

Informatyka 1 (ES1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny
Elektrotechnika, semestr I, studia stacjonarne I stopnia
Rok akademicki 2024/2025

Wykład nr 8 (06.12.2024)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 8

- Algorytmy sortowania
 - proste wstawianie, proste wybieranie
 - bąbelkowe, szybkie - quick-sort

- Struktura i funkcjonowanie komputera
 - procesor, rozkazy, przerwania, magistrala
 - pamięć komputerowa, hierarchia pamięci
 - pamięć podręczna

- Język C
 - pętla for

Sortowanie

- **Sortowanie** polega na **uporządkowaniu** zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu tego zbioru (wartości każdego elementu)
- W przypadku liczb, sortowanie polega na znalezieniu kolejności liczb zgodnej z relacją \leq lub \geq

Przykład:

- Tablica nieposortowana:

6	4	5	2	3	1
---	---	---	---	---	---

- Tablica posortowana zgodnie z relacją \leq (od najmniejszej do największej liczby):

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

- Tablica posortowana zgodnie z relacją \geq (od największej do najmniejszej liczby):

6	5	4	3	2	1
---	---	---	---	---	---

Sortowanie

- W przypadku słów sortowanie polega na ustawieniu ich w porządku **alfabetycznym** (**leksykograficznym**)

Przykład:

- Tablica nieposortowana:

Paweł	Piotr	Adrian	Ela	Ola	Henryk
-------	-------	--------	-----	-----	--------

- Tablice posortowane:

Adrian	Ela	Henryk	Ola	Paweł	Piotr
--------	-----	--------	-----	-------	-------

Piotr	Paweł	Ola	Henryk	Ela	Adrian
-------	-------	-----	--------	-----	--------

Sortowanie

- W praktyce sortowanie sprowadza się do porządkowanie danych na podstawie porównania - porównywany element to **klucz**

Przykład:

- Tablica nieposortowana (imię, nazwisko, wiek):

Piotr	Ola	Paweł	Jan	Ela	Magda
Kowalski	Nowak	Wójcik	Kamiński	Król	Mazur
25	18	23	20	22	15

- Tablica posortowana (klucz - nazwisko):

Jan	Piotr	Ela	Magda	Ola	Paweł
Kamiński	Kowalski	Król	Mazur	Nowak	Wójcik
20	25	22	15	18	23

- Tablica posortowana (klucz - wiek):

Magda	Ola	Jan	Ela	Paweł	Piotr
Mazur	Nowak	Kamiński	Król	Wójcik	Kowalski
15	18	20	22	23	25

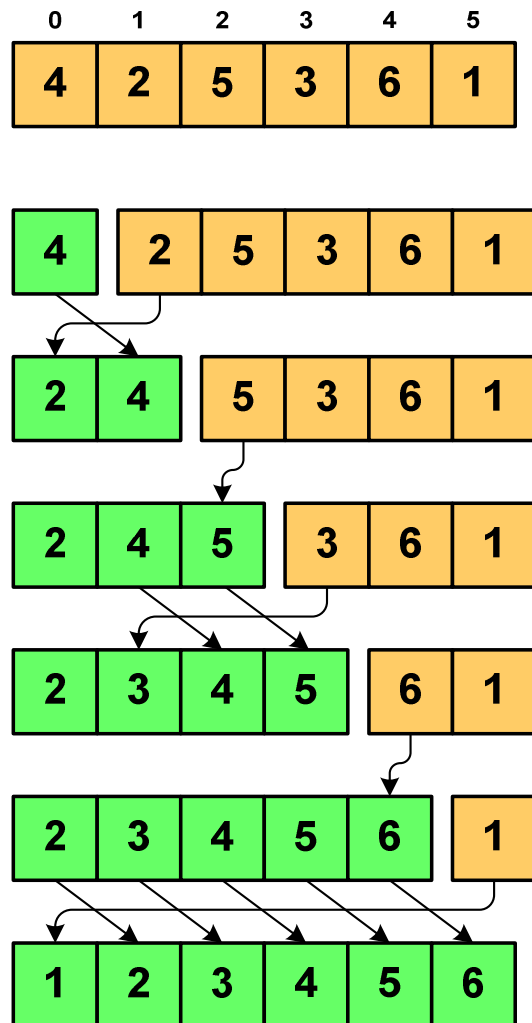
Sortowanie

- Po co stosować sortowanie?
 - posortowane elementy można szybciej zlokalizować
 - posortowane elementy można przedstawić w czytelniejszy sposób

- Przykładowe algorytmy sortowania
 - proste wstawianie (insertion sort)
 - proste wybieranie (selection sort)
 - bąbelkowe (bubble sort)
 - szybkie (quick sort)
 - przez scalanie (merge sort)
 - kubełkowe / przez zliczanie (bucket sort)

Proste wstawianie (insertion sort)

Przykład:

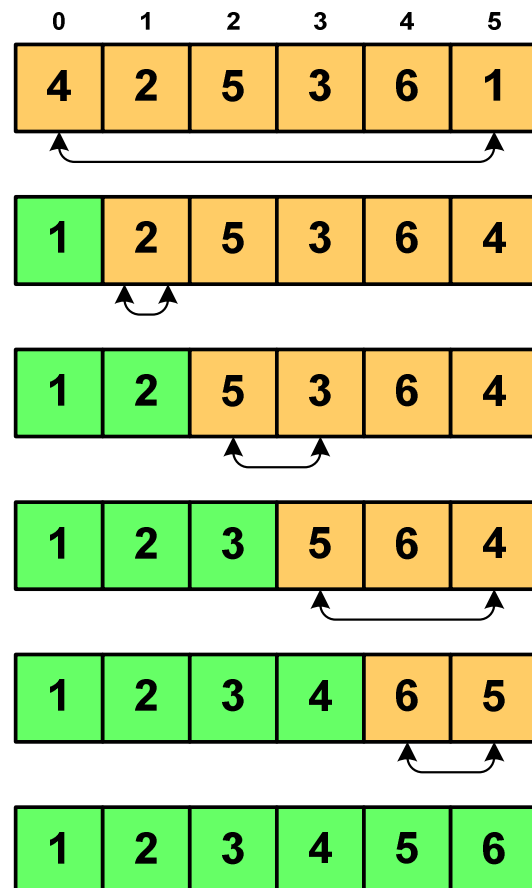


Program w języku C:

```
int main(void)
{
    int tab[N], i, j, tmp;
    // ...
    for (i=1; i<N; i++)
    {
        j=i;
        tmp=tab[i];
        while (tab[j-1]>tmp && j>0)
        {
            tab[j]=tab[j-1];
            j--;
        }
        tab[j]=tmp;
    }
}
```

Proste wybieranie (selection sort)

