Informatyka 1 (EZ1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr I, studia niestacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2023/2024

Wykład nr 6 (02.12.2023)

dr inż. Jarosław Forenc

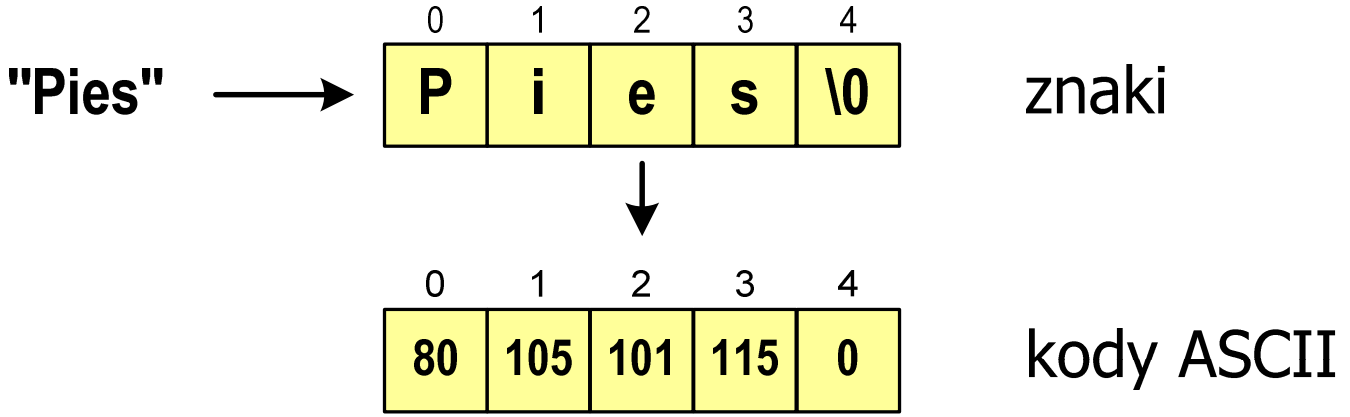
Plan wykładu nr 6

- Język C
  - łańcuchy znaków
- Architektura von Neumanna i architektura harwardzka
- Struktura i funkcjonowanie komputera
  - procesor, rozkazy, przerwania, magistrala
  - pamięć komputerowa, hierarchia pamięci
  - pamięć podręczna
- Algorytmy komputerowe
  - definicje, sposoby opisu
  - rekurencja, złożoność obliczeniowa
  - algorytmy sortowania

Język C - łańcuchy znaków

- Łańcuch znaków - ciąg złożony z zera lub większej liczby znaków zawartych między znakami cudzysłowu

```
"Pies"
```



- Deklaracja i inicjalizacja łańcucha znaków

```
char txt[10] = "Pies";
```

Język C - plik nagłówkowy string.h

strcpy()	char *strcpy(char *s1, const char *s2);

- Kopiuje łańcuch s2 do łańcucha s1

strlen()	size_t strlen(const char *s);

- Zwraca długość łańcucha znaków, nie uwzględnia znaku '\0'

strcat()	char *strcat(char *s1, const char *s2);

- Dołącza do łańcucha s1 łańcuch s2

Język C - plik nagłówkowy string.h

strcmp()	int strcmp(const char *s1, const char *s2);

- Porównuje łańcuchy s1 i s2 z rozróżnianiem wielkości liter

strcmpi()	int strcmpi(const char *s1, const char *s2);

- Porównuje łańcuchy s1 i s2 bez rozróżniania wielkości liter

strchr()	char *strchr(const char *s, int c);

- Szuka w łańcuchu s znaku c

Język C - plik nagłówkowy string.h

strlwr()	char *strlwr(char *s);

- Zamienia w łańcuchu s wielkie litery na małe

strupr()	char *strupr(char *s);

- Zamienia w łańcuchu s małe litery na wielkie

strrev()	char *strrev(char *s);

- Odwraca kolejność znaków w łańcuchu s

Język C - plik nagłówkowy string.h (przykład)

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

int main(void)
{
    char napis1[] = "Tekst w buforze", napis2[20];

    printf("napis1: %s \n",napis1);
    int dlugosc = strlen(napis1);
    printf("liczba znakow w napis1: %d \n",dlugosc);
    strcpy(napis2,napis1);
    printf("napis2: %s \n",napis2);
    strrev(napis2);
    printf("napis2 (odwr): %s \n",napis2);

    return 0;
}
```

Język C - plik nagłówkowy string.h (przykład)

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

int main(void)
{
    char napis1[] = "
    printf("napis1: %s \n",napis1);
    int dlugosc = strlen(napis1);
    printf("liczba znakow w napis1: %d \n",dlugosc);
    strcpy(napis2,napis1);
    printf("napis2: %s \n",napis2);
    strrev(napis2);
    printf("napis2 (odwr): %s \n",napis2);

    return 0;
}
```

```
napis1: Tekst w buforze
liczba znakow w napis1: 15
napis2: Tekst w buforze
napis2 (odwr): ezrofub w tskeT
```

Język C - macierz elementów typu char

- Szczególny przypadek tablicy dwuwymiarowej

```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
```

- Tablica w pamięci komputera

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	P	r	o	g	r	a	m	o	w	a	n	i	e	\0	\0
1	n	i	e		j	e	s	t	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0
2	t	r	u	d	n	e	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0

Język C - macierz elementów typu char

- Używając dwóch indeksów (nr wiersza i nr kolumny) można odwoływać się do jej pojedynczych elementów (znaków)

```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
for (int i=0; i<3; i++)
{
    for (int j=0; j<6; j++)
       printf("%c",txt[i][j]);
    printf("\n");
}
```

```
Progra
nie je
trudne
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	P	r	o	g	r	a	m	o	w	a	n	i	e	\0	\0
1	n	i	e		j	e	s	t	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0
2	t	r	u	d	n	e	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0

Język C - macierz elementów typu char

- Użycie jednego indeksu (numeru wiersza) powoduje potraktowanie całego wiersza jako łańcuch znaków (napisu)

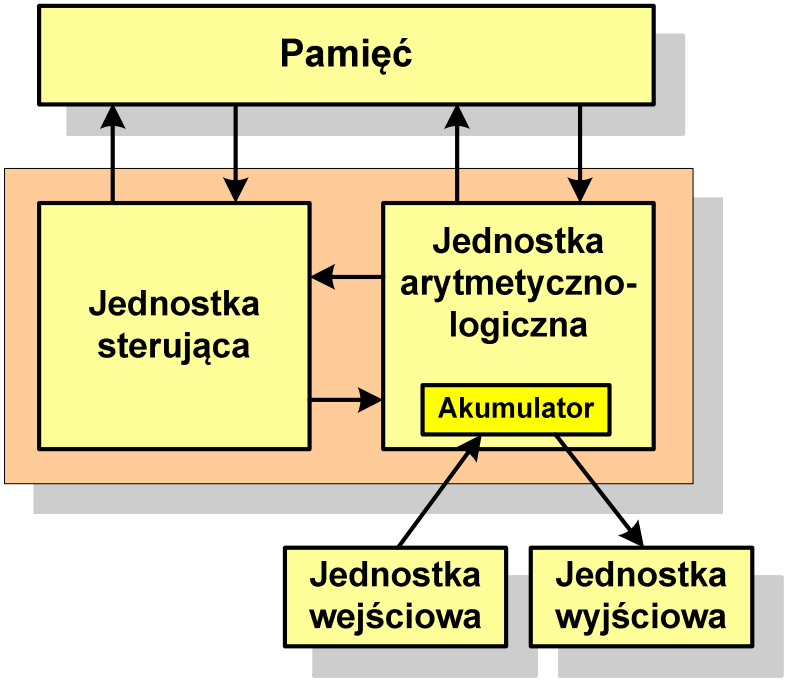
```
char txt[3][15] = {"Programowanie",
                   "nie jest","trudne"};
printf("%s ",txt[1]);
printf("%s ",txt[2]);
printf("%s ",txt[0]);
```

```
nie jest trudne Programowanie
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	P	r	o	g	r	a	m	o	w	a	n	i	e	\0	\0
1	n	i	e		j	e	s	t	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0
2	t	r	u	d	n	e	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0	\0

Architektura von Neumanna

- Rodzaj architektury komputera, opisanej w 1945 roku przez matematyka Johna von Neumanna
- Inne spotykane 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)

