C++ wciągnie Was

tutor version 1.27

środowiska programistyczne dla obiektowych aplikacji konsolowych

zintegrowane środowisko programistyczne (posiada narzędzia potrzebne przy pisaniu programu: edytor kodu z kolorowaną składnią, kompilator, debugger, narzędzia do refaktoryzacji kodu itp.)

Visual Studio (Windows) – IDE (Integrated Development Environment), Community 2019 – free (C#, F#, Visual Basic, C++, Python, JavaScript/TypeScript)

Visual Studio dla komputerów Mac (macOS) - IDE

Visual Studio Code (Windows, Linux, macOS) – edytor open source (free) z wieloma rozszerzeniami (m.in. JavaScript, Python, Java, C/C++, C#, Powershell, HTML/CSS. PHP) //trzeba samodzielnie zainstalować kompilator i debugger

Code::Blocks - The free C/C++ and Fortran IDE

środowiska programistyczne dla obiektowych aplikacji konsolowych

Apache NetBeans – IDE (Java, php, C++ …, free)

Eclipse – IDE (C++, Java …, free)

CodeLite - cross platform IDE specialized in C, C++, PHP and JavaScript (free)
//trzeba samodzielnie zainstalować kompilator i debugger

CLion - A cross-platform IDE for C and C++ (komercyjne)

C++ compiler online (free)

Functional programming

Programowanie funkcyjne

(programy są konstruowane przez stosowanie i komponowanie funkcji np.:
programista stosuje funkcję, która zwraca wynik swojego działania,
nie interesuje go, jak dokładnie przebiega wykonanie krok po kroku. Język np. SQL)

Declarative programming

Programowanie deklaratywne

(programista jedynie deklaruje właściwości pożądanego wyniku, ale nie jak go obliczyć,
skupia się nad tym **co chce osiągnąć**)

Programming paradigm

Paradygmat programowania

(podejście do rozwiązania problemu,
konstrukcja programu)

Imperative programming

Programowanie imperatywne

(sekwencja instrukcji zmieniająca stan programu,
programista pisze szczegółową sekwencję kroków wykonującą zadanie
używając instrukcji sterujących (np. if, for, while),
skupia się nad tym **jak zrobić zadanie**)

Procedural programming

Programowanie proceduralne

(instrukcje do wykonania
są grupowane w procedury i funkcje)

Object-oriented programming

Programowanie zorientowane obiektowo

(grupuje instrukcje oraz stan programu na którym operują,
czyli podstawą są obiekty (z metodami i polami) i ich wzajemne interakcje)

C++ język kompilowany do kodu maszynowego (uruchamianego przez procesor)

dyrektywa preprocesora
preprocessor directive

Od kodu źródłowego do pliku wykonywalnego
From source code to exe

main.cpp

```
1   #include <iostream>
2
3   using namespace std;
4
5   int main()
6   {
7       cout << "Hello world!" << endl;
8       return 0;
9   }
10
```

Kod źródłowy
Source code

wkleja zawartość biblioteki (pliku) iostream do kodu źródłowego
replaces #include directives
with the content of the respective files,
handles other directives too

tu działa preprocesor
Preprocessing

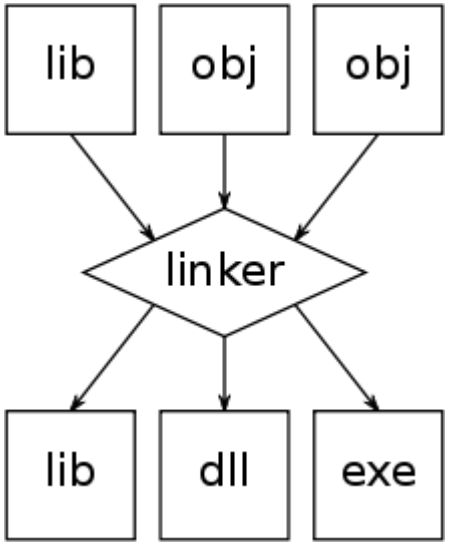
kompilacja
Compilation

Kompilator *zamienia kod źródłowy na kod w asemblerze – języku danego procesora*
Compiler converts source code into assembly code (for given processor)

Asembler *zamienia kod w asemblerze na kod binarny (zero jedynkowy) , wynikiem jest tzw. plik obiektowy*
Assembler assembles that code into machine code producing binary file (object file)

linkowanie
Linking

Linker *tworzy z plików obiektowych bibliotekę współdzieloną lub plik wykonywalny (.exe w Windows)*
produces the final compilation output (shared library or executable) from the object files