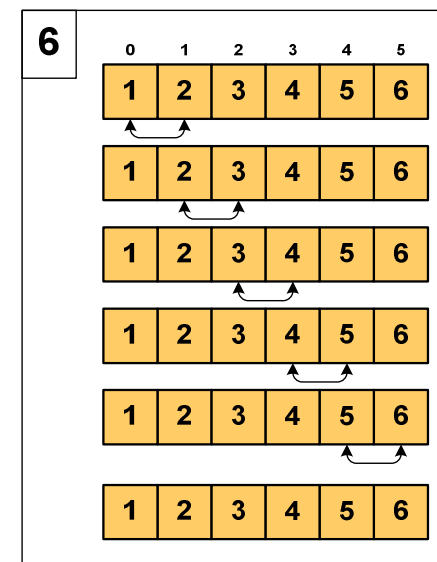
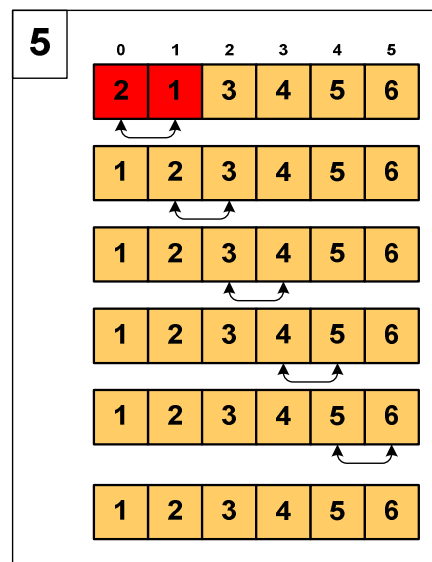
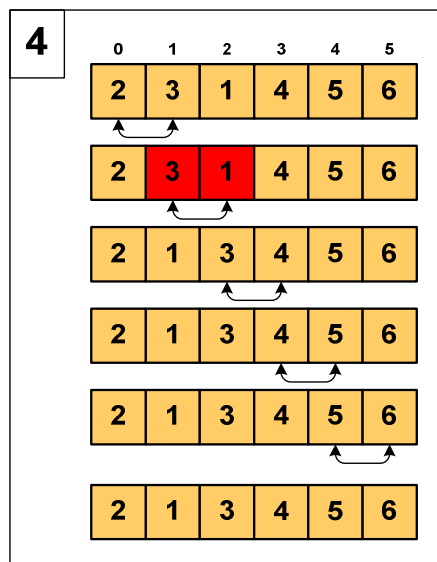
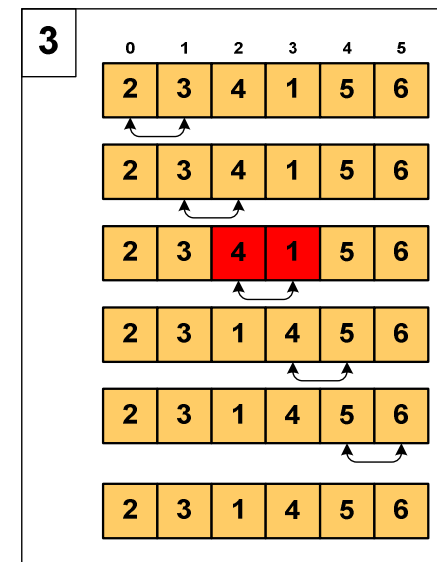
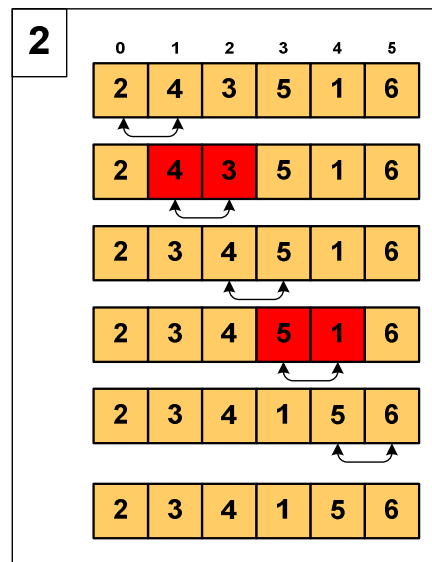
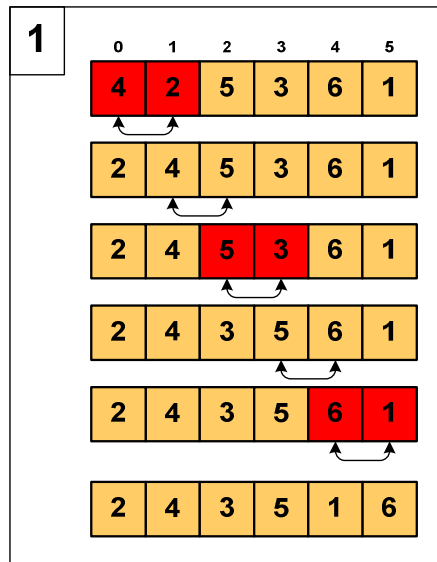
Przykład:



Program w języku C:

```
int main(void)
{
    int tab[N], i, j, k, tmp;
    // ...
    for (i=0; i<N-1; i++)
    {
        k=i;
        for (j=i+1; j<N; j++)
            if (tab[k]>=tab[j])
                k = j;
        tmp = tab[i];
        tab[i] = tab[k];
        tab[k] = tmp;
    }
}
```


Bąbelkowe (bubble sort)



Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - faza dzielenia

- Tablica jest dzielona na dwie części wokół pewnego elementu x (nazywanego elementem centralnym)
- Jako element centralny x najczęściej wybierany jest element środkowy (choć może to być także element losowy)
- Przeglądamy tablicę od lewej strony, aż znajdziemy element $a_i \geq x$, a następnie przeglądamy tablicę od prawej strony, aż znajdziemy element $a_j \leq x$
- Zamieniamy elementy a_i i a_j miejscami i kontynuujemy proces przeglądania i zamiany, aż nastąpi spotkanie w środku tablicy
- W ten sposób otrzymujemy tablicę podzieloną na lewą część z wartościami mniejszymi lub równymi x i na prawą część z wartościami większymi lub równymi x

Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - faza sortowania

- Zawiera dwa rekurencyjne wywołania tej samej funkcji sortowania: dla lewej i dla prawej części posortowanej tablicy
- Rekurencja zatrzymuje się, gdy wielkość tablicy wynosi 1

Przykład:

- Sortujemy 6-elementową tablicę **tab**:

	0	1	2	3	4	5
tab	4	2	5	3	6	1

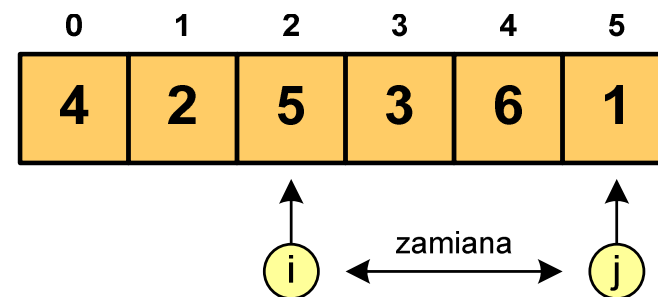
- Wywołanie funkcji **QS()** ma postać:

QS (tab, 0, 5) ;

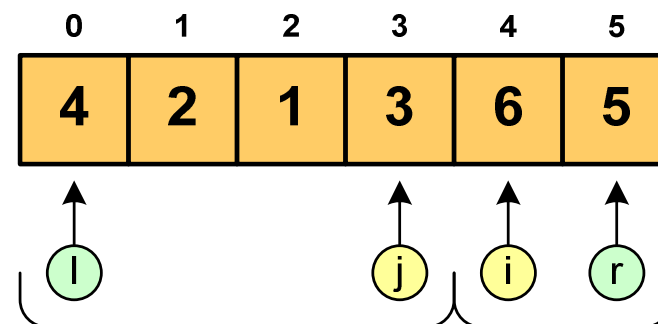
Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - $QS(tab, 0, 5)$

- Element środkowy: $(0+5)/2 = 2$, $x = tab[2] = 5$

- Od lewej szukamy $tab[i] \geq x$,
a od prawej szukamy $tab[j] \leq x$,
zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy,
gdy indeksy i, j mijają się



- Wywołujemy rekurencyjnie funkcję $QS()$ dla elementów
z zakresów $[l, j]$ i $[i, r]$:

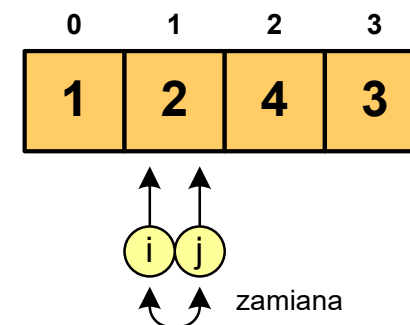
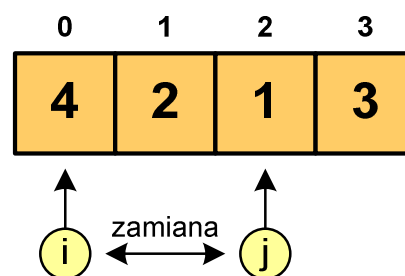
$QS(tab, 0, 3)$;

$QS(tab, 4, 5)$;

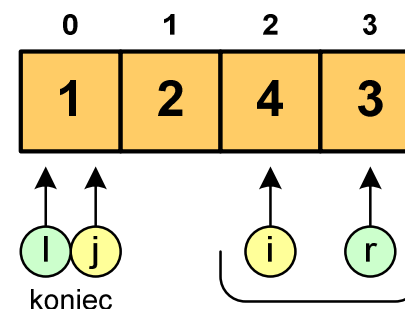
Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - QS(tab,0,3)

- Element środkowy: $(0+3)/2 = 1$, $x = \text{tab}[1] = 2$

- Od lewej szukamy $\text{tab}[i] \geq x$,
a od prawej szukamy $\text{tab}[j] \leq x$,
zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy,
gdy indeksy i, j mijają się



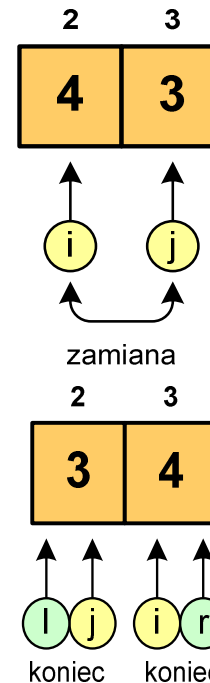
- Wywołanie QS() tylko dla elementów z zakresu [2,3], gdyż po lewej stronie rozmiar tablicy do posortowania wynosi 1:

QS (tab, 2, 3) ;

Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - $QS(tab, 2, 3)$

- Element środkowy: $(2+3)/2 = 2$, $x = tab[2] = 4$

- Od lewej szukamy $tab[i] \geq x$,
a od prawej szukamy $tab[j] \leq x$,
zamieniamy elementy miejscami



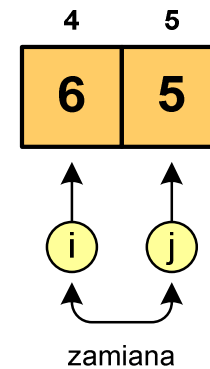
- Poszukiwania kończymy,
gdy indeksy i, j mijają się

- Rozmiar obu tablic do posortowania wynosi 1 więc nie ma nowych wywołań funkcji $QS()$

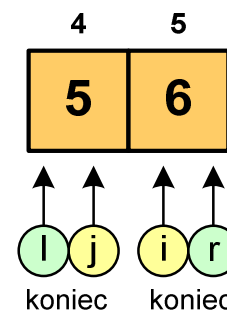
Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - $QS(tab, 4, 5)$

- Element środkowy: $(4+5)/2 = 4$, $x = tab[4] = 6$

- Od lewej szukamy $tab[i] \geq x$,
a od prawej szukamy $tab[j] \leq x$,
zamieniamy elementy miejscami



- Poszukiwania kończymy,
gdy indeksy i, j mijają się



- Rozmiar obu tablic do posortowania wynosi 1 więc nie ma nowych wywołań funkcji $QS()$

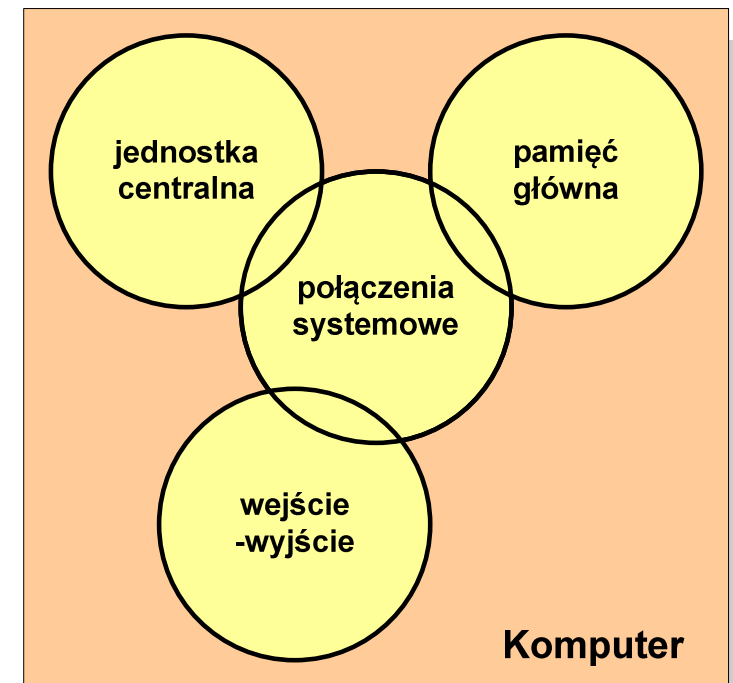
Sortowanie szybkie (Quick-Sort) - funkcja w C

```
void QuickSort(int tab[], int l, int r)
{
    int i, j, x, y;

    i=l;
    j=r;
    x=tab[(l+r)/2];
    do
    {
        while (tab[i]<x) i++;
        while (x<tab[j]) j--;
        if (i<=j)
        {
            y=tab[i];
            tab[i]=tab[j];
            tab[j]=y;
            i++; j--;
        }
    } while (i<=j);
    if (l<j) QuickSort(tab, l, j);
    if (i<r) QuickSort(tab, i, r);
}
```

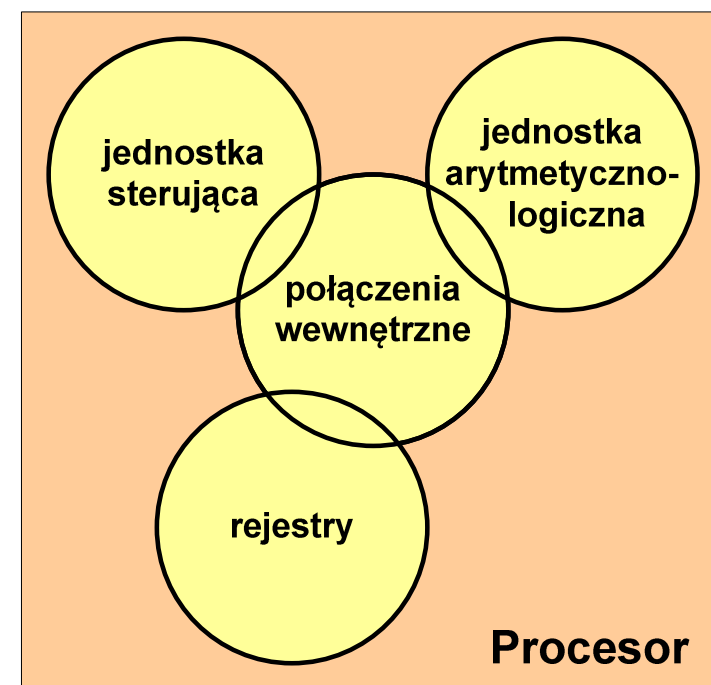
Ogólna struktura systemu komputerowego

- Komputer tworzą cztery główne składniki:
 - **procesor** (jednostka centralna, CPU)
- steruje działaniem komputera
i realizuje przetwarzanie danych
 - **pamięć główna** - przechowuje dane
 - **wejście-wyjście** - przenosi dane
między komputerem a jego
otoczeniem zewnętrznym
 - **połączenia systemu** - mechanizmy
zapewniające komunikację między
składnikami systemu