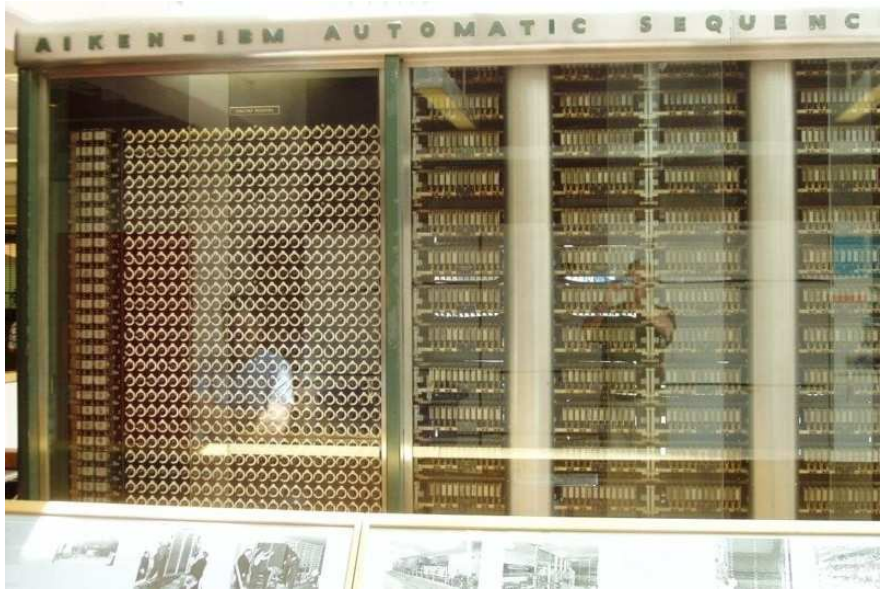


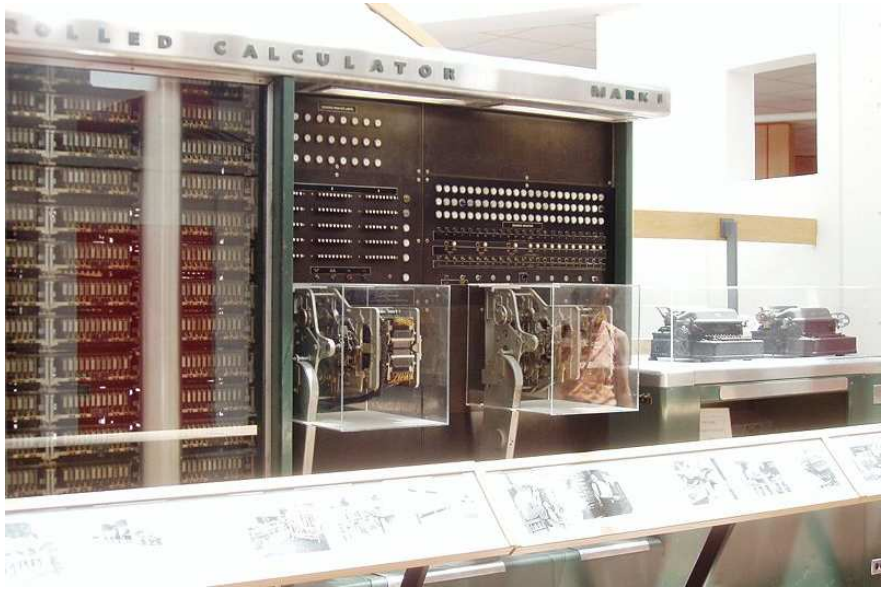
Architektura von Neumanna - podstawowe cechy

- Informacje przechowywane są w komórkach pamięci (cell) o jednakowym rozmiarze, każda komórka ma numer - adres
- Dane oraz instrukcje programu (rozkazy) zakodowane są za pomocą liczb i przechowywane w tej samej pamięci
- 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
- Dane i instrukcje czytane są przy wykorzystaniu tej samej magistrali

Architektura harwardzka

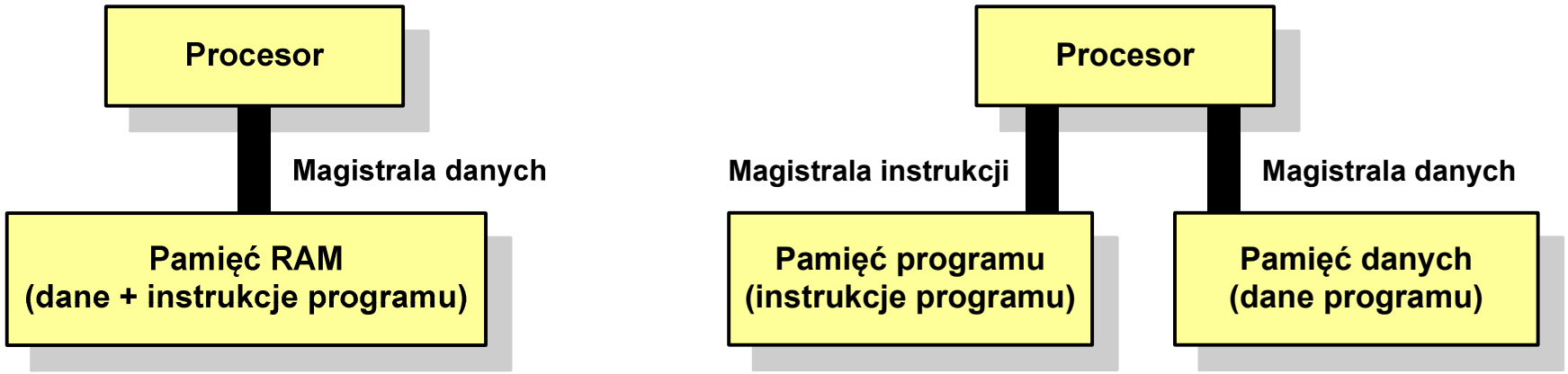
- Pamięć danych jest oddzielona od pamięci instrukcji
- Procesor może w tym samym czasie czytać instrukcje oraz uzyskiwać dostęp do danych
- Nazwa architektury pochodzi komputera Harward Mark I:
  - pamięć instrukcji - taśma dziurkowana,
    pamięć danych - elektromechaniczne liczniki





