

PRZEDMIOT: Elementy programowania

KLASA: 1i gr. 2

Tydzień 1 Lekcja 1,2

Temat: Język niskiego poziomu i wysokiego poziomu.
Operacje wejścia/wyjścia.

♦ Język niskiego poziomu (Low-level language)

Definicja:

- **Jest bliski językowi maszynowemu, czyli instrukcjom bezpośrednio wykonywanym przez procesor.**
- Programista musi znać szczegóły działania sprzętu, takie jak rejestry, adresy pamięci czy operacje bitowe.

Przykłady:

- **Kod maszynowy** (ciąg zer i jedynek)
- **Assembler / język assemblera**

Cechy:

- Trudny do pisania i czytania dla człowieka
- Bardzo szybki w wykonaniu
- Daje pełną kontrolę nad sprzętem

Prosty przykład w NASM, Netwide Assembler (Linux) – wypisanie znaku **A**

```

section .data

    znak db 'A'      ; jeden znak do wyświetlenia


section .text

    global _start


_start:

    mov edx, 1        ; długość danych = 1 znak

    mov ecx, znak     ; adres znaku

    mov ebx, 1        ; stdout

    mov eax, 4        ; syscall: write

    int 0x80          ; wywołanie systemowe


    mov eax, 1        ; syscall: exit

    int 0x80

```

♦ Język wysokiego poziomu (High-level language)

Definicja:

- **Jest zbliżony do języka naturalnego i abstrakcyjny względem sprzętu.**
- Programista nie musi znać szczegółów działania procesora czy pamięci.

Przykłady:

- C, C++, Java, Python, JavaScript, PHP

Cechy:

- Łatwy do nauki i czytania
- Program jest przenośny między różnymi komputerami
- Wydajność może być niższa niż w językach niskiego poziomu (ale kompilatory/interpretery bardzo to optymalizują)

♦ Dlaczego C++ jest językiem wysokiego poziomu:

- Składnia jest czytelna i zbliżona do języka naturalnego (`if`, `for`, `while`, `class` itp.).
- Programista nie musi znać szczegółów działania procesora, by tworzyć aplikacje.
- Programy są przenośne między różnymi systemami.

♦ Dlaczego ma cechy niskiego poziomu:

- Pozwala na **bezpośrednią manipulację pamięcią** przez wskaźniki.
- Możesz używać **instrukcji niskiego poziomu**, np. operacje bitowe.
- Nadaje się do tworzenia sterowników, systemów operacyjnych, gier wymagających wydajności.

♦ Operacje wejścia/wyjścia w C++

- **Operacje wejścia/wyjścia (I/O)** pozwalają programowi **odczytywać dane od użytkownika** (wejście) lub **wyświetlać dane na ekranie** (wyjście).
- W C++ realizuje się je głównie za pomocą **strumieni** z biblioteki `<iostream>`.

♦ Co zawiera `<iostream>`

1. Strumienie wejścia/wyjścia:

- `std::cin` – standardowe wejście (klawiatura)
- `std::cout` – standardowe wyjście (ekran)

- `std::cerr` – strumień błędów (niebuforowany, na ekran)
- `std::clog` – strumień logów (buforowany, na ekran)

2. Funkcje i operatory związane ze strumieniami:

- `<<` – operator wyjścia
- `>>` – operator wejścia

3. Typy strumieniowe:

- `std::ostream` – bazowy typ dla wyjścia
- `std::istream` – bazowy typ dla wejścia

4. Manipulatory strumieniowe:

- `std::endl` – nowa linia + opróżnienie bufora
- `std::flush` – opróżnienie bufora strumienia
- `std::setw()`, `std::setprecision()` – formatowanie wyjścia (po dołączeniu `<iomanip>`)

♦ `using namespace std;`

- W C++ `std` to **standardowy namespace**, czyli przestrzeń nazw dla biblioteki standardowej C++.
- Zawiera wszystko, co pochodzi z `<iostream>`, `<vector>`, `<string>` itd.
- Dzięki temu nie musisz pisać za każdym razem
 - `std::cout`,
 - `std::string`,
 - `std::vector`.

♦ Dlaczego **main()**

1. Punkt wejścia programu

- Kiedy uruchamiasz program, system operacyjny szuka funkcji **main()** i zaczyna wykonywać kod właśnie stamtąd.

2. Zwracanie wartości typu **int**

- **int main()** oznacza, że funkcja zwraca liczbę całkowitą.
- System operacyjny interpretuje tę wartość jako **kod zakończenia programu**:
 - **0** → program zakończył się sukcesem
 - inna liczba → program zakończył się błędem

3. Alternatywne formy **main()**

int main(int argc, char* argv[]) – przyjmuje argumenty z linii poleceń.

Kompilacja programu z funkcją main z argumentami wykonuje się dodanie argumentów u ustawieniach właściwości projektu:

Projekt/Właściwości/Debugowanie w opcji **Argumenty polecenia** należy wpisać przykładowe dane np.: Jan 25



♦ 1. Typy podstawowe (proste)

Typ	Opis	Przykład wartości
<code>int</code>	Liczby całkowite	0, 10, -5
<code>short</code>	Krótsze liczby całkowite	0, 100
<code>long</code>	Dłuższe liczby całkowite	1000, -5000
<code>long long</code>	Bardzo duże liczby całkowite	1000000000
<code>unsigned</code>	Liczby całkowite dodatnie tylko	0, 100
<code>float</code>	Liczby zmiennoprzecinkowe (pojedyncza precyzja, około 7 cyfr znaczących)	3.14, -0.5
<code>double</code>	Liczby zmiennoprzecinkowe (podwójna precyzja, około 15 cyfr znaczących)	3.14159
<code>char</code>	Pojedynczy znak	'a', 'Z', '5'
<code>bool</code>	Wartość logiczna	true, false

♦ 2. Typy złożone

Typ	Opis	Przykład
<code>array</code>	Tablica elementów tego samego typu	<code>int tab[5];</code>
<code>string</code> (z <code><string></code>)	Ciąg znaków	<code>"Hello"</code>

♦ 3. Typy wskaźnikowe i referencje

Typ	Opis	Przykład
<code>int*</code>	Wskaźnik na int	<code>int* ptr = &x;</code>
<code>double*</code>	Wskaźnik na double	<code>double* dp;</code>
<code>int&</code>	Referencja (alias) do zmiennej	<code>int& ref = x;</code>

♦ 4. Typy specjalne

Typ	Opis
<code>void</code>	Brak wartości (funkcja nic nie zwraca)
<code>auto</code>	Automatyczne określenie typu przez kompilator
<code>nullptr</code>	Stała wskaźnikowa oznaczająca „brak adresu”

♦ Różnice między `struct` a `class` w C++

1. Domyślny dostęp do pól i metod

- w `struct` → domyślnie **public**
- w `class` → domyślnie **private**

2. Zastosowanie historyczne

- `struct` – kiedyś używane głównie jako prosty „koszyk” danych (np. rekord z polami),
- `class` – do programowania obiektowego (metody, enkapsulacja, dziedziczenie).
→ Ale w nowoczesnym C++ oba są prawie tym samym – różnica to głównie **domyślny poziom dostępu**.

