

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 rejestrów, adresy pamięci czy operacje bitowe.

Przykłady:

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

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/interpretory 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 **wyswietlać 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**

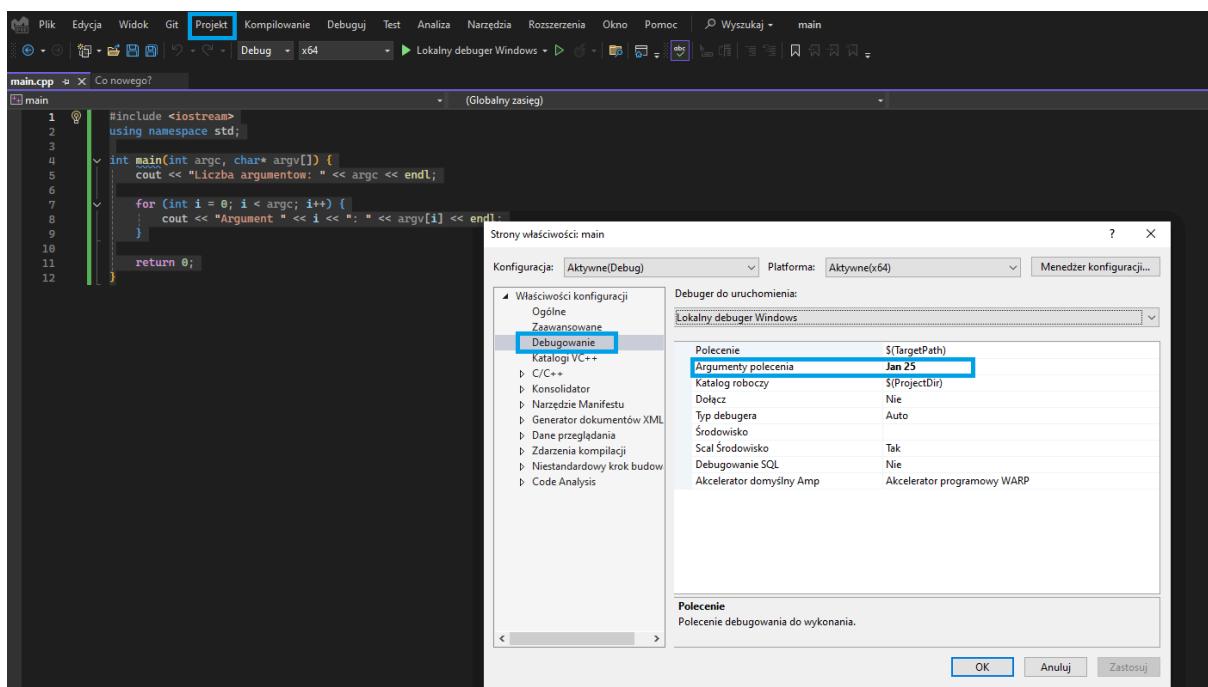
- **int main()** oznacza, że funkcja zwraca liczbę całkowitą.
- System operacyjny interpretuje tę wartość jako **kod zakończenia programu**:
 - **0 → program zakończył się sukcesem**
 - **inna liczba → program zakończył się błędem**

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 zmienoprzecinkowe (pojedyncza precyzja, około 7 cyfr znaczących)	3.14, -0.5
<code>double</code>	Liczby zmienoprzecinkowe (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

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

2. Zastosowanie historyczne

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

3. Dziedziczenie

- o w `struct` → domyślnie **publiczne**
- o 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 wewnętrz wewnętrznej 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 zagnieżdzonych 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 zwięks(int* tab, int rozmiar) {
    for (int i = 0; i < rozmiar; i++) {
        tab[i]++; // Modyfikacja elementów
    }
}

int main() {
    int liczby[3] = {1, 2, 3};
    zwięks(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 komplikacji, 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)` – konkatenacja.

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

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 konkatenacja.

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).
- **Ciało** (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 wewnętrz funkcji nie wpływają na oryginalną zmienną.**
- Domyślny sposób przekazywania w C++.

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

int main() {
    int a = 5;
    zwiększ(&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 pomnoż(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 zwięks(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 komplikacji, 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)` – konkatenacja.

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 pamiętać 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(poziomia, 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 konkatenacja.

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 osiągne 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 $n == 1$.