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



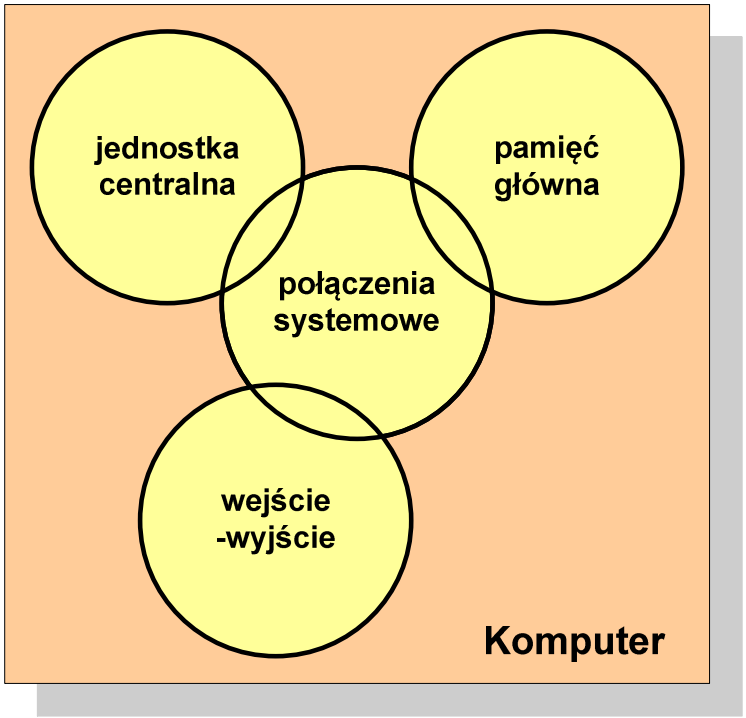
Architektura von Neumanna

Architektura harwardzka

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

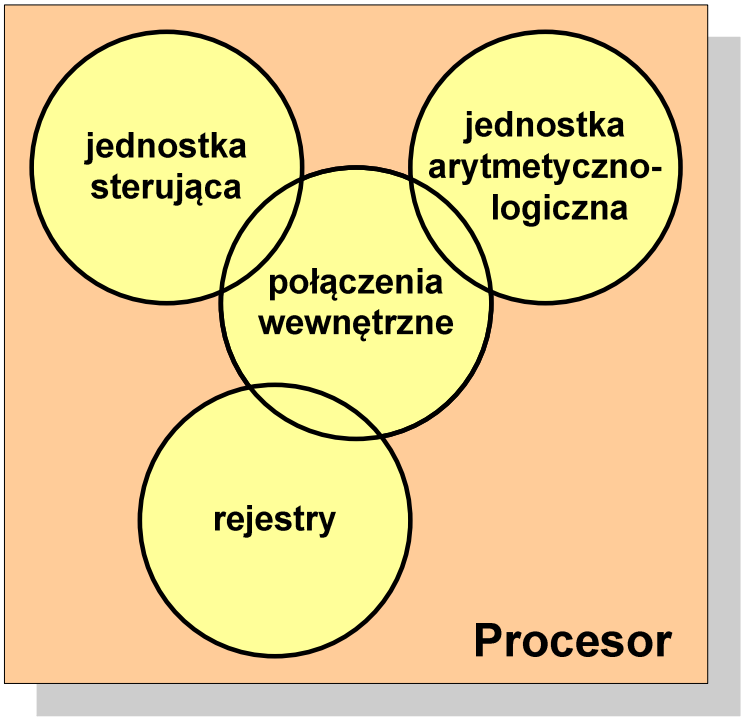
Ogólna struktura systemu komputerowego

- 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



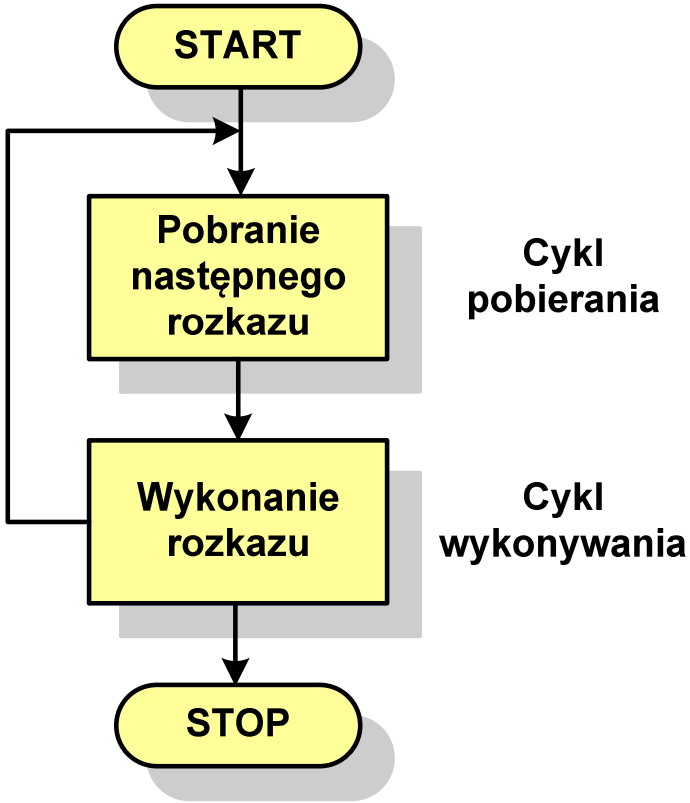
Ogólna struktura procesora

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



Działanie komputera

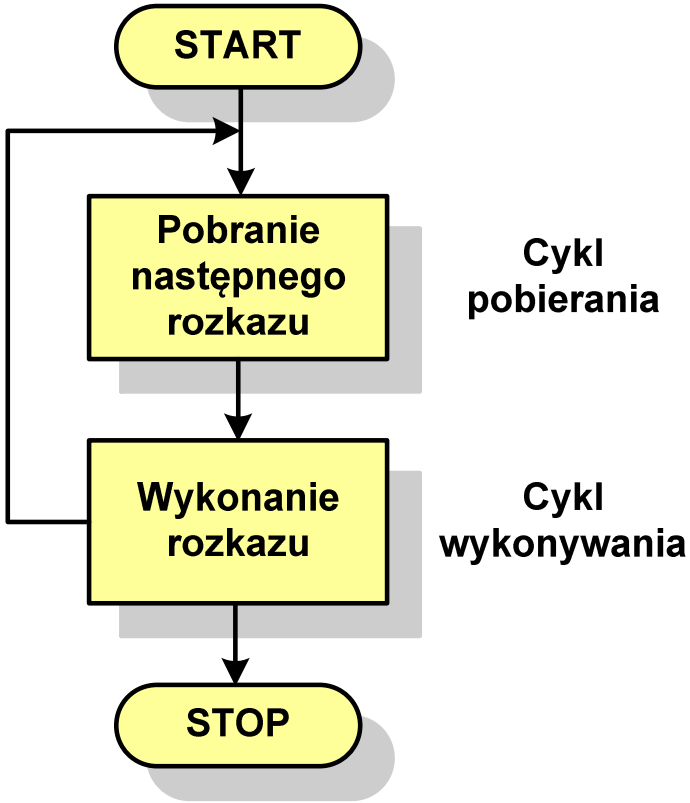
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- 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

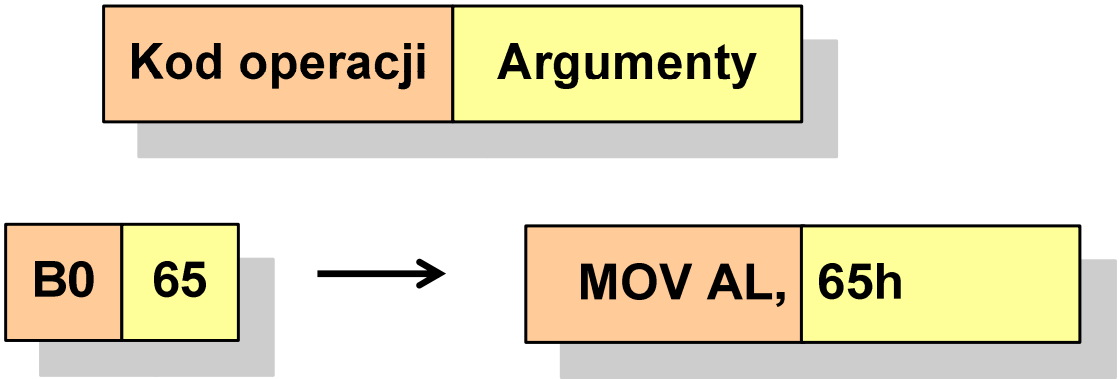
- Podstawowe zadanie komputera to wykonywanie programu
- Program składa się z rozkazów przechowywanych w pamięci
- Rozkazy są przetwarzane w dwu krokach:



- 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

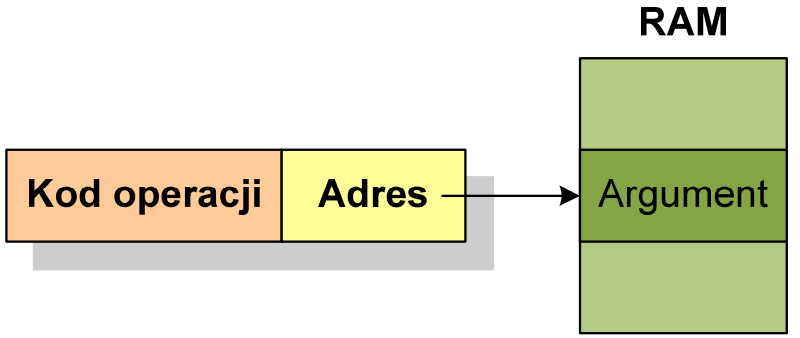
- Rozkaz:
  - przechowywany jest w postaci binarnej
  - ma określony format
  - używa określonego trybu adresowania
- Format - sposób rozmieszczenia informacji w kodzie rozkazu
- Rozkaz zawiera:
  - kod operacji (rodzaj wykonywanej operacji)
  - argumenty (lub adresy argumentów) wykonywanych operacji