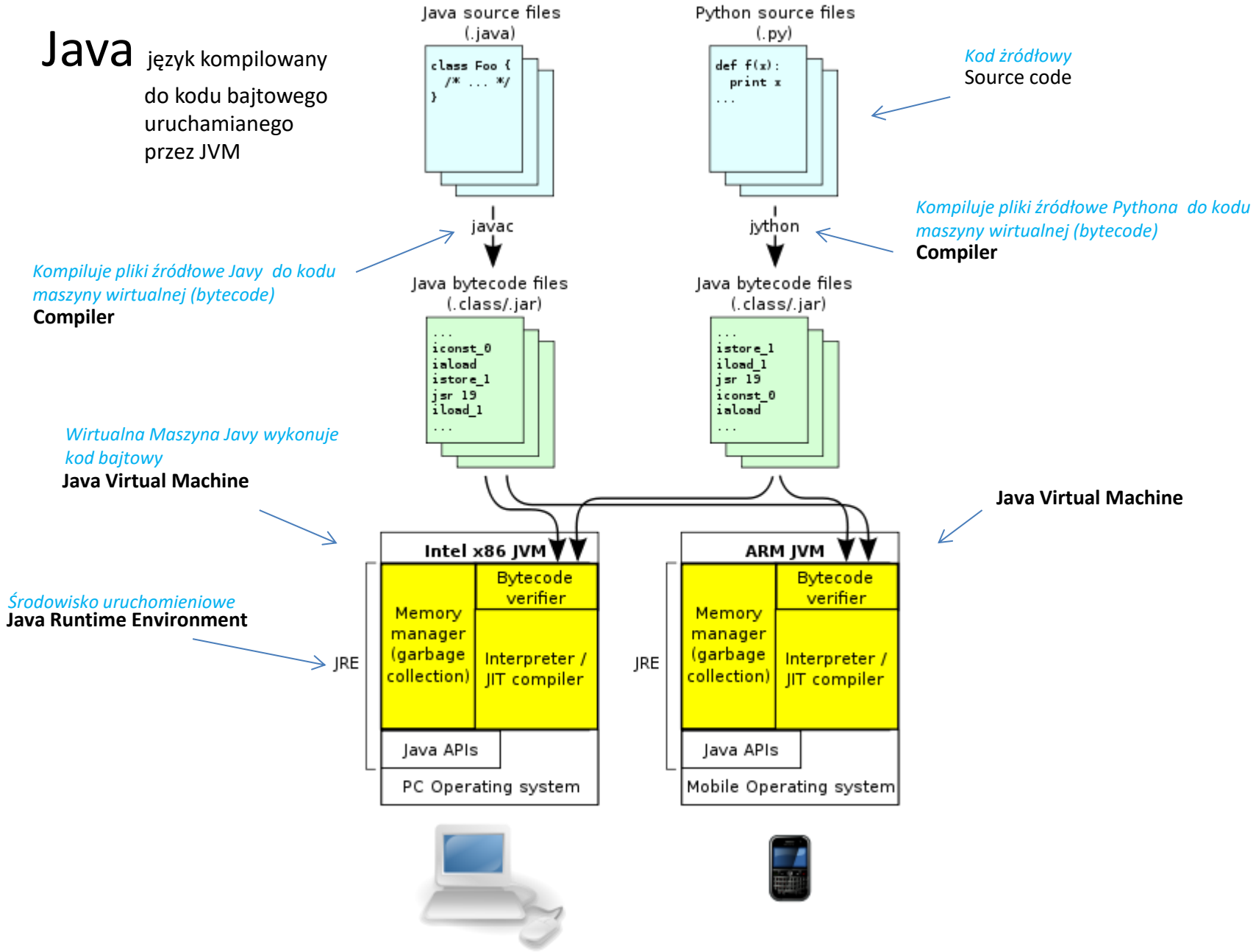


An illustration of the linking process. Object files and static libraries are assembled into a new library or executable

https://en.wikipedia.org/wiki/Interpreter_(computing)

