

# Programowanie mikrokontrolerów w języku wysokiego poziomu 1

---

(TS1F1008)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny  
Elektronika i telekomunikacja, sem. I, studia stacjonarne I stopnia  
Rok akademicki 2024/2025

**Wykład nr 3 (21.11.2024)**

dr inż. Jarosław Forenc

## Plan wykładu nr 3

- Funkcje w języku C
  - ogólna struktura funkcji
  - argumenty i parametry funkcji
  - domyślne wartości parametrów funkcji
  - prototypy funkcji
  - typy funkcji
  - przekazywanie argumentów do funkcji przez wartość i przez wskaźnik
  - funkcje rekurencyjne
  - zmienne: automatyczne (auto), rejestrowe (register), zewnętrzne (extern), statyczne (static)
  - struktura procesu w pamięci komputera, ramka stosu

# Program w języku C

- Program w języku C składa się z **funkcji** i **zmiennych**
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>      /* przekatna kwadratu */
#include <math.h>

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;

    d = a * sqrt(2.0f);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n", a, d);

    return 0;
}
```

```
Bok = 10, przekatna = 14.1421
```

# Program w języku C

- Program w języku C składa się z **funkcji** i **zmiennych**
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>      /* przekatna kwadratu */  
#include <math.h>
```

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, d;  
  
    d = a * sqrt(2.0f);  
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n", a, d);  
  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji

# Program w języku C

- Program w języku C składa się z **funkcji** i **zmiennych**
  - funkcje zawierają instrukcje wykonujące operacje
  - zmienne przechowują wartości

```
#include <stdio.h>      /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

int main(void)
{
    float a = 10.0f, d;
    d = a * sqrt(2.0f);
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n", a, d);
    return 0;
}
```

wywołania funkcji

# Funkcje w języku C

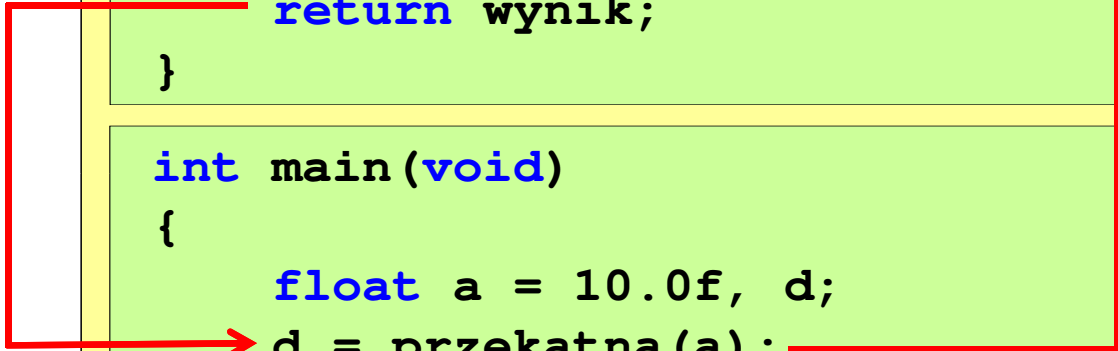
```
#include <stdio.h>      /* przekatna kwadratu */  
#include <math.h>
```

```
float przekatna(float bok)  
{  
    float wynik;  
    wynik = bok * sqrt(2.0f);  
    return wynik;  
}
```