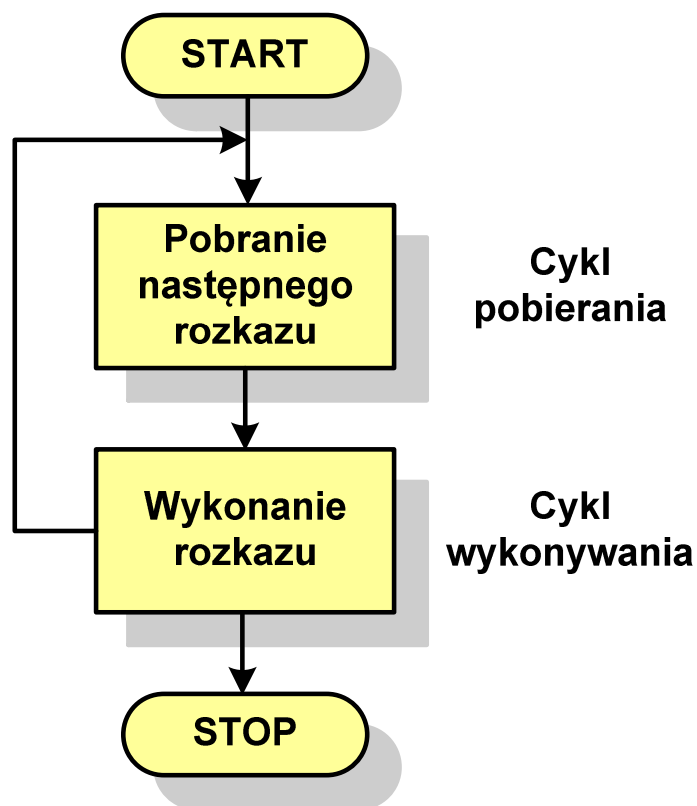
Ogólna struktura procesora

- Główne składniki strukturalne procesora to:
 - **jednostka sterująca** - steruje działaniem procesora i pośrednio całego komputera
 - **jednostka arytmetyczno-logiczna (ALU)** - realizuje przetwarzanie danych przez komputer
 - **rejstry** - realizują wewnętrzne przechowywanie danych w procesorze
 - **połączenia procesora** - wszystkie mechanizmy zapewniające komunikację między jednostką sterującą, ALU i rejestrami.



Działanie komputera

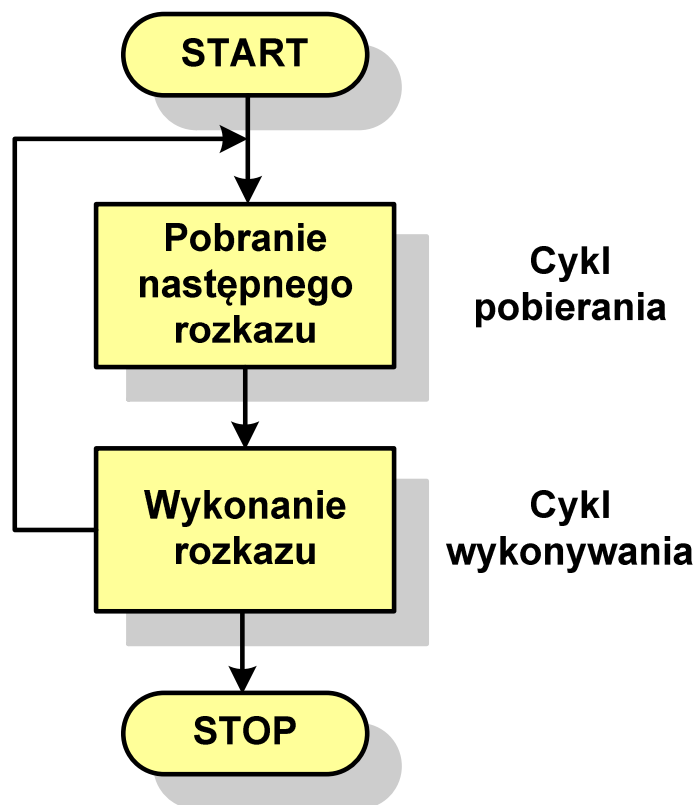
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- Cykl pobierania (ang. fetch):
 - odczytanie rozkazu z pamięci
 - licznik rozkazów (PC) lub wskaźnik instrukcji (IP) określa, który rozkaz ma być pobrany
 - jeśli procesor nie otrzyma innego polecenia, to inkrementuje licznik PC po każdym pobraniu rozkazu.

Działanie komputera

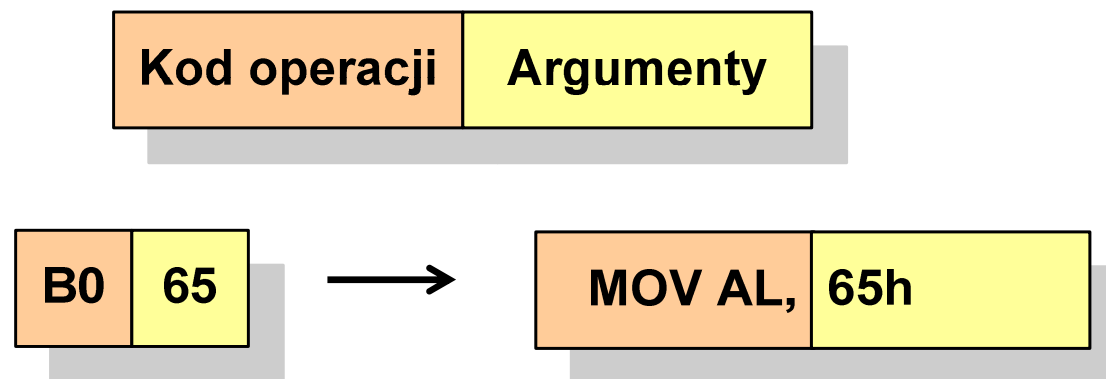
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- Cykl wykonywania (ang. execution):
 - pobrany rozkaz jest umieszczany w **rejestrze rozkazu (IR)**
 - rozkaz określa działania, które ma podjąć procesor
 - procesor interpretuje rozkaz i przeprowadza wymagane operacje.