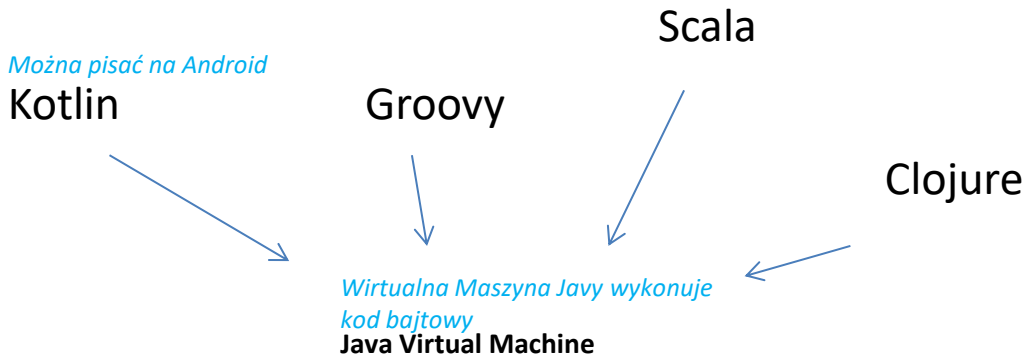
Java

język kompilowany do kodu bajtowego uruchamianego przez JVM



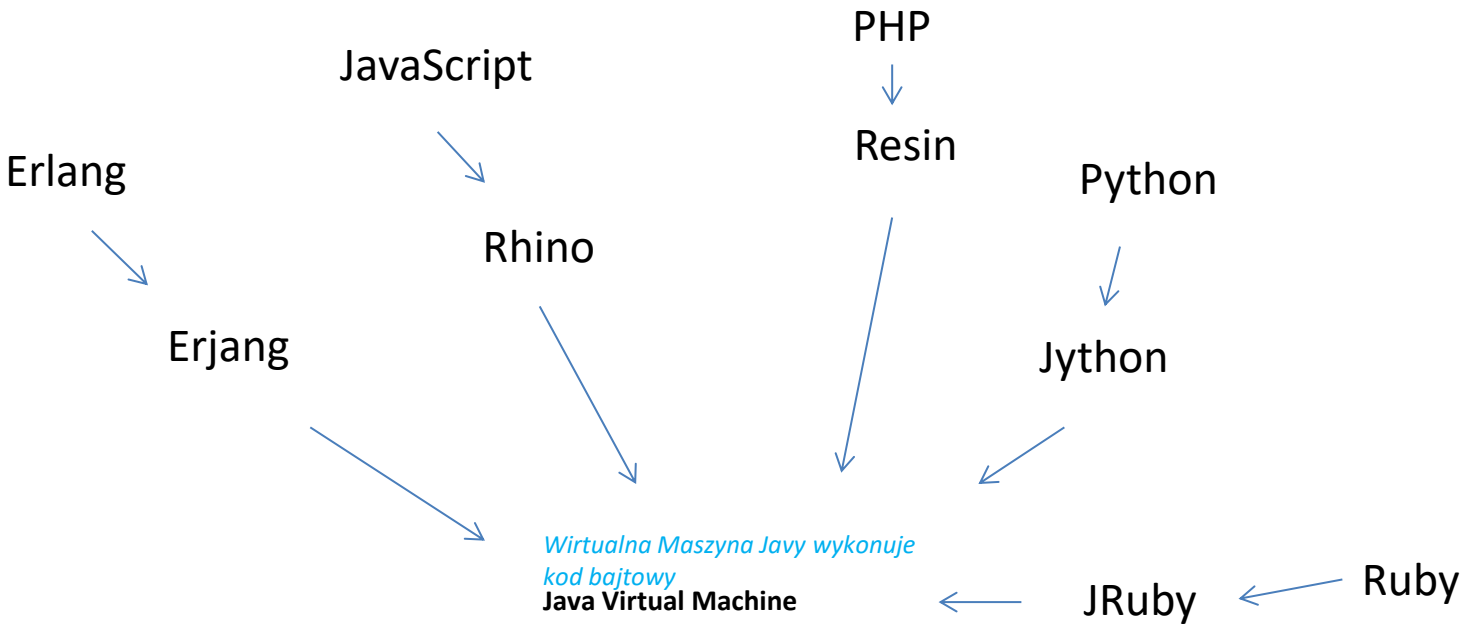
źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Wirtualna_maszyna_Javy

Języki (nowe) wykonywane na JVM



źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Wirtualna_maszyna_Javy

Implementacje istniejących języków na JVM



źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Wirtualna_maszyna_Javy

Python język interpretowany

```
def helloWorld():
  print("Hello World!")

helloWorld()
```

Kod źródłowy
Source code

Brak kompilacji

Interpreter analizuje kod źródłowy programu i przeanalizowane fragmenty wykonuje

Interpreter

Efekt programu na konsoli

```
Hello World!
```

[Godzina kodowania Python Silient Teacher]

C# język kompilowany do kodu pośredniego CIL wykonywanego w środowisku uruchomieniowym np .NET Framework

```
class Program
{
    static void Main()
    {
        System.Console.WriteLine("Hello World!");
    }
}
```

Kod źródłowy
Source code

W wyniku kompilacji kodu źródłowego powstaje kod pośredni CIL (Common Intermediate Language)

