



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Materiały do wykładu z przedmiotu:

Informatyka

Kod: EDS1B1007

WYKŁAD NR 7

Opracował: dr inż. Jarosław Forenc

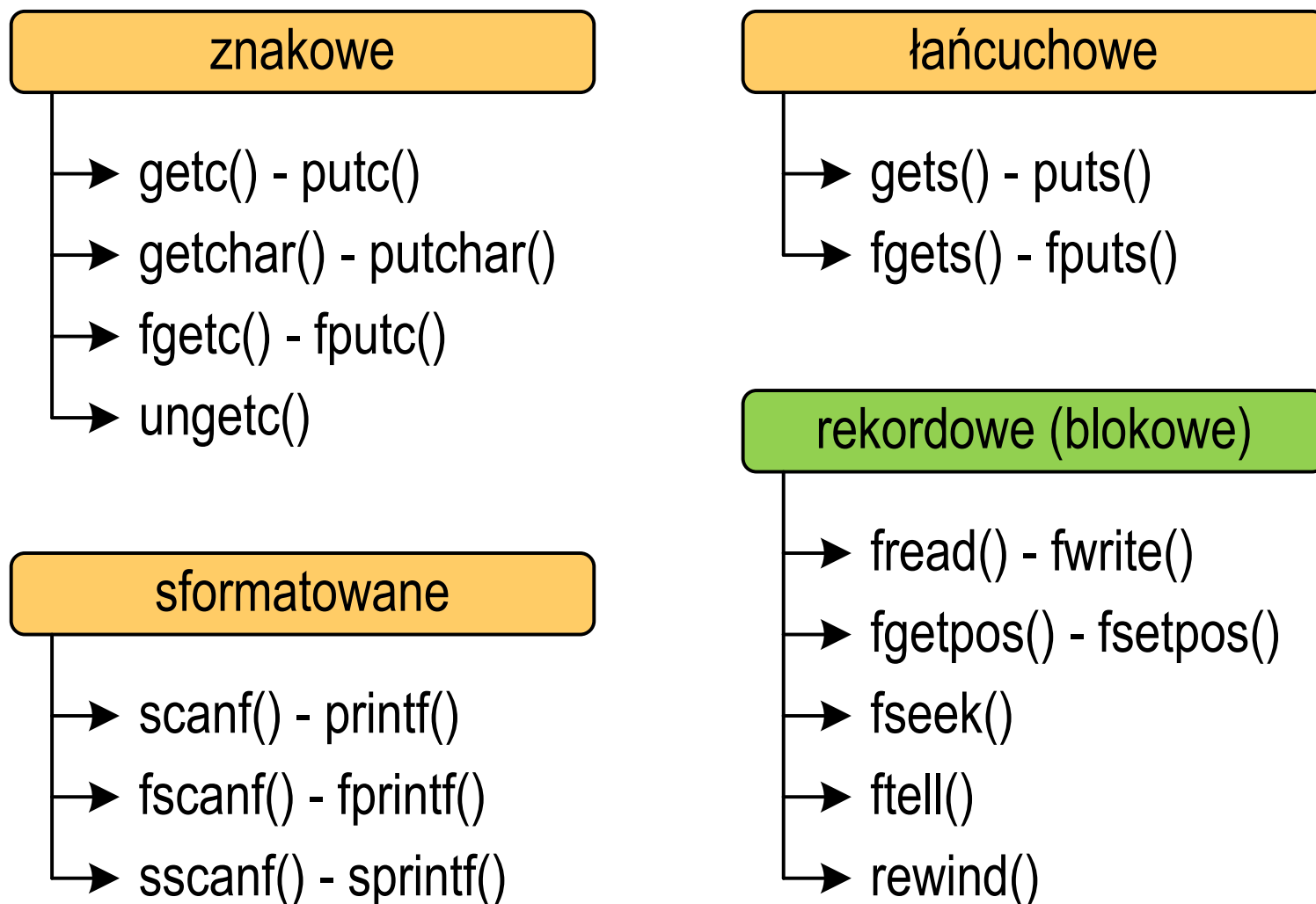
Białystok 2021

Materiały zostały opracowane w ramach projektu „PB2020 - Zintegrowany Program Rozwoju Politechniki Białostockiej” realizowanego w ramach Działania 3.5 Programu Operacyjnego Wiedza, Edukacja, Rozwój 2014-2020 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Plan wykładu nr 7

- Typy operacji wejścia-wyjścia
 - rekordowe (blokowe)
- Algorytmy komputerowe
 - definicje, sposoby opisu, rekurencja, złożoność obliczeniowa
 - algorytmy sortowania
- Architektura von Neumanna i architektura harwardzka
- Struktura i funkcjonowanie komputera
 - procesor, rozkazy, przerwania, magistrala

Rekordowe (blokowe) operacje wejścia-wyjścia



Rekordowe (blokowe) operacje wejścia-wyjścia

FREAD

stdio.h

```
size_t fread(void *p, size_t s, size_t n,  
            FILE *fp);
```

- Pobiera **n** elementów o rozmiarze **s** bajtów każdy, z pliku wskazywanego przez **fp** i umieszcza odczytane dane w obszarze pamięci wskazywanym przez **p**
- Zwraca liczbę odczytanych elementów - w przypadku gdy liczba ta jest różna od **n**, to wystąpił błąd końca strumienia (w pliku było mniej elementów niż podana wartość argumentu **n**)

Przykład: odczytanie liczb z pliku binarnego

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    FILE *fp;
    int x, ile = 0;

    fp = fopen("liczby.dat", "rb");
    fread(&x, sizeof(int), 1, fp);
    while (!feof(fp))
    {
        ile++; printf("%d\n", x);
        fread(&x, sizeof(int), 1, fp);
    }
    fclose(fp);
    printf("Odczytano: %d liczb\n", ile);
    return 0;
}
```

```
37
31
83
27
6
62
31
50
Odczytano: 8 liczb
```

Przykład: odczytanie liczb z pliku binarnego

- Po otwarciu pliku wskaźnik pozycji pliku pokazuje na jego początek

↓
25 00 00 00 1F 00 00 00 | 53 00 00 00 1B 00 00 00 | %■■■■■■■■S■■■■■■■■
06 00 00 00 3E 00 00 00 | 1F 00 00 00 32 00 00 00 | ■■■■>■■■■■■■■2■■■

- Po odczytaniu jednej liczby: `fread(&x,sizeof(int),1,plik);`
wskaźnik jest automatycznie przesuwany o `sizeof(int)` bajtów

↓
25 00 00 00 1F 00 00 00 | 53 00 00 00 1B 00 00 00 | %■■■■■■■■S■■■■■■■■
06 00 00 00 3E 00 00 00 | 1F 00 00 00 32 00 00 00 | ■■■■>■■■■■■■■2■■■

- Po odczytaniu kolejnej liczby: `fread(&x,sizeof(int),1,plik);`
wskaźnik jest ponownie przesuwany o `sizeof(int)` bajtów

↓
25 00 00 00 1F 00 00 00 | 53 00 00 00 1B 00 00 00 | %■■■■■■■■S■■■■■■■■
06 00 00 00 3E 00 00 00 | 1F 00 00 00 32 00 00 00 | ■■■■>■■■■■■■■2■■■

- Plik binarny zawiera liczby: 37 31 83 27 6 62 31 50

Rekordowe (blokowe) operacje wejścia-wyjścia

REWIND

stdio.h

```
void rewind(FILE *fp);
```

- Ustawia wskaźnik pozycji w pliku wskazywanym przez **fp** na początek pliku

FTELL

stdio.h

```
long int ftell(FILE *fp);
```

- Zwraca bieżące położeniu w pliku wskazywanym przez **fp** (liczbę bajtów od początku pliku)

Rekordowe (blokowe) operacje wejścia-wyjścia

FSEEK

stdio.h

```
int fseek(FILE *fp, long int offset, int mode);
```

- Pozwala przejść bezpośrednio do dowolnego bajtu w pliku wskazywanym przez **fp**
- **offset** określa wielkość przejścia w bajtach, zaś **mode** - punkt początkowy, względem którego określane jest przejście (**SEEK_SET** - początek pliku, **SEEK_CUR** - bieżąca pozycja, **SEEK_END** - koniec pliku)
- Gdy wywołanie jest poprawne, to funkcja zwraca wartość **0** gdy wystąpił błąd (np. próba przekroczenia granic pliku), to funkcja zwraca wartość **-1**

Rekordowe (blokowe) operacje wejścia-wyjścia

FGETPOS

stdio.h

```
int fgetpos(FILE *fp, fpos_t *pos);
```

- Zapamiętuje pod zmienną **pos** bieżące położenie w pliku wskazywanym przez **fp**; zwraca **0**, gdy wywołania jest poprawne i wartość niezerową, gdy wystąpił błąd

FSETPOS

stdio.h

