Informatyka 2 (ES1E3017)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2021/2022

Wykład nr 3 (15.11.2021)

dr inż. Jarosław Forenc

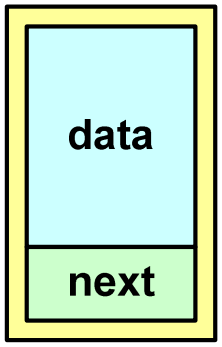
Plan wykładu nr 3

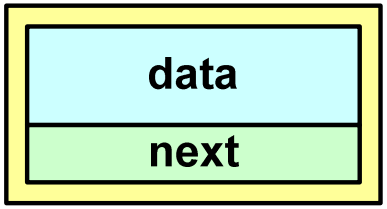
- Dynamiczne struktury danych
  - stos, kolejka, lista, drzewo
- Funkcje w języku C
  - ogólna struktura funkcji
  - argumenty i parametry funkcji
  - domyślne wartości parametrów funkcji
  - wskaźniki do funkcji, wywołanie funkcji przez wskaźnik
  - prototypy funkcji, typy funkcji
  - przekazywanie argumentów do funkcji przez wartość i przez wskaźnik
  - przekazywanie wektorów, macierzy i struktur do funkcji
  - const przed parametrem funkcji

Dynamiczne struktury danych

- Dynamiczne struktury danych - struktury danych, którym pamięć jest przydzielana i zwalniana w trakcie wykonywania programu
  - stos, kolejka
  - lista (jednokierunkowa, dwukierunkowa, cykliczna)
  - drzewo
- Elementy w dynamicznych strukturach danych są strukturami składającymi się z „użytecznych” danych (data) oraz z jednego lub kilku wskaźników (next) zawierających adresy innych elementów

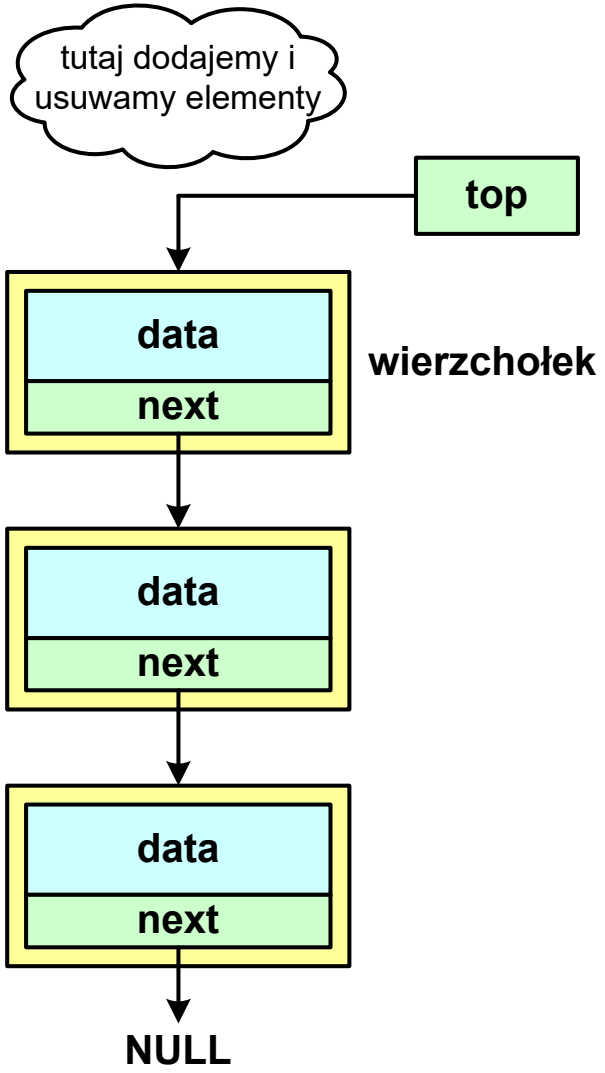
```
struct element
{
    typ data;
    struct element *next;
};
```





Stos

- stos (ang. stack) - struktur składająca się z elementów, z których każdy posiada tylko adres następnika
- dostęp do danych przechowywanych na stosie jest możliwy tylko w miejscu określanym mianem wierzchołka stosu (ang. top)
- wierzchołek stosu jest jedynym miejscem, do którego można dołączać lub z którego można usuwać elementy
- każdy składnik stosu posiada wyróżniony element (next) zawierający adres następnego elementu
- wskaźnik ostatniego elementu stosu wskazuje na adres pusty (NULL)
- podstawowe operacje na stosie to:
  - dodanie elementu do stosu - funkcja push()
  - zdjęcie elementu ze stosu - funkcja pop()



Notacja polska

- Notacja polska (zapis przedrostkowy, Notacja Łukasiewicza) jest to sposób zapisu wyrażeń arytmetycznych, podający najpierw operator, a następnie argumenty
- Wyrażenie arytmetyczne:

```
4 / (1 + 3)
```

ma w notacji polskiej postać:

```
/ 4 + 1 3
```

- Wyrażenie powyższe nie wymaga nawiasów, ponieważ przypisanie argumentów do operatorów wynika wprost z ich kolejności w zapisie
- Notacja ta była podstawą opracowania tzw. odwrotnej notacji polskiej

Odwrotna notacja polska

- Odwrotna Notacja Polska - ONP (ang. Reverse Polish Notation, RPN) jest sposobem zapisu wyrażeń arytmetycznych, w którym operator umieszczany jest po argumentach
- Wyrażenie arytmetyczne:

```
(1 + 3) / 2
```

ma w odwrotnej notacji polskiej postać:

```
1 3 + 2 /
```

- Odwrotna notacja polska została opracowana przez australijskiego naukowca Charlesa Hamblina

Odwrotna notacja polska

- Obliczenie wartości wyrażenia przy zastosowaniu ONP wymaga:
  - zamiany notacji konwencjonalnej (nawiasowej) na ONP (algorytm Dijkstry nazywany stacją rozrządową)
  - obliczenia wartości wyrażenia arytmetycznego zapisanego w ONP
- W obu powyższych algorytmach wykorzystywany jest stos
- Przykład:
  - wyrażenie arytmetyczne:

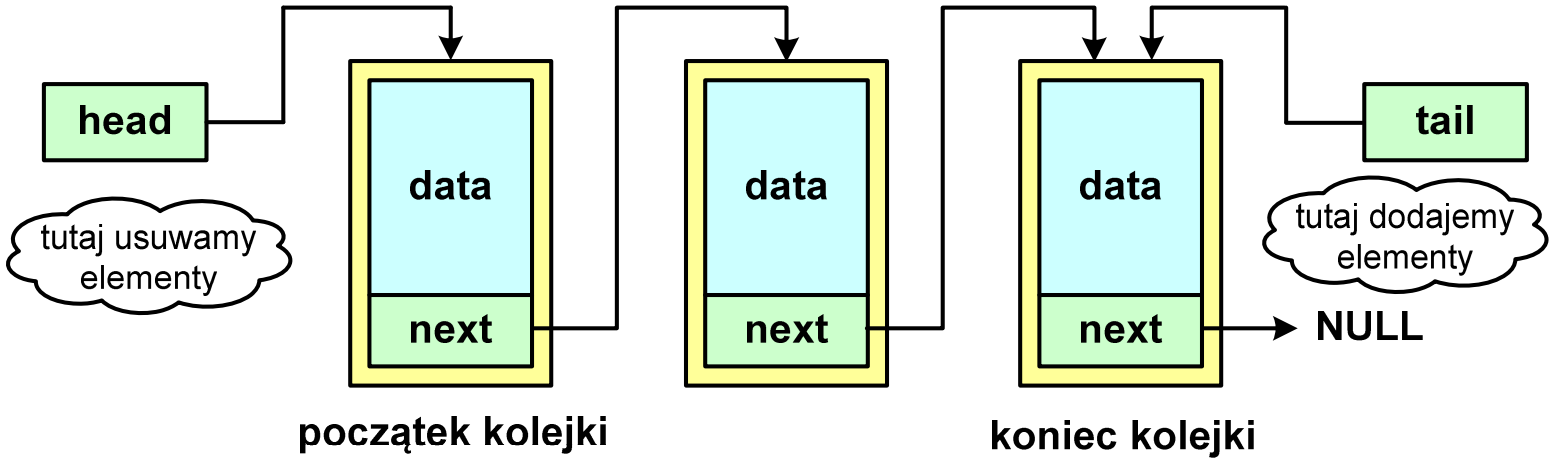
```
(2 + 1) * 3 – 4 * (7 + 4)
```

  - ma w odwrotnej notacji polskiej postać:

```
2 1 + 3 * 4 7 4 + * –
```

Kolejka

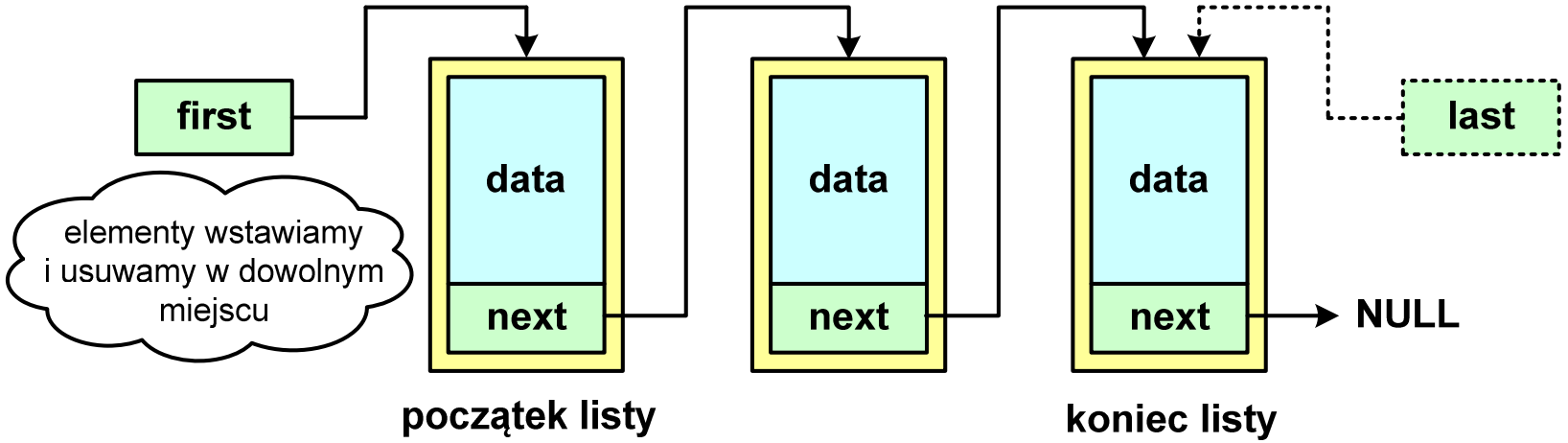
- Kolejka - składa się z liniowo uporządkowanych elementów
- Elementy dołączane są tylko na końcu kolejki (wskaźnik tail)
- Elementy usuwane są tylko z początku kolejki (wskaźnik head)



- Powiązanie między elementami kolejki jest takie samo, jak w stosie
- Kolejka nazywana jest stosem FIFO (ang. First In First Out)

Lista jednokierunkowa

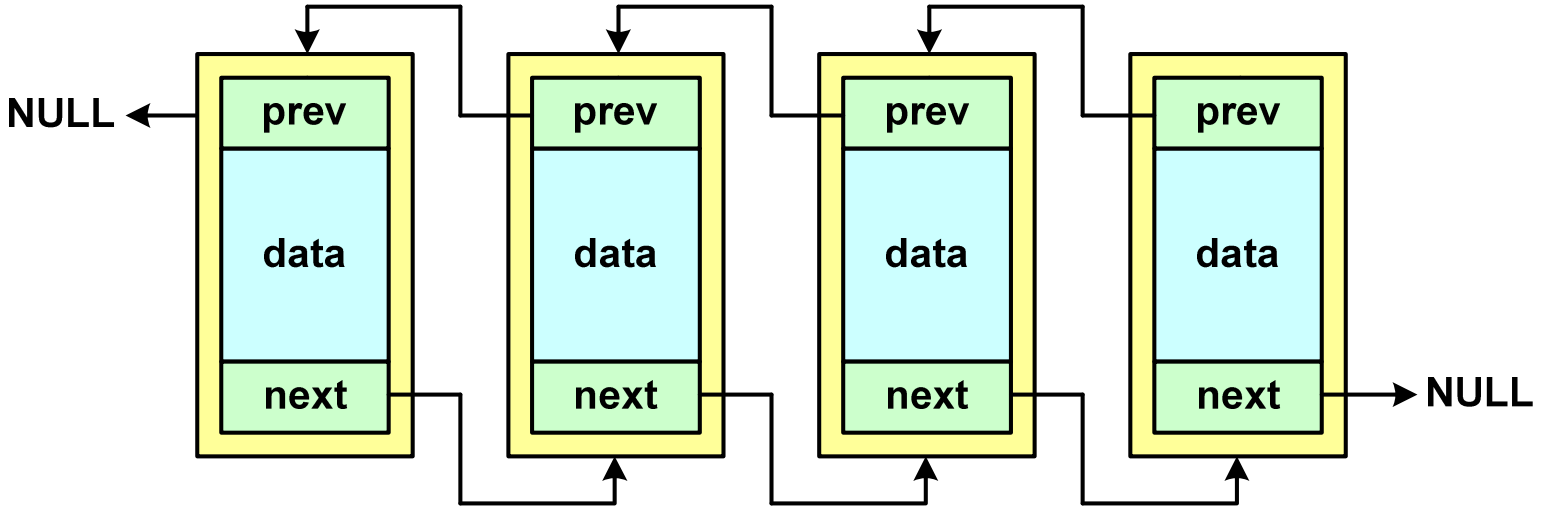
- Organizacja listy jednokierunkowej podobna jest do organizacji stosu i kolejki
- Dla każdego składnika (poza ostatnim) jest określony następny składnik (lub poprzedni - zależnie od implementacji)