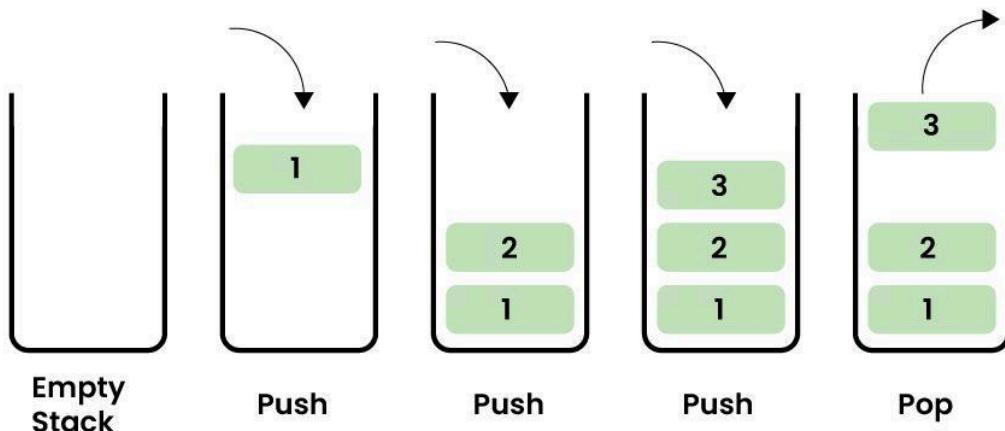
2. Krok rekurencyjny (recursive case):

- To część funkcji, w której wywołuje ona samą siebie z parametrem bliższym warunku 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 liczbę 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. Przepełnienie 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 wewnętrz 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 zagnieżdzonego 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 zagnieżdzoną strukturą działu (Dzial { 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: całkowita
    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 zagnieździć 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 {                           // Zagnieżdzona 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 komplikacji. 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 wariantie. 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 zmienoprzecinkowa: " << arg << std::endl;
        }
    }, v); // Wywoła dla double

    return 0;
}
```

Lekcja 9

Temat: Klasy i obiekty: Podstawy OOP – klasy, konstruktory, destruktory, metody.



Programowanie obiektowe (OOP) w C++ to paradymat, który pozwala na modelowanie świata rzeczywistego poprzez klasy i obiekty. Kluczowe koncepcje OOP to **inkapsulacja** (ukrywanie szczegółów implementacji), **dziedziczenie** (wykorzystywanie kodu z klas bazowych) i **polimorfizm** (różne zachowania dla podobnych interfejsów).



1. Klasy i obiekty

Klasa to szablon definiujący strukturę i zachowanie obiektów. Definiuje ona pola (dane) i metody (funkcje). **Obiekt** to instancja klasy – konkretny "egzemplarz" z własnymi danymi.

- **Zastosowanie:** Klasy pozwalają organizować kod w logiczne jednostki. Na przykład, w aplikacji bankowej klasa Konto może przechowywać saldo i umożliwiać operacje, a każdy klient ma swój obiekt Konto.



Przykład kodu (prosta klasa Konto):

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

class Konto {
public:
    std::string wlasiciel;
    double saldo;

public: // Interfejs publiczny
    // Konstruktor – omówiony poniżej
    Konto(std::string imieNazwisko, double saldo) {
        wlasiciel = imieNazwisko;
        saldo = saldo;
    }
}
```

```

// Metoda – omówiona poniżej
void wplata(double kwota) {
    if (kwota > 0) {
        saldo += kwota;
        std::cout << "Wplata: " << kwota << std::endl;
    }
}

double pobierz_saldo() const { // Metoda dostępu (getter)
    return saldo;
}
};

int main() {
    // Tworzenie obiektów (instancji klasy)
    Konto konto1("Jan Kowalski", 1000.0); // Obiekt konto1
    Konto konto2("Anna Nowak", 500.0); // Obiekt konto2

    konto1.wplata(200.0); // Użycie metody na obiekcie
    std::cout << "Saldo konto1: " << konto1.pobierz_saldo() << std::endl; // Wyjście: 1200

    return 0;
}

```

W tym przykładzie:

- Klasa Konto definiuje strukturę.
- Obiekty konto1 i konto2 to niezależne instancje z własnymi danymi (saldo).
- Zastosowanie: W większym systemie bankowym, każdy klient ma obiekt Konto, co ułatwia zarządzanie tysiącami kont bez duplikowania kodu.



