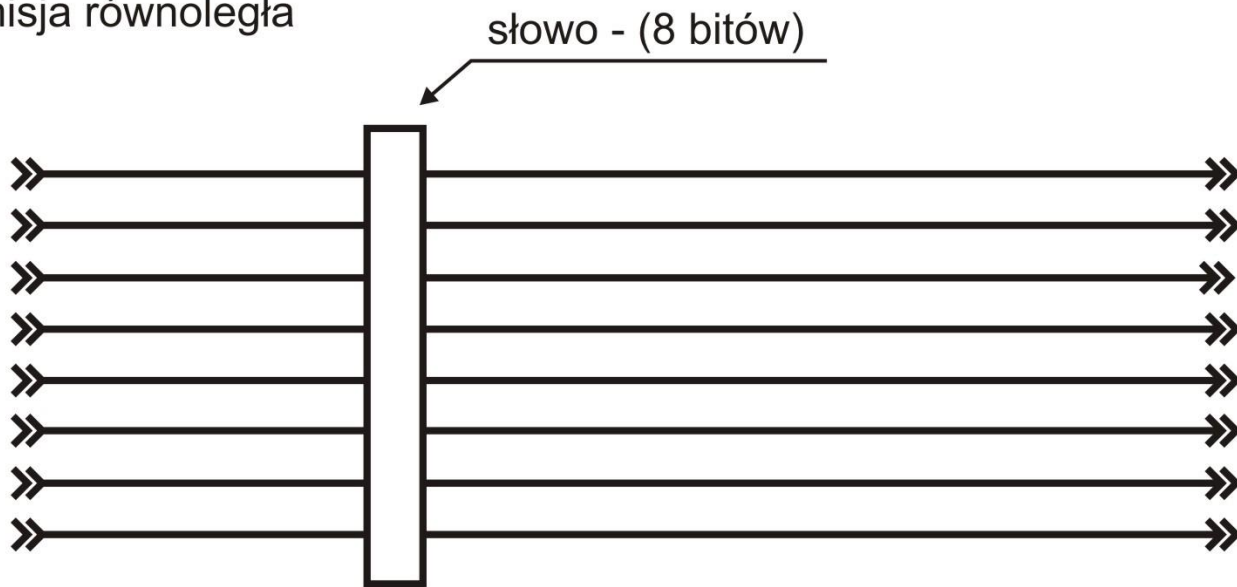
Wersja	Kodowanie	Transfer	Przepustowość	
			x1	x16
1.0	8b/10b	2,5 GT/s	2 Gbit/s (250 MB/s)	32 Gbit/s (4 GB/s)
2.0	8b/10b	5 GT/s	4 Gbit/s (500 MB/s)	64 Gbit/s (8 GB/s)
3.0	128b/130b	8 GT/s	7,877 Gbit/s (984,6 MB/s)	126,032 Gbit/s (15,754 GB/s)