Działanie komputera

- Rozkaz:
 - przechowywany jest w postaci **binarnej**
 - ma określony **format**
 - używa określonego **trybu adresowania**
- **Format** - sposób rozmieszczenia informacji w kodzie rozkazu
- Rozkaz zawiera:
 - **kod operacji** (rodzaj wykonywanej operacji)
 - **argumenty** (lub adresy argumentów) wykonywanych operacji



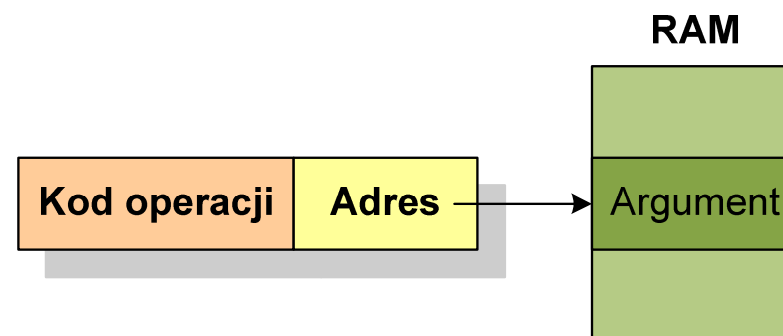
Działanie komputera

- **Tryb adresowania** - sposób określania miejsca przechowywania argumentów rozkazu (operandów)
- Przykładowe rodzaje adresowania:

- **natychmiastowe** - argument znajduje się w kodzie rozkazu



- **bezpośrednie** - kod rozkazu zawiera adres komórki pamięci, w której znajduje się argument



- **rejestrowe** - kod rozkazu zawiera oznaczenie rejestru, w którym znajduje się argument



Program w asemblerze

```
.model SMALL
.286
.stack 100h
.code
    start:
        jmp begin

    handler:
        pusha
        push ds
        pop ds
        popa
        iret

    begin:
        mov ax,0000h
        mov ds,ax
        mov di,0070h
        lea ax,handler
```

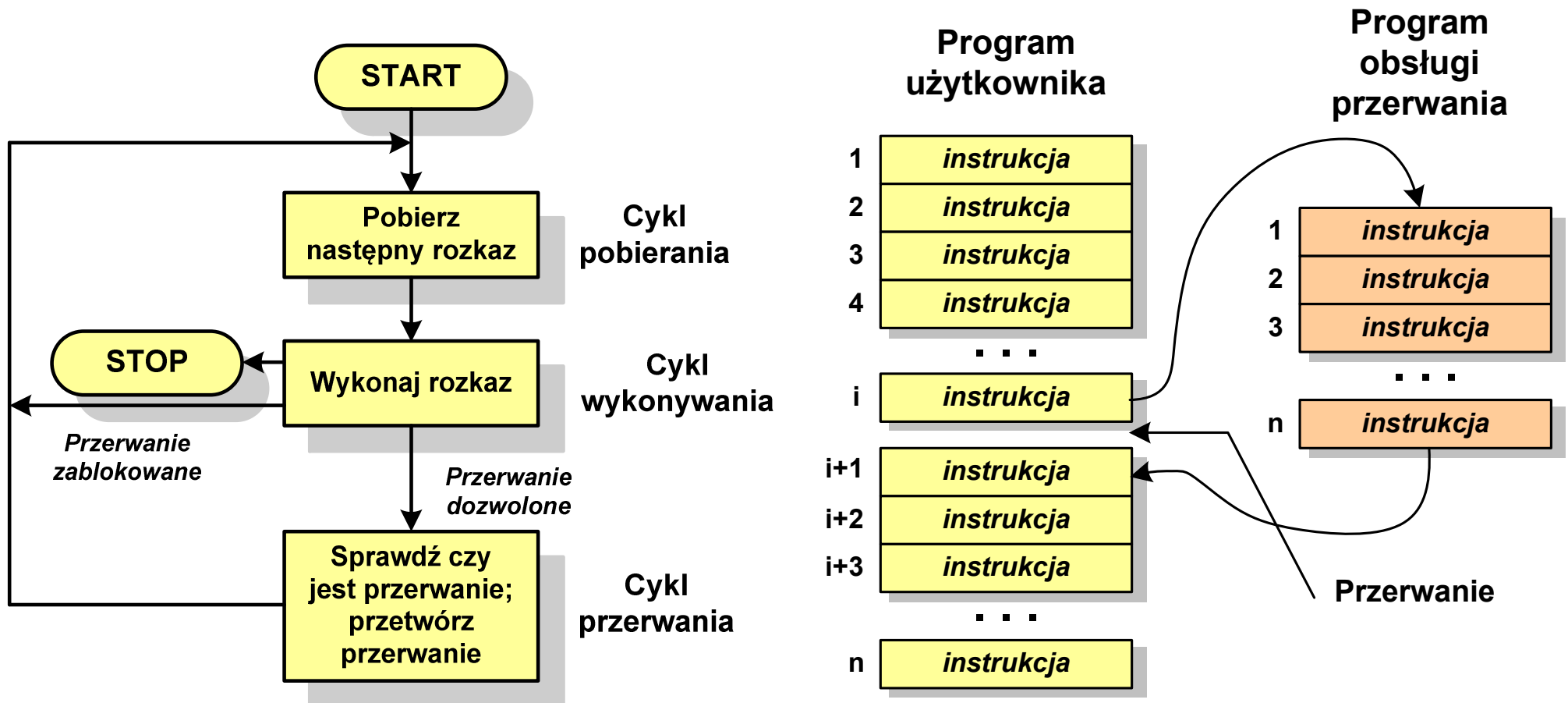
```
cli
mov [di],ax
mov [di+2],cs
sti
mov ax,3100h
mov dx,(offset begin - offset handler)
inc dx
int 21h
end
start
```


Działanie komputera - przerwania

- Wykonywanie kolejnych rozkazów przez procesor może zostać przerwane poprzez wystąpienie tzw. **przerwania** (**interrupt**)
- Przerwanie jest to **sygnał** pochodzący od sprzętu lub oprogramowania informujący procesor o wystąpieniu jakiegoś zdarzenia (np. wciśnięcie klawisza na klawiaturze)
- Bez przerwania procesor musiałby ciągle kontrolować wszystkie urządzenia zewnętrzne, np. klawiatura, port szeregowy
- Każde przerwanie posiada procedurę obsługi przerwania, która jest wykonywana w momencie jego wystąpienia
- Adresy procedur obsługi przerwania zapisane są w tablicy wektorów przerwania

Działanie komputera - przerwania

- Implementacja przerwania wymaga dodania cyklu przerwania do cyklu rozkazu



Rodzaje przerwań

■ Sprzętowe

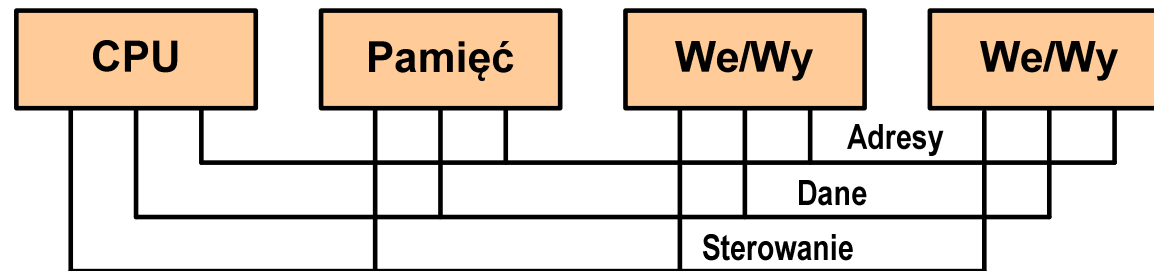
- **zewnętrzne** - sygnały pochodzące z urządzeń zewnętrznych i służące do komunikacji z nimi, np. 08H - zegar, 09h - klawiatura
- **wewnętrzne** - wywoływane przez procesor w celu zasygnalizowania sytuacji wyjątkowych (faults, traps, aborts)

■ Programowe

- instrukcje programu wywołują przerwanie - tym samym wykonywana jest procedura obsługi przerwania
- służą głównie do komunikacji z systemem operacyjnym (DOS - 21h, Windows - 2h, Linux - 80h)