2. Konstruktory



Konstruktor to specjalna metoda wywoływana automatycznie przy tworzeniu obiektu. Inicjalizuje pola klasy. Może być domyślny (bez argumentów), parametryzowany lub kopiący. Jeśli nie zdefiniujesz konstruktora, kompilator utworzy domyślny.

- **Zastosowanie:** Zapewniają poprawne zainicjowanie obiektu, np. ustawienie początkowego salda w koncie bankowym, co zapobiega błędom (jak niezerowe saldo).



Przykład (w powyższym kodzie widać parametryzowany konstruktor).
Dodajmy domyślny:

```
class Konto {  
private:  
    std::string wlasiciel;  
    double saldo;  
  
public:  
    // Domyślny konstruktor  
    Konto() : wlasiciel("Nieznany"), saldo(0.0) {} // Inicjalizacja listą  
  
    // Parametryzowany konstruktor  
    Konto(std::string nazwa, double poczatkowe_saldo) : wlasiciel(nazwa),  
    saldo(poczatkowe_saldo) {}  
  
    // ... reszta metod  
};  
  
int main() {  
    Konto konto3; // Używa domyślnego konstruktora: saldo = 0  
    std::cout << "Saldo konto3: " << konto3.pobierz_saldo() << std::endl; //  
Wyjście: 0  
    return 0;  
}
```

Zastosowanie: W grze komputerowej konstruktor klasy Postac może ustawić początkowe zdrowie i poziom gracza przy starcie gry.



3. Destruktory



Destruktor to specjalna metoda wywoływana automatycznie przy niszczeniu obiektu (np. wyjście z zakresu, delete). Oznacza się ~NazwaKlasy(). Służy do zwalniania zasobów (pamięci, plików).

- **Zastosowanie:** Zapobiegają wyciekom pamięci (memory leaks). Np. w klasie zarządzającej plikiem, destruktor zamyka plik automatycznie.



Przykład (klasa z dynamiczną pamięcią):

```
#include <iostream>
```

```

class Lista {
private:
    int* dane; // Wskaźnik do dynamicznej tablicy
    int rozmiar;

public:
    Lista(int n) : rozmiar(n) {
        dane = new int[n]; // Alokacja pamięci
        for (int i = 0; i < n; ++i) dane[i] = i;
    }

    ~Lista() { // Destruktor
        delete[] dane; // Zwolnienie pamięci
        std::cout << "Destruktor: Pamięć zwolniona!" << std::endl;
    }

    void wyswietl() {
        for (int i = 0; i < rozmiar; ++i) {
            std::cout << dane[i] << " ";
        }
        std::cout << std::endl;
    }
};

int main() {

    Lista moja_lista(5); // Tworzenie obiektu
    moja_lista.wyswietl(); // Wyjście: 0 1 2 3 4
    // Tutaj obiekt wychodzi z zakresu – wywołuje destruktor
    // Wyjście: Destruktor: Pamięć zwolniona!
    return 0;
}

```



4. Metody



Metody to funkcje należące do klasy. Mogą być dostępne publicznie (public), prywatnie (private) lub chronione (protected). Metody stałe (const) nie modyfikują obiektu.

- **Zastosowanie:** Definiują zachowanie obiektu, np. metody w klasie Samochod mogą symulować jazdę lub tankowanie.



Przykład (rozszerzając klasę Konto o metodę wypłaty):

```

class Konto {
    // ... pola i konstruktory jak wyżej

public:
    void wyplata(double kwota) {
        if (kwota > 0 && kwota <= saldo) {
            saldo -= kwota;
            std::cout << "Wypłata: " << kwota << std::endl;
        } else {
            std::cout << "Błąd: Niewystarczające środki!" << std::endl;
        }
    }

    // Metoda stała (nie zmienia obiektu)
    std::string pobierz_wlasciciela() const {
        return wlasciciel;
    }
};

int main() {
    Konto konto("Jan", 1000.0);
    konto.wyplata(300.0); // Wyjście: Wypłata: 300
    std::cout << "Właściciel: " << konto.pobierz_wlasciciela() << std::endl;
    return 0;
}

```

Zastosowanie: W symulacji gry, metody klasy Gracz mogą obsługiwać ruchy (np. idźNaprzód()), co czyni kod modularnym i łatwym do rozszerzenia.