# AB Transmisja szeregowo i równoległa - przypomnienie

Transmisja szeregowo



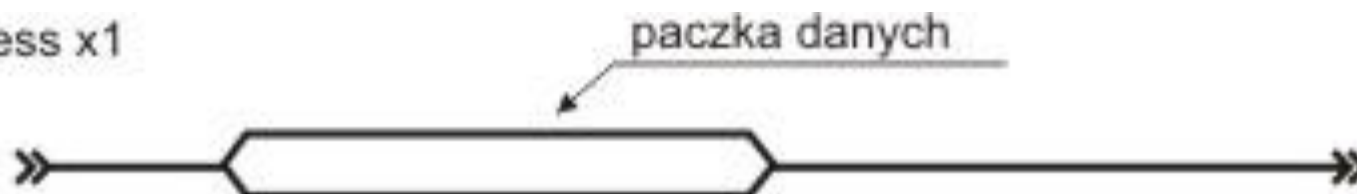
Transmisja równoległa



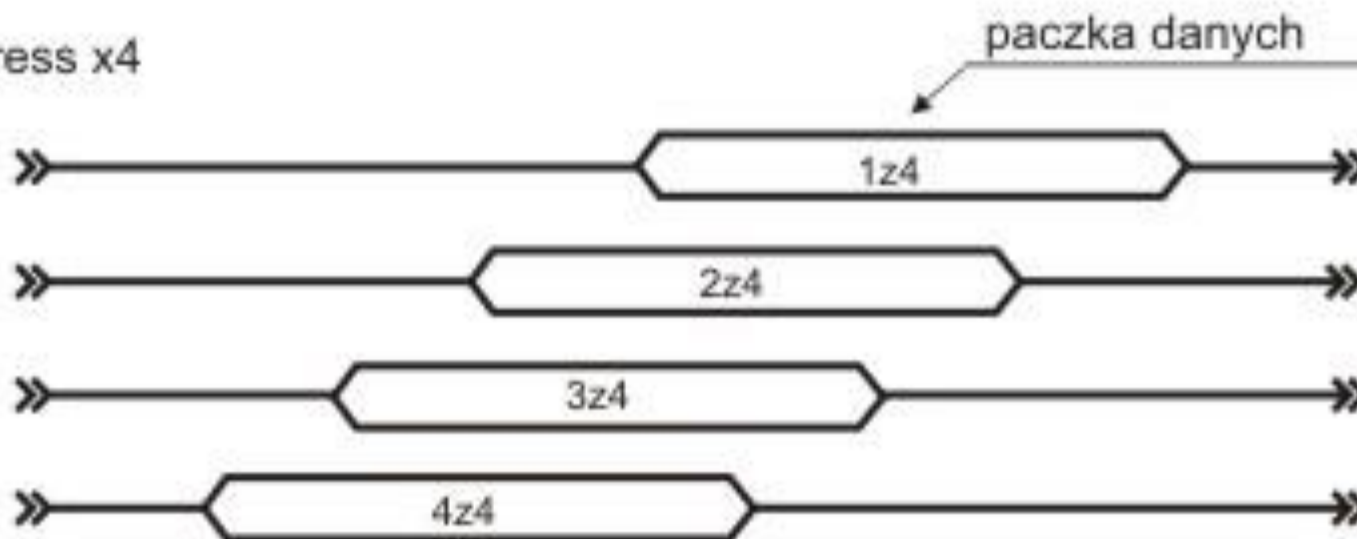


# PCI-Express – równoległe połączenie magistral szeregowych

PCI-Express x1



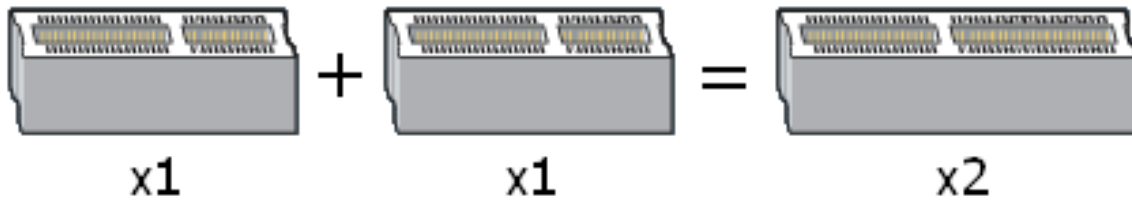