kompilacja
Compilation

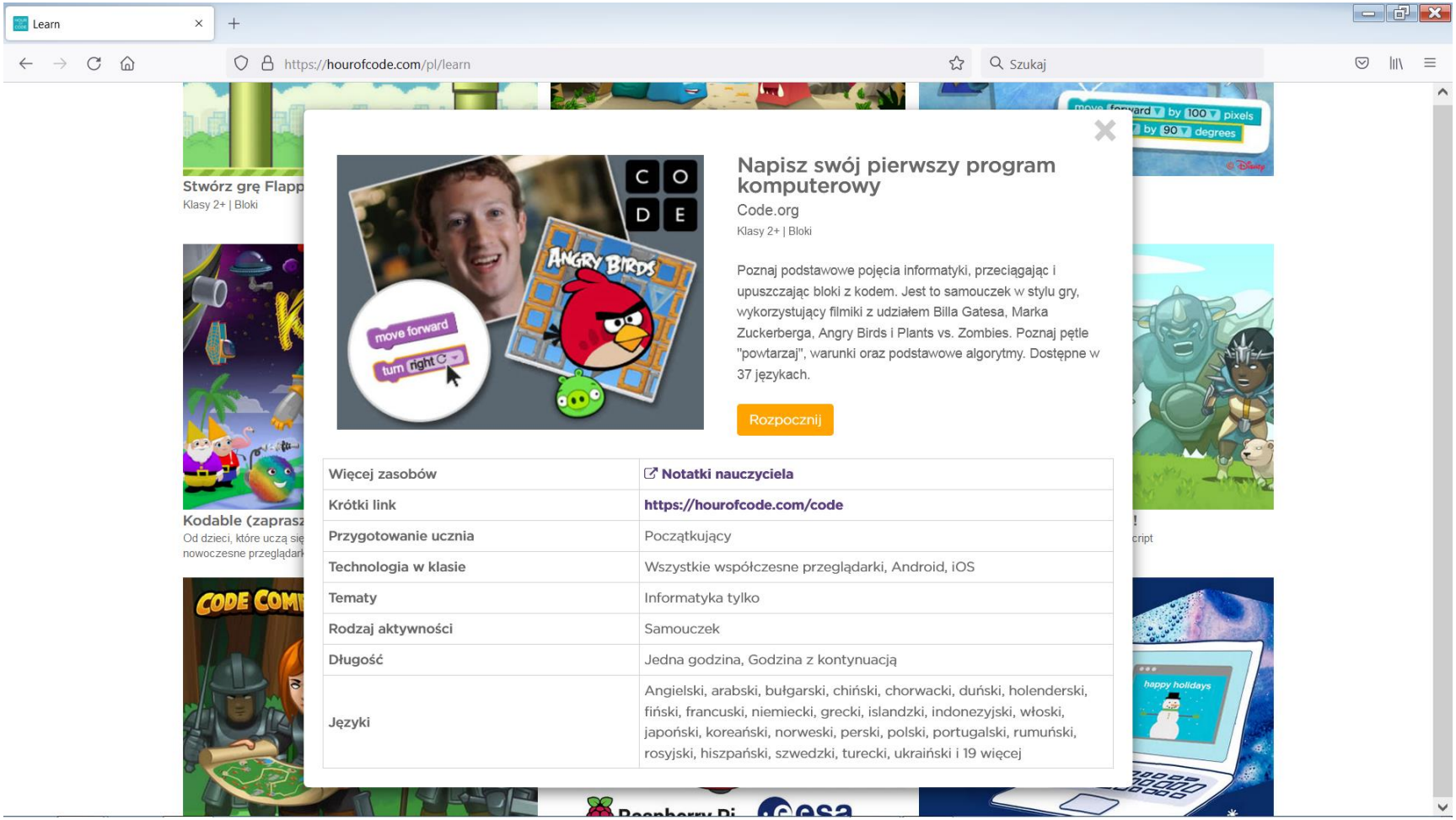
środowisko uruchomieniowe (jest ich więcej) zainstalowane na komputerze