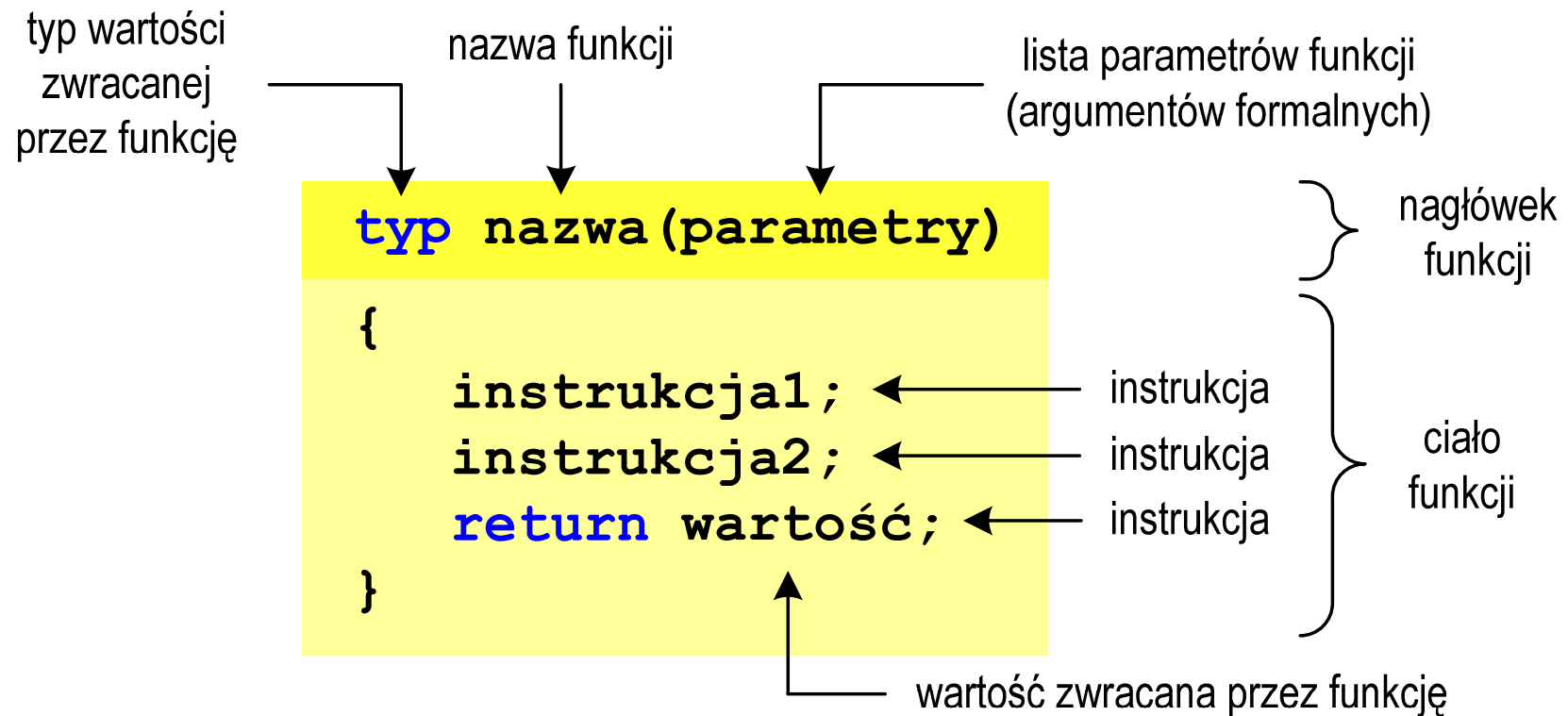
definicja funkcji

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, d;  
    d = przekatna(a);  
    printf("Bok = %g, przekatna = %g\n", a, d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji



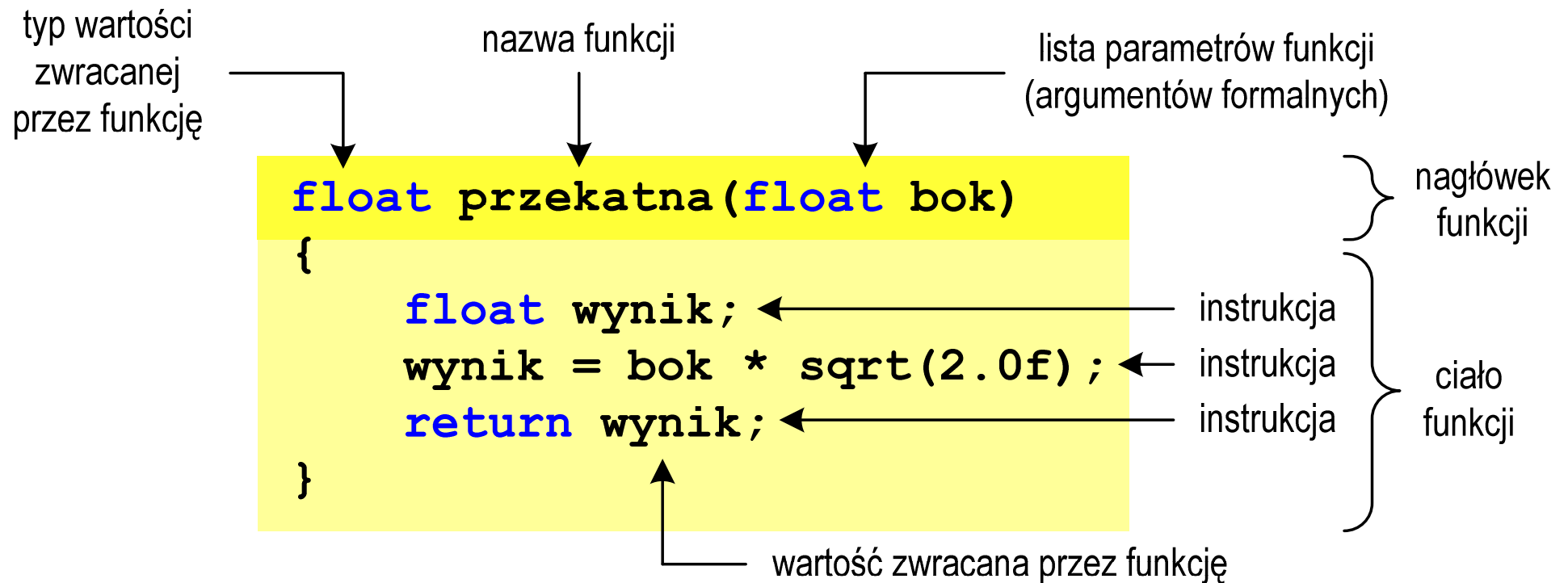
# Ogólna struktura funkcji w języku C



```
zmienna = nazwa(argumenty) ;
```