PCI-Express x4





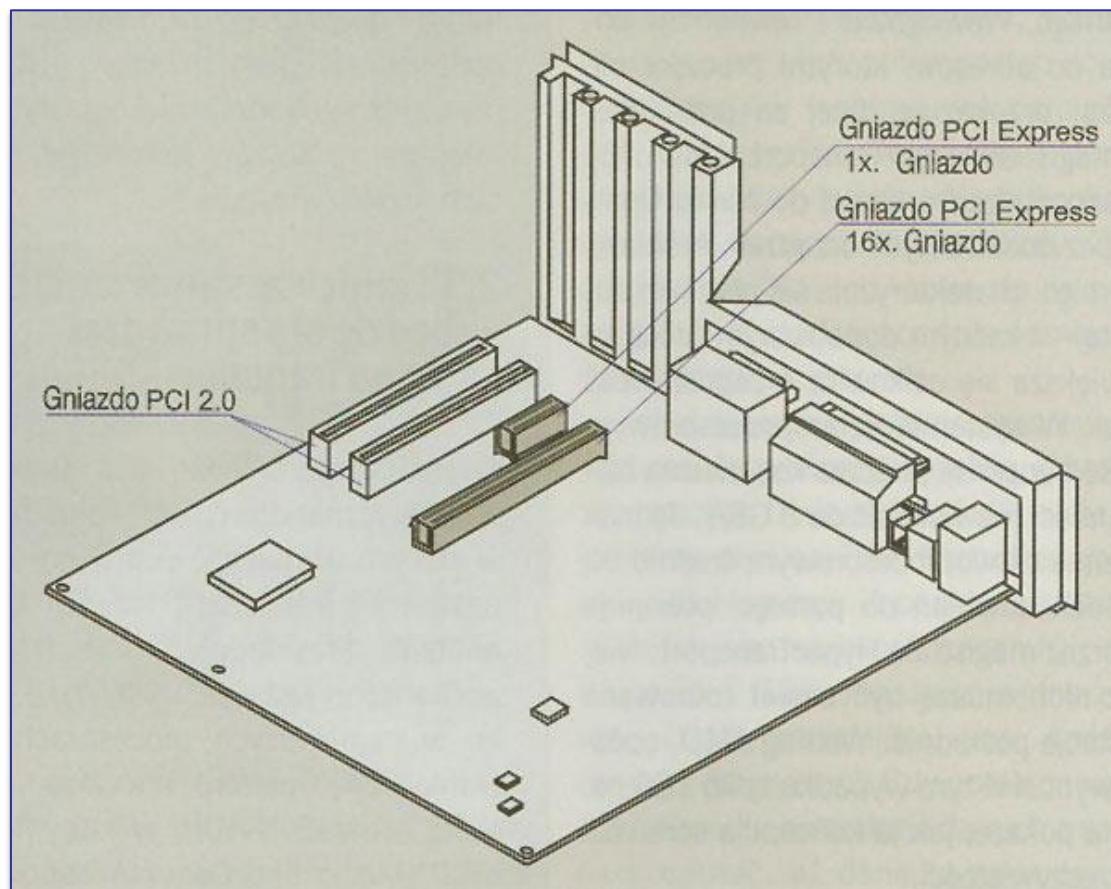


# PCI-Express – równoległe połączenie magistral szeregowych



# **AB** Magistrala PCI-Express - sloty

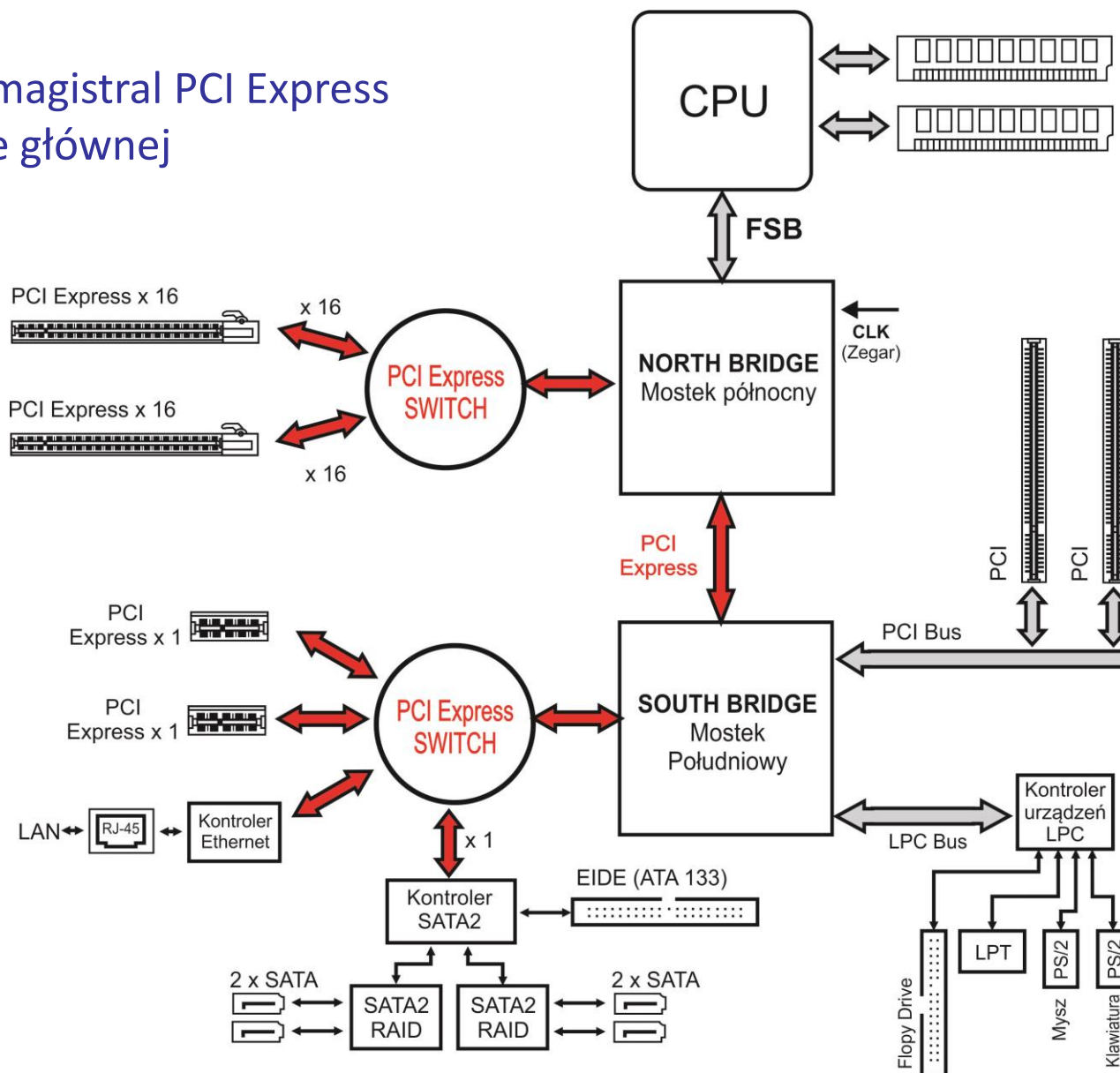
Nowe gniazdo PCI Express ma być tanie i dlatego w gnieździe PCI Express liczba styków jest mniejsza, niż w standardowym gnieździe PCI, a zatem jego wymiary też są mniejsze.



Aby uniknąć różnic czasów przepływu sygnałów w liniach, ścieżki miedziane połączeń muszą mieć tę samą długość. Specyfikacja ogranicza maksymalną długość połączenia do 50,8 cm