Podsumowanie zastosowań

Element OOP	Przykładowe zastosowanie	Korzyść
Klasa i obiekt	Modelowanie kont bankowych	Reużywalność kodu dla wielu instancji
Konstruktor	Inicjalizacja postaci w grze	Zapobieganie błędom początkowym
Destruktor	Zamykanie plików w edytorze tekstu	Automatyczne zarządzanie zasobami

Zmienili plan . Wcześniej w planie były zajęcia w poniedziałek, a 03.11.2025 juz nie ma tej lekcji, wiec na następną lekcje jest juz lekcja przygotowana

Lekcja 10

Temat: Dziedziczenie pojedyncze i wielokrotne, klasy bazowe i pochodne, nadpisywanie metod.



Dziedziczenie to mechanizm, który pozwala na tworzenie nowych klas na podstawie istniejących.

Umożliwia to ponowne wykorzystanie kodu, rozszerzanie funkcjonalności i budowanie hierarchii klas.



1. Klasy bazowe i pochodne

- **bazowa** (base class): **To klasa, z której dziedziczymy. Zawiera wspólne cechy i metody, które mogą być udostępnione klasom pochodnym.** Nazywana też klasą nadrzędną (parent class) lub superklasą.
- **Klasa pochodna** (derived class): **To klasa, która dziedziczy z klasy bazowej. Może dodawać nowe pola, metody lub modyfikować istniejące.** Nazywana też klasą potomną (child class) lub podklasą.

Dziedziczenie definiujemy za pomocą składni : public NazwaKlasyBazowej (lub protected/private, ale najczęściej używa się public dla dostępu do elementów publicznych).

Przykład:

```

#include <iostream>

class Zwierze {
public:
    void jedz() {
        std::cout << "Zwierze je." << std::endl;
    }
};

class Pies : public Zwierze {
public:
    void szczekaj() {
        std::cout << "Pies szczeka: Hau!" << std::endl;
    }
};

int main() {
    Pies mojPies;
    mojPies.jedz();
    mojPies.szczekaj();
    return 0;
}

```

W tym przykładzie *Pies* dziedziczy z *Zwierze*, więc ma dostęp do metody *jedz()*.

2. Dziedziczenie pojedyncze

Dziedziczenie pojedyncze oznacza, że klasa pochodna dziedziczy z **dokładnie jednej** klasy bazowej. To najprostsza i najbezpieczniejsza forma dziedziczenia w C++, unikająca komplikacji jak konfliktów nazw.



Przykład:

```

class Pojazd {
public:
    void jedz() {
        std::cout << "Pojazd jedzie." << std::endl;
    }
};

class Samochod : public Pojazd {
public:
    void trąb() {
        std::cout << "Samochod trąbi: Beep!" << std::endl;
    }
};

int main() {
    Samochod mojSamochod;
    mojSamochod.jedz();
    mojSamochod.trąb();
    return 0;
}

```

Tutaj *Samochod* dziedziczy tylko z *Pojazd*.

3. Dziedziczenie wielokrotne



Dziedziczenie wielokrotne pozwala klasie pochodnej dziedziczyć z **więcej niż jednej klasy bazowej**. Jest to unikalne dla C++ (w porównaniu do np. Javy, gdzie jest zabronione). **Jednak może prowadzić do problemów**, takich jak "**diamond śmierci**" (diamond problem), **gdy dwie klasy bazowe mają wspólną bazę**, co **powoduje duplikację dziedziczenia**. Aby to rozwiązać, używa się dziedziczenia **wirtualnego (virtual)**.



Przykład:

```
class Silnik {  
public:  
    void uruchom() {  
        std::cout << "Silnik uruchomiony." << std::endl;  
    }  
};  
  
class Kola {  
public:  
    void tocz() {  
        std::cout << "Kola sie tocza." << std::endl;  
    }  
};  
  
class Samochod : public Silnik, public Kola {  
public:  
    void jedz() {  
        uruchom();  
        tocz();  
        std::cout << "Samochod jedzie." << std::endl;  
    }  
};  
  
int main() {  
    Samochod mojSamochod;  
    mojSamochod.jedz();  
    return 0;  
}
```