3. Dziedziczenie

- w `struct` → domyślnie **publiczne**
- w `class` → domyślnie **prywatne**


```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```
struct Punkt {
    int x;
    int y;
};
```

```
class Prostokat {
    int szerokosc;
    int wysokosc;
```

```
public:
    Prostokat(int s, int w) {
        szerokosc = s;
        wysokosc = w;
    }

    int pole() {
        return szerokosc * wysokosc;
    }
};
```

```
int main() {
    Punkt p1;
    p1.x = 10;
    p1.y = 20;

    cout << "Punkt: (" << p1.x << ", " << p1.y << ")" << endl;

    Prostokat pr(5, 3);
    cout << "Pole prostokata: " << pr.pole() << endl;
}
```

Lekcja 3

Temat: Instrukcje warunkowe

- ♦ Instrukcje warunkowe

1. if

Podstawowa instrukcja warunkowa:

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    int x = 10;

    if (x > 5) {
        cout << "x jest większe od 5" << endl;
    }
    return 0;
}
```

2. if...else

Dodanie alternatywnej ścieżki, jeśli warunek nie jest spełniony:

```
int x = 3;

if (x > 5) {
    cout << "x jest większe od 5" << endl;
} else {
    cout << "x jest mniejsze lub równe 5" << endl;
}
```

3. if...else if...else

Sprawdzenie wielu warunków:

```
int x = 0;
```

```

if (x > 0) {
    cout << "Liczba dodatnia" << endl;
} else if (x < 0) {
    cout << "Liczba ujemna" << endl;
} else {
    cout << "Liczba równa zero" << endl;
}

```

4. switch

Instrukcja warunkowa do wyboru jednej z wielu opcji (gdy sprawdzamy wartość jednej zmiennej):

```
int dzien = 3;
```

```

switch (dzien) {
    case 1:
        cout << "Poniedziałek" << endl;
        break;
    case 2:
        cout << "Wtorek" << endl;
        break;
    case 3:
        cout << "Środa" << endl;
        break;
    default:
        cout << "Nieznany dzień" << endl;
}

```

break; zatrzymuje wykonanie dalszych przypadków – bez niego program przechodziłby dalej

5. Operator warunkowy (ternary operator)

Skrócona forma if...else:

```

int x = 7;
string wynik = (x % 2 == 0) ? "Parzysta" : "Nieparzysta";
cout << wynik << endl;

```

6. if z inicjalizacją, co pozwala zdefiniować zmienną w zakresie warunku:

```
if (int x = funkcja(); x > 0) {  
    // kod, jeśli x > 0  
}
```

1. Inkrementacja

To **zwiększenie wartości zmiennej o 1**.

- **preinkrementacja** `++x` – najpierw zwiększa, potem używa wartości,
- **postinkrementacja** `x++` – najpierw używa wartości, potem zwiększa.

2. Dekrementacja

To **zmniejszenie wartości zmiennej o 1**

- **predekrementacja** `--x`,
- **postdekrementacja** `x--`.

```
#include <iostream>  
using namespace std;
```

```
int main() {  
    int a = 5;
```

```
    cout << "Preinkrementacja: " << ++a << endl; // najpierw +1 → 6  
    cout << "Postinkrementacja: " << a++ << endl; // używa 6, potem +1 →  
    // wyświetli 6, ale a = 7  
    cout << "Wartość po: " << a << endl; // 7
```

```
    int b = 5;  
    cout << "Predekrementacja: " << --b << endl; // najpierw -1 → 4  
    cout << "Postdekrementacja: " << b-- << endl; // używa 4, potem -1 →  
    // wyświetli 4, ale b = 3  
    cout << "Wartość po: " << b << endl; // 3
```

```
    return 0;  
}
```

Lekcja 4

Temat: Pętle: For, while, do-while; break, continue; pętle zagnieżdżone.

1. Rodzaje pętli

Pętla for

- **Opis:** Pętla for jest używana, gdy znamy liczbę iteracji z góry. Składa się z trzech części: inicjalizacji, warunku i aktualizacji.

Składnia:

```
for (inicjalizacja; warunek; aktualizacja) {  
    // kod do wykonania  
}
```

Przykład:

```
#include <iostream>  
using namespace std;  
int main() {  
    for (int i = 1; i <= 5; i++) {  
        cout << i << " ";  
    }  
    return 0; // Wypisze: 1 2 3 4 5  
}
```

- **Zastosowanie:** Iterowanie po sekwencji (np. tablicach, liczenie).

Pętla while

- **Opis:** Pętla while wykonuje kod, dopóki warunek jest prawdziwy. Warunek sprawdzany jest przed każdą iteracją.

Składnia:

```
while (warunek) {  
    // kod do wykonania  
}
```

Przykład:

```
#include <iostream>  
  
using namespace std;  
  
int main() {  
    int i = 1;  
    while (i <= 5) {  
        cout << i << " ";  
        i++;  
    }  
  
    return 0; // Wypisze: 1 2 3 4 5  
}
```

- **Zastosowanie:** Gdy liczba iteracji nie jest znana z góry (np. wczytywanie danych do momentu wprowadzenia określonej wartości).

Pętla do-while

- **Opis:** Podobna do while, ale warunek sprawdzany jest po wykonaniu kodu, co gwarantuje przynajmniej jedno wykonanie pętli.

Składnia:

```
do {  
    // kod do wykonania
```

```
} while (warunek);
```

Przykład:

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {

    int i = 1;

    do {

        cout << i << " ";

        i++;

    } while (i <= 5);

    return 0; // Wypisze: 1 2 3 4 5

}
```

- **Zastosowanie:** Gdy chcemy zapewnić wykonanie kodu przynajmniej raz (np. menu użytkownika).

Instrukcje break i continue

- **break:** Natychmiast przerywa pętlę i przechodzi do kodu po pętli.

Przykład:

```
for (int i = 1; i <= 10; i++) {
    if (i == 5) break;
    cout << i << " "; // Wypisze: 1 2 3 4
}
```

- **continue:** Pomija resztę kodu w bieżącej iteracji i przechodzi do następnej.

Przykład:

```
for (int i = 1; i <= 5; i++) {
    if (i == 3) continue;
    cout << i << " "; // Wypisze: 1 2 4 5
}
```

Pętle zagnieżdżone

- **Opis:** Pętla wewnątrz innej pętli. Używana do pracy z danymi wielowymiarowymi (np. tablice 2D) lub generowania wzorców.

Przykład (trójkąt z gwiazdek):

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    for (int i = 1; i <= 5; i++) {
        for (int j = 1; j <= i; j++) {
            cout << "* ";
        }
        cout << endl;
    }
    return 0;
    /*
    Wypisze:
    *
    * *
    * * *
    * * * *
    * * * * *
    */
}
```

- **Zastosowanie:** Przetwarzanie macierzy, generowanie wzorców, iterowanie po złożonych strukturach danych.

Znaczenie zakresu zmiennych lokalnych i globalnych przy pętlach

- **Zmienne lokalne:**

- Deklarowane wewnątrz funkcji lub bloku kodu (np. w pętli for).
- Są widoczne tylko w bloku, w którym zostały zadeklarowane.

Przykład w pętli:

```
for (int i = 0; i < 5; i++) { // i jest lokalne dla pętli
    cout << i << " ";
}
```

// cout << i; // Błąd! i nie jest dostępne poza pętlą

- **Wpływ na pętle:** Zmienne lokalne w pętlach (np. licznik i) są niszczone po zakończeniu pętli, co zapobiega konfliktom w innych częściach programu. W pętlach zagnieżdżonych każda pętla może mieć własne zmienne lokalne o tej samej nazwie bez kolizji.

- **Zmienne globalne:**

- Deklarowane poza wszystkimi funkcjami, dostępne w całym programie.

Przykład:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int counter = 0; // Zmienna globalna
int main() {
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        counter++;
    }
    cout << counter; // Wypisze: 5
    return 0;
}
```

- **Wpływ na pętle:** Zmienne globalne mogą być używane w pętlach, ale należy ich unikać, ponieważ:

- Mogą prowadzić do niezamierzonych zmian w innych częściach programu.
 - Utrudniają debugowanie (np. trudniej znaleźć, gdzie zmienna została zmieniona).
 - Są mniej bezpieczne, bo każda funkcja/pętla może je modyfikować.
- **Dobre praktyki:**
 - Używaj zmiennych lokalnych w pętlach, gdy to możliwe, aby ograniczyć ich zakres i uniknąć błędów.
 - Jeśli zmienna ma być używana w wielu pętlach lub funkcjach, zadeklaruj ją w odpowiednim zakresie (np. w `main()`), ale unikaj globalnych, chyba że są naprawdę potrzebne.
 - W pętlach zagnieżdżonych upewnij się, że zmienne liczników mają unikalne nazwy (np. `i`, `j`, `k`), aby uniknąć konfliktów.