```
int fsetpos(FILE *fp, const fpos_t *pos);
```

- Przechodzi do położenia **pos** w pliku wskazywanym przez **fp**; zwraca **0**, gdy wywołania jest poprawne i wartość niezerową, gdy wystąpił błąd

Algorytm - definicje

Definicja 1

- Skończony, uporządkowany ciąg jasno zdefiniowanych czynności, koniecznych do wykonania pewnego zadania

Definicja 2

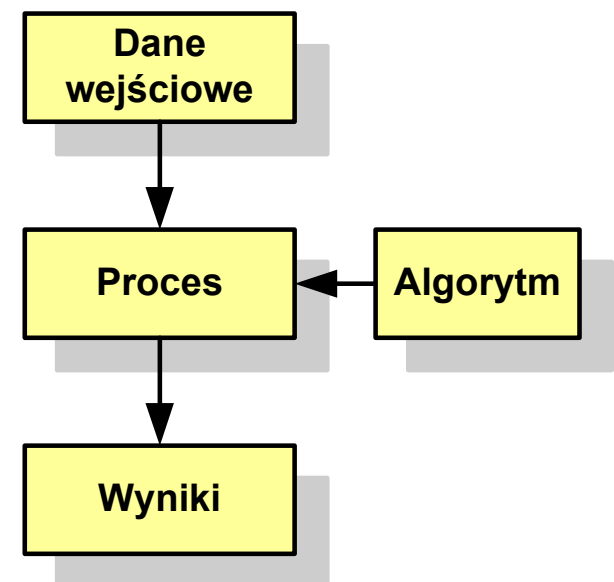
- Opis rozwiązania problemu wyrażony za pomocą operacji zrozumiałych i możliwych do zrealizowania przez wykonawcę

Definicja 3

- Ściśle określona procedura obliczeniowa, która dla właściwych danych wejściowych zwraca żądane dane wyjściowe zwane wynikiem działania algorytmu

Definicja 4

- Metoda rozwiązania zadania



Algorytmy

- Słowo „**algorytm**” pochodzi od nazwiska matematyka perskiego z IX wieku - Muhammada ibn-Musy **al-Chuwarizmiego** (po łacinie pisanego jako **Algorismus**)
- Badaniem algorytmów zajmuje się **algorytmika**
- „Przetłumaczenie” algorytmu na wybrany język programowania:
 - **implementacja** algorytmu
 - **kodowanie** algorytmu
- Sposoby opisu algorytmów
 - opis słowny w języku naturalnym lub lista kroków (opis w punktach)
 - schemat blokowy
 - pseudokod (nieformalna odmiana języka programowania)
 - wybrany język programowania

Opis słowny algorytmu

- Podanie kolejnych czynności, które należy wykonać, aby otrzymać oczekiwany efekt końcowy
- Przypomina przepis kulinarny z książki kucharskiej lub instrukcję obsługi urządzenia, np.

Algorytm: Tortilla („Podróże kulinarne” R. Makłowicza)

Dane wejściowe: 0,5 kg ziemniaków, 100 g kiełbasy Chorizo, 8 jajek

Dane wyjściowe: gotowa Tortilla

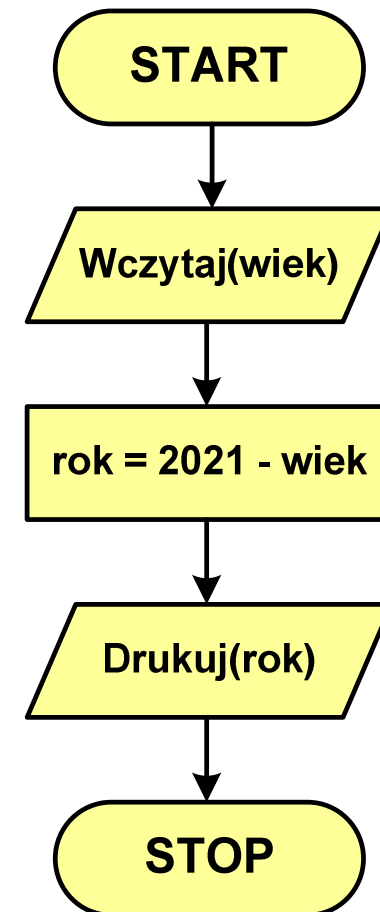
Opis algorytmu: Ziemniaki obrać i pokroić w plasterki. Kiełbasę pokroić w plasterki. Ziemniaki wrzucić na gorącą oliwę na patelni i przyrumienić z obu stron. Kiełbasę wrzucić na gorącą oliwę na patelni i przyrumienić z obu stron. Ubić jajka i dodać do połączonych ziemniaków i kiełbasy. Dodać sól i pieprz. Usmażyć z obu stron wielki omlet nadziewany chipsami ziemniaczanymi z kiełbaską.

Lista kroków

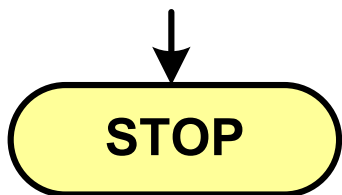
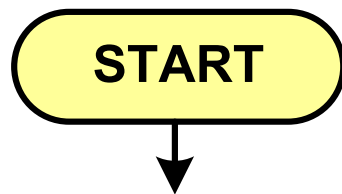
- Uporządkowany opis wszystkich czynności, jakie należy wykonać podczas realizacji algorytmu
- **Krok** jest to pojedyncza czynność realizowana w algorytmie
- Kroki w algorytmie są numerowane, operacje wykonywane są zgodnie z rosnącą numeracją kroków
- Jedynym odstępstwem od powyższej reguły są operacje skoku (warunkowe lub bezwarunkowe), w których jawnie określa się numer kolejnego kroku
- Przykład (instrukcja otwierania wózka-specerówki):
 - Krok 1:** Zwolnij element blokujący wózek
 - Krok 2:** Rozkładaj wózek w kierunku kółek
 - Krok 3:** Naciskając nogą dolny element blokujący aż do zatrzaśnięcia, rozłóż wózek do pozycji przewozowej

Schemat blokowy

- Zawiera plan algorytmu przedstawiony w postaci graficznej
- Na schemacie umieszczane są **bloki** oraz **linie przepływu** (strzałki)
- Blok zawiera informację o wykonywanej operacji
- Linie przepływu (strzałki) określają kolejność wykonywania bloków algorytmu
- Przykład: wyznaczanie roku urodzenia na podstawie wieku (**algorytm liniowy**)

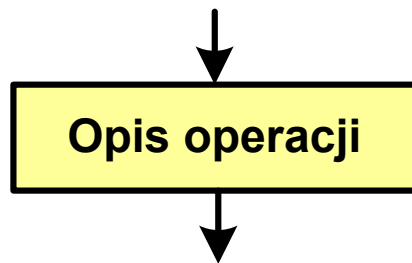
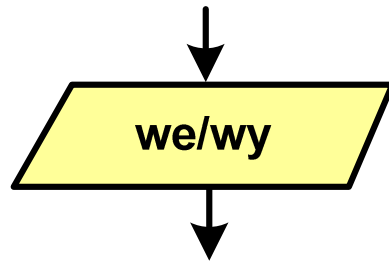


Schemat blokowy - symbole graficzne



- **blok startowy**, początek algorytmu
 - wskazuje miejsce rozpoczęcia algorytmu
 - ma jedno wyjście
 - może występować tylko jeden raz
-
- **blok końcowy**, koniec algorytmu
 - wskazuje miejsce zakończenia algorytmu
 - ma jedno wejście
 - musi występować przynajmniej jeden raz

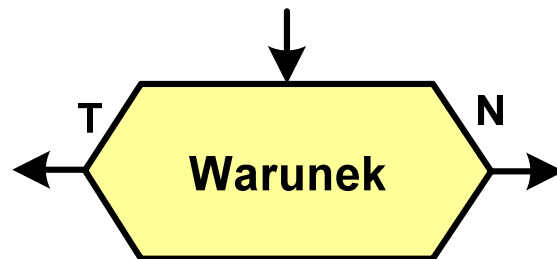
Schemat blokowy - symbole graficzne



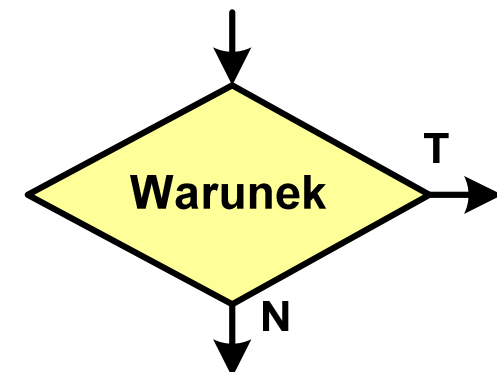
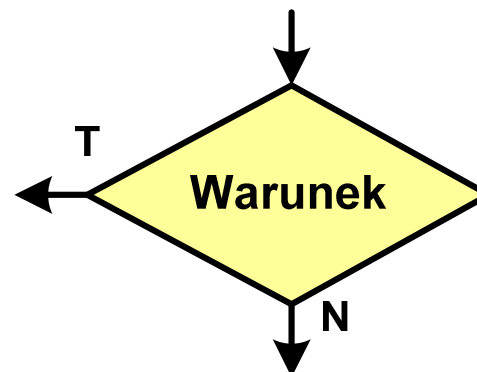
- **blok wejścia-wyjścia**
- poprzez ten blok wprowadzane są (czytane) dane wejściowe i wyprowadzane (zapisywane) wyniki
- ma jedno wejście i jedno wyjście

- **blok wykonawczy**, blok funkcyjny, opis procesu
- zawiera jedno lub kilka poleceń (elementarnych instrukcji) wykonywanych w podanej kolejności
- instrukcją może być np. operacja arytmetyczna, podstawienie
- ma jedno wejście i jedno wyjście

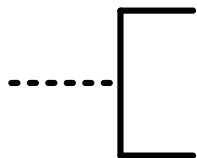
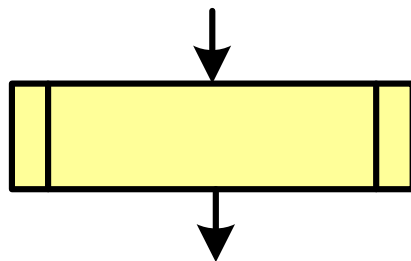
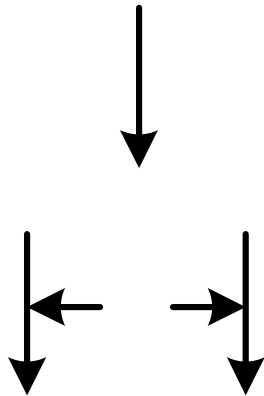
Schemat blokowy - symbole graficzne



- **blok warunkowy** (decyzyjny, porównujący)
- wewnątrz bloku umieszcza się warunek logiczny
- na podstawie warunku określana jest tylko jedna droga wyjściowa
- połączenia wychodzące z bloku:
 - **T** lub **TAK** - gdy warunek jest prawdziwy
 - **N** lub **NIE** - gdy warunek nie jest prawdziwy
- wyjścia mogą być skierowane na boki lub w dół



Schemat blokowy - symbole graficzne



- **linia przepływu**, połączenie, linia
- występuje w postaci linii zakończonej strzałką
- określa kierunek przemieszczania się po schemacie
- linie pochodzące z różnych części algorytmu mogą zbiegać się w jednym miejscu
- **podprogram**
- wywołanie wcześniej zdefiniowanego fragmentu algorytmu (podprogramu)
- ma jedno wejście i jedno wyjście
- **komentarz**
- dodanie do schematu dodatkowego opisu

Pseudokod i język programowania

Pseudokod:

- Pseudokod (pseudojęzyk) - uproszczona wersja języka programowania
- Często zawiera zwroty pochodzące z języków programowania
- Zapis w pseudokodzie może być łatwo przetłumaczony na wybrany język programowania

Opis w języku programowania:

- Zapis programu w konkretnym języku programowania
- Stosowane języki: Pascal, C, C++, Matlab, Python
(kiedyś - Fortran, Basic)

Największy wspólny dzielnik - algorytm Euklidesa

- NWD - największa liczba naturalna dzieląca (bez reszty) dwie (lub więcej) liczby całkowite

$$\text{NWD}(1675, 3752) = ?$$

Algorytm Euklidesa - przykład

| a | b | Dzielenie większej liczby przez mniejszą | Zamiana |
|------|------|--|-----------|
| 1675 | 3752 | $b/a = 3752/1675 = 2$ reszta 402 | $b = 402$ |
| 1675 | 402 | $a/b = 1675/402 = 4$ reszta 67 | $a = 67$ |
| 67 | 402 | $b/a = 402/67 = 6$ reszta 0 | $b = 0$ |
| 67 | 0 | KONIEC | |

$$\text{NWD}(1675, 3752) = 67$$

Algorytm Euklidesa - lista kroków

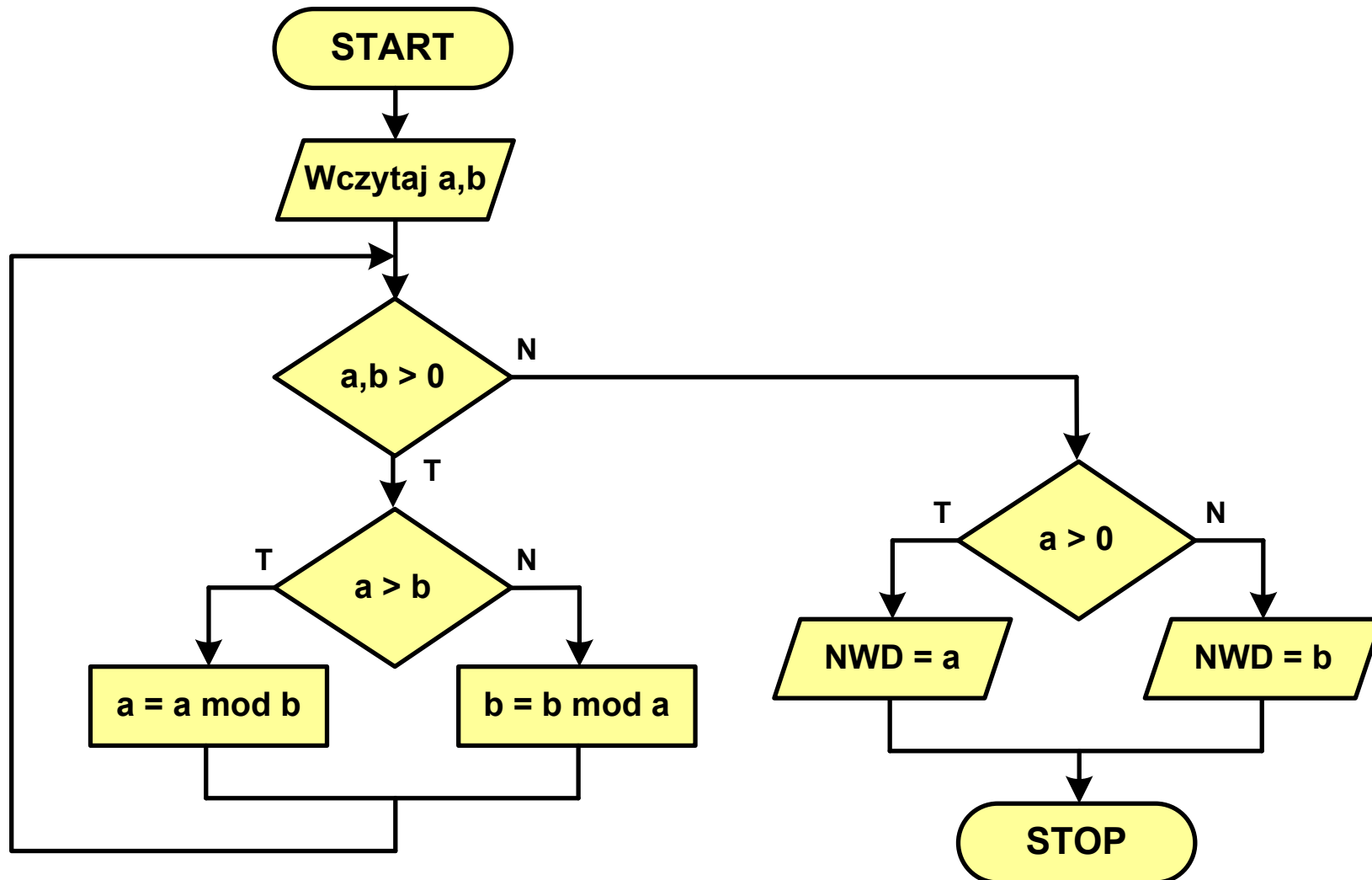
Dane wejściowe: niezerowe liczby naturalne a i b

Dane wyjściowe: $\text{NWD}(a,b)$

Kolejne kroki:

1. Czytaj liczby a i b
2. Dopóki a i b są większe od zera, powtarzaj **krok 3**, a w przeciwnym przypadku przejdź do **kroku 4**
3. Jeśli a jest większe od b , to weź za a resztę z dzielenia a przez b , w przeciwnym przypadku weź za b resztę z dzielenia b przez a
4. Przyjmij jako największy wspólny dzielnik tę z liczb a i b , która pozostała większa od zera
5. Drukuj $\text{NWD}(a,b)$

Algorytm Euklidesa - schemat blokowy



Algorytm Euklidesa - pseudokod