lista argumentów funkcji  
(argumentów faktycznych)

# Ogólna struktura funkcji w języku C



```
d = przekatna(a);
```

lista argumentów funkcji (argumentów faktycznych)



## Argumenty funkcji

- **Argumentami** funkcji mogą być stałe liczbowe, zmienne, wyrażenia arytmetyczne, wywołania innych funkcji

```
d = przekatna (a) ;  
d = przekatna (10) ;  
d = przekatna (2*a+5) ;  
d = przekatna (sqrt (a)+15) ;
```

- Wywołanie funkcji może być argumentem innej funkcji

```
printf ("Bok = %g, przekatna = %g\n",  
        a, przekatna (a) ) ;
```

## Parametry funkcji

- **Parametry** funkcji traktowane są tak samo jak zmienne zadeklarowane w tej funkcji i zainicjalizowane wartościami argumentów wywołania

```
float przekatna(float bok)
{
    float wynik;
    wynik = bok * sqrt(2.0f);
    return wynik;
}
```

- Funkcję **przekatna()** można zapisać w prostszej postaci:

```
float przekatna(float bok)
{
    return bok * sqrt(2.0f);
}
```

# Parametry funkcji

- Jeśli funkcja ma kilka **parametrów**, to dla każdego z nich podaje się:
  - typ parametru
  - nazwę parametru
- Parametry oddzielane są od siebie przecinkami

```
/* przekątna prostokąta */  
  
float przekatna(float a, float b)  
{  
    return sqrt(a*a+b*b);  
}
```

# Parametry funkcji

- W różnych funkcjach **zmienne** mogą mieć takie same nazwy

```
#include <stdio.h>      /* przekatna prostokata */
#include <math.h>

float przekatna(float a, float b)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}

int main(void)
{
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;
    d = przekatna(a,b);
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);
    return 0;
}
```

## Domyślne wartości parametrów funkcji

- W definicji funkcji można jej parametrom nadać domyślne wartości

```
float przekatna(float a = 10, float b = 5.5f)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

- W takim przypadku funkcję można wywołać z dwoma, jednym lub bez żadnych argumentów

```
d = przekatna(a, b);
```

```
d = przekatna(a);
```

```
d = przekatna();
```

- Brakujące argumenty zostaną zastąpione wartościami domyślnymi

## Domyślne wartości parametrów funkcji

- Nie wszystkie parametry muszą mieć podane domyślne wartości
- Wartości muszą być podawane od prawej strony listy parametrów

```
float przekatna(float a, float b = 5.5f)
{
    return sqrt(a*a+b*b);
}
```

- Powyższa funkcja może być wywołana z jednym lub dwoma argumentami

```
d = przekatna(a, b);
```

```
d = przekatna(a);
```

- Domyślne wartości parametrów mogą być podane w deklaracji **lub** w definicji funkcji

## Wartość zwracana przez funkcję

- Słowo kluczowe **return** może wystąpić w funkcji wiele razy

```
float ocena(int pkt)
{
    if (pkt>90)           return 5.0f;
    if (pkt>80 && pkt<91) return 4.5f;
    if (pkt>70 && pkt<81) return 4.0f;
    if (pkt>60 && pkt<71) return 3.5f;
    if (pkt>50 && pkt<61) return 3.0f;
    if (pkt<51)          return 2.0f;
}
```

91-100 pkt. → 5,0

71-80 pkt. → 4,0

51-60 pkt. → 3,0

81-90 pkt. → 4,5

61-70 pkt. → 3,5

0-50 pkt. → 2,0

# Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

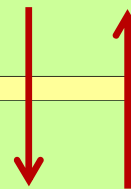
```
#include <stdio.h>      /* przekątna prostokąta */  
#include <math.h>
```