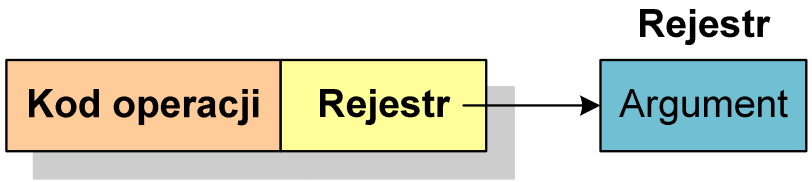
Działanie komputera

- 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
```

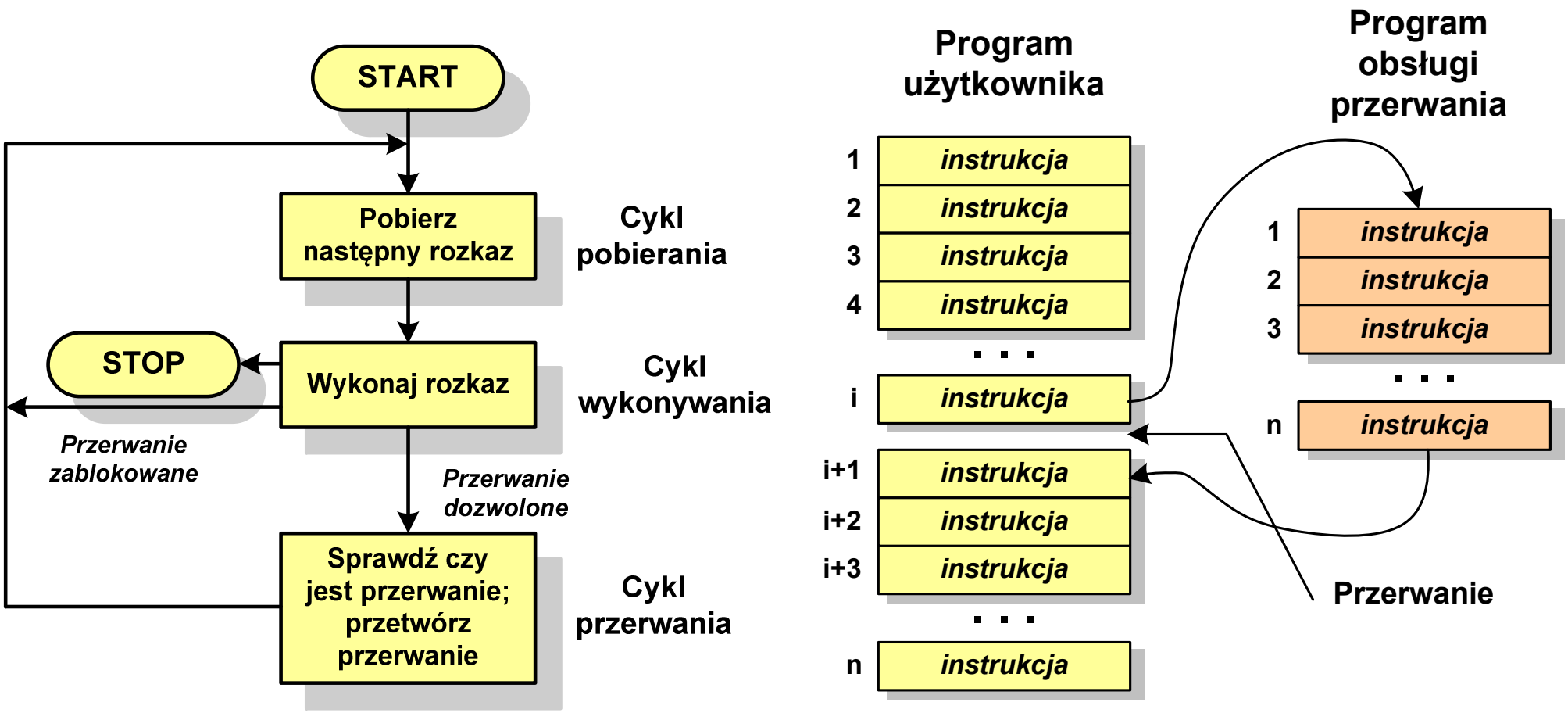
```
cli
mov [di],ax
mov [di+2],cs
sti
mov ax,3100h
mov dx,(offset begin - offset handler)
inc dx
int 21h
end
   start
```

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 przerwań 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 przerwań zapisane są w tablicy wektorów przerwań

Działanie komputera - przerwania

- Implementacja przerwań wymaga dodania cyklu przerwania do cyklu rozkazu

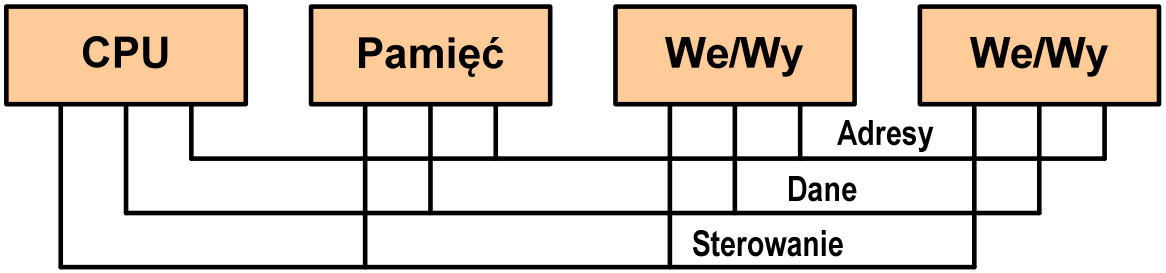


Rodzaje przerwań

- 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 głownie do komunikacji z systemem operacyjnym (DOS - 21h, Windows - 2h, Linux - 80h)

Magistrala

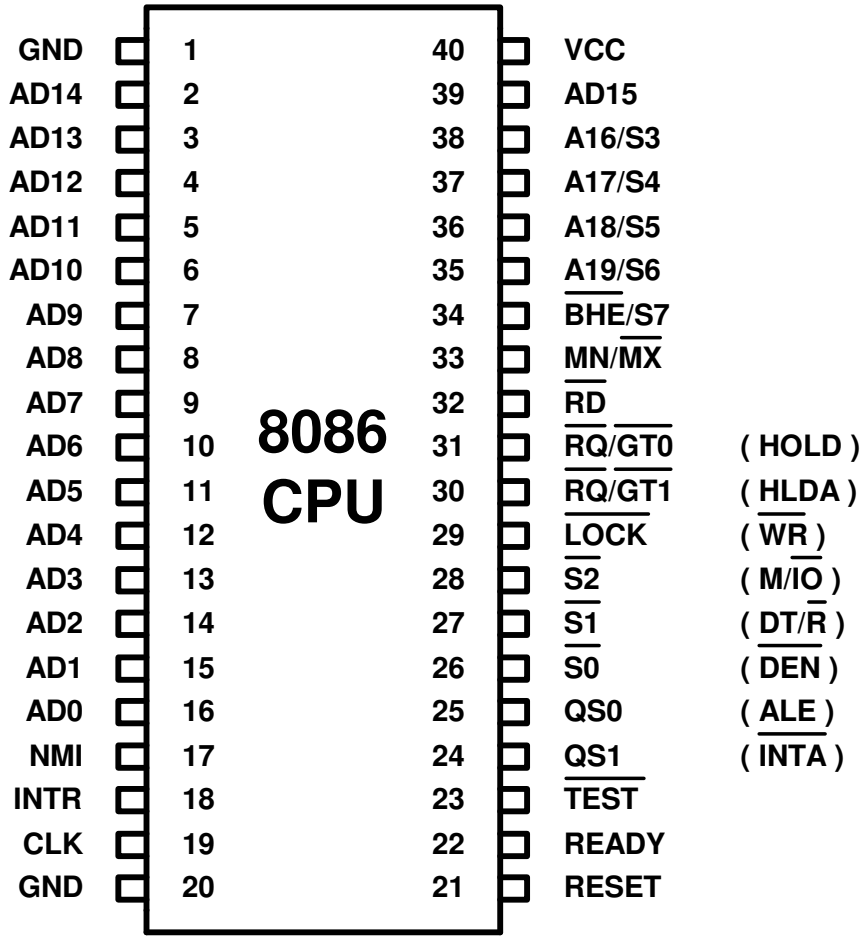
- Najczęściej stosowana struktura połączeń to magistrala, składająca się z wielu linii komunikacyjnych, którym przypisane jest określone znaczenie i określona funkcja



  - 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

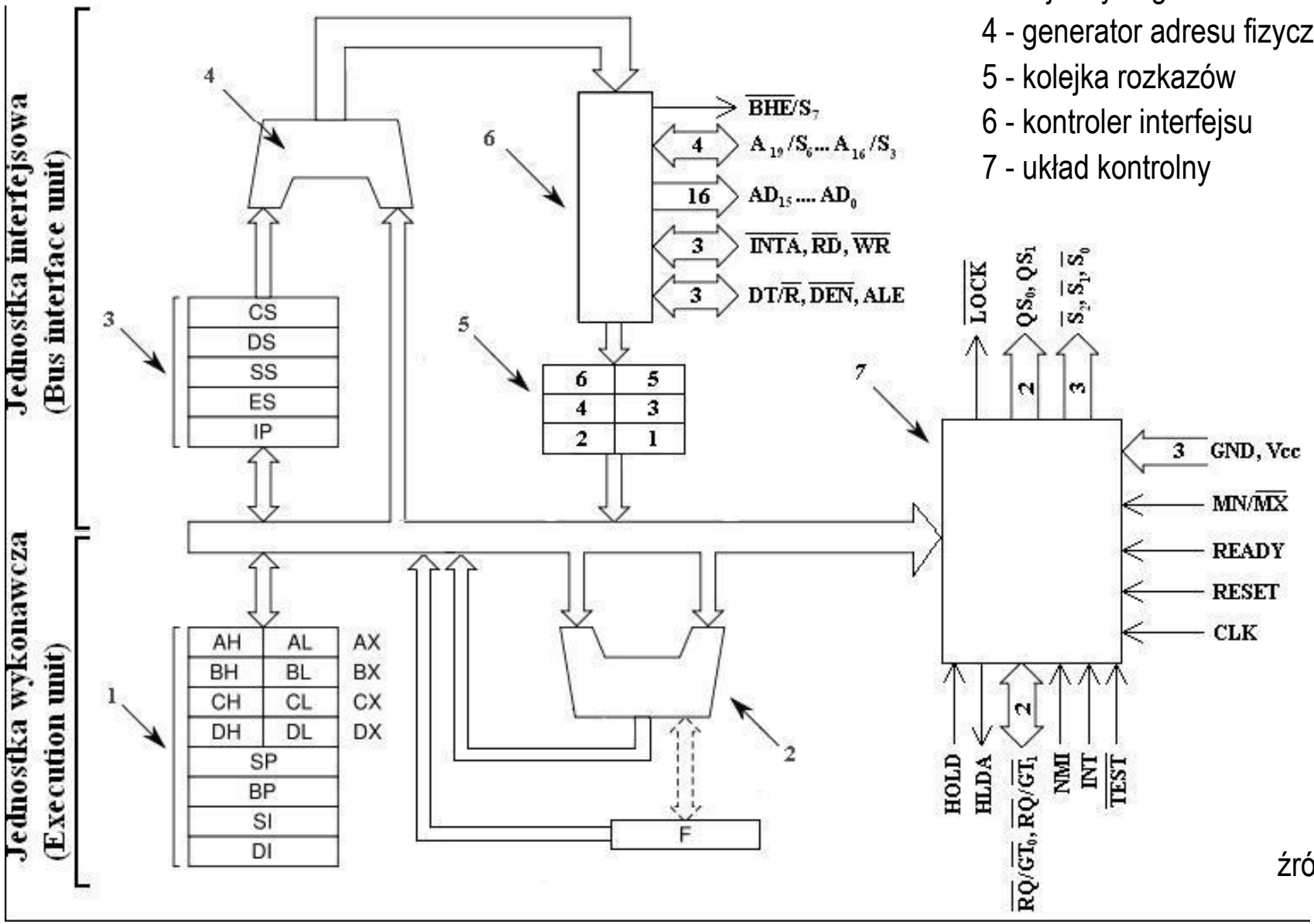
Intel 8086

- 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



źródło: wikipedia

Typy pamięci komputerowej

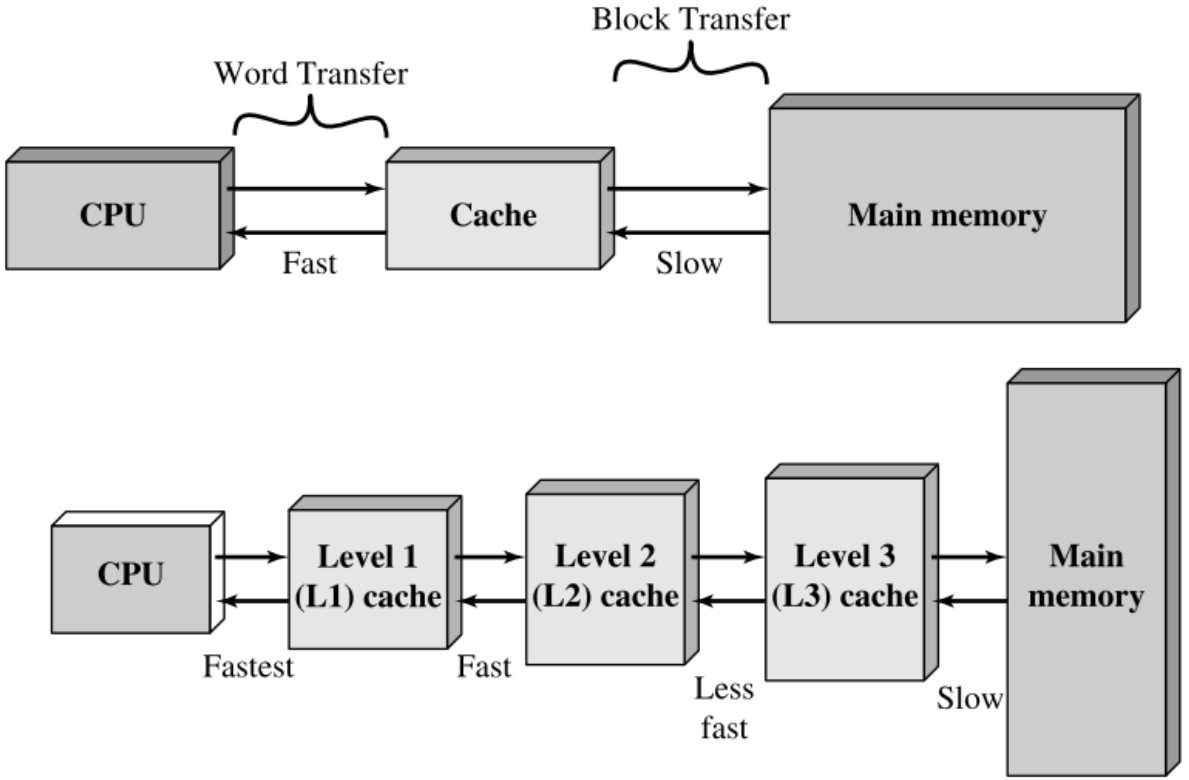
- RAM (Random Access Memory) - pamięć o dostępie swobodnym
  - odczyt i zapis następuje za pomocą sygnałów elektrycznych
  - pamięć ulotna - po odłączeniu zasilania dane są tracone
  - DRAM - pamięć dynamiczna:
    - przechowuje dane podobnie jak kondensator ładunek elektryczny
    - wymaga operacji 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

Typy pamięci komputerowej

- 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