```
NWD(a,b)
while a>0 i b>0
do if a>b
    then a ← a mod b
    else b ← b mod a
if a>0
    then return a
    else return b
```

Algorytm Euklidesa - język programowania (C)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int a = 1675, b = 3752, NWD;

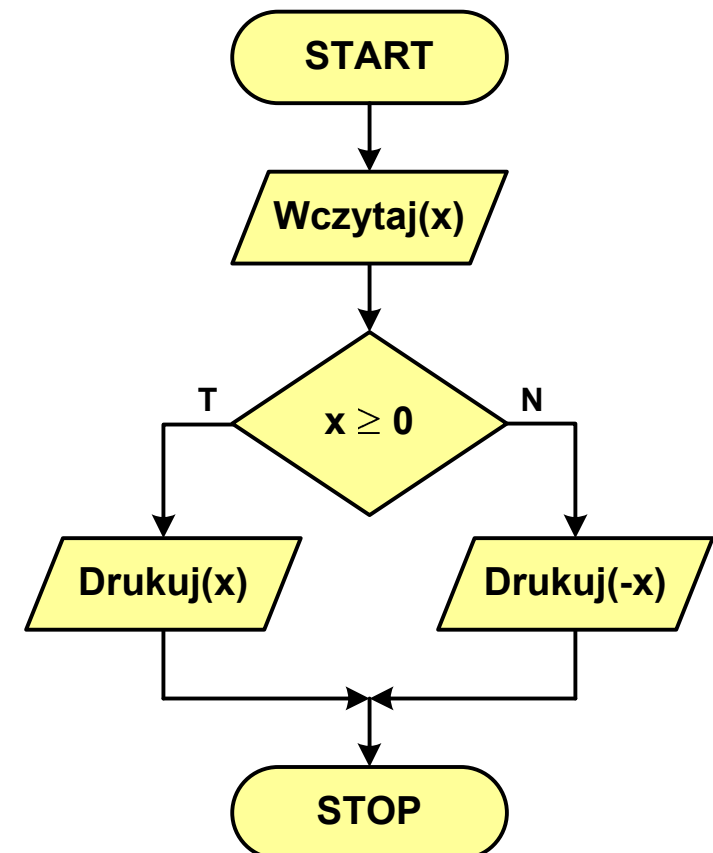
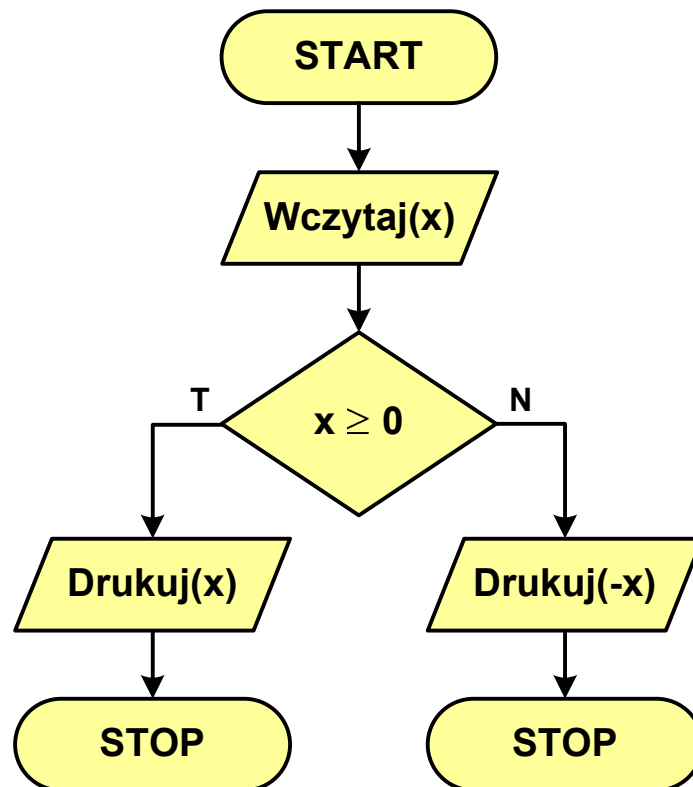
    while (a>0 && b>0)
        if (a>b)
            a = a % b;
        else
            b = b % a;

    if (a>0)
        NWD = a;
    else
        NWD = b;

    printf("NWD = %d\n", NWD);
}
```