.NET Framework

Efekt programu na konsoli

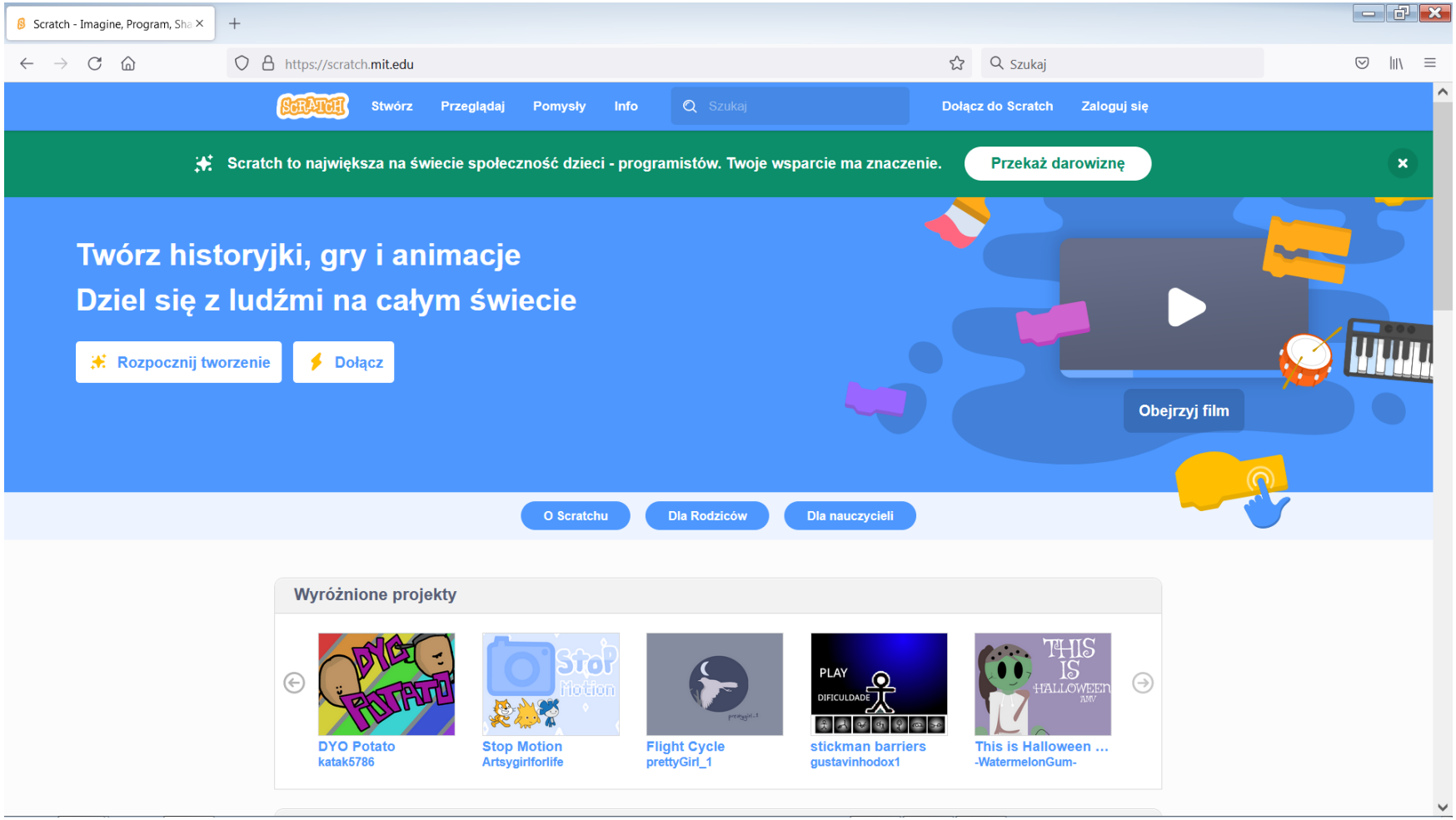
```
Hello World!
```

Hour of code



https://studio.code.org/hoc/1

Scratch



https://scratch.mit.edu/

www.w3schools.com

C++ Tutorial

https://www.w3schools.com/cpp/default.asp

Szukaj

Tutorials | References | Exercises | Videos NEW | Website NEW | Paid Courses | Log in

HTML | CSS | JAVASCRIPT | SQL | PYTHON | PHP | BOOTSTRAP | HOW TO | W3.CSS | JAVA | JQUERY | C++ | C# | R | React

C++ Tutorial

- C++ HOME
- C++ Intro
- C++ Get Started
- C++ Syntax
- C++ Output
- C++ Comments
- C++ Variables
- C++ User Input
- C++ Data Types
- C++ Operators
- C++ Strings
- C++ Math
- C++ Booleans
- C++ Conditions
- C++ Switch
- C++ While Loop
- C++ For Loop
- C++ Break/Continue
- C++ Arrays
- C++ References
- C++ Pointers

C++ Functions

C++ Functions

ADVERTISEMENT

C++ Tutorial

Home | Next

C++ is a popular programming language.

C++ is used to create computer programs.

Start learning C++ now »

Examples in Each Chapter

Our "Try it Yourself" editor makes it easy to learn C++. You can edit C++ code and view the result in your browser.