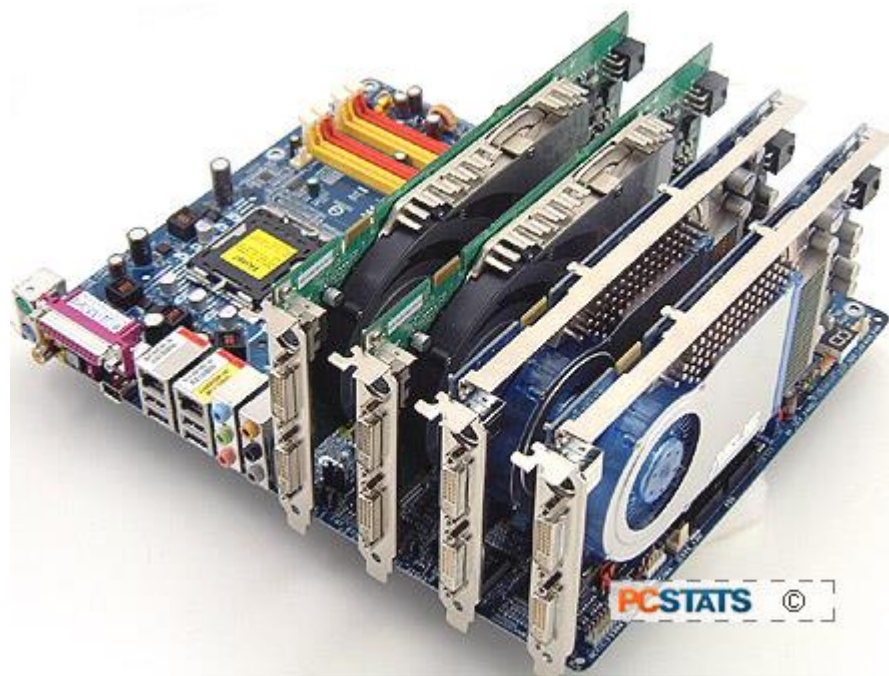
# AB PCI-Express - zastosowania

## System magistral PCI Express na płycie głównej



# **AB** Magistrala PCI-Express

PCI Express dysponuje nowym elementem funkcjonalnym - **przełącznikiem (switch)**. Zarządza on wieloma urządzeniami końcowymi i dysponuje inteligentną kontrolą przepływu - obsługuje izochroniczny przesył danych w obrębie przełącznika od jednego urządzenia końcowego do drugiego, bez pośrednictwa hosta.





## Magistrala PCI-Express

- ✓ Jedną z największych zalet nowej magistrali jest **możliwość instalacji dwóch takich samych kart graficznych** w celu zwiększenia wydajności układu graficznego.
- ✓ W przypadku firmy *nVidia* rozwiązanie takie nosi nazwę *SLI*. Natomiast firma *ATI* swoje rozwiązanie nazwała *CrossFire*.
- ✓ Obecnie karty graficzne przeznaczone do montażu w gniazdach PCI *Express* wymagają gniazda w wersji *16x*.

**Ważną właściwością PCI Express jest kompatybilność programowa z tradycyjnym standardem PCI.**

Ani system operacyjny, ani aplikacje nie potrzebują specjalnego dostosowania do nowego systemu magistrali.

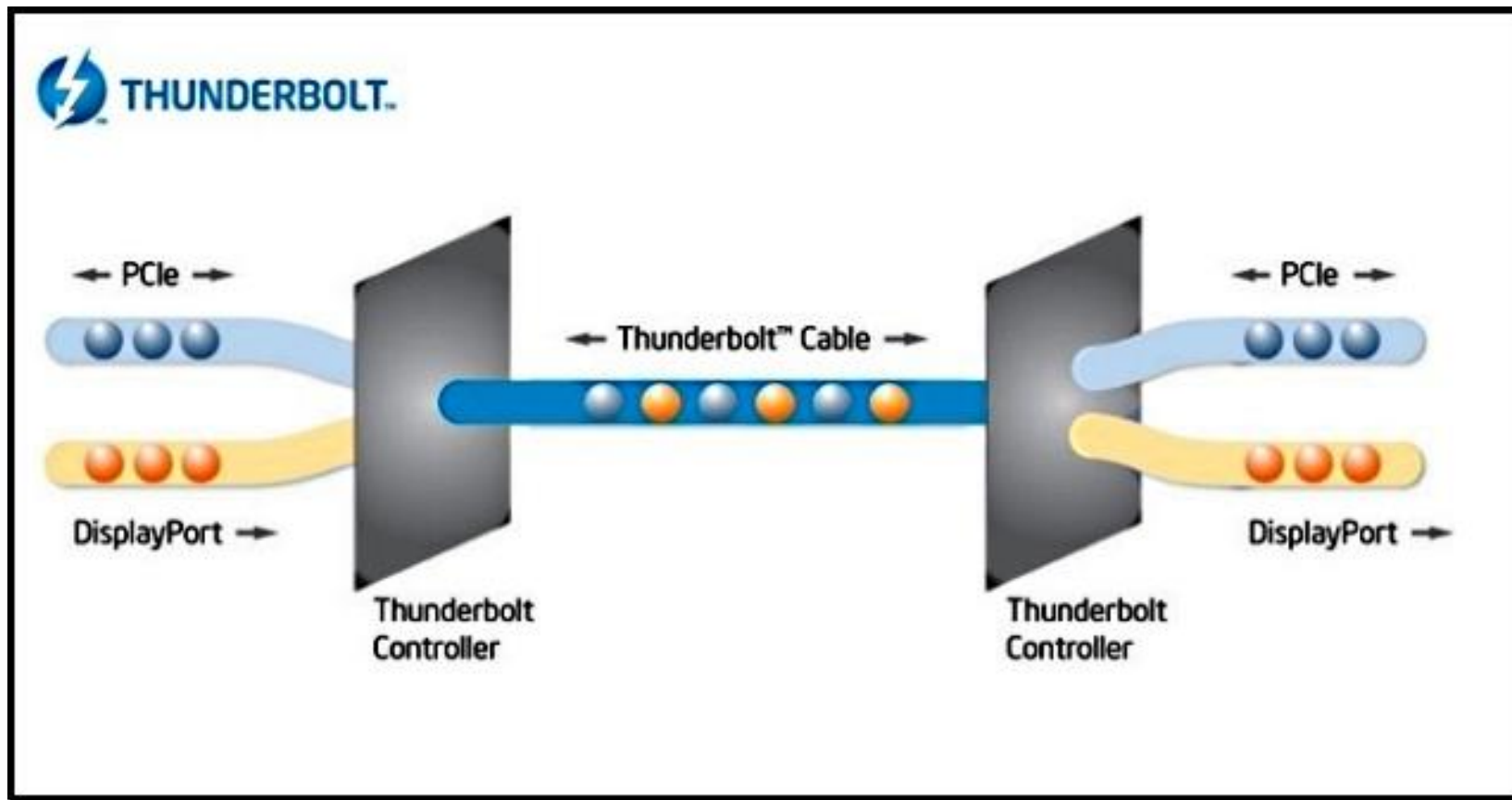
Szczególnie duże wymagania pod względem kompatybilności stawiają dwie fazy krytyczne: inicjalizacja i praca.