Przykład z problemem diamentu i rozwiązaniem:

```

#include <iostream>

class Zwierze {
public:
    void jedz() {
        std::cout << "Zwierze je." << std::endl;
    }
};

class Ptak : public Zwierze {} // Bez virtual, aby nie było błędu należy dodać virtual
class Ssaki : public Zwierze {} // Bez virtual, aby nie było błędu należy dodać virtual
class Nietoperz : public Ptak, public Ssaki {} // Problem: dwie kopie Zwierze

int main() {
    Nietoperz mojNietoperz;
    mojNietoperz.jedz(); // Tutaj błąd kompilacji: ambiguous call to 'jedz()'
    return 0;
}

```

Bez virtual kompilator zgłosi błąd przy dostępie do jedz() w Nietoperz, bo nie wie, którą wersję wybrać. Z virtual dziedziczenie jest współdzielone.

4. Nadpisywanie metod (method overriding)

Nadpisywane to mechanizm, w którym klasa pochodna definiuje na nowo metodę z klasą bazową, zmieniając jej implementację. Aby to działało:

- Metoda w klasie bazowej musi być oznaczona jako **virtual**.
- Metoda w klasie pochodnej powinna mieć identyczną sygnaturę (nazwa, parametry, typ zwracany).
- Opcjonalnie użyj override w C++11+, aby kompilator sprawdził poprawność.

Nadpisywane umożliwia polimorfizm: obiekt klasy pochodnej może być traktowany jak obiekt bazowy, ale wywoła nadisaną metodę.



Przykład:

```

#include <iostream>

class Kształt {
public:
    virtual void rysuj() {
        std::cout << "Rysuje kształt (z klasy bazowej)." << std::endl;
    }
};

class Kolo : public Kształt {
public:
    void rysuj() override {

```

```

        std::cout << "Rysuje kolo (z klasy pochodnej)." << std::endl;
    }
};

int main() {
    Kształt* ptr = new Kolo(); // Polimorfizm
    ptr->rysuj(); // Wywoła wersję z Kolo: "Rysuje kolo."
    delete ptr;
    return 0;
}

```

Bez virtual wywołaliby się metoda z Kształt (overloading, nie overriding).

Deklaracja wskaźnika: Kształt* ptr – Tworzy wskaźnik ptr typu Kształt*. Oznacza to, że ptr może wskazywać na obiekt klasy Kształt lub dowolnej klasy pochodnej od Kształt (dzięki dziedziczeniu).

- **Alokacja pamięci:** new Kolo() – Używa operatora new, aby dynamicznie alokować pamięć dla nowego obiektu klasy Kolo. Kolo jest klasą pochodną od Kształt, więc obiekt Kolo zawiera wszystkie elementy Kształt plus swoje własne.
- **Przypisanie:** = new Kolo() – Wskaźnik ptr (typu Kształt*) jest przypisywany do adresu nowo utworzonego obiektu Kolo. To jest dozwolone dzięki **upcastingowi** (konwersji w górę hierarchii dziedziczenia) – obiekt pochodny może być traktowany jak obiekt bazowy bez utraty informacji.

W rezultacie:

- ptr "widzi" obiekt jako Kształt, ale faktycznie pod spodem jest to obiekt Kolo.
- Bez polimorfizmu wywołalibyś metody z Kształt, ale dzięki niemu – metody nadpisane z Kolo.

Lekcja 11

Temat: Polimorfizm w C++



Polimorfizm to jedno z kluczowych pojęć w **programowaniu obiektowym (OOP)** — obok **dziedziczenia i enkapsulacji**.

W C++ odgrywa ogólną rolę, zwłaszcza przy projektowaniu elastycznego, rozszerzalnego kodu.

Słowo **polimorfizm** pochodzi z greckiego: "poly" – wiele, "morphē" – formy. Oznacza, że **ten sam interfejs (np. metoda)** może mieć **różne zachowania**, w zależności od typu obiektu, który ją wywołuje.

W C++ mamy **dwa główne rodzaje** polimorfizmu:



Rodzaj	Nazwa	Kiedy działa	Jak działa
• Statyczny	<i>Compile-time</i>	w czasie komplikacji	Przeciążanie funkcji, szablony (templates), przeciążanie operatorów
• Dynamiczny	<i>Run-time</i>	w czasie działania programu	Funkcje wirtualne i dziedziczenie klas

1. Polimorfizm statyczny (kompilacyjny)

Działa **na etapie komplikacji**.