Lekcja 5

Temat: Tablice i łańcuchy znaków: Deklaracja tablic, operacje na tablicach, `std::string` i manipulacja ciągami.

Tablice to **zbiór elementów tego samego typu. Każdy element ma swój index, zaczynający się od 0.**

Deklaracja tablic:

Określa się: **typ elementów, nazwę tablicy i jej rozmiar** (stały w czasie kompilacji lub dynamiczny).

Składnia:

typ **nazwa_tablicy**[**rozmiar**];

Przykład:

```
int liczby[5]; // Tablica 5 liczb całkowitych
double oceny[10]; // Tablica 10 liczb zmiennoprzecinkowych
char znaki[3] = {'a', 'b', 'c'}; // Tablica znaków z inicjalizacją
```

```
int tablica[4] = {1, 2, 3, 4}; // Inicjalizacja wartości
```

Uwagi:

- **Rozmiar tablicy statycznej musi być znany w czasie kompilacji** (stała liczba lub wyrażenie stałe np.: `int liczby[3] = {1, 2, 3};`).
- **Brak inicjalizacji elementów tablicy powoduje, że zawierają one losowe wartości (dla typów prostych).**
- **Jeśli nie podasz wszystkich elementów, reszta zostanie zainicjalizowana wartością domyślną** ("" dla stringów, 0 dla typów liczbowych).

Podstawowe operacje na tablicy

```
#include <iostream>
```

```
int main() {
```

```
    int liczby[5] = { 10, 20, 30, 40, 50 };
```

```
    liczby[2] = 35;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
```

```
        std::cout << "Element " << i << ": " << liczby[i] << std::endl;
```

```
    }
```

```
    int suma = 0;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
```

```
        suma += liczby[i];
```

```
    }
```

```
    std::cout << "Suma: " << suma << std::endl;
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Dodawanie i usuwanie elementów jest dostępne tylko w **kontenerach dynamicznych** (np. `std::vector`, `std::list`, `std::deque`).

std::vector - dynamiczna tablica

📌 **Najważniejsze operacje w `std::vector`:**

- **push_back(x)** → dodaje element na końcu
- **pop_back()** → usuwa ostatni element
- **insert(iterator, x)** → wstawia element w dowolne miejsce
- **erase(iterator)** → usuwa element z dowolnego miejsca
- **clear()** → usuwa wszystkie elementy

```
#include <iostream>
#include <vector>

int main() {
    std::vector<int> liczby = {10, 20, 30, 40, 50};

    // Dodawanie elementów
    liczby.push_back(60);
    liczby.insert(liczby.begin() + 2, 15);

    std::cout << "Po dodaniu: ";
    for (int indexD : liczby) std::cout << indexD << " ";
    std::cout << "\n";

    // Usuwanie elementów
    liczby.pop_back();
    liczby.erase(liczby.begin() + 1);

    std::cout << "Po usunięciu: ";
    for (int indexU : liczby) std::cout << indexU << " ";
}
```

std::vector jest kontenerem ogólnym (szablonowym) i w STL (Standard Template Library) wszystkie operacje są zdefiniowane w sposób ujednolicony.

- **W C++ nie przyjmuje numeru indeksu jako liczby całkowitej (`int`), tylko iterator. Iterator działa jak wskaźnik i wskazuje na konkretne miejsce w kolekcji.**

- Dzięki temu ta sama składnia działa dla różnych kontenerów (`std::vector`, `std::list`, `std::deque`, itd.), nawet jeśli one nie mają dostępu do elementów po indeksie.

std::list- lista dwukierunkowa (ang. doubly-linked list).

Najważniejsze operacje w std::list:

- **push_back(x)** → dodaj na końcu
- **push_front(x)** → dodaj na początku
- **insert(iterator, x)** → wstaw element w środku
- **pop_back()** → usuń ostatni element
- **pop_front()** → usuń pierwszy element
- **erase(iterator)** → usuń element wskazywany przez iterator
- **remove(value)** → usuń wszystkie elementy o wartości **value**
- **clear()** → usuń wszystkie elementy

```
#include <iostream>
```

```
#include <list>
```

```
int main() {
```

```
    std::list<int> liczby_list = { 10, 20, 30, 40, 50 };
```

```
    // Dodawanie elementów
```

```
    liczby_list.push_back(60);
```

```
    liczby_list.push_front(5);
```

```
    auto it = liczby_list.begin();
```

```
    std::advance(it, 2);
```

```
    liczby_list.insert(it, 15);
```

```
    std::cout << "Po dodaniu: ";
```

```
    for (int inD: liczby_list) std::cout << inD << " ";
```

```
    std::cout << "\n";
```

```
    // Usuwanie elementów
```

```
    liczby_list.pop_back();
```

```
    liczby_list.pop_front();
```

```
    it = liczby_list.begin();
```

```
    std::advance(it, 2);
```

```
    liczby_list.erase(it);
```

```
    std::cout << "Po usunięciu: ";
```

```

for (int inU: liczby_list) std::cout << inU << " ";
std::cout << "\n";
}

```

std::deque - (double-ended queue – kolejka dwustronna)

```

#include <iostream>
#include <deque>

```

```

int main() {
    std::deque<int> liczby_deque = { 10, 20, 30, 40, 50 };

    liczby_deque.push_back(60);
    liczby_deque.push_front(5);

    std::cout << "Po dodaniu: ";
    for (int i5 : liczby_deque) std::cout << i5 << " ";
    std::cout << "\n";

    liczby_deque.pop_back();
    liczby_deque.pop_front();

    std::cout << "Po usunięciu: ";
    for (int i6 : liczby_deque) std::cout << i6 << " ";
    std::cout << "\n";

    auto it2 = liczby_deque.begin();
    std::advance(it2, 2);
    it2 = liczby_deque.insert(it2, 99);
    liczby_deque.erase(it2);

    std::cout << "Po wstawianiu i usuwaniu w środku: ";
    for (int i7 : liczby_deque) std::cout << i7 << " ";
    std::cout << "\n";
}

```

Najważniejsze operacje w std::deque:

- **push_back(x)** → dodaje element na końcu
- **push_front(x)** → dodaje element na początku
- **pop_back()** → usuwa element z końca
- **pop_front()** → usuwa element z początku

- **insert(iterator, x)** → wstawia element w dowolnym miejscu
- **erase(iterator)** → usuwa element w dowolnym miejscu
- **clear()** → usuwa wszystkie elementy

Przekazywanie tablicy do funkcji:

```
#include <iostream>
void zwieksz(int* tab, int rozmiar) {
    for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
        tab[i]++; // Modyfikacja elementów
    }
}

int main() {
    int liczby[3] = {1, 2, 3};
    zwieksz(liczby, 3);
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        std::cout << liczby[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

Uwaga: Przy przekazywaniu tablicy do funkcji należy podać jej rozmiar, bo tablica w funkcji "traci" informacje o swoim rozmiarze.