```
float przekatna(float a, float b)  
{  
    return sqrt(a*a+b*b);  
}
```

definicja funkcji

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;  
    d = przekatna(a,b);  
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji





# Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

```
#include <stdio.h>      /* przekatna prostokata */  
#include <math.h>
```

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;  
    d = przekatna(a,b);  
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji

```
float przekatna(float a, float b)  
{  
    return sqrt(a*a+b*b);  
}
```

definicja funkcji

# Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

```
#include <stdio.h>      /* przekatna prostokata */  
#include <math.h>
```

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;  
    d = przekatna(a,b);  
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji

```
float przekatna(float a, float b)  
{  
    return sqrt(a*a+b*b);  
}
```

error C3861: 'przekatna':  
identifier not found

# Prototyp funkcji

```
#include <stdio.h>      /* przekatna prostokata */  
#include <math.h>
```

```
float przekatna(float a, float b);
```

prototyp funkcji

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;  
    d = przekatna(a,b);  
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji

```
float przekatna(float a, float b)  
{  
    return sqrt(a*a+b*b);  
}
```

definicja funkcji

# Prototyp funkcji

- Prototyp funkcji jest to jej nagłówek zakończony średnikiem

```
float przekatna(float a, float b);
```

- Inne określenia prototypu funkcji:

- deklaracja funkcji
- zapowiedź funkcji

- Dzięki prototypowi kompilator sprawdza w wywołaniu funkcji:

- nazwę funkcji
- liczbę i typ argumentów
- typ zwracanej wartości

```
d = przekatna(a, b);
```

- Nazwy parametrów nie mają znaczenia i mogą być pominięte:

```
float przekatna(float, float);
```

# Prototyp funkcji

- W przypadku umieszczenia prototypu funkcji i pominięcia jej definicji błąd wystąpi nie na etapie kompilacji, ale łączenia (linkowania)

```
#include <stdio.h>      /* przekatna prostokata */  
#include <math.h>
```

```
float przekatna(float a, float b);
```

prototyp funkcji

```
int main(void)  
{  
    float a = 10.0f, b = 5.5f, d;  
    d = przekatna(a,b);  
    printf("Przekatna prostokata = %g\n", d);  
    return 0;  
}
```

definicja funkcji

## Prototyp funkcji

- W przypadku umieszczenia prototypu funkcji i pominięcia jej definicji błąd wystąpi nie na etapie kompilacji, ale łączenia (linkowania)

```
1>Compiling...
1>test.cpp
1>Compiling manifest to resources...
1>Microsoft (R) Windows (R) Resource Compiler Version 6.0.5724.0
1>Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.
1>Linking...
1>test.obj : error LNK2019: unresolved external symbol "float __cdecl
przekatna(float,float)" (?przekatna@@@YAMMM@Z) referenced in function _main
1>D:\test\Debug\test.exe : fatal error LNK1120: 1 unresolved externals
```

## Typy funkcji (1)

- Dotychczas prezentowane funkcje miały argumenty i zwracały wartości
- Struktura i wywołanie takiej funkcji ma następującą postać

```
typ nazwa (parametry)
{
    instrukcje;
    return wartość;
}
```

```
typ zm;
zm = nazwa (argumenty) ;
```

- Można zdefiniować także funkcje, które nie mają argumentów i/lub nie zwracają żadnej wartości

## Typy funkcji (2)

- Funkcja bez argumentów i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to **void**
  - zamiast parametrów, podaje się słowo **void** lub nie wpisuje się nic
  - jeśli występuje **return**, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli **return** nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa(void)
{
    instrukcje;
    return;
}
```

```
void nazwa()
{
    instrukcje;
    return;
}
```



## Typy funkcji (2)

- Funkcja bez argumentów i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to **void**
  - zamiast parametrów, podaje się słowo **void** lub nie wpisuje się nic
  - jeśli występuje **return**, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli **return** nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa(void)
{
    instrukcje;
}
```

```
void nazwa()
{
    instrukcje;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
nazwa();
```

## Typy funkcji (2) - przykład

```
#include <stdio.h>

void drukuj_linie(void)
{
    printf("-----\n");
}

int main(void)
{
    drukuj_linie();
    printf("Funkcje nie sa trudne!\n");
    drukuj_linie();

    return 0;
}
```

```
-----
Funkcje nie sa trudne!
-----
```

## Typy funkcji (3)

- Funkcja z argumentami i nie zwracająca wartości:
  - w nagłówku funkcji, typ zwracanej wartości to **void**
  - jeśli występuje **return**, to nie może po nim znajdować się żadna wartość
  - jeśli **return** nie występuje, to funkcja kończy się po wykonaniu wszystkich instrukcji
- Struktura funkcji:

```
void nazwa (parametry)
{
    instrukcje;
    return;
}
```

```
void nazwa (parametry)
{
    instrukcje;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
nazwa (argumenty) ;
```

## Typy funkcji (3) - przykład

```
#include <stdio.h>

void drukuj_dane(char *imie, char *nazwisko, int wiek)
{
    printf("Imie:           %s\n", imie);
    printf("Nazwisko:        %s\n", nazwisko);
    printf("Wiek:              %d\n", wiek);
    printf("Rok urodzenia:    %d\n\n", 2024-wiek);
}

int main(void)
{
    drukuj_dane("Jan", "Kowalski", 24);
    drukuj_dane("Barbara", "Nowak", 29);

    return 0;
}
```

## Typy funkcji (3) - przykład

```
#include <stdio.h>

void drukuj_dane(char *imie,
{
    printf("Imie:
    printf("Nazwisko:
    printf("Wiek:
    printf("Rok urodzenia:
}

int main(void)
{
    drukuj_dane("Jan", "Kowalski", 24);
    drukuj_dane("Barbara", "Nowak", 29);

    return 0;
}
```

```
Imie:           Jan
Nazwisko:       Kowalski
Wiek:           24
Rok urodzenia: 2000

Imie:           Barbara
Nazwisko:       Nowak
Wiek:           29
Rok urodzenia: 1995
```

## Typy funkcji (4)

- Funkcja bez argumentów i zwracająca wartość:
  - zamiast parametrów, podaje się słowo **void** lub nie wpisuje się nic
  - typ zwracanej wartości musi być zgodny z typem w nagłówku funkcji
- Struktura funkcji:

```
typ nazwa(void)
{
    instrukcje;
    return wartość;
}
```

```
typ nazwa()
{
    instrukcje;
    return wartość;
}
```

- Wywołanie funkcji:

```
typ zm;
zm = nazwa();
```

## Typy funkcji (4) - przykład

W roku jest: 31536000 sekund

```
#include <stdio.h>

int liczba_sekund_rok(void)
{
    return (365 * 24 * 60 * 60);
}

int main(void)
{
    int wynik;

    wynik = liczba_sekund_rok();
    printf("W roku jest: %d sekund\n", wynik);

    return 0;
}
```

# Przekazywanie argumentów do funkcji

- Przekazywanie argumentów przez **wartość**:
  - po wywołaniu funkcji tworzone są lokalne kopie zmiennych skojarzonych z jej argumentami
  - w funkcji widoczne są one pod postacią parametrów funkcji
  - parametry te mogą być traktowane jak lokalne zmienne, którym przypisano początkową wartość
  
- Przekazywanie argumentów przez **wskaźnik**:
  - do funkcji przekazywane są adresy zmiennych będących jej argumentami
  - wszystkie operacje wykonywane w funkcji na takich argumentach będą odnosiły się do zmiennych z funkcji wywołującej



# Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()

# Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()
a	0x0024FAF8	20	fun()

# Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()
a	0x0024FAF8	10	fun()

fun: a = 10

# Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#include <stdio.h>

void fun(int a)
{
    a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()

```
fun: a = 10
main: a = 20
```

# Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
    *a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", *a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(&a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()

# Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
    *a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", *a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(&a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	20	main()
a	0x0024FAF8	0x0024FBDC	fun()

# Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
    *a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", *a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(&a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	10	main()
a	0x0024FAF8	0x0024FBDC	fun()

fun: a = 10

# Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

void fun(int *a)
{
    *a = 10;
    printf("fun: a = %d\n", *a);
}

int main(void)
{
    int a = 20;

    fun(&a);
    printf("main: a = %d\n", a);

    return 0;
}
```

Fragment pamięci komputera

	Adres zmiennej	Wartość	
a	0x0024FBDC	10	main()

```
fun: a = 10
main: a = 10
```

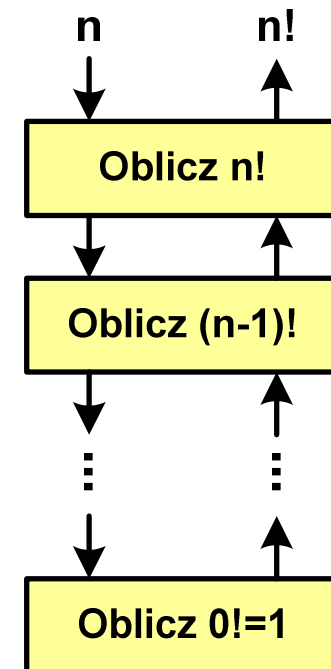


# Funkcje rekurencyjne

- **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:

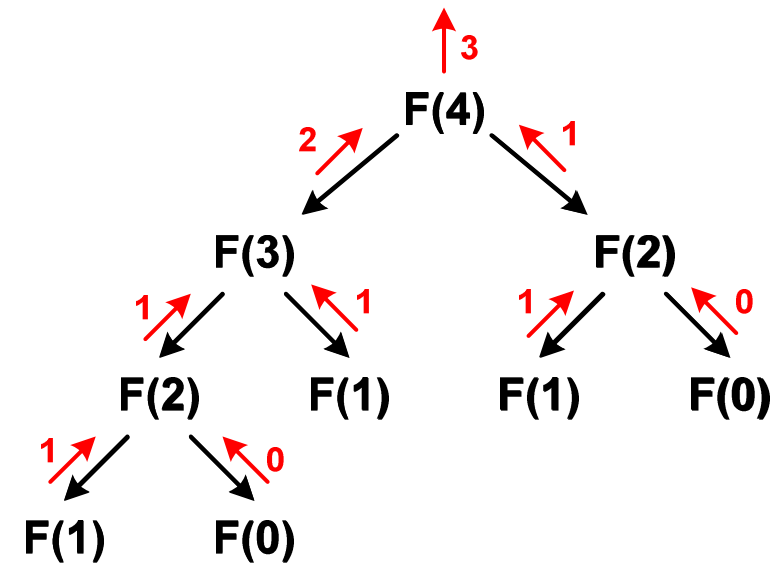
$$n! = \begin{cases} 1 & \text{dla } n = 0 \\ n(n-1)! & \text{dla } n \geq 1 \end{cases}$$

```
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);
}
```

# Pamięć a zmienne w programie

- Ze względu na czas życia wyróżnia się w programie:
  - **obiekty statyczne** - istnieją od chwili rozpoczęcia działania programu aż do jego zakończenia
  - **obiekty dynamiczne** - tworzone i usuwane z pamięci w trakcie wykonania programu
    - automatycznie (bez udziału programisty)
    - kontrolowane przez programistę
- O typie obiektu (**statyczny** lub **dynamiczny**) decyduje klasa pamięci obiektu (ang. storage class)
  - **auto** - zmienne automatyczne
  - **register** - zmienne umieszczane w rejestrach procesora
  - **extern** - zmienne zewnętrzne
  - **static** - zmienne statyczne

## Zmienne automatyczne - auto

- Miejsce deklaracji: najczęściej początek bloku funkcyjnego ograniczonego nawiasami klamrowymi { i }
- Pamięć przydzielana automatycznie przy wejściu do bloku i zwalniana po wyjściu z niego
- Zakres widzialności: ograniczony do bloku, w którym zmienne zostały zadeklarowane (**zmienne lokalne**)
- Dostęp do zmiennych z innych bloków możliwy przez wskaźnik
- Jeśli zmienne są inicjalizowane, to odbywa się ona przy każdym wejściu do bloku, w którym zostały zadeklarowane
- Nie ma potrzeby jawnego używania **auto**, gdyż domyślnie zmienne wewnątrz bloków funkcyjnych są lokalne

```
auto int x;
```

## Zmienne rejestrowe - register

- Zazwyczaj o miejscu umieszczenia zmiennej automatycznej decyduje kompilator:
  - pamięć operacyjna - wolniejszy dostęp
  - rejestry procesora - szybszy dostęp
- Programista może zasugerować kompilatorowi umieszczenie określonej zmiennej automatycznej w rejestrach procesora
- Najczęściej dotyczy to zmiennych:
  - często używanych
  - takich, dla których czas dostępu jest bardzo ważny

```
register int x;
```

## Zmienne zewnętrzne - extern

- Miejsce deklaracji: poza blokami funkcyjnymi, najczęściej na początku pliku z kodem źródłowym
- Pamięć na zmienne jest przydzielana, gdy program rozpoczyna pracę i zwalniana, gdy program kończy się
- Zakres widzialności: globalny - od miejsca deklaracji do końca pliku z kodem źródłowym (**zmienne globalne**)
- Jeśli inna zmienna lokalna, ma taką samą nazwę jak globalna, to lokalna przesłania widoczność zmiennej globalnej
- W większości implementacji języka C zmienne **extern** są automatycznie inicjalizowane **zerem**
- Etykieta **extern** może być pominięta (chyba, że program składa się z kilku plików z kodem źródłowym)
- Zalecane jest ograniczenie stosowania zmiennych globalnych