- Zapamiętywany jest wskaźnik tylko na pierwszy element listy (first) lub wskaźniki na pierwszy (first) i ostatni element listy (last)
- Elementy listy można dołączać/usuwać w dowolnym miejscu listy

Lista dwukierunkowa

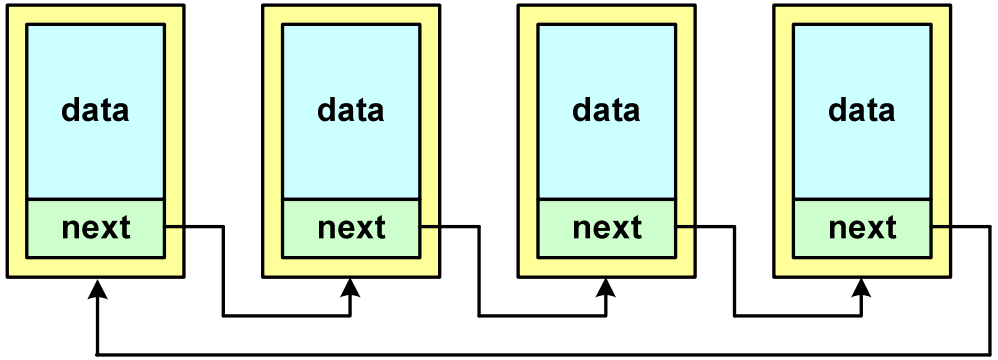
- Każdy węzeł posiada adres następnika, jak i poprzednika
- W strukturze tego typu wygodne jest przechodzenie pomiędzy elementami w obu kierunkach (od początku do końca i odwrotnie)



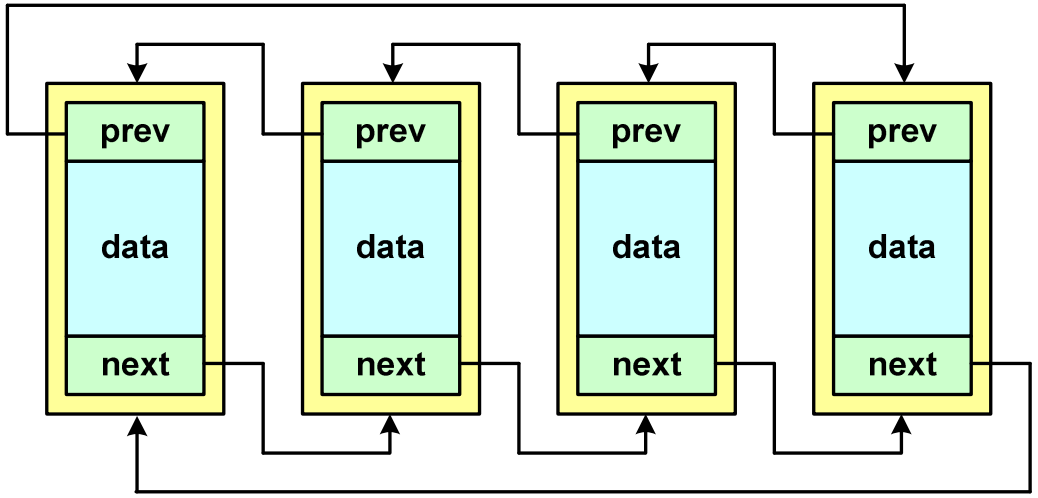
Lista cykliczna

- Powstaje z listy jednokierunkowej lub dwukierunkowej, poprzez połączenie ostatniego element z pierwszym

Jednokierunkowa:

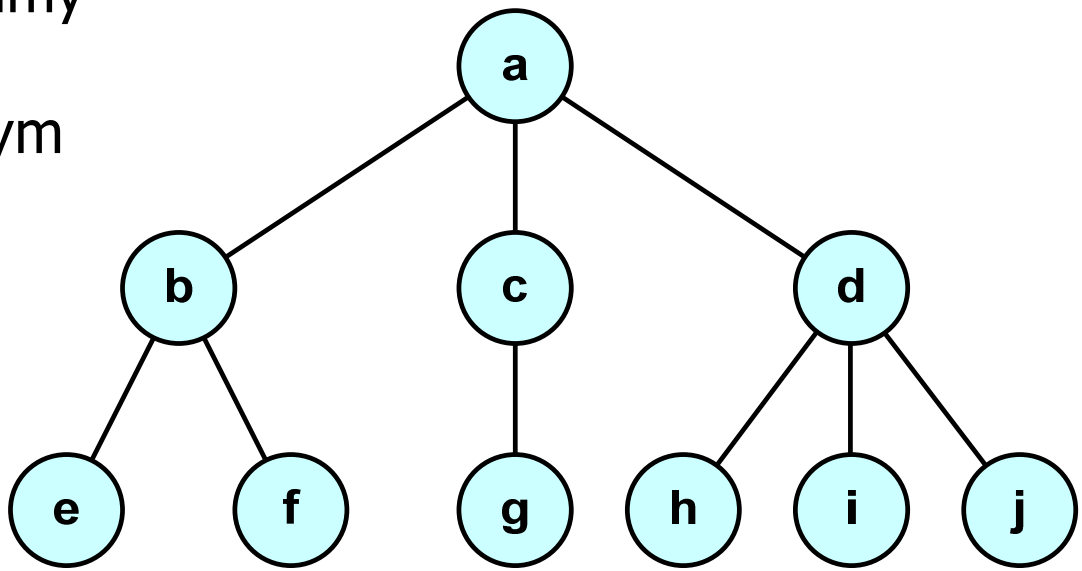


Dwukierunkowa:



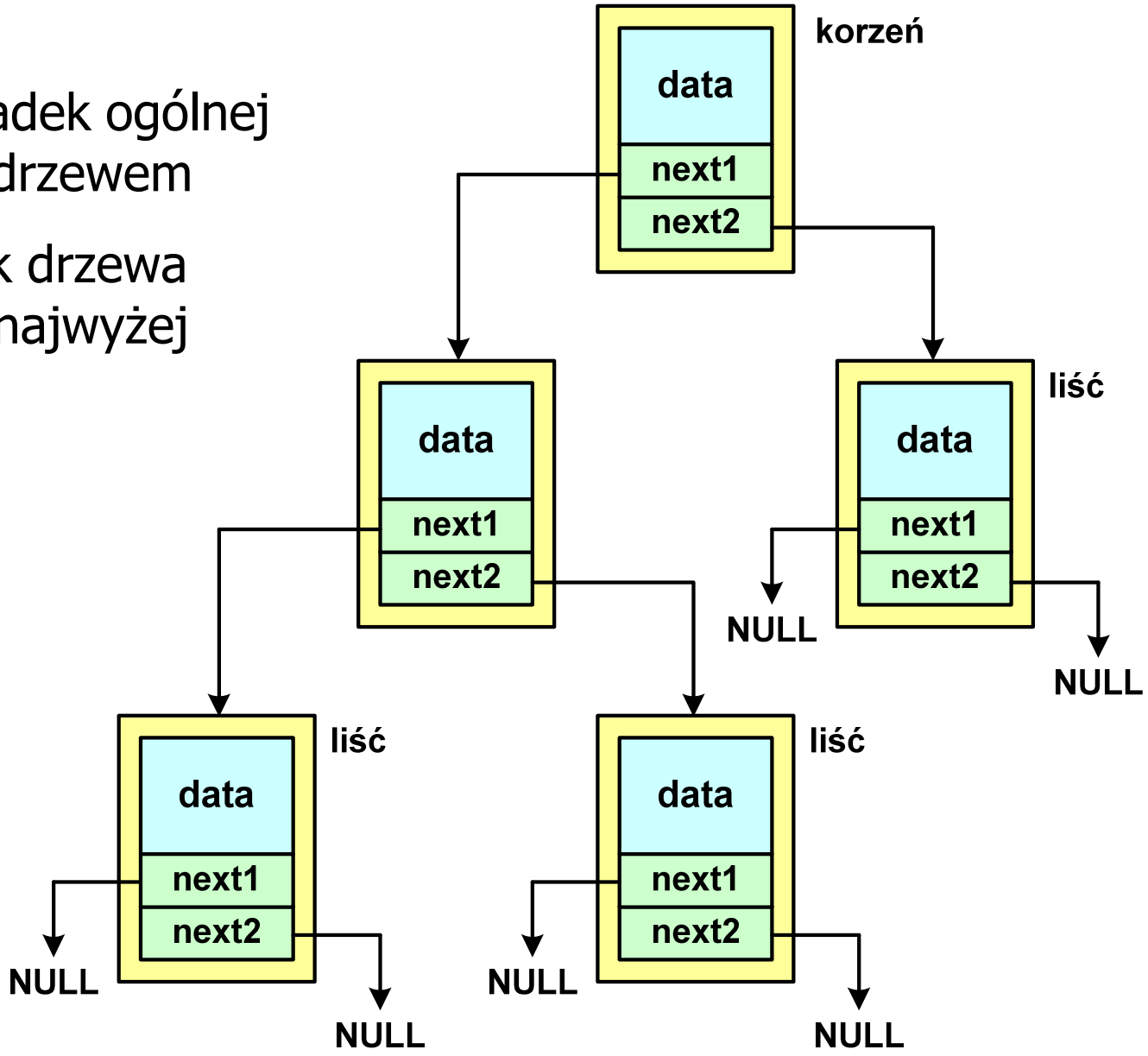
Drzewo

- Najbardziej ogólna dynamiczna struktura danych, może być reprezentowane graficznie na różne sposoby
- Na górze znajduje się korzeń drzewa (a)
- Skojarzone z korzeniem poddrzewa połączone są z nim liniami zwanymi gałęziami drzewa
- Potomkiem węzła w nazywamy każdy, różny od w, węzeł należący do drzewa, w którym w jest korzeniem
- Węzeł, który nie ma potomków, to liść drzewa



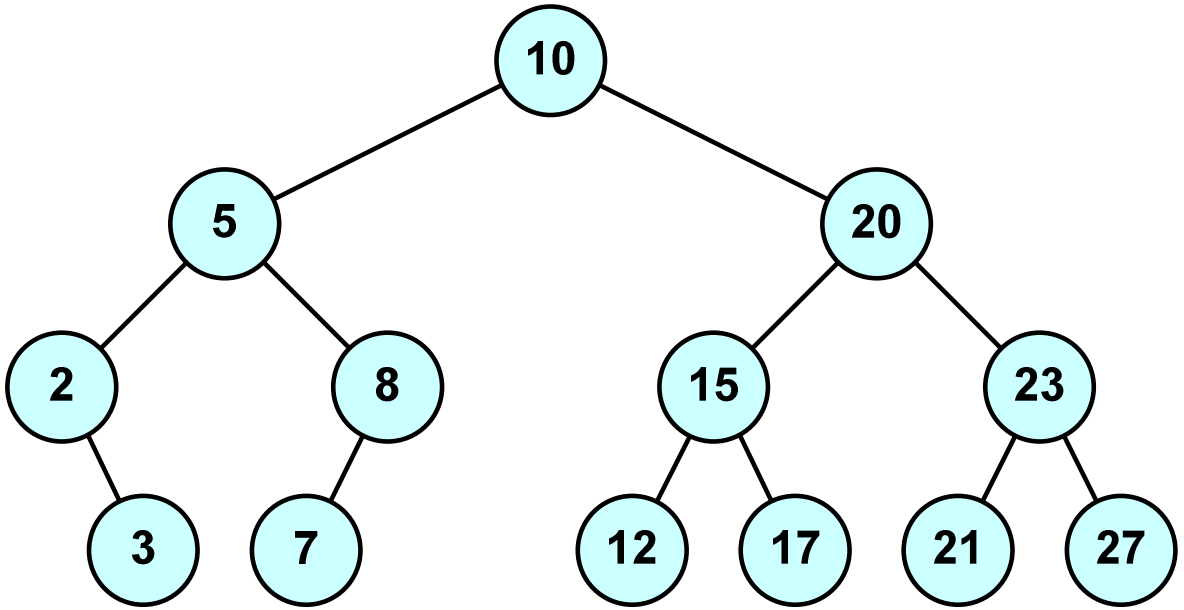
Drzewo binarne

- Szczególny przypadek ogólnej struktury zwanej drzewem
- Każdy wierzchołek drzewa binarnego ma co najwyżej dwóch potomków



Binarne drzewo wyszukiwawcze

- Drzewo binarne, w którym dla każdego węzła w_i:
  - wszystkie klucze w lewym poddrzewie węzła w_i są mniejsze od klucza w węźle w_i
  - wszystkie klucze w prawym poddrzewie węzła w_i są większe od klucza w węźle w_i



- Zaleta: szybkość wyszukiwania informacji

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;
}
```

```
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

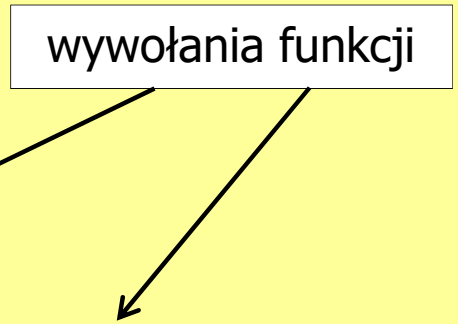
```c
#include <stdio.h>     /* przekątna kwadratu */
#include <math.h>

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

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

    return 0;
}
```

definicja funkcji

Program w języku C

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

```c
#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;
}
```