Magistrala

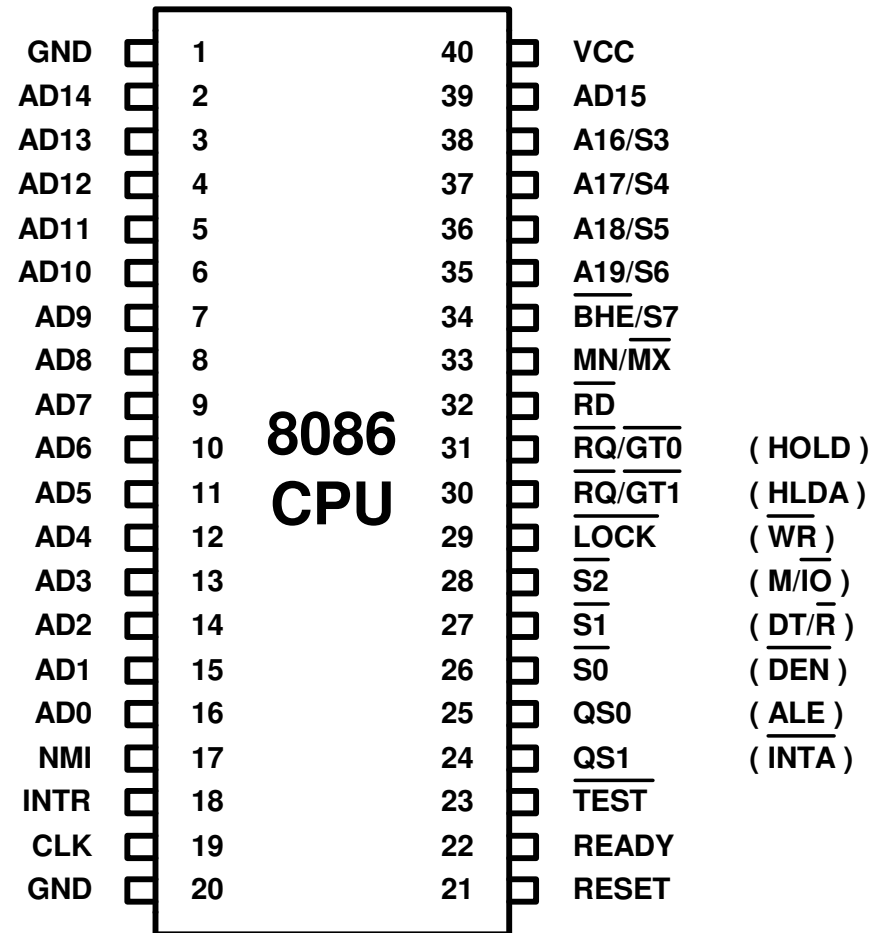
- Najczęściej stosowana struktura połączeń to **magistrala**, składająca się z wielu linii komunikacyjnych, którym przypisane jest określone znaczenie i określona funkcja



- **linie danych (szyna danych)** - przenoszą dane między modułami systemu, liczba linii określa szerokość szyny danych (8, 16, 32, 64 bity)
- **linie adresowe** - służą do określania źródła i miejsca przeznaczenia danych przesyłanych magistralą; liczba linii adresowych określa maksymalną możliwą pojemność pamięci systemu
- **linie sterowania** - służą do sterowania dostępem do linii danych i linii adresowych

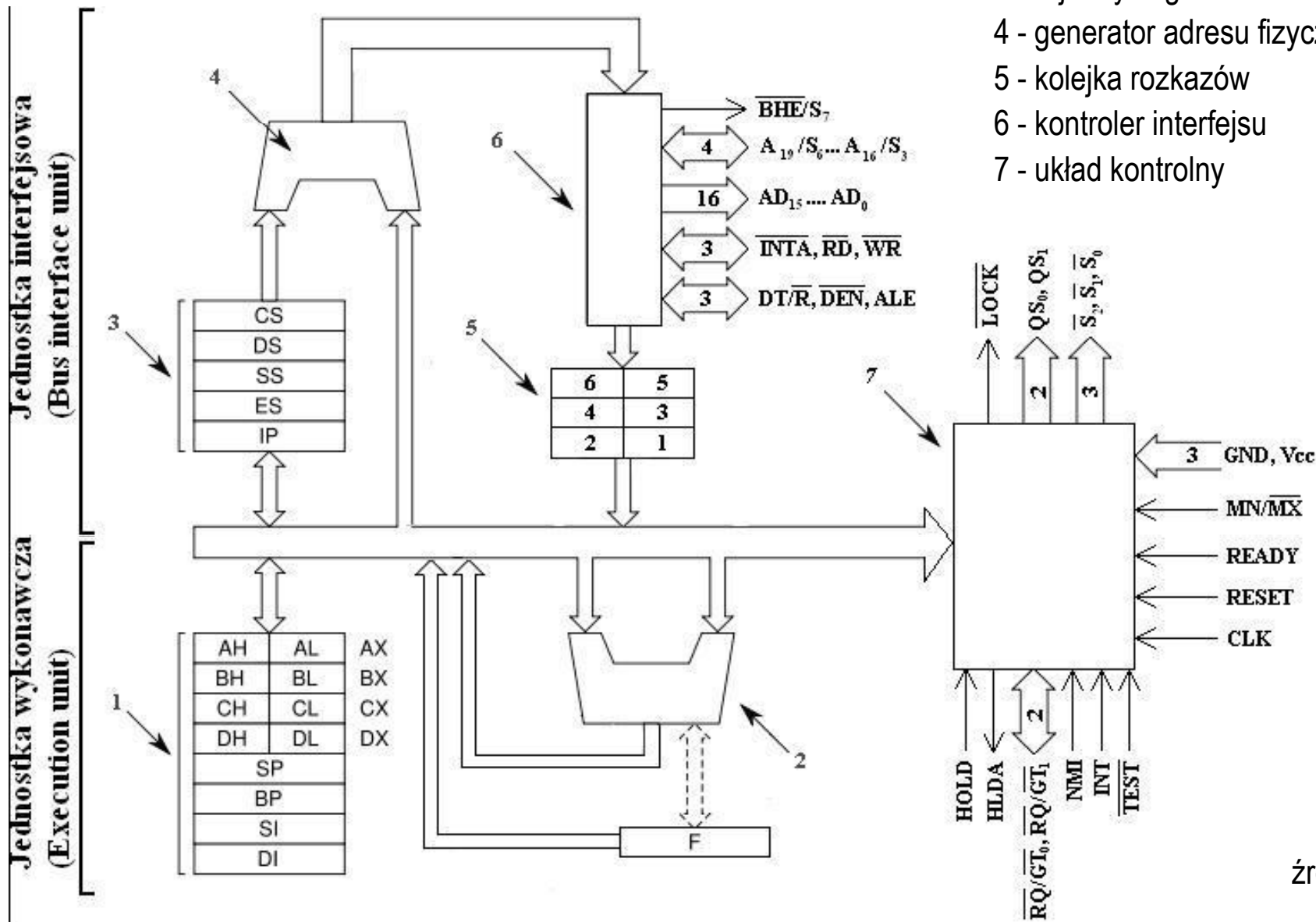
Intel 8086

- 1978 rok
- Procesor 16-bitowy
- 16-bitowa magistrala danych
- 20-bitowa magistrala adresowa
- Adresowanie do 1 MB pamięci
- Częstotliwość: 10 MHz
- Multipleksowane magistrale:
danych i adresowa
- Litografia: 3 μm