Wartość bezwzględna liczby - schemat blokowy

$$|x| = \begin{cases} x & \text{dla } x \geq 0 \\ -x & \text{dla } x < 0 \end{cases}$$



Równanie kwadratowe - schemat blokowy

$$ax^2 + bx + c = 0$$

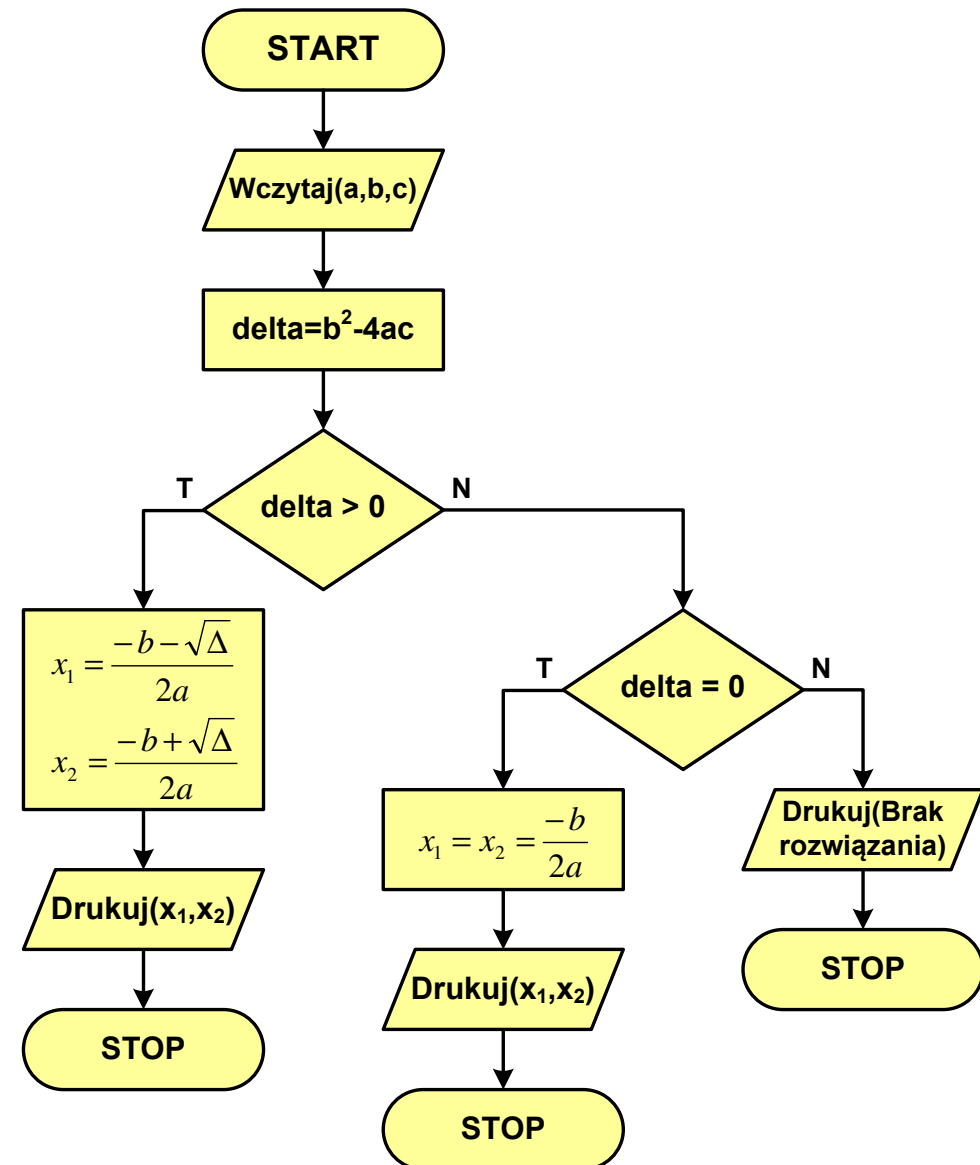
$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$\Delta > 0$:

$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$\Delta = 0$:

$$x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$$



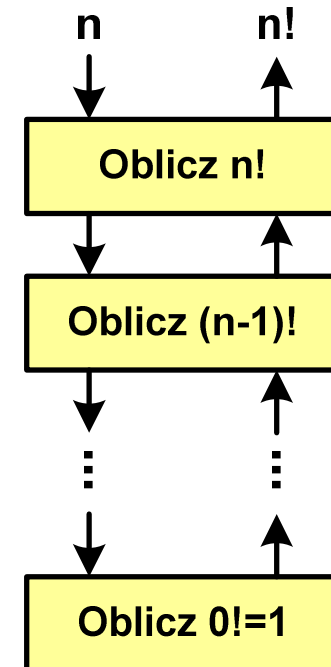
Rekurencja

- **Rekurencja** lub **rekursja** - jest to odwoływanie się funkcji lub definicji do samej siebie
- Rozwiązanie danego problemu wyraża się za pomocą rozwiązań tego samego problemu, ale dla danych o mniejszych rozmiarach
- W matematyce mechanizm rekurencji stosowany jest do definiowania lub opisywania algorytmów

- Silnia:

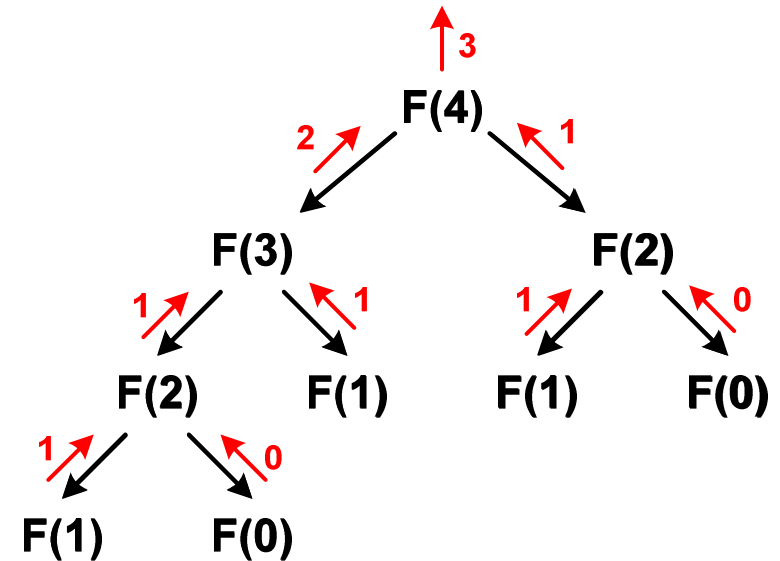
$$n! = \begin{cases} 1 & \text{dla } n = 0 \\ n(n-1)! & \text{dla } n \geq 1 \end{cases}$$

```
int silnia(int n)
{
    return n==0 ? 1 : n*silnia(n-1);
}
```



Rekurencja - ciąg Fibonacciego

$$F_n = \begin{cases} 0 & \text{dla } n = 0 \\ 1 & \text{dla } n = 1 \\ F_{n-1} + F_{n-2} & \text{dla } n > 1 \end{cases}$$



```
int F(int n)
{
    if (n==0) return 0;
    if (n==1) return 1;
    return F(n-1) + F(n-2);
}
```

Złożoność obliczeniowa

- W celu rozwiązania danego problemu obliczeniowego szukamy algorytmu najbardziej **efektywnego** czyli:
 - najszybszego (najkrótszy czas otrzymania wyniku)
 - o możliwie małym zapotrzebowaniu na pamięć
- **Problem:** Jak ocenić, który z dwóch różnych algorytmów rozwiązujących to samo zadanie jest efektywniejszy?
- Do oceny efektywności służy **złożoność obliczeniowa algorytmu** (**koszt algorytmu**) czyli ilość zasobów potrzebnych do jego działania (czas, pamięć)
- Miarą złożoności **czasowej** jest liczba podstawowych (dominujących) operacji (porównanie, podstawienie, operacja arytmetyczna) - pozostałe operacje są pomijane
- Miarą złożoności **pamięciowej** jest liczba wykorzystanych komórek pamięci (bajty lub liczba zmiennych określonego typu)

Złożoność obliczeniowa

- Złożoność obliczeniowa algorytmu jest **funkcją** opisującą zależność między **liczbą danych** a **liczbą operacji** wykonywanych przez ten algorytm
- W praktyce stosuje się oszacowanie powyższej funkcji - są to tzw. notacje (klasy złożoności):
 - O (duże O) - najbardziej popularna
 - Ω (omega)
 - Θ (theta)

Notacja O („duże O ”)

- Wyraża złożoność matematyczną algorytmu
- Do wyznaczenia złożoności bierze się pod uwagę liczbę dominujących operacji wykonywanych w algorytmie
- Przykład zapisu: $O(n^2)$
 - po literze O występuje wyrażenie w nawiasach zawierające literę n , która oznacza liczbę elementów, na których działa algorytm
- W funkcji opisującej złożoność bierze się pod uwagę tylko najistotniejszy składnik, np.

$$f(n) = n^2 + 2n \rightarrow O(n^2) \quad f(n) = n^2 + n - 5 \rightarrow O(n^2)$$

- W powyższych przykładach dla dużego n wpływ składnika liniowego i stałego na wartość funkcji jest nieistotny w porównaniu ze składnikiem głównym n^2

Notacja O („duże O”)