Tablice dynamiczne

Jeśli rozmiar tablicy nie jest znany w czasie kompilacji, można użyć dynamicznej alokacji pamięci (**new** i **delete**).

Przykład

```
#include <iostream>
int main() {
    int rozmiar;
    std::cout << "Podaj rozmiar tablicy: ";
    std::cin >> rozmiar;
```

```

// Alokacja dynamiczna
int* tab = new int[rozmiar];

// Wypełnienie tablicy
for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
    tab[i] = i + 1;
}

// Wypisanie
for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
    std::cout << tab[i] << " ";
}

// Zwolnienie pamięci
delete[] tab;
return 0;
}

```

Uwaga: Dynamicznie zaalokowaną pamięć trzeba zwolnić (`delete[]`), aby uniknąć wycieków pamięci.

Łańcuchy znaków

W C++ łańcuchy znaków można reprezentować na dwa sposoby:

1. **Tablice znaków w stylu C** (`char[]`) – tradycyjne, zakończone znakiem `'\0'` (null-terminator).
2. **Klasa `std::string`** – nowoczesny sposób, wygodniejszy i bezpieczniejszy.

Tablice znaków

Deklaracja:

Tablica znaków to tablica typu `char`, zakończona znakiem `'\0'`, który oznacza koniec ciągu.

```

char tekst[] = "Witaj"; // Automatycznie dodaje '\0'
char tekst2[6] = {'W', 'i', 't', 'a', 'j', '\0'};

```

Operacje:

- Dostęp do znaków: `tekst[indeks]`.
- Modyfikacja: `tekst[indeks] = 'x'`.

- Funkcje z biblioteki `<cstring>`:
 - `strlen(tekst)` – długość ciągu.
 - `strcpy(dest, src)` – kopiowanie ciągu.
 - `strcmp(s1, s2)` – porównywanie ciągów.
 - `strcat(dest, src)` – konkatencja.

Przykład:

```
#include <iostream>
#include <cstring>
int main() {
    char tekst[] = "Witaj";

    // Długość ciągu
    std::cout << "Długość: " << strlen(tekst) << std::endl; // Wypisze: 5

    // Kopiowanie
    char kopia[10];
    strcpy(kopia, tekst);
    std::cout << "Kopia: " << kopia << std::endl; // Wypisze: Witaj

    // Konkatencja
    strcat(kopia, "!");
    std::cout << "Po konkatencji: " << kopia << std::endl; // Wypisze: Witaj!

    return 0;
}
```

Wady:

- Ryzyko błędów (np. przepełnienie bufora).
- Ręczna obsługa pamięci.
- Konieczność pamiętania o `'\0'`.

Klasa `std::string`

Czym jest `std::string`?

`std::string` to klasa z biblioteki standardowej (`<string>`), która ułatwia manipulację ciągami znaków. Jest bezpieczniejsza i bardziej funkcjonalna niż tablice znaków.

Deklaracja:

```
#include <string>
std::string tekst = "Witaj";
std::string tekst2("C++");
```

Podstawowe operacje:

- **Dostęp do znaków:** tekst[indeks] lub tekst.at(indeks) (z sprawdzaniem zakresu).
- **Długość:** tekst.length() lub tekst.size().
- **Konkatenacja:** Operator + lub +=.
- **Porównywanie:** Operatory ==, !=, <, >, <=, >=.
- **Podciąg:** tekst.substr(pozycja, długość).
- **Wyszukiwanie:** tekst.find(ciąg) – zwraca pozycję ciągu lub std::string::npos jeśli nie znaleziono.
- **Zamiana:** tekst.replace(pozycja, długość, nowy_ciąg).

Przykład: Manipulacja std::string:

```
#include <iostream>
#include <string>
int main() {
    std::string tekst = "Witaj, C++!";

    // Długość
    std::cout << "Długość: " << tekst.length() << std::endl; // Wypisze: 11

    // Konkatenacja
    tekst += " Jest super!";
    std::cout << "Po konkatenacji: " << tekst << std::endl; // Wypisze: Witaj, C++!
    Jest super!

    // Podciąg
    std::string podciag = tekst.substr(7, 3); // Zaczyna od pozycji 7, bierze 3 znaki
    std::cout << "Podciąg: " << podciag << std::endl; // Wypisze: C++

    // Wyszukiwanie
    size_t pozycja = tekst.find("C++");
    if (pozycja != std::string::npos) {
```

```

        std::cout << "Znaleziono 'C++' na pozycji: " << pozycja << std::endl; //
Wypisze: 7
    }

    // Zamiana
    tekst.replace(7, 3, "Python");
    std::cout << "Po zamianie: " << tekst << std::endl; // Wypisze: Witaj, Python!
    Jest super!

    return 0;
}

```

Zalety std::string:

- Automatyczne zarządzanie pamięcią.
- Bezpieczeństwo (brak ryzyka przepełnienia bufora).
- Bogaty zestaw metod do manipulacji.
- Łatwe porównywanie i konkatencja.

Zastosowania std::string:

- Przetwarzanie tekstu (np. parsowanie danych, formatowanie).
- Wczytywanie danych od użytkownika (np. z std::cin).
- Operacje na danych tekstowych w aplikacjach (np. wyszukiwanie, zamiana).

Lekcja 6

Temat: Funkcje

Funkcja to nazwany blok kodu, który wykonuje określone zadanie i może być wielokrotnie wywoływany w programie. Funkcje pozwalają na modularność, czytelność i ponowne wykorzystanie kodu. Składają się z:

- **Nagłówka** (określa nazwę, typ zwracany i parametry).
- **Ciała** (zawiera instrukcje do wykonania).

Funkcje mogą:

- **Zwracać wartość** (np. `int`, `double`, `std::string`) lub nie zwracać nic (`void`).

- **Przyjmować parametry** (dane wejściowe) lub działać bez nich.

Składnia:

```
typ_zwracany nazwa_funkcji(parametry) {  
    // Ciało funkcji  
    // Kod do wykonania  
    return wartość; // Jeśli funkcja zwraca wartość  
}
```

Przykład:

```
#include <iostream>  
int dodaj(int a, int b) {  
    return a + b;  
}  
  
int main() {  
    int wynik = dodaj(3, 4);  
    std::cout << "Wynik: " << wynik << std::endl;  
    return 0;  
}
```

Przekazywanie parametrów

a) Przekazywanie przez wartość

- ☐ Kopia argumentu jest przekazywana do funkcji.
- ☐ Zmiany w parametrze wewnątrz funkcji nie wpływają na oryginalną zmienną.
- ☐ Domyślny sposób przekazywania w C++.

```
#include <iostream>  
void zwieksz(int x) {  
    x++;  
    std::cout << "W funkcji: " << x << std::endl;  
}
```

```
int main() {
    int a = 5;
    zwieksz(a);
    std::cout << "Poza funkcją: " << a << std::endl;
    return 0;
}
```

Wynik:

W funkcji: 6

Poza funkcją: 5

b) Przekazywanie przez referencję

- ☐ Funkcja operuje na oryginalnej zmiennej poprzez jej referencję (alias).
- ☐ Używa się operatora & w deklaracji parametru.
- ☐ Zmiany w parametrze wpływają na oryginalną zmienną.
- ☐ Przydatne, gdy chcemy zmodyfikować argument lub uniknąć kopiowania dużych danych.