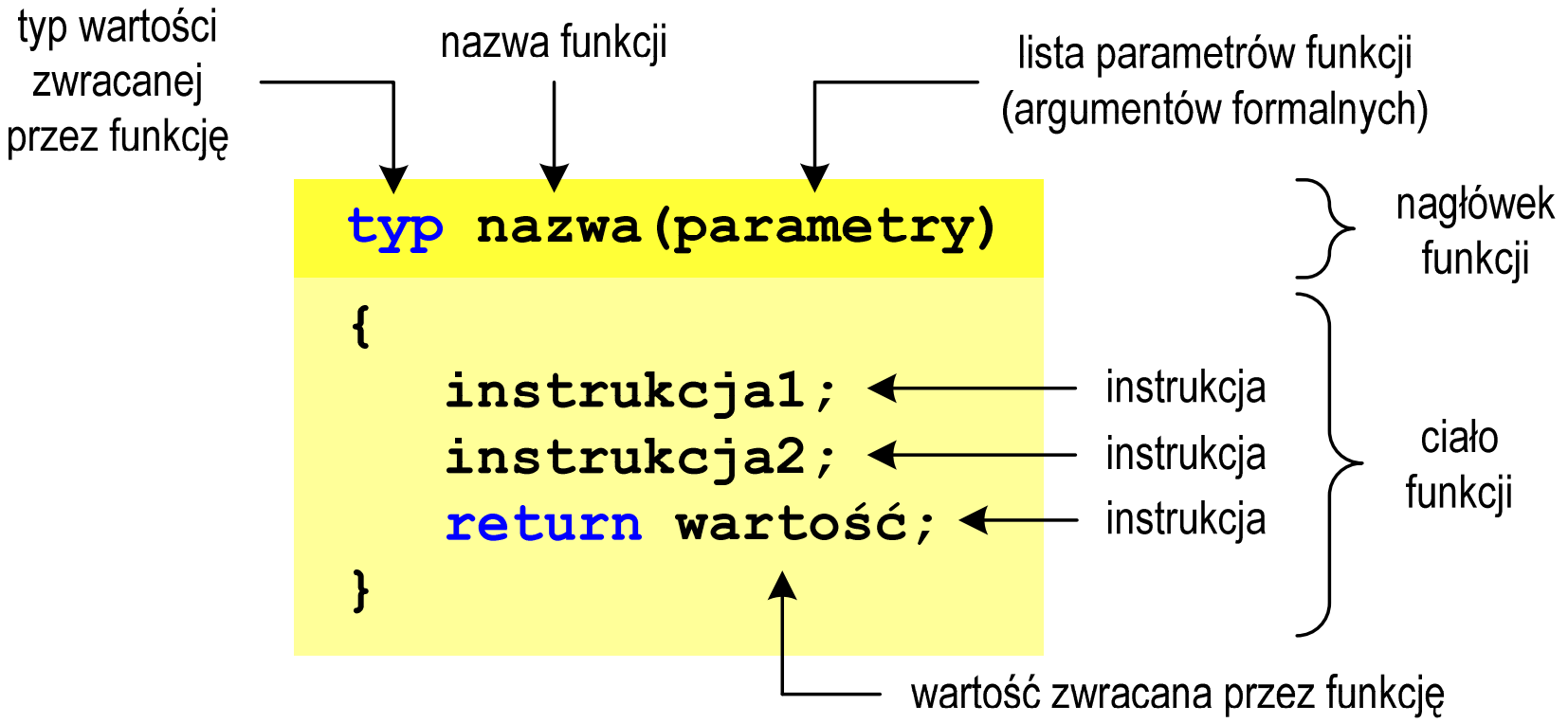
Funkcje w języku C

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

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

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

definicja funkcji

definicja funkcji

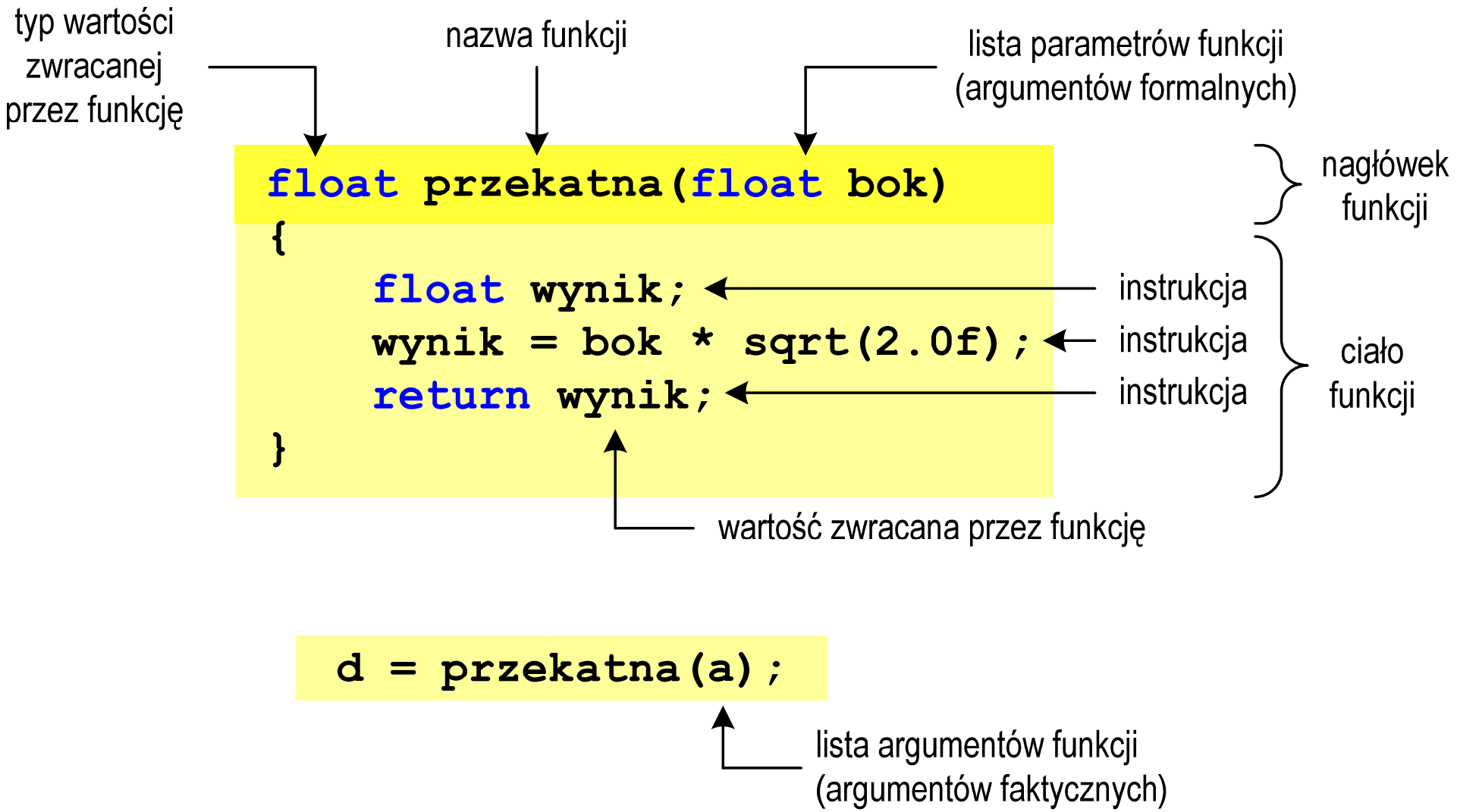
Ogólna struktura funkcji w języku C




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

lista argumentów funkcji (argumentów faktycznych)

Ogólna struktura funkcji w języku C




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

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

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>     /* przekątna prostokąta */
#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	81-90 pkt. → 4,5
71-80 pkt. → 4,0	61-70 pkt. → 3,5
51-60 pkt. → 3,0	0-50 pkt. → 2,0