Zadanie

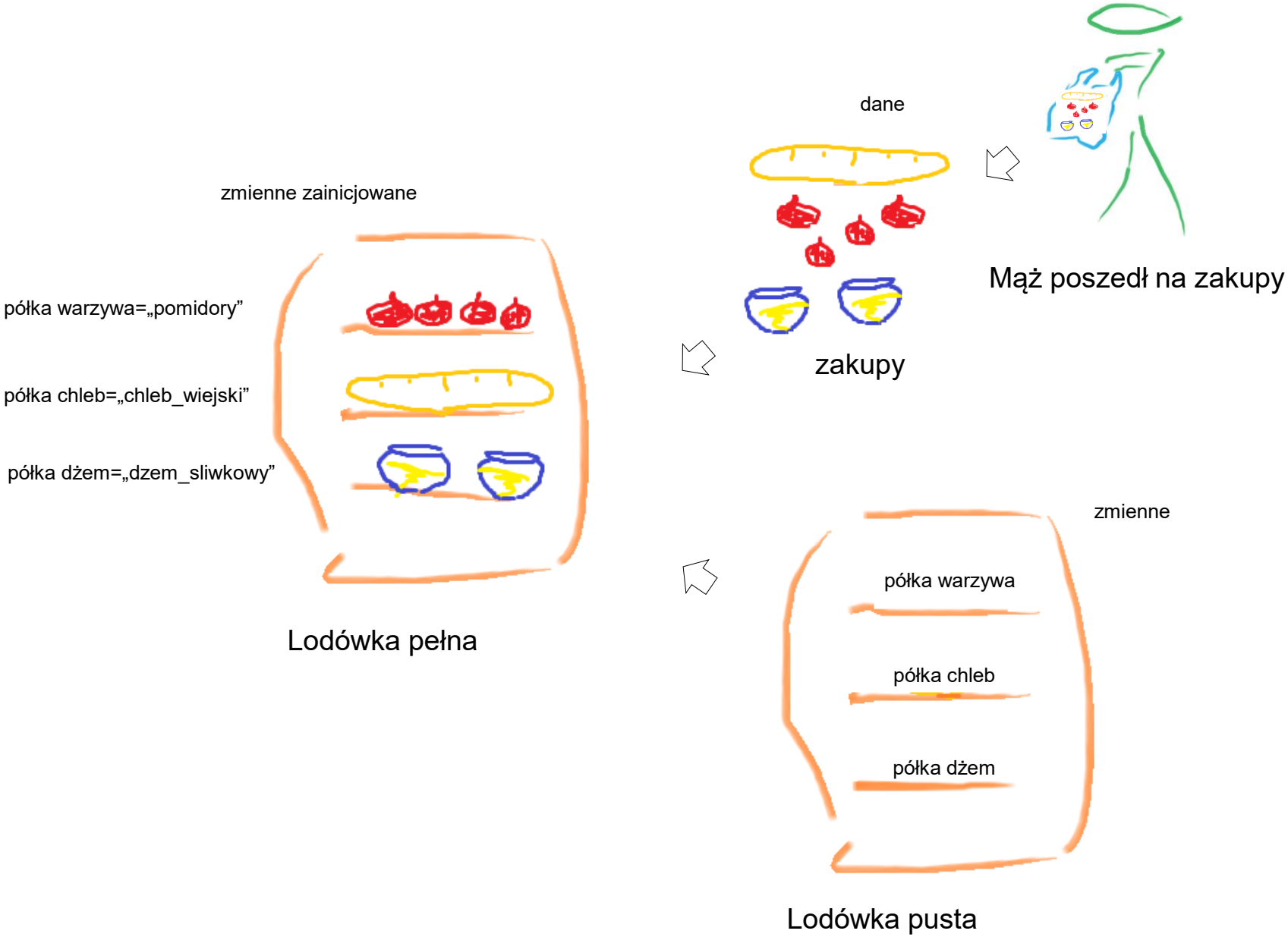
System operacyjny

program

Żona mówi do męża:
„Przygotuj śniadanie dziecku”

Mąż:
„dobrze”

Zmienne

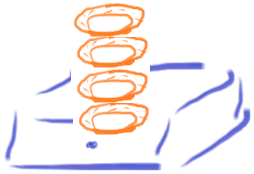

dane
Mąż poszedł na zakupy
zakupy
zmienne zainicjowane
półka warzywa=„pomidory”
półka chleb=„chleb_wiejski”
półka dżem=„dzem_sliwkowy”
Lodówka pełna
zmienne
półka warzywa
półka chleb
półka dżem
Lodówka pusta

Program

Książka Kucharska

Algorytmy

Szuflada z naczyniami



Szuflada ze sztućcami

dodatkowe narzędzia

Lodówka pełna

półka warzywa=„pomidory”

półka chleb=„chleb_wiejski”

półka dżem=„dzem_sliwkowy”

Zmienne w pamięci komputera

program w komputerze

wynik programu

Tata przygotowuje posiłek wg. Książki Kucharskiej korzystając z talerza i noża

kanapka dla dziecka

Zadanie wykonane

System operacyjny

program

return 0

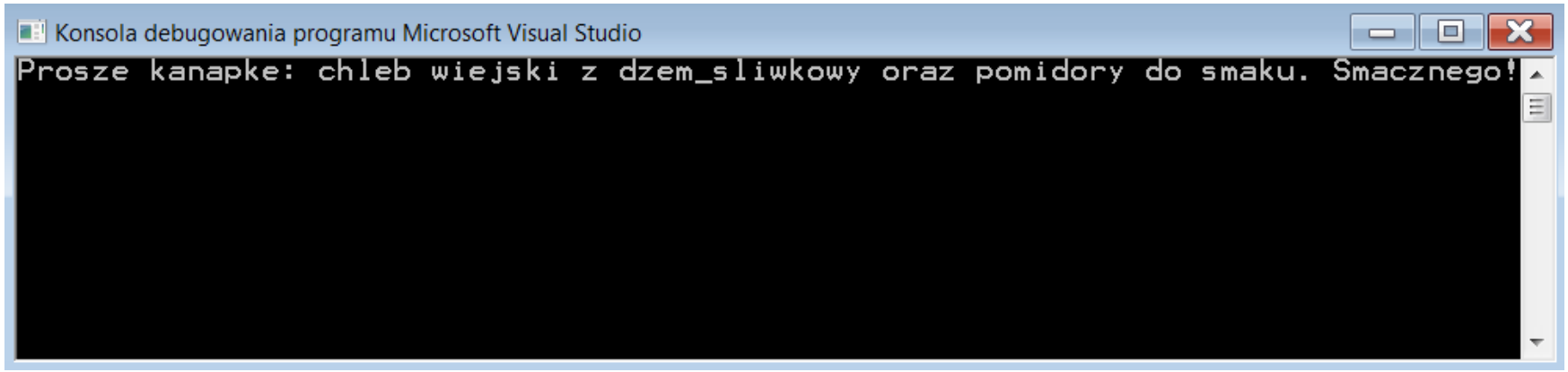
Mąż:
„Synek zjadł kanapkę i nie zwymiotował”

Żona mówi do męża:
„super”

Program kanapka

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

int main()
{
    // lodówka
    string warzywa = "pomidory";
    string chleb = "chleb wiejski";
    string dzem = "dzem_sliwkowy";