źródło: W. Stallings, Computer Organization and Architecture

Algorytm - definicje

Definicja 1

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

Definicja 2

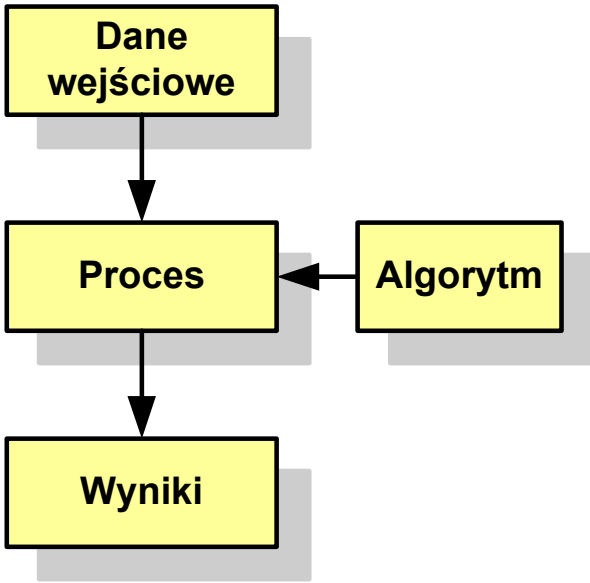
- Opis rozwiązania problemu wyrażony za pomocą operacji zrozumiałych i możliwych do zrealizowania przez wykonawcę

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):

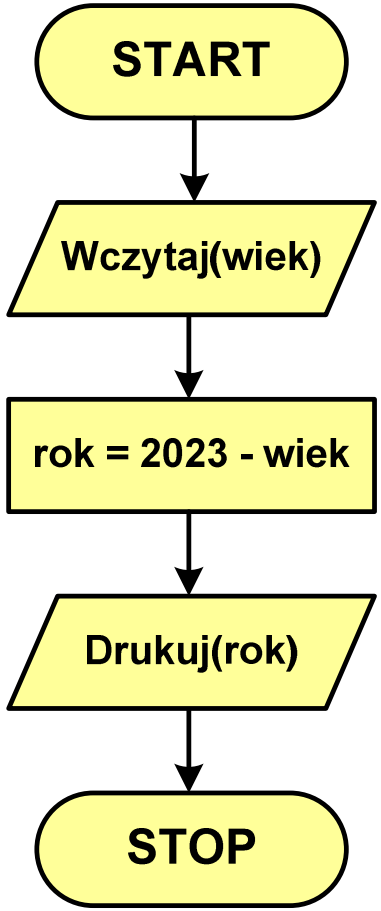
  Krok 1: Zwolnij element blokujący wózek

  Krok 2: Rozkładaj wózek w kierunku kółek

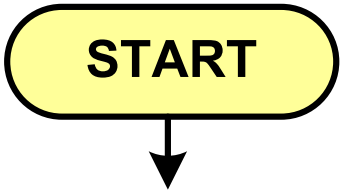
  Krok 3: Naciskając nogą dolny element blokujący aż do zatrzaśnięcia, rozłóż wózek do pozycji przewozowej

Schemat blokowy

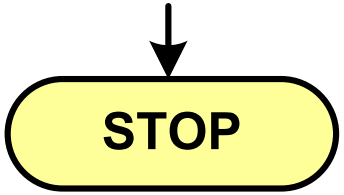
- Zawiera plan algorytmu przedstawiony w postaci graficznej
- Na schemacie umieszczane są bloki oraz linie przepływu (strzałki)
- Blok zawiera informację o wykonywanej operacji
- Linie przepływu (strzałki) określają kolejność wykonywania bloków algorytmu
- Przykład: wyznaczanie roku urodzenia na podstawie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



Schemat blokowy - symbole graficzne

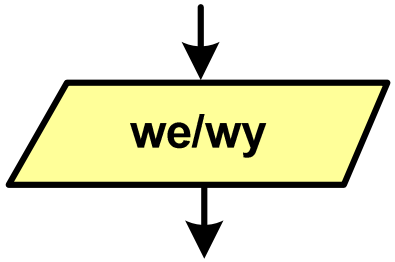


- blok startowy, początek algorytmu
- wskazuje miejsce rozpoczęcia algorytmu
- ma jedno wyjście
- może występować tylko jeden raz

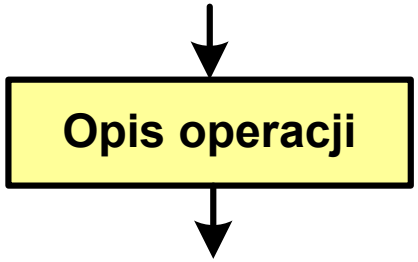


- blok końcowy, koniec algorytmu
- wskazuje miejsce zakończenia algorytmu
- ma jedno wejście
- musi występować przynajmniej jeden raz

Schemat blokowy - symbole graficzne

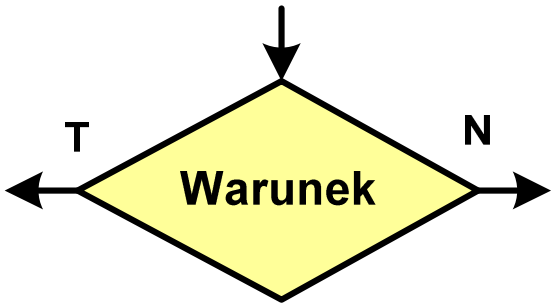


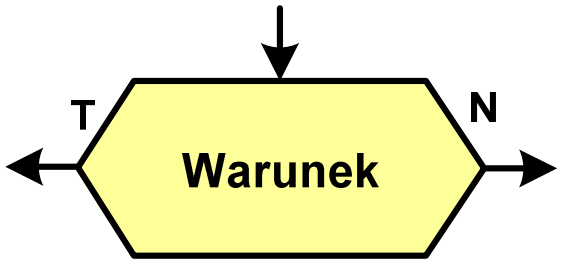
- blok wejścia-wyjścia