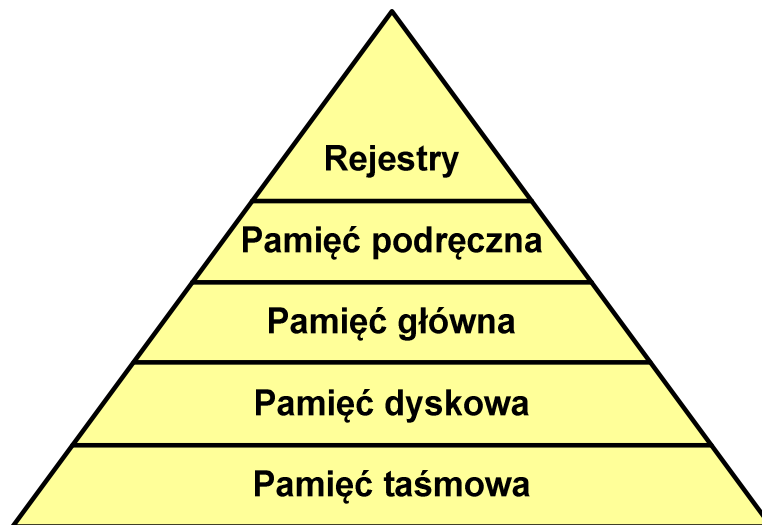
Intel 8086

- 1 - rejestry ogólnego przeznaczenia
- 2 - ALU + rejestr znaczków (flag)
- 3 - rejestry segmentowe + licznik rozkazów
- 4 - generator adresu fizycznego
- 5 - kolejka rozkazów
- 6 - kontroler interfejsu
- 7 - układ kontrolny



Systemy pamięci komputerowych

- W systemach komputerowych nie stosuje się jednego typu pamięci, ale **hierarchię pamięci**



- Rozpatrując hierarchię od góry do dołu obserwujemy zjawiska:
 - malejący koszt na bit
 - rosnącą pojemność
 - rosnący czas dostępu
 - malejącą częstotliwość dostępu do pamięci przez procesor

Półprzewodnikowa pamięć główna

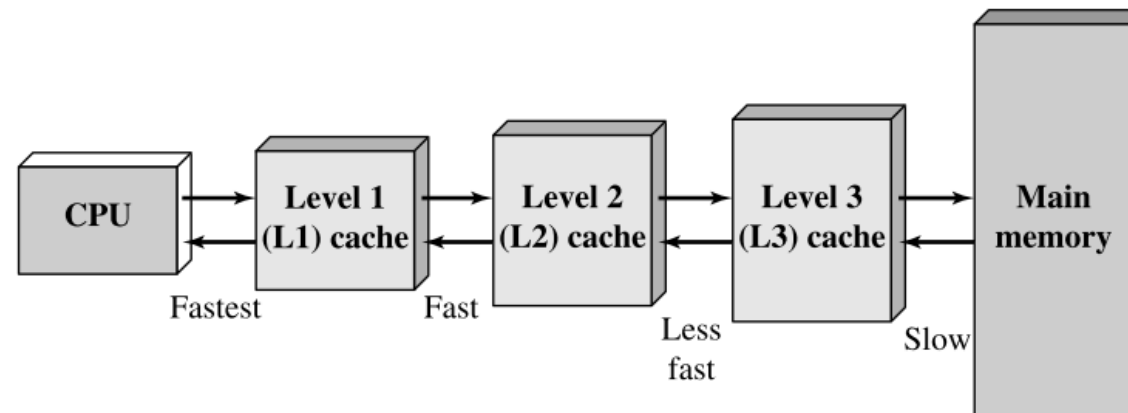
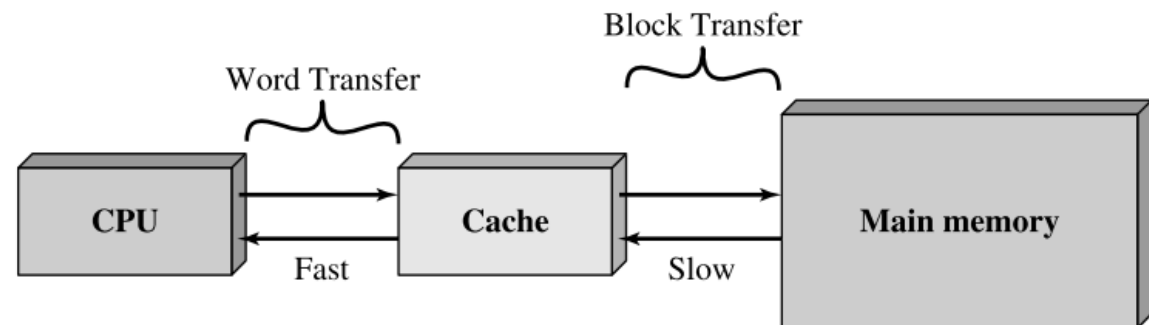
- **RAM** (Random Access Memory) - pamięć o dostępie swobodnym
 - odczyt i zapis następuje za pomocą sygnałów elektrycznych
 - pamięć ulotna - po odłączeniu zasilania dane są tracone
 - **DRAM** - pamięć dynamiczna:
 - przechowuje dane podobnie jak kondensator ładunek elektryczny
 - wymaga operacji odświeżania
 - jest mniejsza, gęściej upakowana i tańsza niż pamięć statyczna
 - stosowana jest do budowy głównej pamięci operacyjnej komputera
 - **SRAM** - pamięć statyczna:
 - przechowuje dane za pomocą przerzutnikowych konfiguracji bramek logicznych
 - nie wymaga operacji odświeżania
 - jest szybsza i droższa od pamięci dynamicznej
 - stosowana jest do budowy pamięci podręcznej

Półprzewodnikowa pamięć główna

- **ROM** (ang. Read-Only Memory) - pamięć stała
 - pamięć o dostępie swobodnym przeznaczona tylko do odczytu
 - dane są zapisywane podczas procesu wytwarzania, pamięć nieulotna
- **PROM** (ang. Programmable ROM) - programowalna pamięć ROM
 - pamięć nieulotna, może być zapisywana tylko jeden raz
 - zapis jest realizowany elektrycznie po wyprodukowaniu
- **EPROM** - pamięć wielokrotnie programowalna, kasowanie następuje przez naświetlanie promieniami UV
- **EEPROM** - pamięć kasowana i programowana na drodze elektrycznej
- **Flash** - rozwinięcie koncepcji pamięci EEPROM, możliwe kasowanie i programowanie bez wymontowywania pamięci z urządzenia

Pamięć podręczna (cache)

- Dodatkowa, szybka pamięć (SRAM) umieszczana pomiędzy procesorem a pamięcią główną
- Zastosowanie pamięci podręcznej ma na celu przyspieszenie dostępu procesora do pamięci głównej



Przykład: suma kolejnych 10 liczb: $1+2+\dots+10$

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int suma;
```

```
    suma = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10;
```

```
    printf("Suma wynosi: %d\n", suma);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Suma wynosi: 55