Przykład:

```
#include <iostream>
void zwieksz(int& x) {
    x++;
    std::cout << "W funkcji: " << x << std::endl;
}

int main() {
    int a = 5;
    zwieksz(a);
    std::cout << "Poza funkcją: " << a << std::endl;
    return 0;
}
```

Wynik:

W funkcji: 6

Poza funkcją: 6

c) Przekazywanie przez wskaźnik (adres pamięci zmiennej)

- ☐ Alternatywa dla referencji, używa wskaźników (*).
- ☐ Również pozwala modyfikować oryginalną zmienną, ale wymaga jawnego zarządzania adresami.

Przykład:

```
#include <iostream>
void zwieksz(int* x) {
    (*x)++;
    std::cout << "W funkcji: " << *x << std::endl;
}

int main() {
    int a = 5;
    zwieksz(&a);
    std::cout << "Poza funkcją: " << a << std::endl;
    return 0;
}
```

Wynik:

W funkcji: 6
Poza funkcją: 6

d) Domyślne parametry

Funkcje mogą mieć parametry z wartościami domyślnymi, które są używane, gdy argument nie zostanie podany.

Przykład:

```
int pomnoz(int a, int b = 2) {
    return a * b;
}
```

```
int main() {  
    std::cout << pomnoz(5) << std::endl;  
    std::cout << pomnoz(5, 3) << std::endl;  
    return 0;  
}
```

Lekcja 6

Temat: Tablice i łańcuchy znaków: Deklaracja tablic, operacje na tablicach, std::string i manipulacja ciągami.

Tablice to **zbiór elementów tego samego typu**. Każdy element ma swój **index**, zaczynający się od 0.

Deklaracja tablic:

Określa się: **typ elementów, nazwę tablicy i jej rozmiar** (stały w czasie kompilacji lub dynamiczny).

Składnia:

typ nazwa_tablicy[rozmiar];

Przykład:

```
int liczby[5]; // Tablica 5 liczb całkowitych  
double oceny[10]; // Tablica 10 liczb zmiennoprzecinkowych  
char znaki[3] = {'a', 'b', 'c'}; // Tablica znaków z inicjalizacją  
int tablica[4] = {1, 2, 3, 4}; // Inicjalizacja wartości
```

Uwagi:

- **Rozmiar tablicy statycznej musi być znany w czasie kompilacji** (stała liczba lub wyrażenie stałe np.: int liczby[3] = {1, 2, 3};).
- **Brak inicjalizacji elementów tablicy powoduje, że zawierają one losowe wartości (dla typów prostych).**

- Jeśli nie podasz wszystkich elementów, reszta zostanie zainicjalizowana wartością domyślną ("" dla stringów, 0 dla typów liczbowych).

Podstawowe operacje na tablicy

```
#include <iostream>

int main() {
    int liczby[5] = { 10, 20, 30, 40, 50 };
    liczby[2] = 35;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        std::cout << "Element " << i << ": " << liczby[i] << std::endl;
    }

    int suma = 0;
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        suma += liczby[i];
    }
    std::cout << "Suma: " << suma << std::endl;
    return 0;
}
```

Dodawanie i usuwanie elementów jest dostępne tylko w **kontenerach dynamicznych** (np. `std::vector`, `std::list`, `std::deque`).

std::vector - dynamiczna tablica

Najważniejsze operacje w `std::vector`:

- `push_back(x)` → dodaje element na końcu
- `pop_back()` → usuwa ostatni element
- `insert(iterator, x)` → wstawia element w dowolne miejsce
- `erase(iterator)` → usuwa element z dowolnego miejsca
- `clear()` → usuwa wszystkie elementy


```

#include <iostream>
#include <vector>

int main() {
    std::vector<int> liczby = {10, 20, 30, 40, 50};

    // Dodawanie elementów
    liczby.push_back(60);
    liczby.insert(liczby.begin() + 2, 15);

    std::cout << "Po dodaniu: ";
    for (int indexD : liczby) std::cout << indexD << " ";
    std::cout << "\n";

    // Usuwanie elementów
    liczby.pop_back();
    liczby.erase(liczby.begin() + 1);

    std::cout << "Po usunięciu: ";
    for (int indexU : liczby) std::cout << indexU << " ";
}

```

std::vector jest kontenerem ogólnym (szablonowym) i w STL (Standard Template Library) wszystkie operacje są zdefiniowane w sposób ujednolicony.

- **W C++ nie przyjmuje numeru indeksu jako liczby całkowitej (int), tylko iterator. Iterator działa jak wskaźnik i wskazuje na konkretne miejsce w kolekcji.**
- Dzięki temu ta sama składnia działa dla różnych kontenerów (std::vector, std::list, std::deque, itd.), nawet jeśli one nie mają dostępu do elementów po indeksie.

std::list- lista dwukierunkowa (ang. doubly-linked list).

Najważniejsze operacje w std::list:

- **push_back(x) → dodaj na końcu**
- **push_front(x) → dodaj na początku**
- **insert(iterator, x) → wstaw element w środku**
- **pop_back() → usuń ostatni element**
- **pop_front() → usuń pierwszy element**
- **erase(iterator) → usuń element wskazywany przez iterator**

- **remove(value)** → **usuń wszystkie elementy o wartości value**
- **clear()** → **usuń wszystkie elementy**

```
#include <iostream>
#include <list>
```

```
int main() {
    std::list<int> liczby_list = { 10, 20, 30, 40, 50 };

    // Dodawanie elementów
    liczby_list.push_back(60);
    liczby_list.push_front(5);

    auto it = liczby_list.begin();
    std::advance(it, 2);
    liczby_list.insert(it, 15);

    std::cout << "Po dodaniu: ";
    for (int inD: liczby_list) std::cout << inD << " ";
    std::cout << "\n";

    // Usuwanie elementów
    liczby_list.pop_back();
    liczby_list.pop_front();
    it = liczby_list.begin();
    std::advance(it, 2);
    liczby_list.erase(it);

    std::cout << "Po usunięciu: ";
    for (int inU: liczby_list) std::cout << inU << " ";
    std::cout << "\n";
}
```

std::deque - (double-ended queue – kolejka dwustronna)

```
#include <iostream>
#include <deque>
```

```
int main() {
    std::deque<int> liczby_deque = { 10, 20, 30, 40, 50 };

    liczby_deque.push_back(60);
```

```

    liczby_deque.push_front(5);

    std::cout << "Po dodaniu: ";
    for (int i5 : liczby_deque) std::cout << i5 << " ";
    std::cout << "\n";

    liczby_deque.pop_back();
    liczby_deque.pop_front();

    std::cout << "Po usunięciu: ";
    for (int i6 : liczby_deque) std::cout << i6 << " ";
    std::cout << "\n";

    auto it2 = liczby_deque.begin();
    std::advance(it2, 2);
    it2 = liczby_deque.insert(it2, 99);
    liczby_deque.erase(it2);

    std::cout << "Po wstawianiu i usuwaniu w środku: ";
    for (int i7 : liczby_deque) std::cout << i7 << " ";
    std::cout << "\n";

}

```

Najważniejsze operacje w `std::deque`:

- `push_back(x)` → **dodaje element na końcu**
- `push_front(x)` → **dodaje element na początku**
- `pop_back()` → **usuwa element z końca**
- `pop_front()` → **usuwa element z początku**
- `insert(iterator, x)` → **wstawia element w dowolnym miejscu**
- `erase(iterator)` → **usuwa element w dowolnym miejscu**
- `clear()` → **usuwa wszystkie elementy**