- poprzez ten blok wprowadzane są (czytane) dane wejściowe i wyprowadzane (zapisywane) wyniki
- ma jedno wejście i jedno wyjście



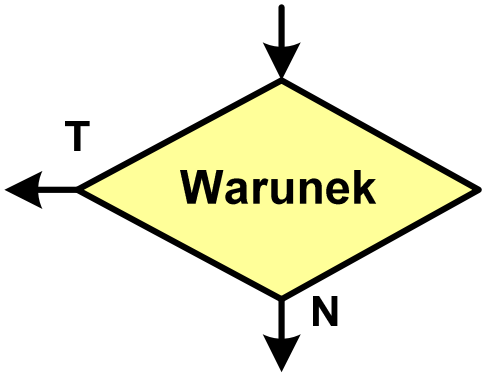
- blok wykonawczy, blok funkcyjny, opis procesu
- zawiera jedno lub kilka poleceń (elementarnych instrukcji) wykonywanych w podanej kolejności
- instrukcją może być np. operacja arytmetyczna, podstawienie
- ma jedno wejście i jedno wyjście

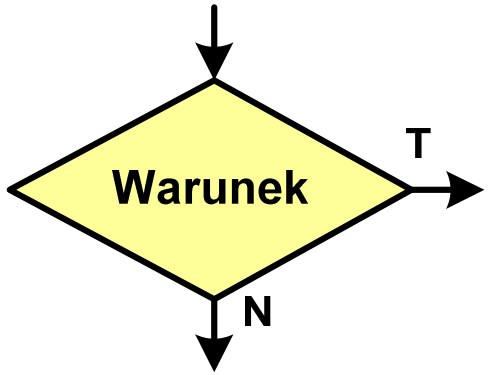
Schemat blokowy - symbole graficzne



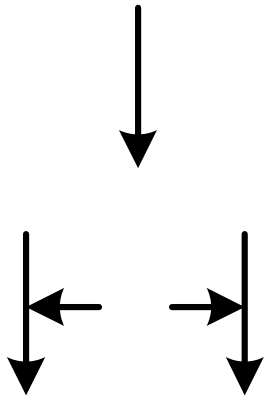


- blok warunkowy (decyzyjny, porównujący)
- wewnątrz bloku umieszcza się warunek logiczny
- na podstawie warunku określana jest tylko jedna droga wyjściowa
- połączenia wychodzące z bloku:
  - T lub TAK - gdy warunek jest prawdziwy
  - N lub NIE - gdy warunek nie jest prawdziwy
- wyjścia mogą być skierowane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

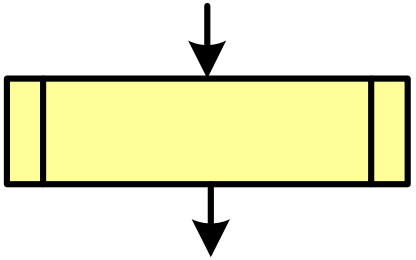




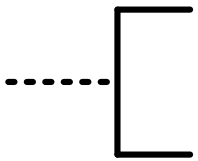
Schemat blokowy - symbole graficzne



- 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

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	

NWD(1675,3752) = 67

Algorytm Euklidesa - lista kroków

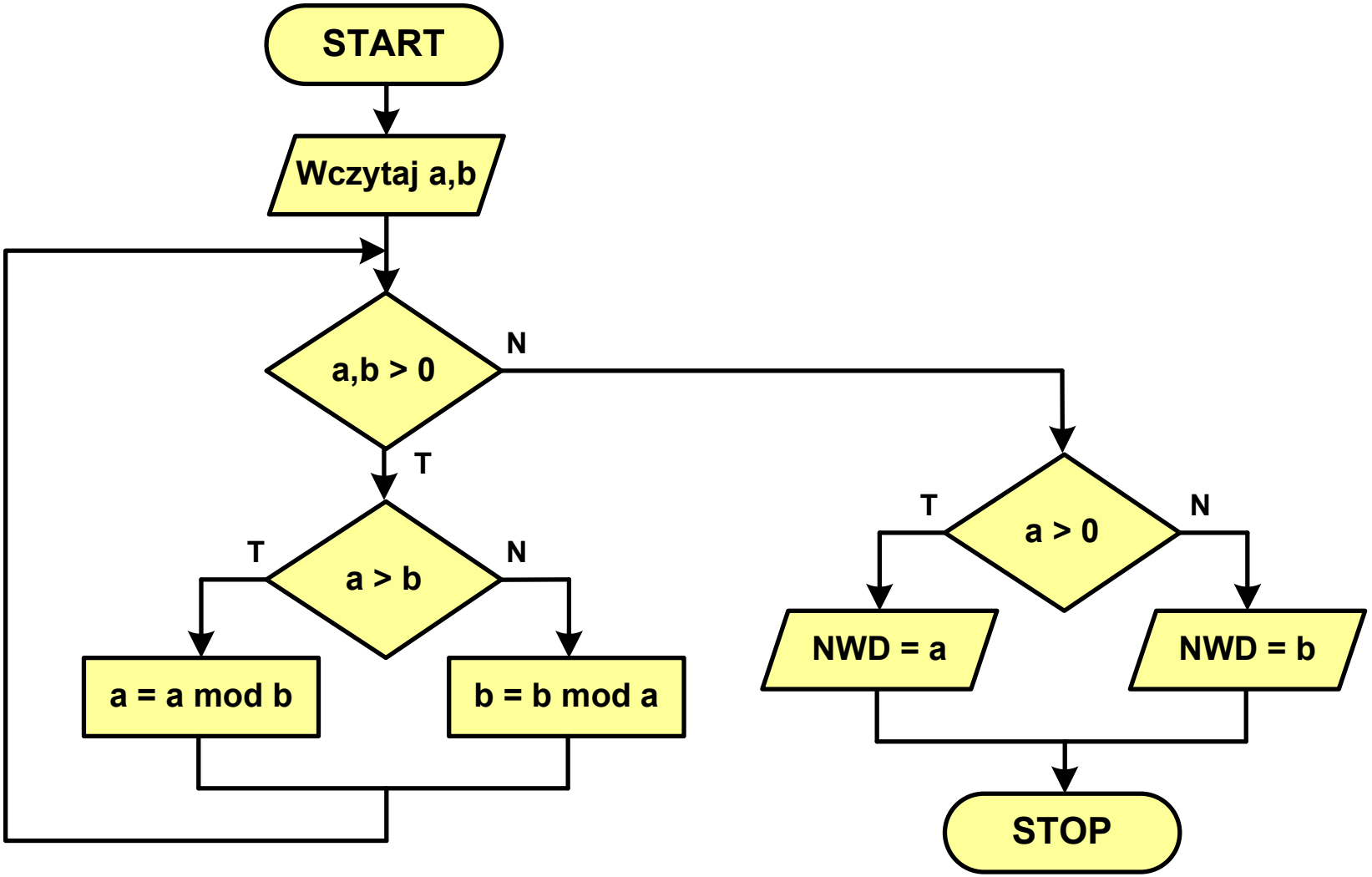
Dane wejściowe: niezerowe liczby naturalne a i b

Dane wyjściowe: 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 NWD(a,b)

Algorytm Euklidesa - schemat blokowy



Algorytm Euklidesa - pseudokod

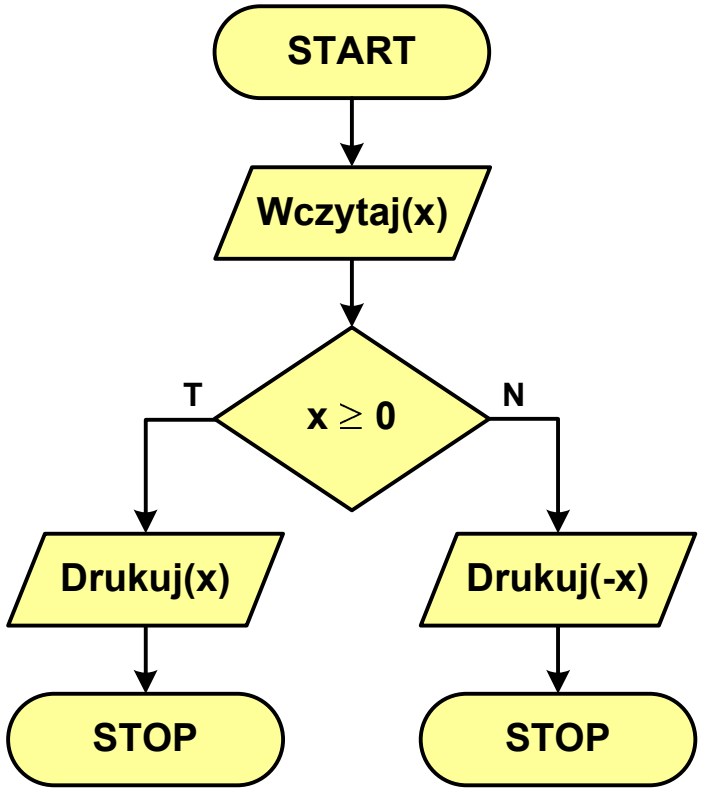
```
NWD(a,b)
while a>0 i b>0
 do if a>b
       then a ← a mod b
       else b ← b mod a
if a>0
   then return a
   else return b
```

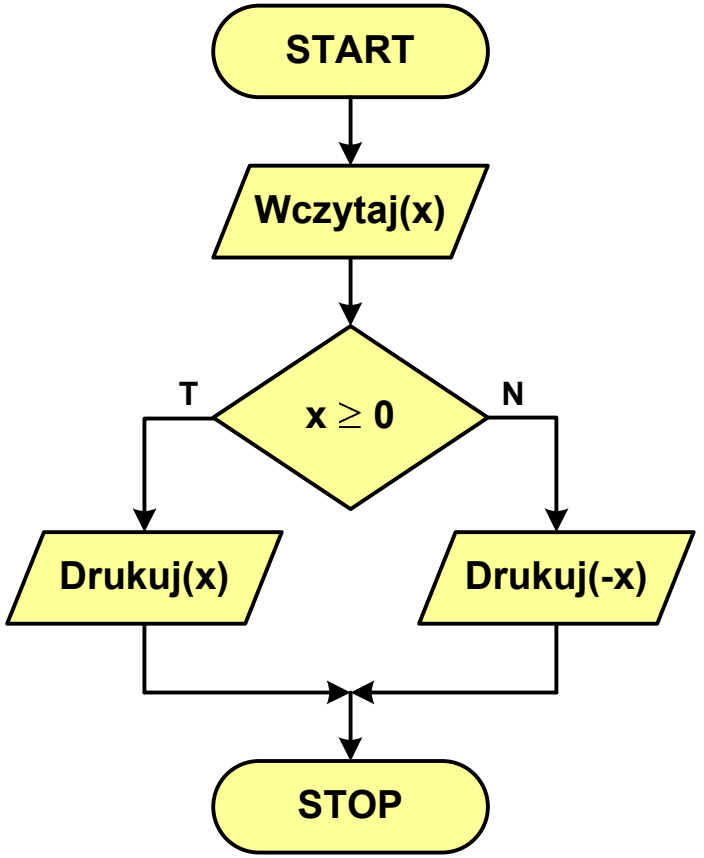
Algorytm Euklidesa - język programowania (C)