Kompilator sam wybiera, którą wersję funkcji lub operatora wywołać — na podstawie **typu argumentów**.



przykład — przeciążanie funkcji

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

void pokaz(int x) {
    cout << "Liczba całkowita: " << x << endl;
}

void pokaz(double x) {
    cout << "Liczba zmiennoprzecinkowa: " << x << endl;
}

int main() {
```

```

    pokaz(10); // wywoła wersję dla int
    pokaz(3.14); // wywoła wersję dla double
    return 0;
}

```

- ◆ Kompilator sam wybiera odpowiednią wersję — **polimorfizm kompilacyjny**.



Przykład — przeciążanie operatorów

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

```
class Punkt {
public:
    int x, y;
    Punkt(int a, int b) : x(a), y(b) {}
/*

```

`x(a), y(b)` - To **lista inicjalizacyjna** — część, która ustawia wartości pól klasy **jeszcze zanim** kod konstruktora się wykona.

działa **tak samo** jak:

```
Punkt(int a, int b) {
    x = a;
    y = b;
}
```

```
    */
};

Punkt operator+(const Punkt& p) {
    return Punkt(x + p.x, y + p.y);
};
```

```
int main() {
    Punkt p1(2, 3), p2(4, 1);
    Punkt suma = p1 + p2; // używa przeciążonego operatora +
/*
x == 2 // z p1
y == 3
p.x == 4 // z p2
p.y == 1
*/
    cout << "(" << suma.x << ", " << suma.y << ")" << endl;
}
```

- ◆ Operator + zachowuje się różnie w zależności od kontekstu — to też **forma polimorfizmu**.



2. Polimorfizm dynamiczny (uruchomieniowy)

Ten rodzaj polimorfizmu działa **w czasie wykonywania programu**. Opiera się na **dziedziczeniu i funkcjach wirtualnych**.

Dzięki temu możemy wywoływać metody klas pochodnych przez **wskaźnik lub referencję** do klasy bazowej.

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

class Zwierze {
public:
    virtual void dajGlos() {
        cout << "Zwierze wydaje dźwięk." << endl;
    }
};

class Pies : public Zwierze {
public:
    void dajGlos() override {
        cout << "Hau hau!" << endl;
    }
};

class Kot : public Zwierze {
public:
    void dajGlos() override {
        cout << "Miau!" << endl;
    }
};

void wydajDzweik(Zwierze* z) {
    z->dajGlos();
}

int main() {
    Pies p;
    Kot k;

    wydajDzweik(&p); // Hau hau!
    wydajDzweik(&k); // Miau!
}
```

Tutaj:

- `wydajDzwiek()` nie wie, czy ma do czynienia z **Pies** czy **Kot**.
- Dzięki **funkcjom wirtualnym**, wywoływana jest **odpowiednia implementacja** w czasie działania programu.

Zastosowanie polimorfizmu

- 1. Tworzenie elastycznych i rozszerzalnych systemów**
 - Możesz pisać kod działający na poziomie klasy bazowej, który obsługuje różne typy pochodne.
 - Przykład: Zwierze → Pies, Kot, Ptak.
- 2. Projektowanie interfejsów i klas abstrakcyjnych**
 - Klasa z metodami czysto wirtualnymi (= 0) pozwalają definiować wspólne zachowanie bez implementacji.
- 3. Programowanie zorientowane na interfejsy (ang. interface-based programming)**
 - Dzięki polimorfizmowi możesz łatwo wymieniać moduły, bez zmiany reszty kodu.
- 4. Wzorce projektowe**
 - Polimorfizm jest podstawą wzorców takich jak *Factory*, *Strategy*, *Observer*, *Command* itp.

Podsumowanie

Typ polimorfizmu	Kiedy działa	Mechanizm	Przykład
Statyczny (kompilacyjny)	W czasie komplikacji	Przeciążanie funkcji, operatorów, szablony	<code>void pokaz(int); void pokaz(double);</code>
Dynamiczny (uruchomieniowy)	W czasie działania programu	Funkcje wirtualne, dziedziczenie	<code>virtual void dajGlos()</code>

Lekcja 12

Temat: Rozwiązywanie przykładowego sprawdzianu - testu

Ustalenie terminu sprawdzianu