Przykład: suma kolejnych 100 liczb: $1+2+\dots+100$

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int suma=0, i;
```

```
    for (i=1; i<=100; i=i+1)
```

```
        suma = suma + i;
```

```
    printf("Suma wynosi: %d\n", suma);
```

```
    return 0;
```

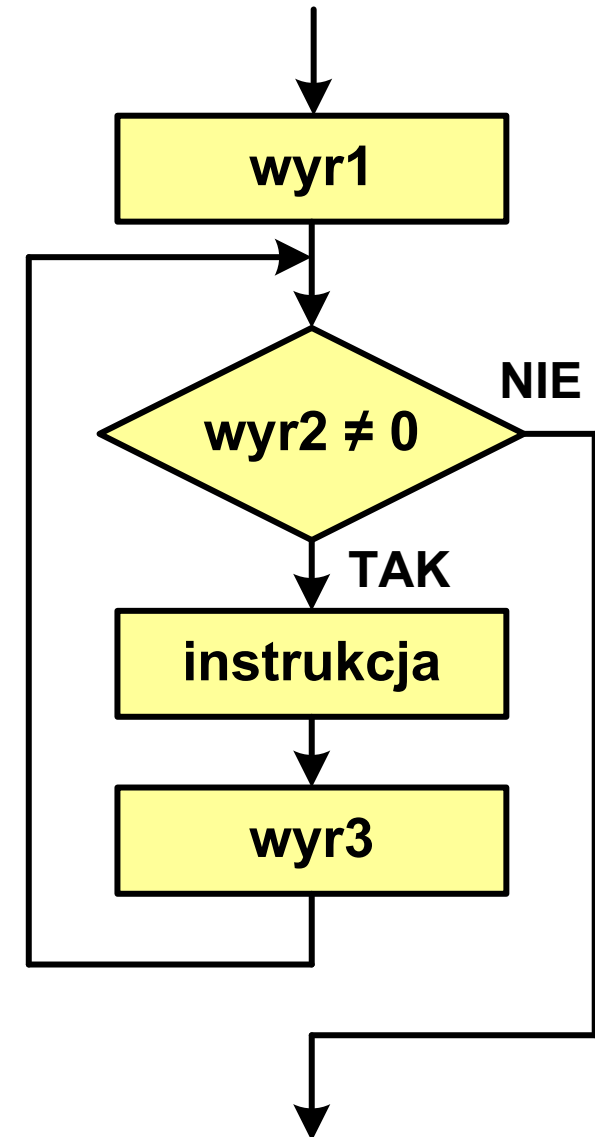
```
}
```

Suma wynosi: 5050

Język C - pętla for

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)  
instrukcja;
```

- **wyr1, wyr2, wyr3** - dowolne wyrażenia w języku C
- Instrukcja:
 - **prosta** - jedna instrukcja zakończona średnikiem
 - **złożona** - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi



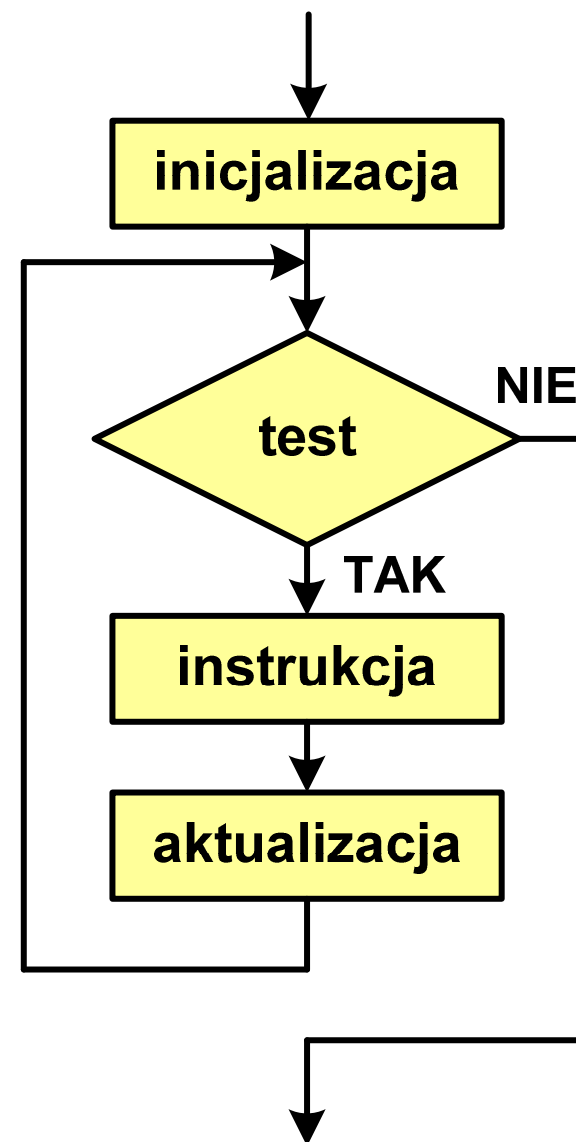
Język C - pętla for

- Najczęściej stosowana postać pętli **for**

```
int i;  
for (i = 0; i < 10; i = i + 1)  
    instrukcja;
```

- Instrukcja zostanie wykonana 10 razy
(dla $i = 0, 1, 2, \dots, 9$)
- Funkcje pełnione przez wyrażenia

```
for (inicjalizacja; test; aktualizacja)  
    instrukcja;
```



Przykład: wyświetlenie tekstu 5 razy

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(void)
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    for (i=0; i<5; i=i+1)
```

```
        printf("Programowanie nie jest trudne\n");
```

```
    return 0;
```

```
}
```

```
Programowanie nie jest trudne  
Programowanie nie jest trudne  
Programowanie nie jest trudne  
Programowanie nie jest trudne  
Programowanie nie jest trudne
```

Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=0; i<10; i++)  
    printf("%d ", i);
```

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

```
for (i=0; i<10; i++)  
    printf("%d ", i+1);
```

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

```
for (i=1; i<=10; i++)  
    printf("%d ", i);
```

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=1; i<10; i=i+2)  
    printf("%d ", i);
```

1 3 5 7 9

```
for (i=10; i>0; i--)  
    printf("%d ", i);
```

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

```
for (i=-9; i<=9; i=i+3)  
    printf("%d ", i);
```

-9 -6 -3 0 3 6 9

Język C - pętla for (break, continue)

- W pętli **for** można stosować instrukcje skoku: **break** i **continue**

```
int i;
for (i=1; i<10; i++)
{
    if (i%2==0)
        continue;
    if (i%7==0)
        break;
    printf("%d\n", i);
}
```

1 3 5

- **continue** przerywa bieżącą iterację i przechodzi do obliczania **wyr3**
- **break** przerywa wykonywanie pętli

Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Postawienie średnika na końcu pętli **for**

```
int i;  
for (i=0; i<10; i++);  
printf("%d ", i);
```

10

- Przecinki zamiast średników pomiędzy wyrażeniami

```
int i;  
for (i=0, i<10, i++)  
    printf("%d ", i);
```

Błąd kompilacji!

Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Błędny warunek - brak wykonania instrukcji

```
int i;  
for (i=0; i>10; i++)  
    printf("%d ", i);
```



- Błędny warunek - pętla nieskończona

```
int i;  
for (i=1; i>0; i++)  
    printf("%d ", i);
```

1 2 3 4 5 6 7 8 9 ...

Język C - pętla nieskończona

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)  
    instrukcja;
```

- Wszystkie wyrażenia (**wyr1**, **wyr2**, **wyr3**) w pętli for są opcjonalne

```
for ( ; ; )  
    instrukcja;
```

- pętla nieskończona

- W przypadku braku **wyr2** przyjmuje się, że jest ono **prawdziwe**

Język C - zagnieżdżanie pętli for

- Jako instrukcja w pętli **for** może występować kolejna pętla **for**

```
int i, j;
for (i=1; i<=3; i++)           // pętla zewnętrzna
    for (j=1; j<=2; j++)       // pętla wewnętrzna
        printf("i: %d    j: %d\n", i, j);
```

```
i: 1    j: 1
i: 1    j: 2
i: 2    j: 1
i: 2    j: 2
i: 3    j: 1
i: 3    j: 2
```

Koniec wykładu nr 8

Dziękuję za uwagę!