```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

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





Równanie kwadratowe - schemat blokowy

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

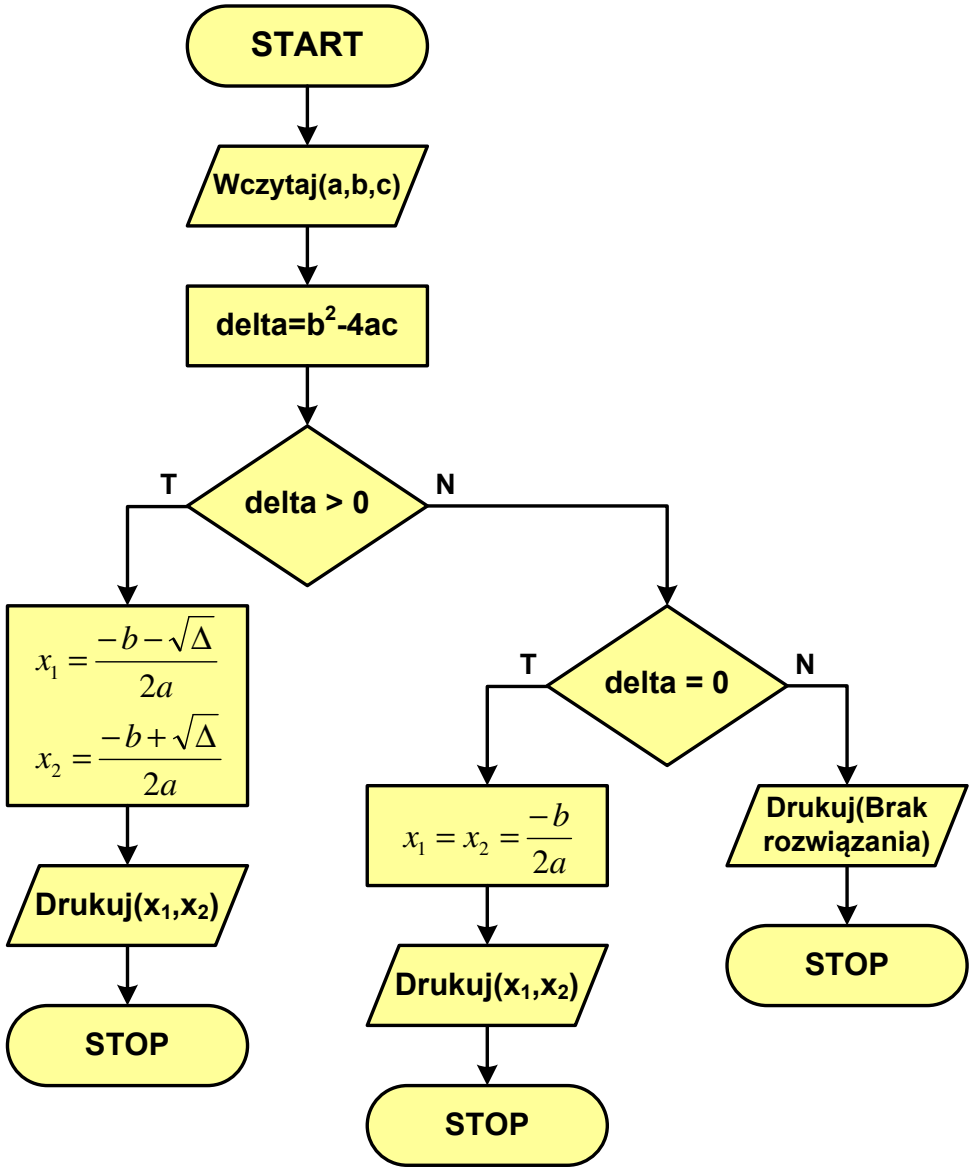
$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$\Delta > 0$:

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

$\Delta = 0$:

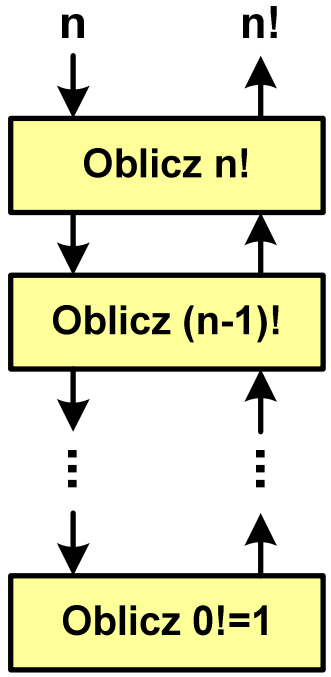
$$x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$$



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:

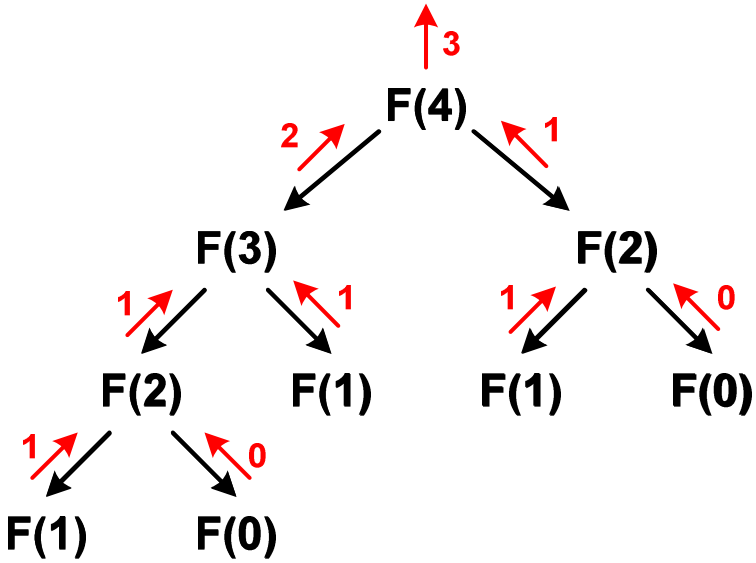
$$n! = \begin{cases} 1 & dla \quad n = 0 \\ n(n-1)! & dla \quad n \geq 1 \end{cases}$$