Wskaźniki do funkcji

- Definicja funkcji

```
typ nazwa_funkcji(parametry)
{
}
```

- Można deklarować wskaźniki do funkcji

```
typ (*nazwa_wskaźnika)(parametry);
```

- Przykłady deklaracji funkcji i odpowiadającym im wskaźników

```
void foo();
int foo(double x);
void foo(char *x);
int *foo(int x,int y);
float *foo(void);
```

```
void (*fptr)();
int (*fptr)(double);
void (*fptr)(char *);
int *(*fptr)(int,int);
float *(*fptr)(void);
```

Wywołanie funkcji przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

int suma(int x, int y)
{
    return x + y;
}

int main(void)
{
    int (*fptr)(int,int);     // deklaracja wskaźnika do funkcji
    int w;

    fptr = suma;              // przypisanie wskaźnikowi adresu funkcji
    w = fptr(5,10);           // wywołanie funkcji przez wskaźnik
    printf("w = %d\n",w);

    return 0;
}
```

```
w = 15
```

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);
}

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

definicja funkcji

Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

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

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

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

Prototyp funkcji

- Czy można zmienić kolejność definicji funkcji w kodzie programu?

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

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

definicja funkcji

error C3861: 'przekatna': identifier not found

Prototyp funkcji

```
#include <stdio.h>     /* przekątna prostokąta */
#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>     /* przekątna prostokąta */
#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",2021-wiek);
}

int main(void)
{
    drukuj_dane("Jan","Kowalski",23);
    drukuj_dane("Barbara","Nowak",28);

    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:     1997

Imie:              Barbara
Nazwisko:          Nowak
Wiek:              29
Rok urodzenia:     1992
```

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
```

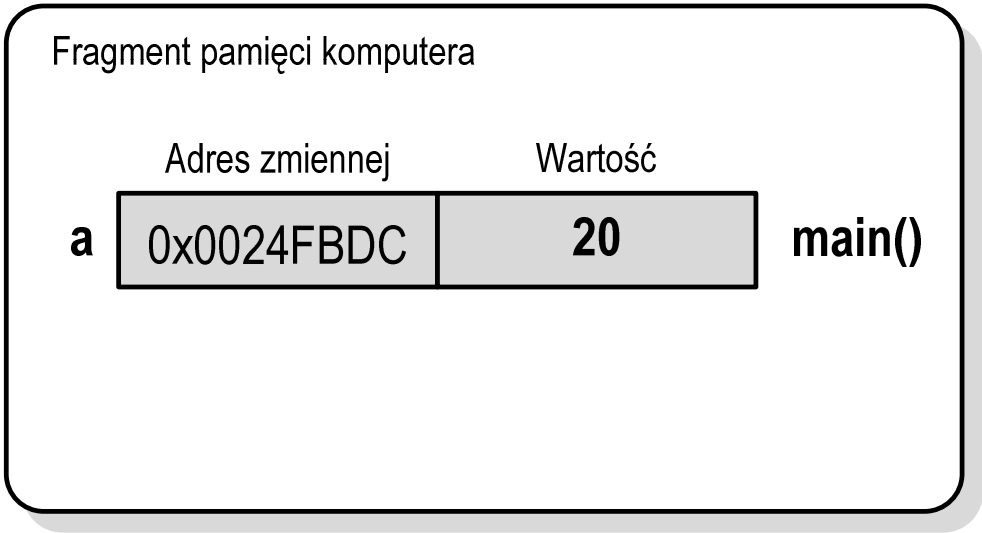
```c
#include <stdio.h>

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

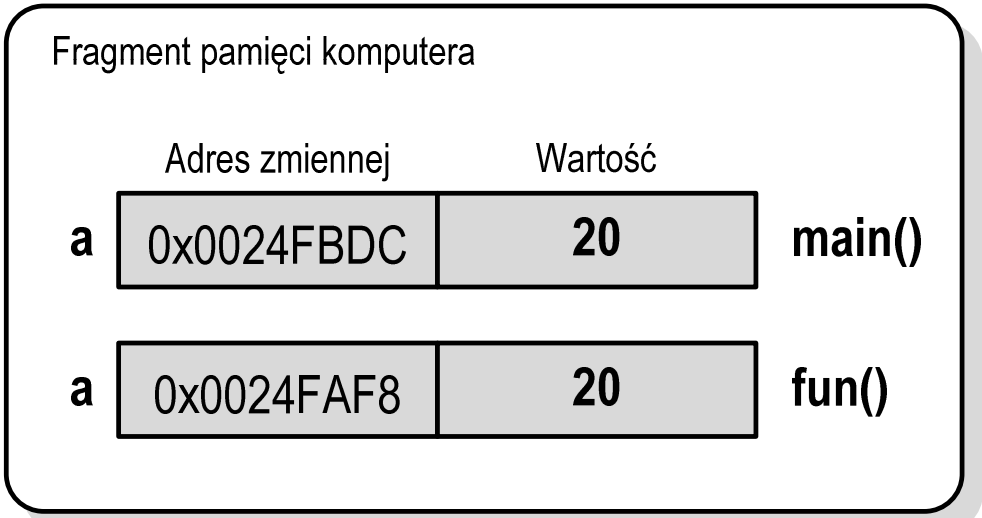
Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#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;
}
```



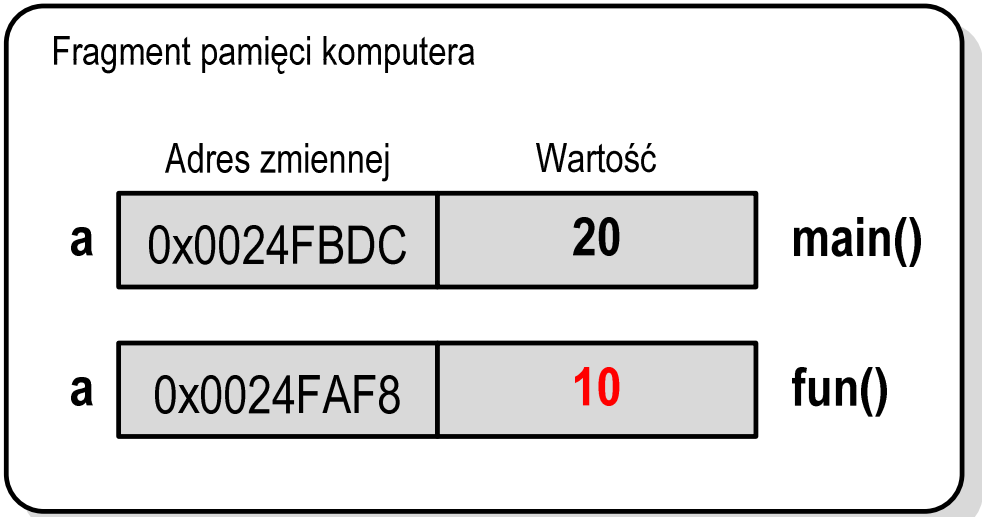
Przekazywanie argumentów przez wartość

```
#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;
}
```