- Porównanie najczęściej występujących złożoności:

| Elementy (n) | $O(\log n)$ | $O(n)$ | $O(n \log n)$ | $O(n^2)$ | $O(n^3)$ | $O(2^n)$ |
|--------------|-------------|--------|---------------|-----------|-----------|------------------------|
| 10 | 3 | 10 | 33 | 100 | 1 000 | 1024 |
| 100 | 7 | 100 | 664 | 10 000 | 1 000 000 | $1,27 \cdot 10^{30}$ |
| 1 000 | 10 | 1 000 | 9 966 | 1 000 000 | 10^9 | $1,07 \cdot 10^{301}$ |
| 10 000 | 13 | 10 000 | 132 877 | 10^8 | 10^{12} | $1,99 \cdot 10^{3010}$ |

- $O(\log n)$ - logarytmiczna (np. przeszukiwanie binarne)
- $O(n)$ - liniowa (np. porównywanie łańcuchów znaków)
- $O(n \log n)$ - liniowo-logarytmiczna (np. sortowanie szybkie)
- $O(n^2)$ - kwadratowa (np. proste algorytmy sortowania)
- $O(n^3)$ - sześcienna (np. mnożenie macierzy)
- $O(2^n)$ - wykładnicza (np. problem komiwojażera)

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 |

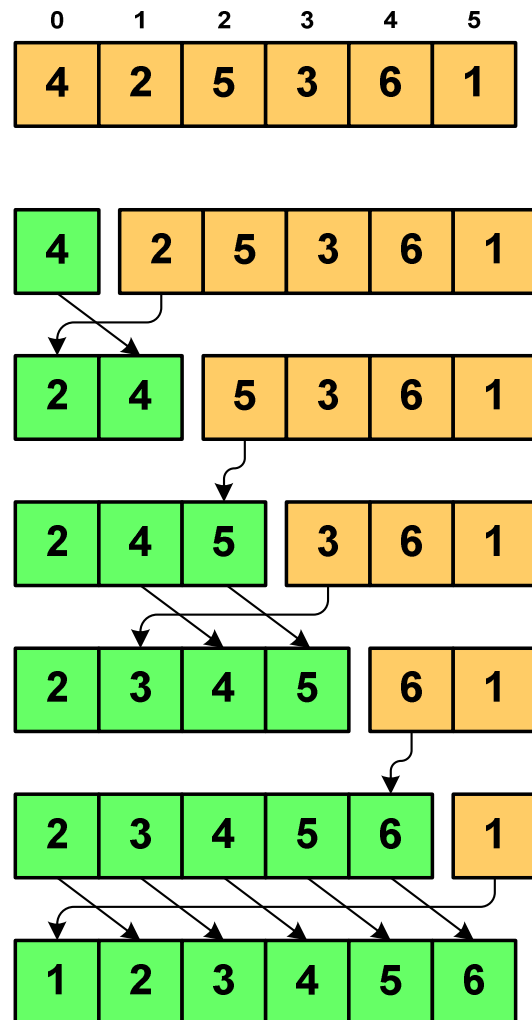
Sortowanie

- 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:

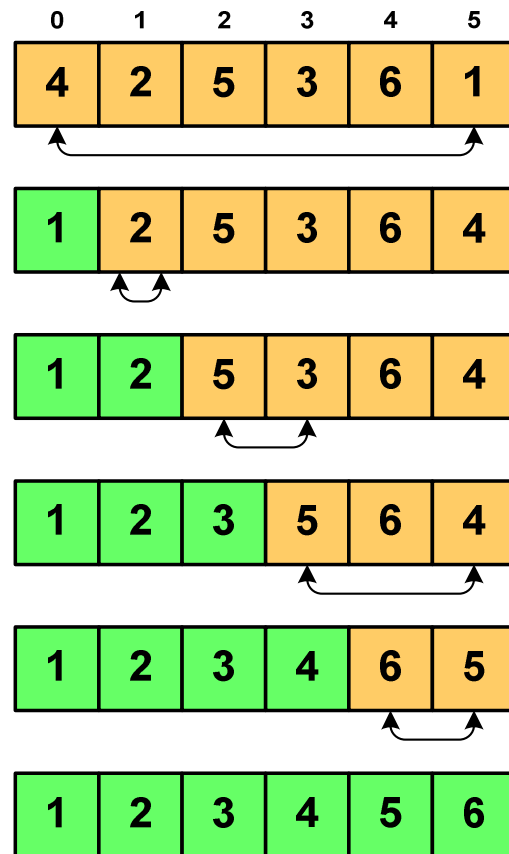


Program w języku C:

```
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:

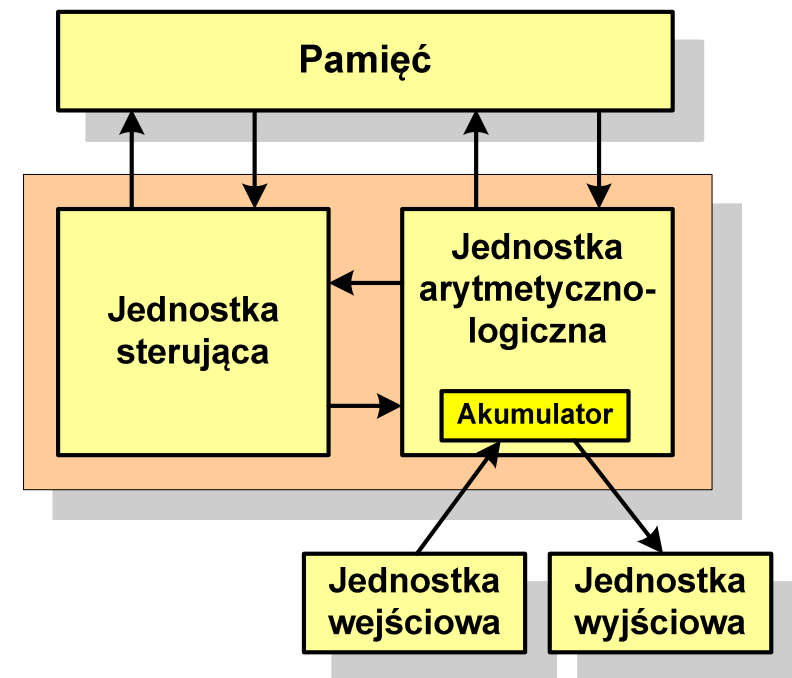


Program w języku C:

```
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;
    }
}
```


Architektura von Neumanna

- Rodzaj architektury komputera, opisanej w 1945 roku przez matematyka Johna von Neumanna
- Inne nazwy: **architektura z Princeton**, **store-program computer** (koncepcja przechowywanego programu)
- Zakłada podział komputera na kilka części:
 - **jednostka sterująca** (CU - Control Unit)
 - **jednostka arytmetyczno-logiczna** (ALU - Arithmetic Logic Unit)
 - **pamięć główna** (memory)
 - **urządzenia wejścia-wyjścia** (input/output)



Architektura von Neumanna - podstawowe cechy

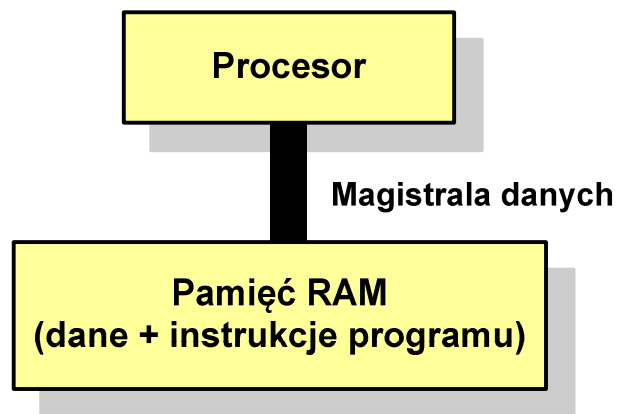
- Informacje przechowywane są w komórkach pamięci (**cell**) o jednakowym rozmiarze, każda komórka ma numer - **adres**
- **Dane oraz instrukcje programu (rozказы) zakodowane są za pomocą liczb i przechowywane w tej samej pamięci**
- Dane i instrukcje czytane są przy wykorzystaniu **tej samej magistrali**
- Praca komputera to sekwencyjne odczytywanie instrukcji z pamięci komputera i ich wykonywanie w procesorze
- Wykonanie rozkazu:
 - pobranie z pamięci słowa będącego kodem instrukcji
 - pobranie z pamięci danych
 - wykonanie instrukcji
 - zapisanie wyników do pamięci

Architektura harwardzka

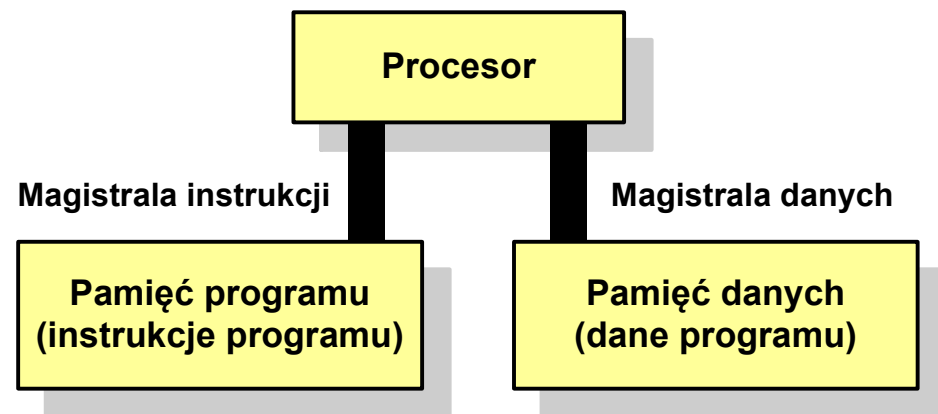
- Nazwa architektury pochodzi od komputera **Harward Mark I:**
 - zaprojektowany przez Howarda Aikena
 - pamięć instrukcji - taśma dziurkowana,
pamięć danych - elektromechaniczne liczniki