    // przygotowanie kanapki z Książki Kucharskiej
    string kanapka = chleb + " z " + dzem;

    // serwujemy kanapkę dziecku
    cout << "Prosze kanapke: " << kanapka << " oraz " << warzywa << " do smaku. Smacznego!" << endl;

    // dziecko po zjedzeniu kanapki nie zwymiotowało
    return 0;
}
```

Program kanapka



Bjarne Stroustrup

Bjarne Stroustrup's Homepage

https://www.stroustrup.com

Morgan Stanley | Columbia University | Churchill College, Cambridge

home | C++ | FAQ | technical FAQ | publications | WG21 papers | TC++PL | Tour++ | Programming | D&E | bio | interviews | videos | quotes | applications | guidelines | compilers

Welcome to Bjarne Stroustrup's homepage!

Twórca C++

I'm a Technical Fellow and a Managing Director in the technology division of Morgan Stanley in New York City and a Visiting Professor in Computer Science at Columbia University.

I designed and implemented the C++ programming language. To make C++ a stable and up-to-date base for real-world software development, I have stuck with its ISO standards effort for 30+ years (so far).

- A Tour of C++ (2nd edition) (a brief - 240 page - tour of the C++ Programming language and its standard library for experienced programmers)
- The C++ Programming Language (4th edition) (an exhaustive description of the C++ Programming language, its standard library, and fundamental techniques for experienced programmers)
- Programming: Principles and Practice using C++ (2nd edition) (a programming text book aimed at beginners who want eventually to become professionals)
- The Design and Evolution of C++ (a book presenting the rationale and design criteria for C++ and its evolution up until 1994).
- Research and popular papers
- Technical reports and proposals for the ISO C++ Standard
- Videos
- Interviews
- Biographical material,

Morgan Stanley | Columbia University | Churchill College, Cambridge

home | C++ | FAQ | technical FAQ | publications | WG21 papers | TC++PL | Tour++ | Programming | D&E | bio | interviews | videos | quotes | applications | guidelines | compilers

https://www.stroustrup.com/

C++ standards

C++ standards		
Year	C++ Standard	Informal name
1998	ISO/IEC 14882:1998	C++98
2003	ISO/IEC 14882:2003	C++03
2011	ISO/IEC 14882:2011	C++11, C++0x
2014	ISO/IEC 14882:2014	C++14, C++1y
2017	ISO/IEC 14882:2017	C++17, C++1z
2020	ISO/IEC 14882:2020	C++20, C++2a

ISO - International Organization for Standardization

IEC - International Electrotechnical Commission

https://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B#cite_note-isocpp1998-29

nazwy zmiennych składają się z liter, cyfr oraz znaku podkreślenia (_).
sequence of one or more letters, digits, or underscor characters

nazwy zmiennych muszą się zaczynać od litery
identifiers shall always begin with a letter

ścisła kontrola typu (trzeba zadeklarować typ zmiennej)
strongly-typed language

Nazwy zmiennych
Identifiers

C++

język C++ rozróżnia małe i duże litery w nazwach zmiennych
„case sensitive” language.

biblioteka

directive for the preprocessor

dyrektywa preprocesora

(dołączenie pliku iostream - rozszerzenie możliwosci c++)

```
#include<iostream>
```

standardowa przestrzeń nazw

(rozwój c++ - dużo bibliotek – brakuje unikatowych nazw zmiennych i funkcji => wymyślono przestrzeń nazw)

```
using namespace std;
```

typ zwracanej wartości

funkcja main

```
int main() {
```

instrukcja

komentarz

```
    cout<<"Hello world!"<<endl;        //wypisz na konsoli
```

standardowy strumień wyjściowy

ciąg znaków

operator wyjścia (przeciążony operator przesunięcia)

end of line

```
    return 0;
}
```

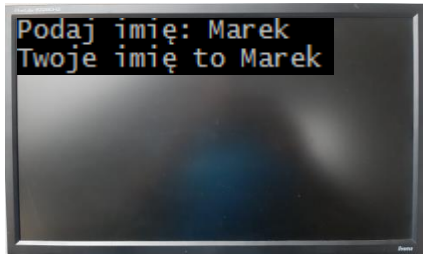
instrukcja zwracająca zero

(informacja dla środowiska systemowego, że program zakończył się poprawnie)

Standardowe wejście/wyjście

standardowe urządzenie wyjściowe

standardowe urządzenie wejściowe