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

Rekurencja - ciąg Fibonacciego

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




```
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}	$1{,}99 \cdot 10^{3010}$

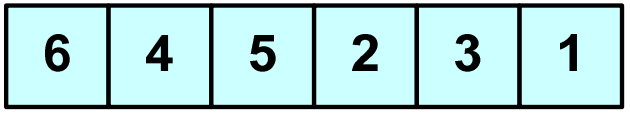
O(log n) - logarytmiczna (np. przeszukiwanie binarne)
O(n) - liniowa (np. porównywanie łańcuchów znaków)
O(n log n) - liniowo-logarytmiczna (np. sortowanie szybkie)
$O(n^2)$ - kwadratowa (np. proste algorytmy sortowania)
$O(n^3)$ - sześcienna (np. mnożenie macierzy)
$O(2^n)$ - wykładnicza (np. problem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

Sortowanie

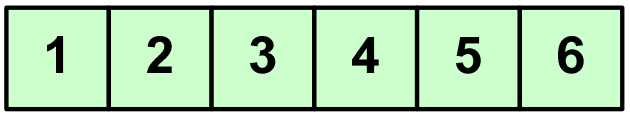
- Sortowanie polega na uporządkowaniu zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu tego zbioru (wartości każdego elementu)
- W przypadku liczb, sortowanie polega na znalezieniu kolejności liczb zgodnej z relacją ≤ lub ≥

Przykład:

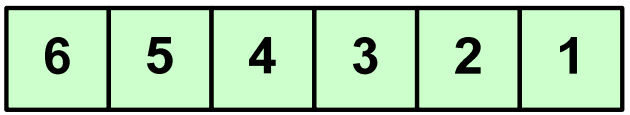
- Tablica nieposortowana:



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



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



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):

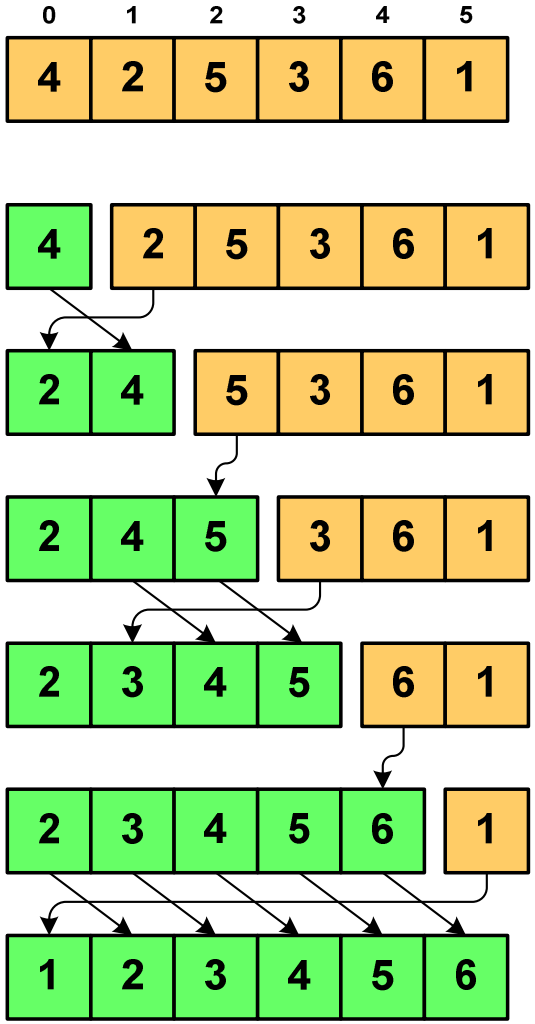
Magda	Ola	Jan	Ela	Paweł	Piotr
Mazur	Nowak	Kamiński	Król	Wójcik	Kowalski
15	18	20	22	23	25

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:

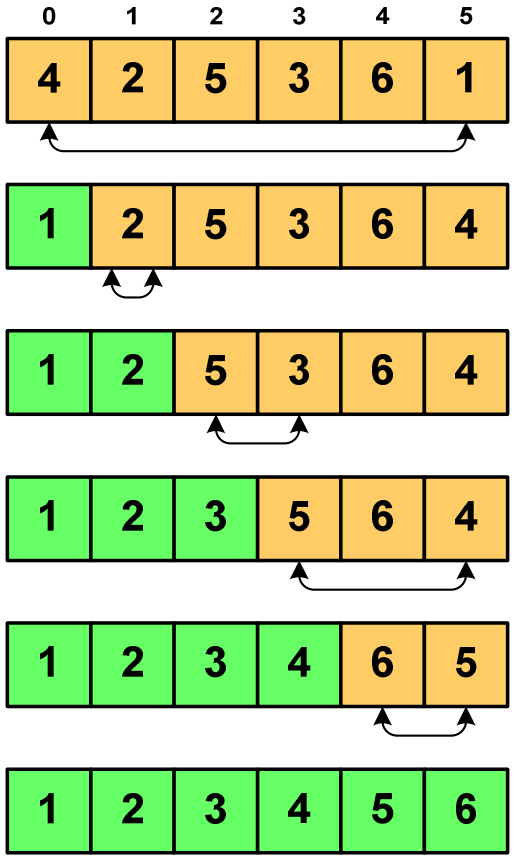


Program w języku C:

```
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)

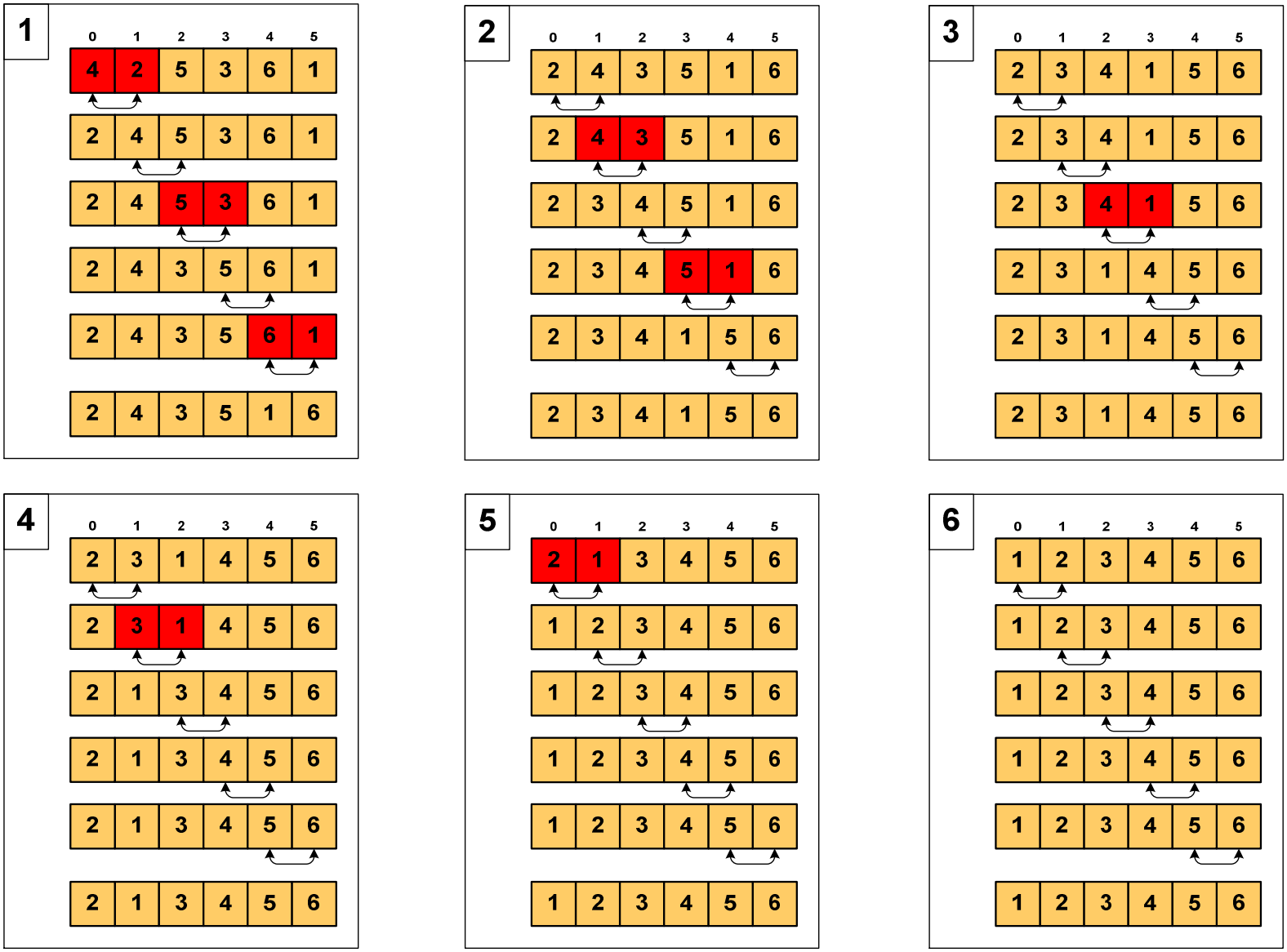
Przykład:



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;
    }
}
```

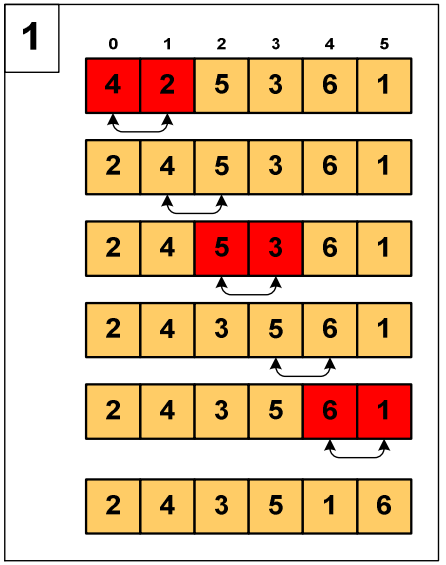
Bąbelkowe (bubble sort)

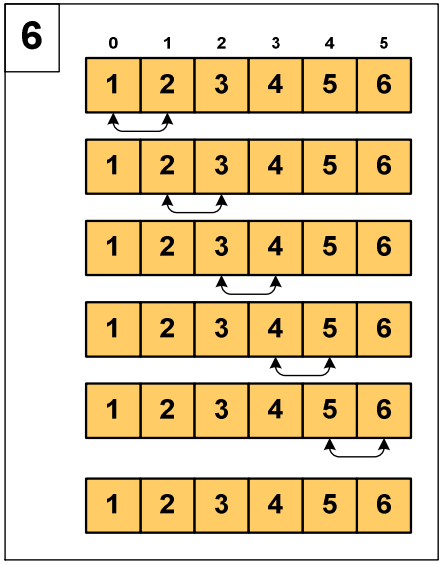


Bąbelkowe (bubble sort)

Program w języku C:

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





Koniec wykładu nr 6

Dziękuję za uwagę!