- Architektura komputera, w której **pamięć danych jest oddzielona od pamięci instrukcji**
- Pamięci danych i instrukcji mogą różnić się:
 - technologią wykonania
 - strukturą adresowania
 - długością słowa
- **Procesor może w tym samym czasie czytać instrukcje oraz uzyskiwać dostęp do danych**

Architektura harwardzka i von Neumanna

- W architekturze harwardzkiej pamięć instrukcji i pamięć danych:
 - zajmują różne przestrzenie adresowe
 - mają oddzielne szyny (magistrale) do procesora
 - zaimplementowane są w inny sposób



Architektura von Neumanna

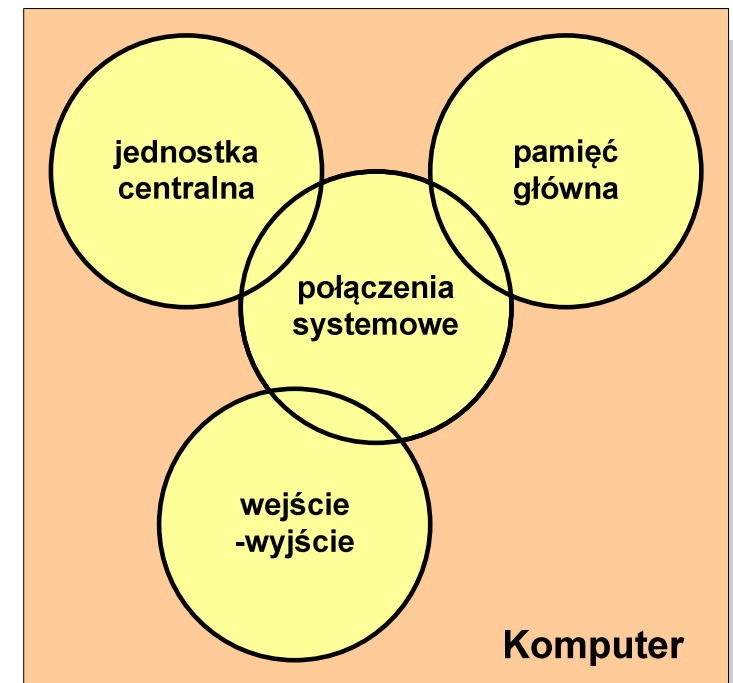


Architektura harwardzka

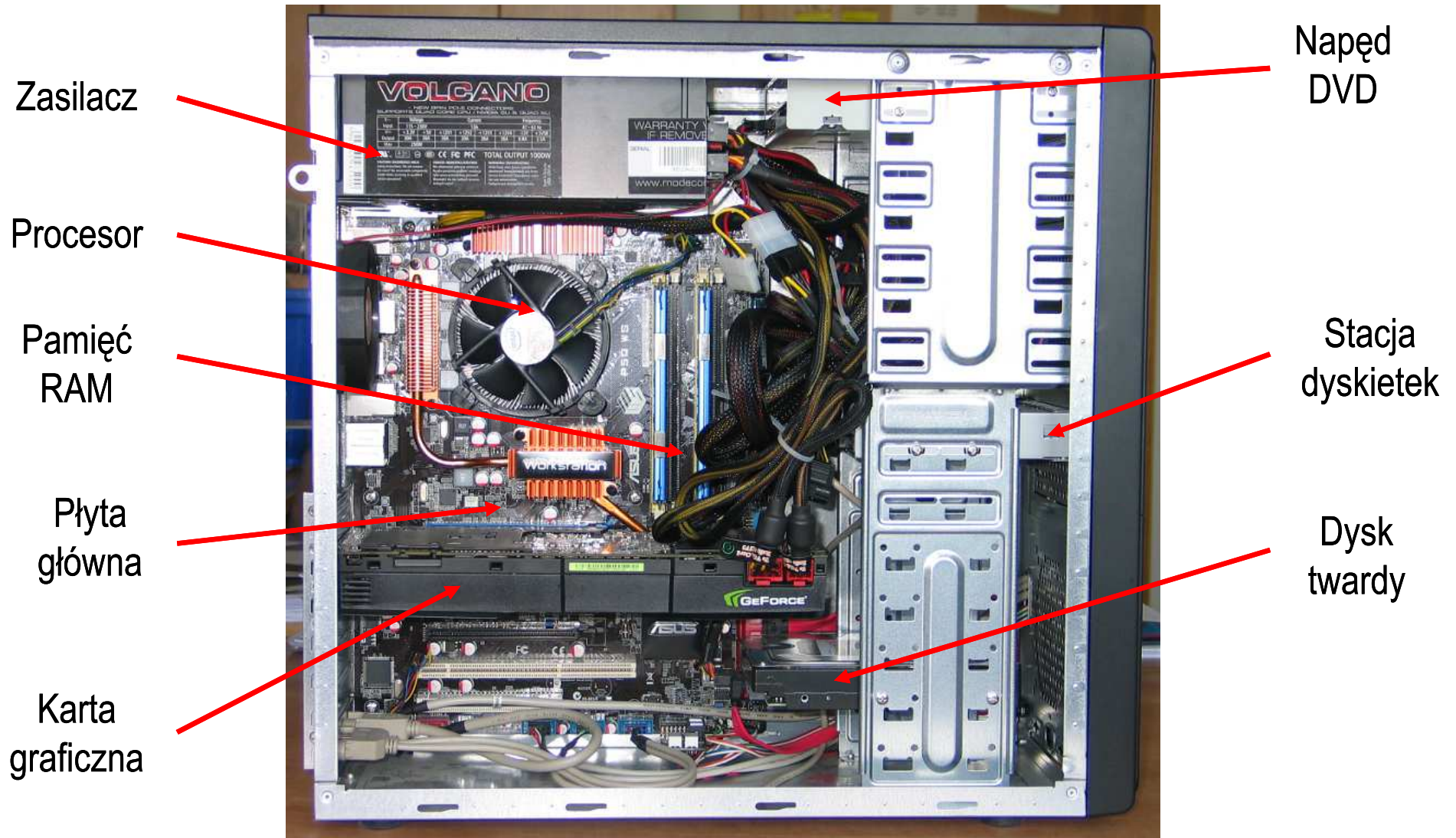
- Zmodyfikowana architektura harwardzka:
 - oddzielone pamięci danych i rozkazów, lecz wykorzystujące wspólną magistralę

Ogólna struktura systemu komputerowego

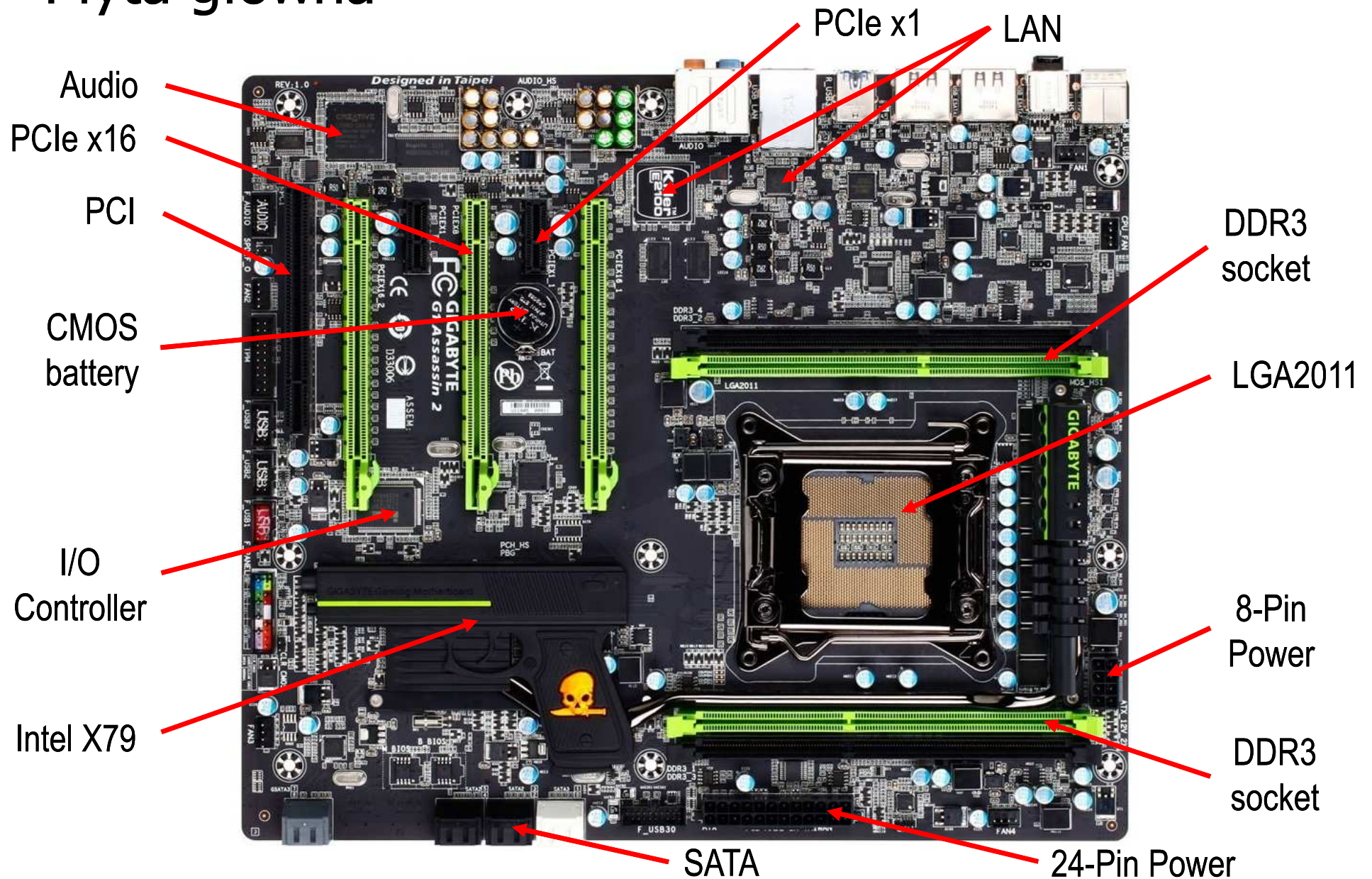
- Komputer tworzą cztery główne składniki:
 - **procesor** (jednostka centralna, CPU)
- steruje działaniem komputera
i realizuje przetwarzanie danych
 - **pamięć główna** - przechowuje dane
 - **wejście-wyjście** - przenosi dane
między komputerem a jego
otoczeniem zewnętrznym
 - **połączenia systemu**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



Jednostka centralna

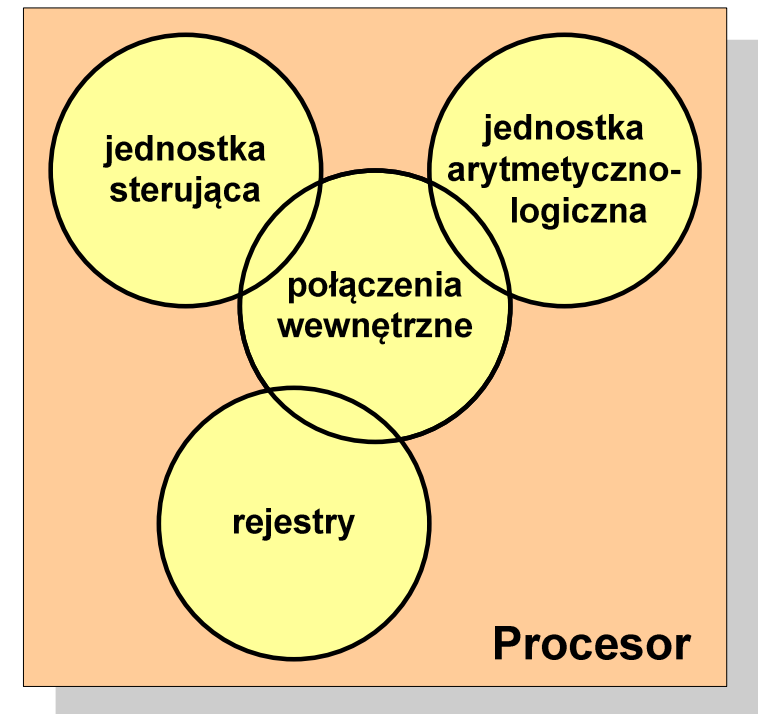


Płyta główna



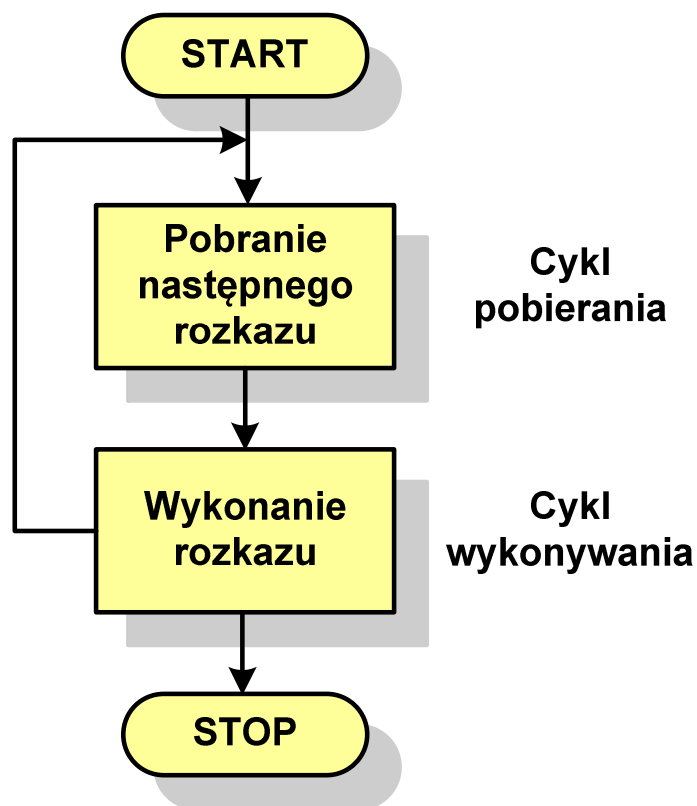
Ogólna struktura procesora

- 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

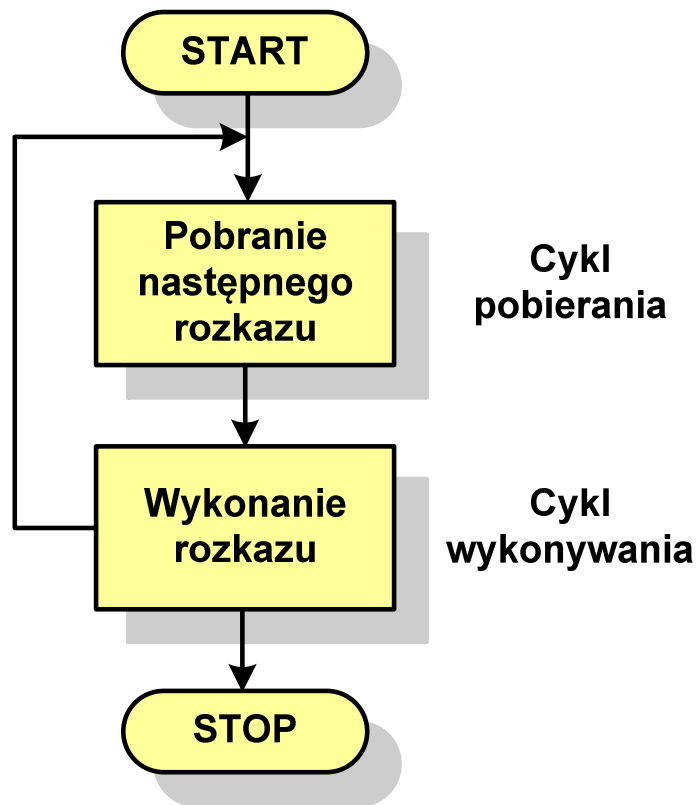