Przekazywanie tablicy do funkcji:

```

#include <iostream>
void zwieksz(int* tab, int rozmiar) {
    for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
        tab[i]++; // Modyfikacja elementów
    }
}

```

```
int main() {
    int liczby[3] = {1, 2, 3};
    zwieksz(liczby, 3);
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        std::cout << liczby[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

Uwaga: Przy przekazywaniu tablicy do funkcji należy podać jej rozmiar, bo tablica w funkcji "traci" informacje o swoim rozmiarze.

Tablice dynamiczne

Jeśli rozmiar tablicy nie jest znany w czasie kompilacji, można użyć dynamicznej alokacji pamięci (**new** i **delete**).

Przykład

```
#include <iostream>
int main() {
    int rozmiar;
    std::cout << "Podaj rozmiar tablicy: ";
    std::cin >> rozmiar;

    // Alokacja dynamiczna
    int* tab = new int[rozmiar];

    // Wypełnienie tablicy
    for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
        tab[i] = i + 1;
    }

    // Wypisanie
    for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
        std::cout << tab[i] << " ";
    }

    // Zwolnienie pamięci
    delete[] tab;
}
```

```
    return 0;  
}
```

Uwaga: Dynamicznie zaalokowaną pamięć trzeba zwolnić (`delete[]`), aby uniknąć wycieków pamięci.

Łańcuchy znaków

W C++ łańcuchy znaków można reprezentować na dwa sposoby:

1. **Tablice znaków w stylu C** (`char[]`) – tradycyjne, zakończone znakiem `'\0'` (null-terminator).
2. **Klasa `std::string`** – nowoczesny sposób, wygodniejszy i bezpieczniejszy.

Tablice znaków

Deklaracja:

Tablica znaków to tablica typu `char`, zakończona znakiem `'\0'`, który oznacza koniec ciągu.

```
char tekst[] = "Witaj"; // Automatycznie dodaje '\0'  
char tekst2[6] = {'W', 'i', 't', 'a', 'j', '\0'};
```

Operacje:

- Dostęp do znaków: `tekst[indeks]`.
- Modyfikacja: `tekst[indeks] = 'x'`.
- Funkcje z biblioteki `<cstring>`:
 - `strlen(tekst)` – długość ciągu.
 - `strcpy(dest, src)` – kopiowanie ciągu.
 - `strcmp(s1, s2)` – porównywanie ciągów.
 - `strcat(dest, src)` – konkatencja.

Przykład:

```
#include <iostream>  
#include <cstring>  
int main() {  
    char tekst[] = "Witaj";  
  
    // Długość ciągu  
    std::cout << "Długość: " << strlen(tekst) << std::endl; // Wypisze: 5
```

```

// Kopiowanie
char kopia[10];
strcpy(kopia, tekst);
std::cout << "Kopia: " << kopia << std::endl; // Wypisze: Witaj

// Konkatenacja
strcat(kopia, "!");
std::cout << "Po konkatenacji: " << kopia << std::endl; // Wypisze: Witaj!

return 0;
}

```

Wady:

- Ryzyko błędów (np. przepełnienie bufora).
- Ręczna obsługa pamięci.
- Konieczność pamiętania o '\0'.

Klasa std::string

Czym jest std::string?

std::string to klasa z biblioteki standardowej (<string>), która ułatwia manipulację ciągami znaków. Jest bezpieczniejsza i bardziej funkcjonalna niż tablice znaków.

Deklaracja:

```

#include <string>
std::string tekst = "Witaj";
std::string tekst2("C++");

```

Podstawowe operacje:

- **Dostęp do znaków:** tekst[indeks] lub tekst.at(indeks) (z sprawdzaniem zakresu).
- **Długość:** tekst.length() lub tekst.size().
- **Konkatenacja:** Operator + lub +=.
- **Porównywanie:** Operatory ==, !=, <, >, <=, >=.
- **Podciąg:** tekst.substr(pozycja, długość).

- **Wyszukiwanie:** tekst.find(ciąg) – zwraca pozycję ciągu lub std::string::npos jeśli nie znaleziono.
- **Zamiana:** tekst.replace(pozycja, długość, nowy_ciąg).

Przykład: Manipulacja std::string:

```
#include <iostream>
#include <string>
int main() {
    std::string tekst = "Witaj, C++!";

    // Długość
    std::cout << "Długość: " << tekst.length() << std::endl; // Wypisze: 11

    // Konkatencja
    tekst += " Jest super!";
    std::cout << "Po konkatencji: " << tekst << std::endl; // Wypisze: Witaj, C++!
    Jest super!

    // Podciąg
    std::string podciag = tekst.substr(7, 3); // Zaczyna od pozycji 7, bierze 3 znaki
    std::cout << "Podciąg: " << podciag << std::endl; // Wypisze: C++

    // Wyszukiwanie
    size_t pozycja = tekst.find("C++");
    if (pozycja != std::string::npos) {
        std::cout << "Znaleziono 'C++' na pozycji: " << pozycja << std::endl; //
        Wypisze: 7
    }

    // Zamiana
    tekst.replace(7, 3, "Python");
    std::cout << "Po zamianie: " << tekst << std::endl; // Wypisze: Witaj, Python!
    Jest super!

    return 0;
}
```

Zalety std::string:

- Automatyczne zarządzanie pamięcią.

- Bezpieczeństwo (brak ryzyka przepełnienia bufora).
- Bogaty zestaw metod do manipulacji.
- Łatwe porównywanie i konkatencja.

Zastosowania `std::string`:

- Przetwarzanie tekstu (np. parsowanie danych, formatowanie).
- Wczytywanie danych od użytkownika (np. z `std::cin`).
- Operacje na danych tekstowych w aplikacjach (np. wyszukiwanie, zamiana).

Lekcja 7

Temat: Funkcja rekurencyjna. Stos wywołań

Funkcje rekurencyjne w C++ to funkcje, **które wywołują same siebie w celu rozwiązania problemu poprzez rozbicie go na mniejsze, podobne podproblemy.**

Rekurencja jest techniką programistyczną, w której funkcja wywołuje się z nowymi parametrami, aż osiągnie warunek bazowy (przypadek bazowy), który kończy rekurencję i pozwala na zwrócenie wyniku.

Jak działają funkcje rekurencyjne?

1. Warunek bazowy (base case):

- To warunek, który zatrzymuje rekurencję, zapobiegając nieskończonym wywołaniom.
- Bez warunku bazowego funkcja może powodować przepełnienie stosu (stack overflow).
- Przykład: W obliczaniu silni, warunkiem bazowym może być $n == 0$ lub $n == 1$.

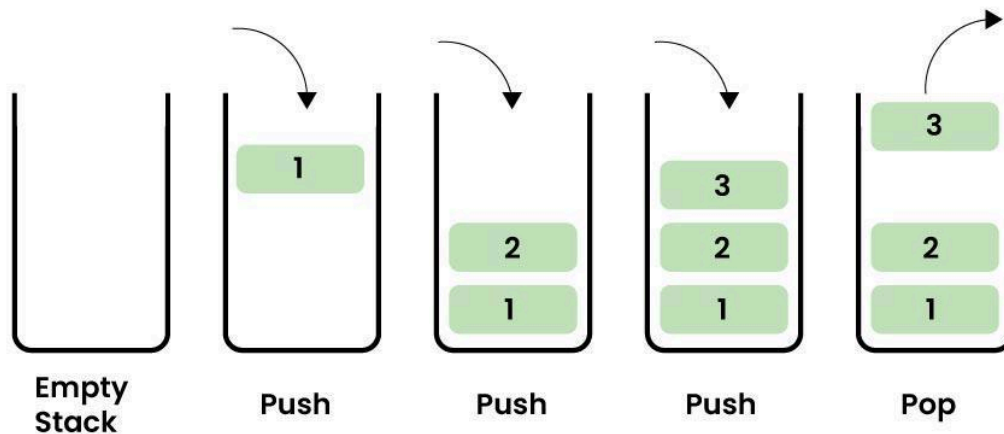
2. Krok rekurencyjny (recursive case):

- To część funkcji, w której wywołuje ona samą siebie z parametrem bliższym warunkowi bazowemu.
- Każde wywołanie rekurencyjne powinno zmniejszać rozmiar problemu, np. zmniejszać wartość parametru.

3. Stos wywołań (call stack):

- Każde wywołanie funkcji rekurencyjnej jest zapisywane na stosie wywołań.
- Po osiągnięciu warunku bazowego, funkcja zaczyna "zwijać" stos, zwracając wyniki od najgłębszego wywołania do pierwszego.

Stos wywołań (call stack) w C++ to struktura danych w pamięci komputera, która zarządza wywołaniami funkcji w trakcie wykonywania programu. Jest to **stos (ang. **stack**), czyli struktura typu **LIFO** (Last In, First Out – ostatnie na wejściu, pierwsze na wyjściu), używana do przechowywania informacji o aktywnych funkcjach, ich parametrach, zmiennych lokalnych oraz miejscu powrotu po zakończeniu funkcji. W kontekście funkcji rekurencyjnych stos wywołań odgrywa kluczową rolę, ponieważ **każde rekurencyjne wywołanie funkcji dodaje nowy rekord na stosie**.**



LIFO Operations in stack



Przykład zastosowania funkcji rekurencyjnej w C++ Obliczanie silni

Silnia liczby n (oznaczana jako $n!$) to iloczyn wszystkich dodatnich liczb całkowitych mniejszych lub równych n . Definicja rekurencyjna:

- $n! = n \times (n-1)!$
- Warunek bazowy: $0! = 1$ lub $1! = 1$

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