W trakcie inicjalizacji system operacyjny ustala konfigurację sprzętu i rezerwuje odpowiednie zasoby, jak pamięć, obszar I/O i przerwania. Koncepcja PCI Express przejmuje bez żadnych zmian dotychczasowe procedury konfiguracyjne PCI.

W ten sposób zagwarantowano, że wszystkie systemy operacyjne mogą współpracować z PCI Express bez szczególnego dostosowania.

# AB Thunderbolt

Stworzona przez Intel Thunderbolt jest zintegrowanym ze złączem DisplayPort interfejsem PCIe x4.



Źródło: <http://www.armitage.tv/2011/10/26/gedanken-uber-thunderbolt-erster-expresscard34-adapter/>



Thunderbolt charakteryzuje się poniższymi cechami:

- prędkość 10 Gb/s, 20 Gb/s dla Thunderbolt 2, [przez kabel światłowodowy do 100 Gb/s] (na odległość do 100 metrów),
- równoczesne połączenie z wieloma urządzeniami,
- wiele protokołów,
- równoczesny transfer w obydwie strony,
- hot plugging (nie obsługiwany przez Windows)





## Literatura:

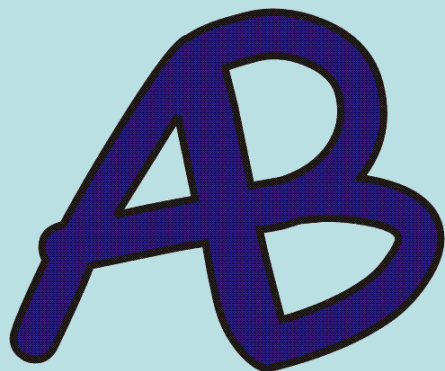
Metzger Piotr - *Anatomia PC*, wydanie XI, Helion 2007

Wojtuszkiewicz Krzysztof - *Urządzenia techniki komputerowej, część I: Jak działa komputer*, MIKOM, Warszawa 2000

Wojtuszkiewicz Krzysztof - *Urządzenia techniki komputerowej, część II: Urządzenia peryferyjne i interfejsy*, MIKOM, Warszawa 2000

Komorowski Witold - *Krótki kurs architektury i organizacji komputerów*, MIKOM Warszawa 2004

Gook Michael - *Interfejsy sprzętowe komputerów PC*, Helion, 2005



**Dziękuję za uwagę**