Przekazywanie argumentów przez wartość

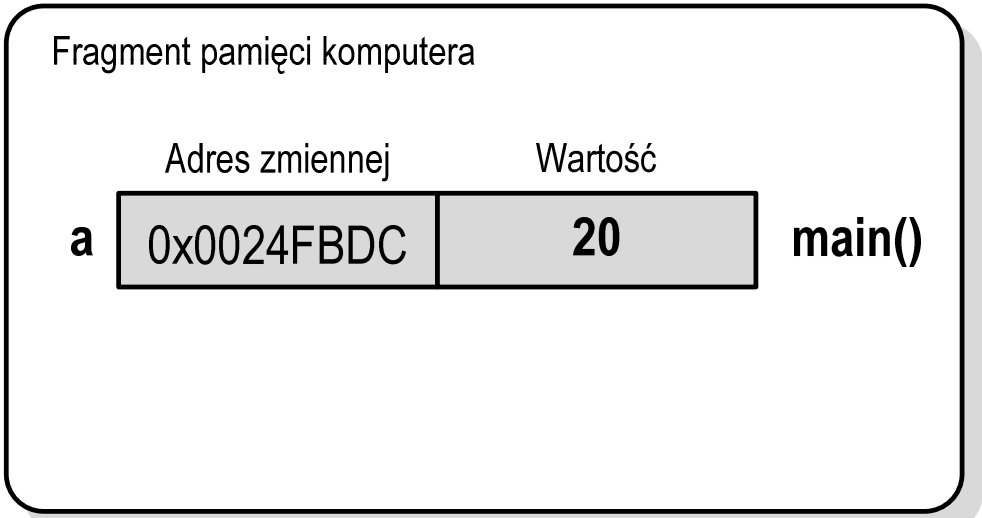
```
#include <stdio.h>

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;
}
```




```
fun: a = 10
```

Przekazywanie argumentów przez wartość

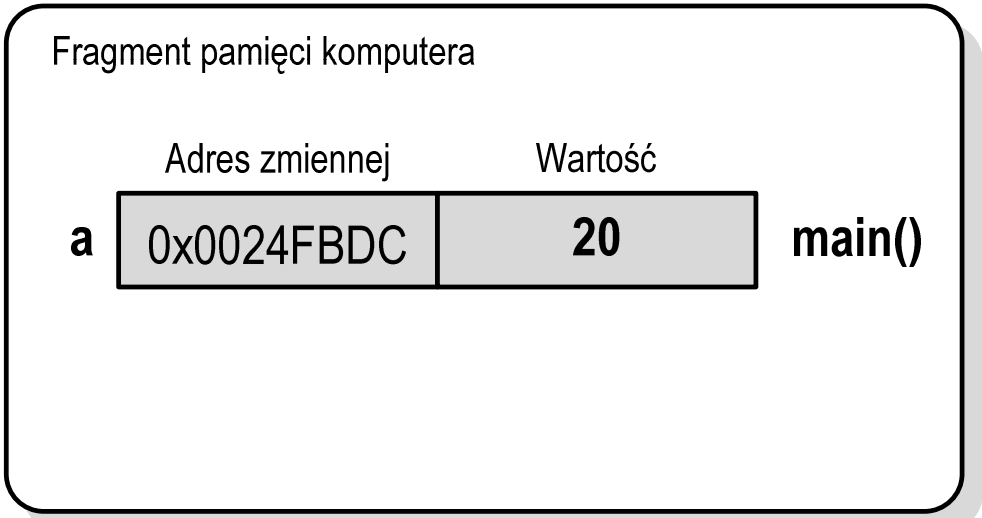
```
#include <stdio.h>

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;
}
```




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

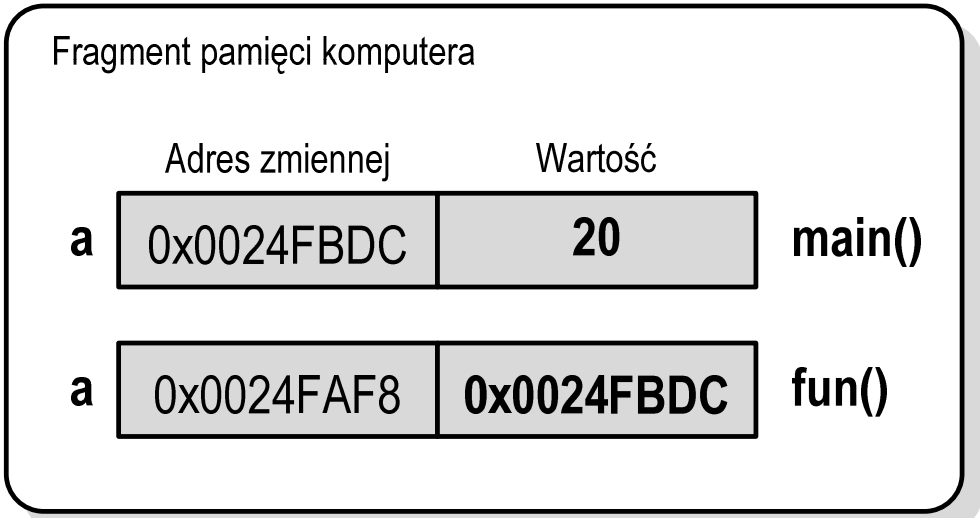
Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

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

int main(void)
{
  int a = 20;

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

  return 0;
}
```



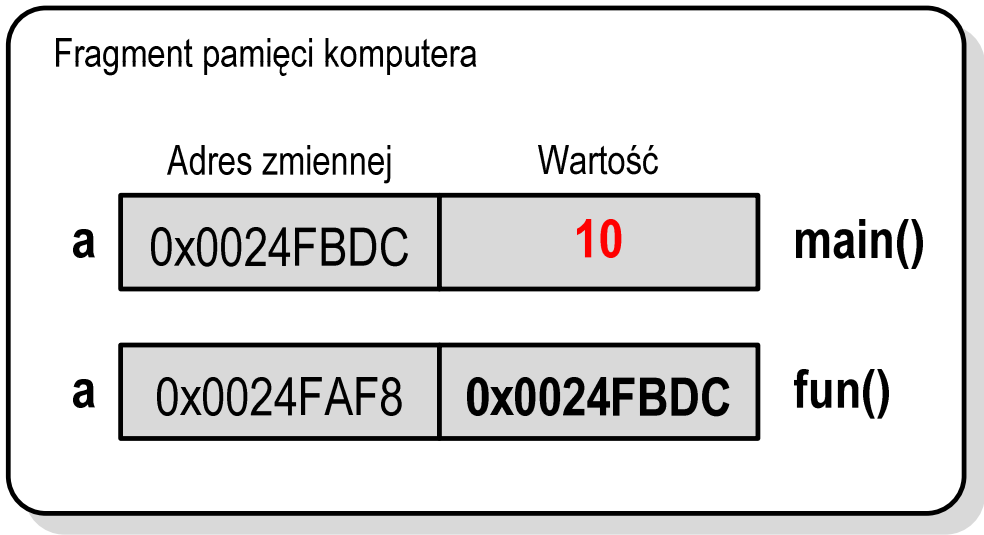
Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

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

int main(void)
{
  int a = 20;

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

  return 0;
}
```



Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

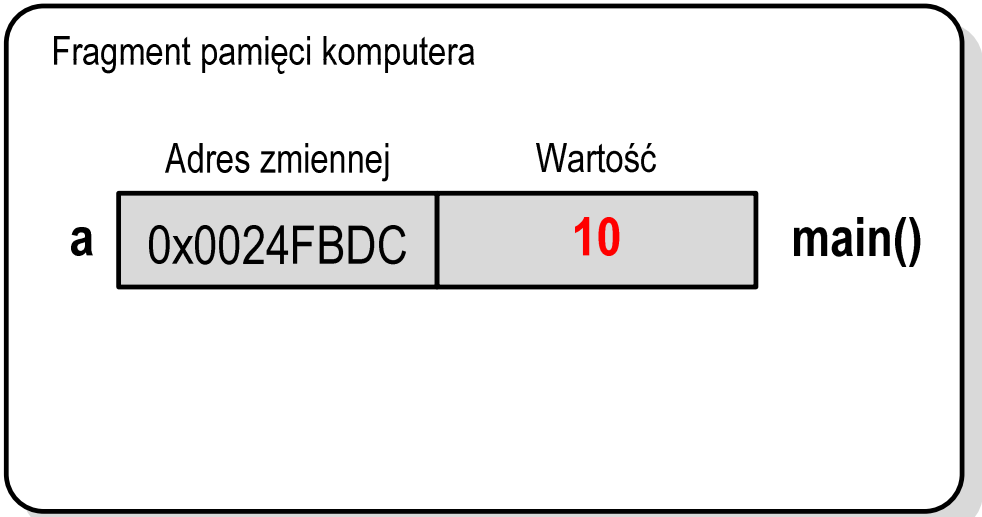
```
#include <stdio.h>

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

int main(void)
{
  int a = 20;

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

  return 0;
}
```




```
fun: a = 10
```

Przekazywanie argumentów przez wskaźnik

```
#include <stdio.h>

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

int main(void)
{
  int a = 20;

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

  return 0;
}
```




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

Parametry funkcji - wektory

- Wektory przekazywane są do funkcji przez wskaźnik
- Nie jest tworzona kopia tablicy, a wszystkie operacje na jej elementach odnoszą się do tablicy z funkcji wywołującej
- W nagłówku funkcji podaje się typ elementów tablicy, jej nazwę oraz nawiasy kwadratowe z liczbą elementów tablicy lub same nawiasy kwadratowe

```
void fun(int tab[5])
{
    ...
}
```

```
void fun(int tab[])
{
    ...
}
```

- W wywołaniu funkcji podaje się tylko jej nazwę (bez nawiasów kwadratowych)

```
fun(tab);
```

Parametry funkcji - wektory (przykład)

```
#include <stdio.h>

void drukuj(int tab[])
{
   for (int i=0; i<5; i++)
      printf("%3d",tab[i]);
   printf("\n");
}

void zeruj(int tab[5])
{
   for (int i=0; i<5; i++)
      tab[i] = 0;
}
```

```
float srednia(int tab[])
{
   float sr = 0;
   int suma = 0;

   for (int i=0; i<5; i++)
      suma = suma + tab[i];

   sr = (float)suma / 5;

   return sr;
}
```

Parametry funkcji - wektory (przykład)

```
int main(void)
{
    int tab[5] = {1,2,3,4,5};
    float sred;

    drukuj(tab);

    sred = srednia(tab);
    printf("Srednia elementow: %g\n", sred);
    printf("Srednia elementow: %g\n", srednia(tab));

    zeruj(tab);
    drukuj(tab);

    return 0;
}
```

```
 1  2  3  4  5
srednia elementow: 3
srednia elementow: 3
 0  0  0  0  0
```

Parametry funkcji - const

- Jeśli funkcja nie powinna zmieniać wartości przekazywanych do niej zmiennych, to w nagłówku, przed odpowiednim parametrem, dodaje się identyfikator const

```
void drukuj(const int tab[])
{
    for (int i=0; i<5; i++)
    {
        printf("%3d",tab[i]);
        tab[i] = 0;
    }
    printf("\n");
}
```

- Próba zmiany wartości takiego parametru powoduje błąd kompilacji

error C3892: 'tab' : you cannot assign to a variable that is const

Parametry funkcji - const

- Przykładowe prototypy funkcji z pliku nagłówkowego string.h

```
char* strcpy(char *dest, const char *source);
```

```
size_t strlen(const char *str);
```

```
char* strupr(char *str);
```

Parametry funkcji - macierze

- Macierze przekazywane są do funkcji przez wskaźnik
- W nagłówku funkcji podaje się typ elementów tablicy, jej nazwę oraz w nawiasach kwadratowych liczbę wierszy i kolumn lub tylko liczbę kolumn

```
void fun(int tab[2][3])
{
    ...
}
```

```
void fun(int tab[][3])
{
    ...
}
```

- W wywołaniu funkcji podaje się tylko jej nazwę (bez nawiasów kwadratowych)

```
fun(tab);
```

Parametry funkcji - macierze (przykład)

```
#include <stdio.h>

void zero(int tab[][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
      for (int j=0; j<3; j++)
         tab[i][j] = 0;
}

void drukuj(int tab[2][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
   {
      for (int j=0; j<3; j++)
         printf("%3d",tab[i][j]);
      printf("\n");
   }
}
```

```
int main(void)
{
   int tab[2][3] =
       {1,2,3,4,5,6};

   drukuj(tab);
   zero(tab);
   printf("\n");
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```

Parametry funkcji - macierze (przykład)

```
#include <stdio.h>

void zero(int tab[][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
      for (int j=0; j<3; j++)
         tab[i][j] = 0;
}

void drukuj(int tab[2][3])
{
   for (int i=0; i<2; i++)
   {
      for (int j=0; j<3; j++)
         printf("%3d",tab[i][j]);
      printf("\n");
   }
}
```

```
int main
{
   int t
      {

   druku
   zero(
   printf("\n");
   drukuj(tab);

   return 0;
}
```

```
  1  2  3
  4  5  6

  0  0  0
  0  0  0
```

Parametry funkcji - struktury

- Struktury przekazywane są do funkcji przez wartość (nawet jeśli daną składową jest tablica)

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

struct pkt
{
    float x, y;
};

float odl(struct pkt pkt1, struct pkt pkt2)
{
     return sqrt(pow(pkt2.x-pkt1.x,2)+
            pow(pkt2.y-pkt1.y,2));
}
```

Parametry funkcji - struktury (przykład)

```
int main(void)
{
    struct pkt p1 = {2,3};
    struct pkt p2 = {-2,1};
    float wynik;

    wynik = odl(p1,p2);

    printf("Punkt nr 1: (%g,%g)\n",p1.x,p1.y);
    printf("Punkt nr 2: (%g,%g)\n",p2.x,p2.y);
    printf("Odleglosc = %g\n",wynik);

    return 0;
}
```

```
Punkt nr 1: (2,3)
Punkt nr 2: (-2,1)
Odleglosc = 4.47214
```

Koniec wykładu nr 3

Dziękuję za uwagę!