```

unsigned long long factorial(int n) {
    // Warunek bazowy
    if (n == 0 || n == 1) {
        return 1;
    }
    // Krok rekurencyjny
    return n * factorial(n - 1);
}

int main() {
    int n;
    cout << "Podaj liczbe n: ";
    cin >> n;

    if (n < 0) {
        cout << "Silnia nie jest zdefiniowana dla liczb ujemnych!" << endl;
    } else {
        cout << "Silnia z " << n << " wynosi: " << factorial(n) << endl;
    }

    return 0;
}

```

Przykładowe działanie dla $n=4$

- $\text{factorial}(4) = 4 \times \text{factorial}(3)$
- $\text{factorial}(3) = 3 \times \text{factorial}(2)$
- $\text{factorial}(2) = 2 \times \text{factorial}(1)$
- $\text{factorial}(1) = 1$ (warunek bazowy)

Wstecz

- **$\text{factorial}(1)=1 = 1,$**
- **$\text{factorial}(2)=2 \times 1 = 2$**
- **$\text{factorial}(3)=3 \times 2 = 6,$**
- **$\text{factorial}(4)=4 \times 6 = 24$**

Wynik w konsoli:

Podaj liczbę n: 4

Silnia z 4 wynosi: 24

1. Struktura stosu wywołań

- **Stos:** To obszar pamięci przydzielany dla każdego wątku programu, zarządzany automatycznie przez system operacyjny i kompilator.
- **Ramka stosu (*stack frame* lub *activation record*):** Każdy rekord na stosie przechowuje informacje o jednym wywołaniu funkcji, takie jak:
 - **Adres powrotu:** Miejsce w kodzie, do którego program wróci po zakończeniu funkcji.
 - **Parametry funkcji:** Wartości przekazane do funkcji.
 - **Zmienne lokalne:** Zmienne zadeklarowane wewnątrz funkcji.
 - **Rejestry:** Czasami zapisywane są wartości rejestrów procesora (np. licznik programu).
- **Gdy funkcja jest wywoływana, nowa ramka stosu jest "pushowana" (dodawana) na wierzch stosu. Gdy funkcja się kończy, ramka jest "popowana" (usuwana), a program wraca do poprzedniego miejsca wywołania.**

2. Przepelnienie stosu (*stack overflow*)

- **Stos ma ograniczony rozmiar** (zazwyczaj kilka MB, zależnie od systemu i ustawień).
- **Zbyt wiele wywołań funkcji (np. głęboka rekurencja) może wypełnić stos, powodując błąd *stack overflow*.**
- **Przykład: Rekurencyjne wywołanie funkcji bez warunku bazowego**

Lekcja 8

Temat: Struktury (structs) i unie (unions): Definiowanie struktur i jej pól. Definiowanie unii i jej pól. Struktury i unie zagnieżdżone. `std::variant`



Struktury (**structs**) w C++

Struktury w C++ to mechanizm **pozwalający na grupowanie różnych typów danych w jedną nazwę**, co ułatwia organizację kodu. **Struktura jest zbiorem pól** (członków), które **mogą być różnych typów**, takich jak liczby, ciągi znaków czy wskaźniki. Struktury są podstawowym narzędziem do tworzenia własnych typów danych, np. reprezentujących obiekty z realnego świata.



Definiowanie struktury i jej pól

Strukturę definiujemy za pomocą słowa kluczowego **struct**, a następnie podajemy **nazwę i listę pól** w nawiasach kwiatowych **{ }**. Pola to zmienne wewnątrz struktury, które mają swoje typy i nazwy.

Przykład definicji struktury:

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

struct Osoba {
    string imie;    // Pole typu string
    int wiek;       // Pole typu int
    double wzrost;  // Pole typu double
};
```

// Aby użyć struktury, deklarujemy zmienną o tym typie i inicjalizujemy pola:

```
int main() {
    Osoba jan;           // Deklaracja zmiennej struktury
    jan.imie = "Jan";    // Dostęp do pola przez operator kropki (.)
    jan.wiek = 30;
    jan.wzrost = 1.75;

    cout << jan.imie << " ma " << jan.wiek << " lat i wzrost " << jan.wzrost << "
m." << endl;
    return 0;
}
```

Wynik wykonania: Jan ma 30 lat i wzrost 1.75 m.



Struktury zagnieżdżone

Struktury mogą zawierać inne struktury jako pola, co pozwala na hierarchiczną organizację danych. To przydatne w złożonych modelach, np. adres w strukturze osoby.