## Zmienne statyczne - static

- Miejsce deklaracji: w bloku funkcyjnym jako automatyczne lub poza blokami funkcyjnymi, jako globalne
- Istnieją przez cały czas wykonywania programu, nawet po zakończeniu bloku funkcyjnego, w którym zostały zadeklarowane
- Zakres widzialności: zależny od sposobu deklaracji (automatyczne lub globalne)
- Zmienne **static** są automatycznie inicjalizowane zerem
- Mogą być inicjalizowane podczas deklaracji (tylko stałą wartością), inicjalizacja jest wykonywana tylko raz, podczas kompilacji programu

```
static int x = 10;
```

# Klasy pamięci zmiennych

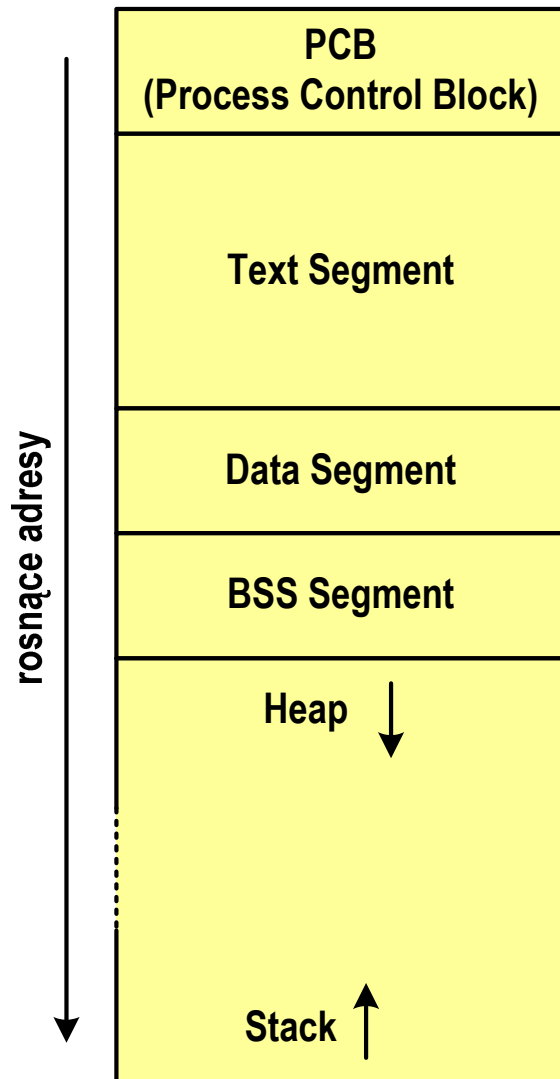
```
int a;                /* extern int a; - zmienna globalna */
void foo();

int main(void)
{
    int b;            /* auto int b; - zmienna lokalna */
    register float a; /* zmienna automatyczna, rejestrowa */
    foo(); foo(); foo();
    return 0;
}

void foo()
{
    static int c = 1; /* zmienna statyczna */
    {
        double a;    /* zmienna lokalna */
    }
    c++; a++;
}
```