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- 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

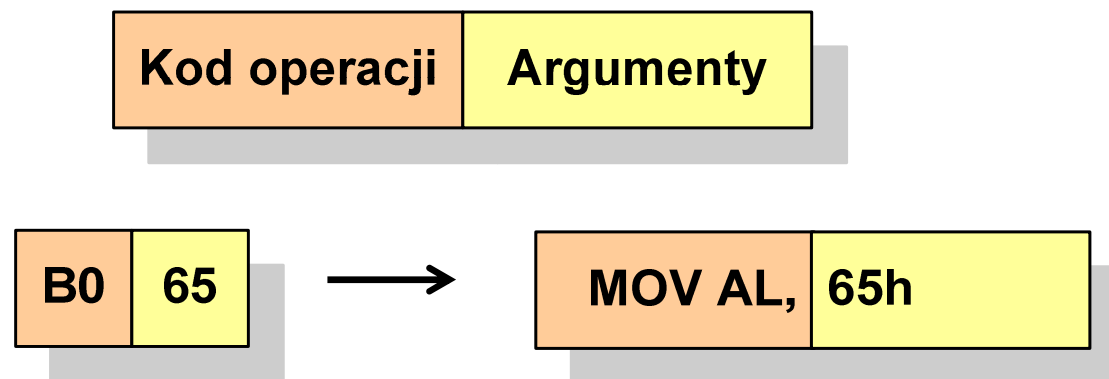
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- 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



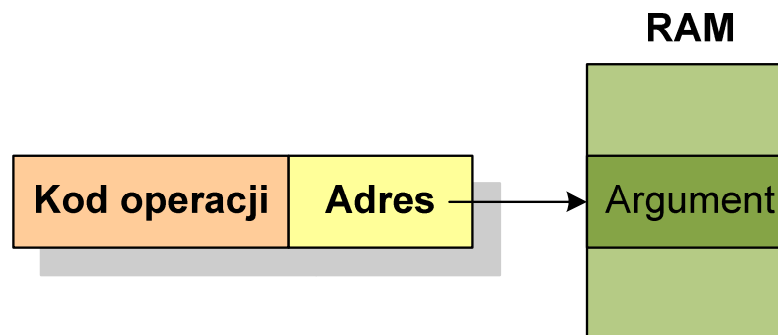
Działanie komputera

- **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

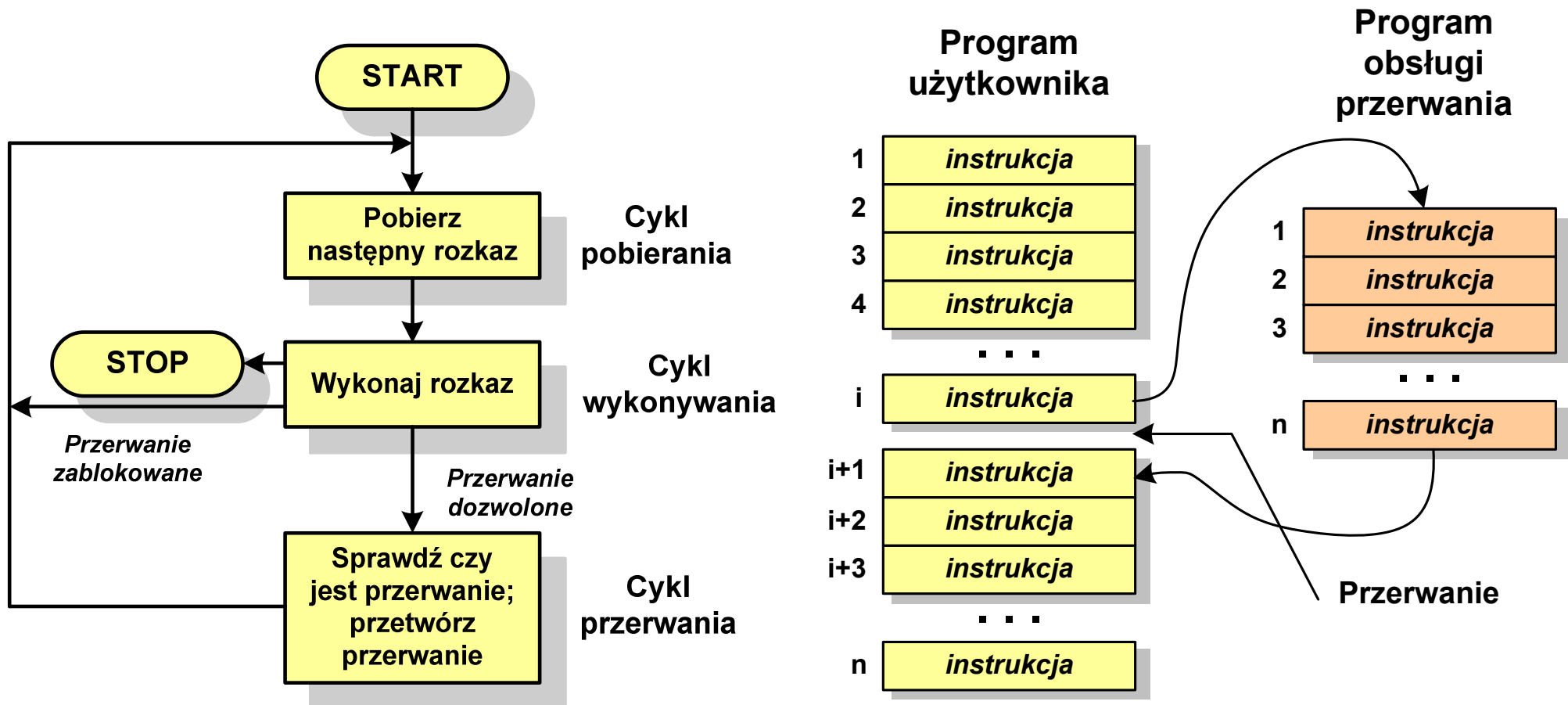


Działanie komputera - przerwania

- 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

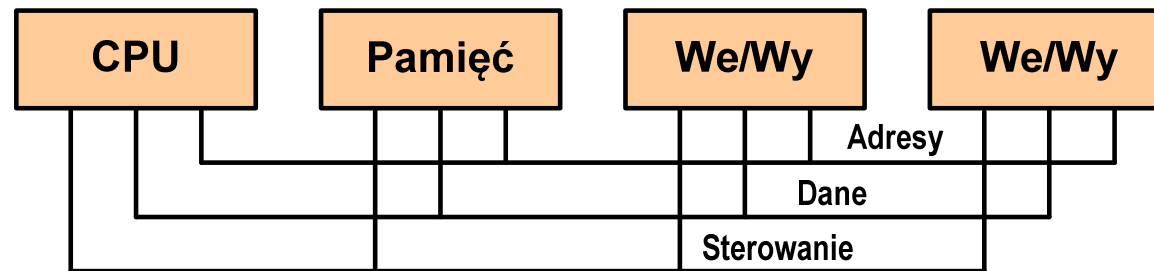
- **zewnętrzne** - sygnały pochodzące z urządzeń zewnętrznych i służące do komunikacji z nimi, np. 08H - zegar, 09h - klawiatura
- **wewnętrzne** - wywoływane przez procesor w celu zasygnalizowania sytuacji wyjątkowych (faults, traps, aborts)

■ 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

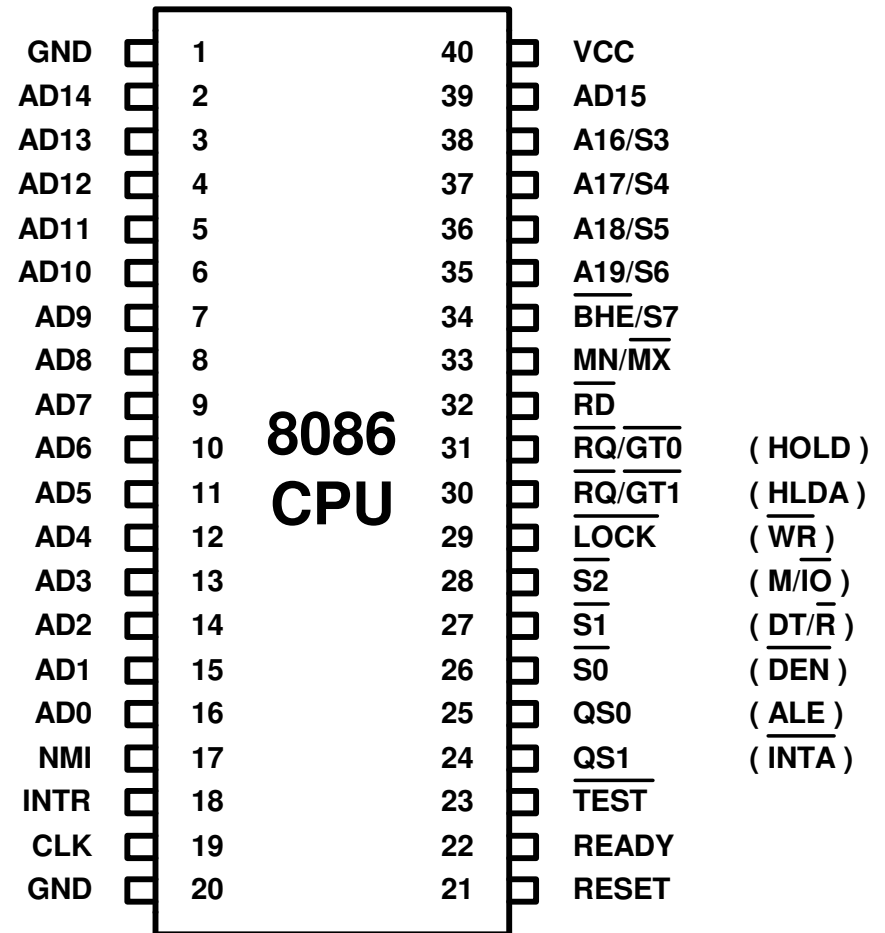
- Najczęściej stosowana struktura połączeń to **magistrala**, składająca się z wielu linii komunikacyjnych, którym przypisane jest określone znaczenie i określona funkcja



- **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

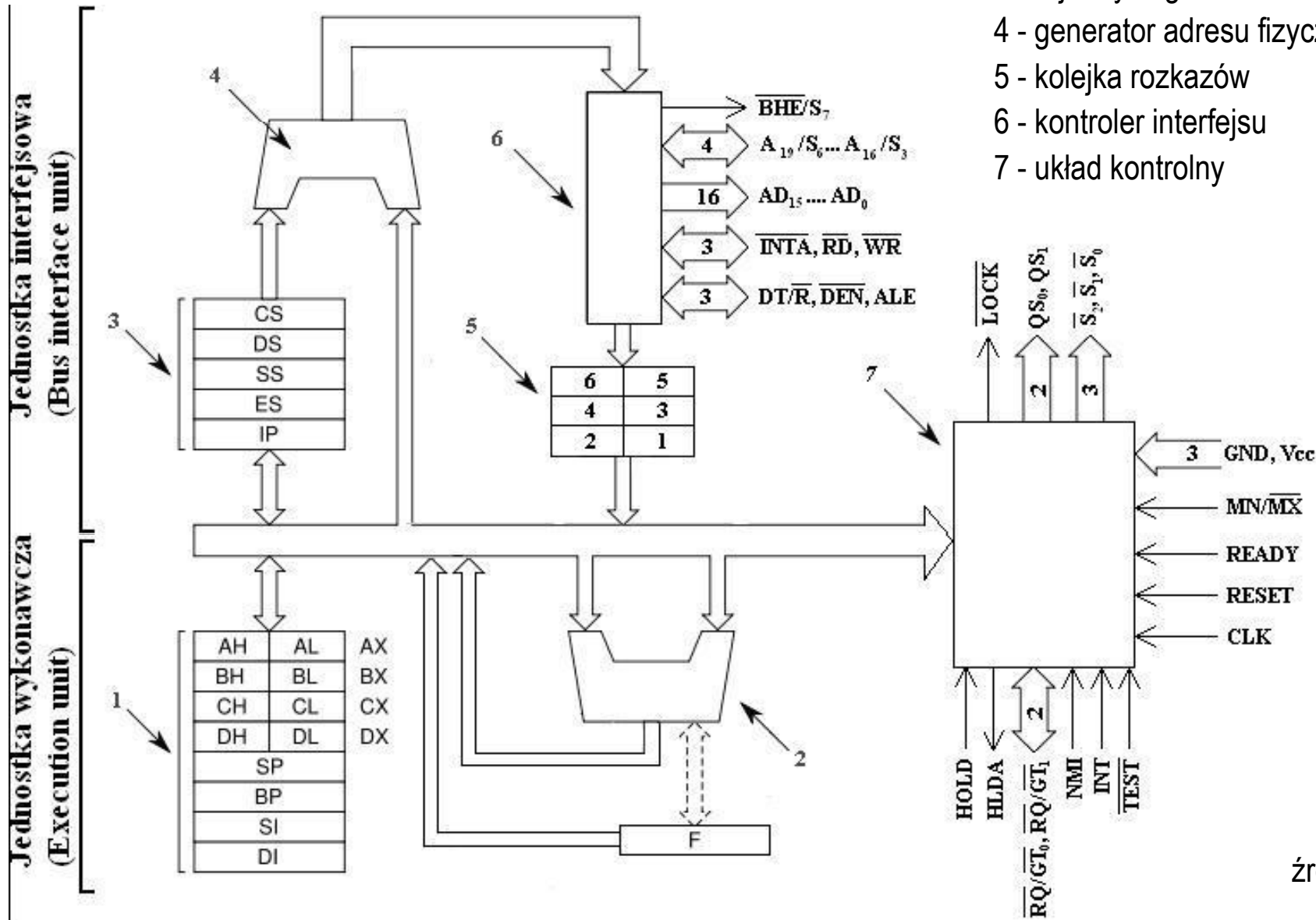
Intel 8086

- 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 znaczników (flag)
- 3 - rejestry segmentowe + licznik rozkazów
- 4 - generator adresu fizycznego
- 5 - kolejka rozkazów
- 6 - kontroler interfejsu
- 7 - układ kontrolny



Koniec wykładu nr 7

Dziękuję za uwagę!