Przykład struktury zagnieżdżonej:

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;

struct Adres {
    string miasto;
    string ulica;
    int numerDomu;
};

struct Osoba {
    string imie;
    int wiek;
    Adres adres; // Zagnieżdżona struktura Adres
};
```

```
int main() {
    Osoba anna;
    anna.imie = "Anna";
    anna.wiek = 25;
    anna.adres.miasto = "Warszawa"; // Dostęp do zagnieżdżonego pola
    anna.adres.ulica = "Marszałkowska";
    anna.adres.numerDomu = 10;

    cout << anna.imie << " mieszka w " << anna.adres.miasto << endl;
    return 0;
}
```

Wynik wykonania: Anna mieszka w Warszawa

Zastosowanie: W systemach informatycznych, np. struktura pracownika z zagnieżdżoną strukturą działu (Dział { nazwa, szef }) lub w grafice komputerowej (obiekt 3D z podstrukturą transformacji: pozycja, rotacja).



Unie (**unions**) w C++

Unie to podobny mechanizm do struktur, ale z kluczową różnicą: **wszystkie pola unii zajmują tę samą pamięć**. W dowolnym momencie aktywny jest tylko jeden z pól (ten ostatni zainicjalizowany), a rozmiar unii to maksymalny rozmiar jej największego pola. Unie oszczędzają pamięć, ale wymagają ostrożności, by nie odczytywać nieaktywnego pola (może prowadzić do błędów).

Definiowanie unii i jej pól

Unię definiujemy słowem kluczowym **union**, a pola definiujemy podobnie jak w strukturach.

Przykład definicji unii:

```
#include <iostream>
using namespace std;

union Liczba {
    int calkowita;           // Pole typu int (4 bajty)
    double ulamkowa;         // Pole typu double (8 bajtów)
    // Rozmiar unii: 8 bajtów (max z pól)
};
```

// Użycie (pamiętaj: tylko jedno pole jest aktywne!):

```
int main() {
    Liczba x;
    x.calkowita = 42;          // Aktywne pole: calkowita
    cout << "Całkowita: " << x.calkowita << endl;

    x.ulamkowa = 3.14;         // Teraz aktywne: ulamkowa (nadpisuje pamięć!)
    cout << "Ułamkowa: " << x.ulamkowa << endl;
    // UWAGA: x.calkowita jest teraz nieokreślone!

    return 0;
}
```

Wynik wykonania:

Całkowita: 42
Ułamkowa: 3.14

Zastosowanie: Unie są używane do optymalizacji pamięci, np. w parserach (reprezentacja wariantów danych: liczba lub tekst w tej samej pamięci) czy w systemach wbudowanych (tagowane unie z enum do rozróżniania typów, np. w protokołach komunikacyjnych).

Unie z strukturami (zagnieżdżone)

Można zagnieżdżać unie w strukturach lub odwrotnie, co pozwala na elastyczne typy wariantowe (variant types).

Przykład unii zagnieżdżonej w strukturze (tagowana unia):

```
#include <iostream>
using namespace std;

enum TypDanych { CALKOWITA, ULAMKOWA }; // Enum do tagowania

struct Dane {
    TypDanych typ;          // Tag wskazujący aktywne pole
    union {                 // Zagnieżdżona unia
        int calkowita;
        double ulamkowa;
    };
};
```

```

    };
};

int main() {

    Dane y;
    y.typ = CALKOWITA;
    y.calkowita = 100;

    if (y.typ == CALKOWITA) {
        cout << "Wartość: " << y.calkowita << endl;
    }

    y.typ = ULAMKOWA;
    y.ulamkowa = 2.718;
    if (y.typ == ULAMKOWA) {
        cout << "Wartość: " << y.ulamkowa << endl;
    }

    return 0;
}

```

Wynik wykonania:

Wartość: 100

Wartość: 2.718

std::variant

std::variant to kontener typów wariantowych wprowadzony w standardzie C++17 (w nagłówku <variant>). Pozwala on na przechowywanie **jednej wartości z kilku różnych typów** w jednej zmiennej, z pełną kontrolą typów w czasie kompilacji. Jest to bezpieczniejsza i bardziej nowoczesna alternatywa dla tradycyjnych unii (union), które nie sprawdzają typów w runtime i mogą prowadzić do błędów. **std::variant automatycznie śledzi, który typ jest aktywny** (używa wewnętrznego "tagu" indeksu), i zapewnia mechanizmy do dostępu do wartości bez ryzyka nieokreślonych zachowań.

Kluczowe cechy

- **Typy wariantowe:** Określasz listę dozwolonych typów w szablonie, np. `std::variant<int, std::string, double>`.
- **Aktywny typ:** **Tylko jeden typ jest aktywny na raz**; próba dostępu do nieaktywnego powoduje wyjątek `std::bad_variant_access`.
- **Rozmiar:** Rozmiar wariantu to maksymalny rozmiar jego typów plus overhead (zwykle 1 bajt na tag).
- **Nieinwazyjny:** Nie modyfikuje typów – to po prostu "pudełko" na jeden z nich.
- **Brak null state:** W przeciwieństwie do `std::optional`, wariant zawsze ma wartość (chyba że użyjesz `std::monostate` jako pierwszego typu dla "pustego" stanu).

Definiowanie i inicjalizacja

Aby użyć `std::variant`, dołącz `#include <variant>` i `#include <iostream>` (do przykładów). Inicjalizujesz go przez podanie wartości dla konkretnego typu.

Przykład podstawowy:

```
#include <iostream>
#include <variant>
#include <string>

int main() {
    // Definicja wariantu z trzema typami
    std::variant<int, std::string, double> v;

    v = 42;           // Aktywny typ: int
    v = std::string("Witaj"); // Aktywny typ: std::string
    v = 3.14;         // Aktywny typ: double

    // Inicjalizacja w konstruktorze
    std::variant<int, std::string, double> w = "C++17";
    std::variant<int, std::string, double> x{42};

    std::cout << "Wartość w v: " << std::get<double>(v) << std::endl; // 3.14
    (jeśli ostatni)
    return 0;
}
```

Wynik wykonania: Wartość w v: 3.14

Uwaga: Użyj `std::get<T>(variant)` do dostępu, gdzie T to oczekiwany typ. Jeśli typ nieaktywny – wyjątek!

Dostęp do wartości

- **`std::get<T>(v)`**: Zwraca referencję do wartości typu T. Bezpieczne tylko jeśli T jest aktywny.
- **`std::get<indeks>(v)`**: Dostęp po indeksie (0 dla pierwszego typu).
- **`std::holds_alternative<T>(v)`**: Sprawdza, czy aktywny jest typ T (zwraca bool).
- **`v.index()`**: Zwraca indeks aktywnego typu (`size_t`).

```
#include <iostream>
#include <variant>
#include <string>
```

```
int main() {

    std::variant<int, std::string, double> v = 100;

    if (std::holds_alternative<int>(v)) {
        std::cout << "To int: " << std::get<int>(v) << std::endl;
    } else if (std::holds_alternative<std::string>(v)) {
        std::cout << "To string: " << std::get<std::string>(v) << std::endl;
    }

    std::cout << "Indeks: " << v.index() << std::endl;

    return 0;
}
```

Wynik wykonania:

```
To int: 100
Indeks: 0
```

Przetwarzanie wartości: std::visit

Najlepszy sposób na radzenie sobie z różnymi typami w std::variant to użycie funkcji std::visit. Ona automatycznie "wybiera" i uruchamia odpowiednią część kodu (np. lambdę lub funkcję) dla tego typu, który jest akurat aktywny w wariantcie. Dzięki temu nie musisz pisać długiego łańcucha poleceń if-else (sprawdzaj typ, potem inny, potem jeszcze inny).

Przykład z std::visit:

```
#include <iostream>
#include <variant>
#include <string>

int main() {

    std::variant<int, std::string, double> v = 42.5;

    // Visitor jako lambda
    std::visit([](auto&& arg) {
        using T = std::decay_t<decltype(arg)>;
        if constexpr (std::is_same_v<T, int>) {
            std::cout << "Liczba całkowita: " << arg << std::endl;
        } else if constexpr (std::is_same_v<T, std::string>) {
            std::cout << "Tekst: " << arg << std::endl;
        } else if constexpr (std::is_same_v<T, double>) {
            std::cout << "Liczba zmiennoprzecinkowa: " << arg << std::endl;
        }
    }, v); // Wywołanie dla double

    return 0;
}
```