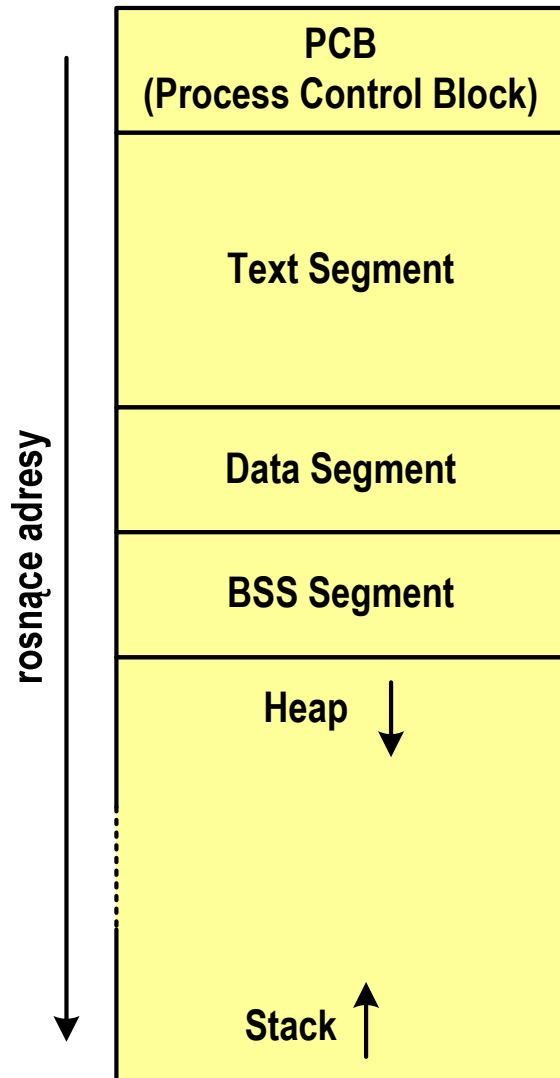


# Struktura procesu w pamięci komputera



- **PCB** - blok kontrolny procesu
  - obszar pamięci operacyjnej zarezerwowany przez system operacyjny do zarządzania procesem
- **Text Segment**
  - kod programu czyli instrukcje w postaci binarnej
- **Data Segment**
  - zmienne globalne i statyczne zainicjalizowane niezerowymi wartościami
- **BSS Segment** (Block Started by Symbol)
  - zmienne globalne i statyczne domyślnie zainicjalizowane zerowymi wartościami

# Struktura procesu w pamięci komputera



- **Heap** - sverta
  - obszar zmiennych dynamicznych
  - pamięć w obszarze sterty przydzielana jest funkcjami `calloc()` i `malloc()`
- **Stack** - stos
  - zmienne lokalne (automatyczne)
  - parametry funkcji i adresy powrotu z funkcji (stack frame)

# Zmienne w pamięci komputera

```
int a;                                /* BSS Segment */
void foo();

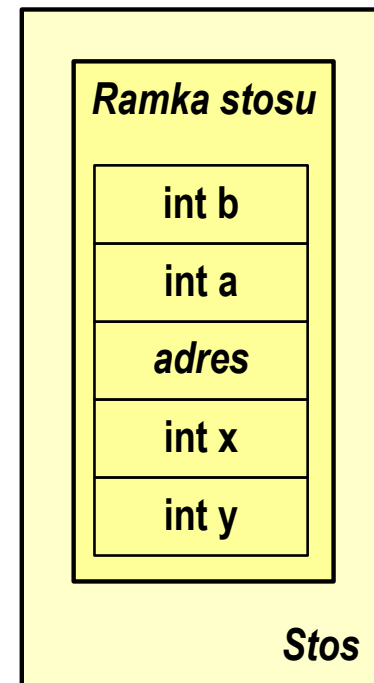
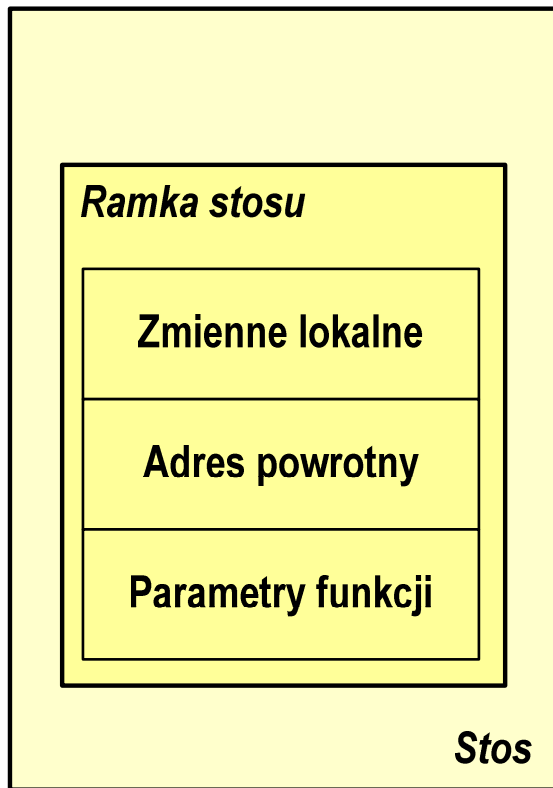
int main(void)
{
    int b;                             /* Stack */
    float *a;                          /* Stack */
    a = (float *) malloc(400);         /* Heap - 400 bajtów */
    return 0;
}

void foo()
{
    static int c = 1;                 /* Data Segment */
    {
        double a;                    /* Stack */
    }
    c++; a++;
}
```

# Ramka stosu (stack frame)

- Każde wywołanie funkcji powoduje odłożenie na stosie tzw. **ramki stosu**

```
void fun(int x, int y)
{
    int a, b;
}
```



# Koniec wykładu nr 3

# Dziękuję za uwagę!