```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    string imie;

    cout << "Podaj imię: ";

    cin >> imie;

    cout << "Twoje imię to " << imie << endl;

    return 0;
}
```

standard output stream
standardowy strumień wyjściowy (ciąg bajtów „Podaj imię: ”)

insertion operator
operator wstawiania

standard input stream
standardowy strumień wejściowy (ciąg bajtów z klawiatury „Marek”)

extraction operator
operator wyodrębnienia

Standardowe typy danych

Group	Type names*	Notes on size / precision
Character types	**char**	Exactly one byte in size. At least 8 bits.
	char16_t	Not smaller than char. At least 16 bits.
	char32_t	Not smaller than char16_t. At least 32 bits.
	wchar_t	Can represent the largest supported character set.
Integer types (signed)	**signed char**	Same size as char. At least 8 bits.
	signed **short** *int*	Not smaller than char. At least 16 bits.
	signed **int**	Not smaller than short. At least 16 bits.
	signed **long** *int*	Not smaller than int. At least 32 bits.
	signed **long long** *int*	Not smaller than long. At least 64 bits.
Integer types (unsigned)	**unsigned char**	(same size as their signed counterparts)
	unsigned short *int*	
	unsigned *int*	
	unsigned long *int*	
	unsigned long long *int*	
Floating-point types	**float**	
	double	Precision not less than float
	long double	Precision not less than double
Boolean type	**bool**	
Void type	**void**	no storage
Null pointer	**decltype(nullptr)**	

* Nazwa typu pisana pochyło jest opcjonalna

https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/variables/

Standardowe typy danych – przykładowe zakresy

Typ	Typowy rozmiar w bajtach *	Zakres	zawartość
char	1	-128…127	znak
unsigned char	1	0…255	znak
int	2,**4** lub 8	-2 147 483 648…2 147 483 647 (dla 4 B)	liczba całkowita ze znakiem
unsigned int	2,4 lub 8	0…4 294 967 295 (dla 4B)	liczba całkowita dodatnia
short int	2	-32 768…32 767	liczba całkowita ze znakiem
unsigned short int	2	0…65 535	liczba całkowita dodatnia
long int	4	-2 147 483 648…2 147 483 647	liczba całkowita ze znakiem
unsigned long int	4	0…4 294 967 295	liczba całkowita dodatnia
long long int	8	-9.223.372.036.854.775.808... 9.223.372.036.854.775.807	liczba całkowita ze znakiem
unsigned long long int	8	0…18.446.744.073.709.551.615	liczba całkowita dodatnia
float	4	siedem, osiem cyfr znaczących ** -3.4e38…3.4e38	liczba rzeczywista
double	8	szesnaście cyfr znaczących ** -1.7e308…1.7e308	liczba rzeczywista
long double	8	szesnaście cyfr znaczących ** -1.7e308…1.7e308	liczba rzeczywista
bool	1	true, false	wartość logiczna

* zależy od użytego procesora, kompilatora i systemu operacyjnego – sprawdzić za pomocą sizeof()

** zakresy nie są ściśle określone w standardzie języka

Wielkości i limity zmiennych

```
cout << "Wielkości zmiennych:\n\n";
cout << "char " << sizeof(char) << "B" << endl;
cout << "signed short int: " << sizeof(signed short int) << "B" << endl;
cout << "int: " << sizeof(int) << "B" << endl;
cout << "int min: " << INT_MIN << endl;
cout << "int max: " << INT_MAX << endl;
cout << "long long: " << sizeof(long long) << "B" << endl;
cout << "float: " << sizeof(float) << "B" << endl;
cout << "Number of digits, q, such that a floating-point number with q decimal digits\n"
    "can be rounded into a floating-point representation and back without loss of precision:" << endl;
cout << "FLT_DIG - FLoaT DIGits (decimal digits of precision): " << FLT_DIG << " cyfr " << endl;
cout << "FLT_MANT_DIG - FLoaT MANTissa DIGits (precision): " << FLT_MANT_DIG << "bits " <<  endl;
cout << "double: " << sizeof(double) << "B" << endl;
cout << "DBL_DIG - DouBLe DIGits (decimal digits of precision): " << DBL_DIG << " cyfr " << endl;
cout << "DBL_MANT_DIG - DouBLe MANTissa DIGits (precision): " << DBL_MANT_DIG << "bits" << endl;
cout << "long double: " << sizeof(long double) << "B" << endl;
cout << "bool: " << sizeof(bool) << "B" << endl;
```

```
Wielkości zmiennych:

char 1B
signed short int: 2B
int: 4B
int min: -2147483648
int max: 2147483647
long long: 8B
float: 4B
Number of digits, q, such that a floating-point number with q decimal digits
can be rounded into a floating-point representation and back without loss of pre
cision:
FLT_DIG - FLoaT DIGits (decimal digits of precision): 6 cyfr
FLT_MANT_DIG - FLoaT MANTissa DIGits (precision): 24bits
double: 8B
DBL_DIG - DouBLe DIGits (decimal digits of precision): 15 cyfr
DBL_MANT_DIG - DouBLe MANTissa DIGits (precision): 53bits
long double: 8B
bool: 1B
```

program zmienne

https://www.cplusplus.com/reference/climits/

https://www.cplusplus.com/reference/cfloat/

float, double - precision

```
#include <iostream>

int main()
{
    using std::cout;
    using std::endl;

    // bez f na końcu literału liczba byłaby traktowana jak double
    // i konwerowana do float
    float f = 1234.5678901234567890f;
    double d = 1234.5678901234567890;

    cout << "f = " << f << endl;
    cout << "d = " << d << endl;

}
```

Konsola debugowania

```
f = 1234.57
d = 1234.57
```

kompilator zaokrąglił liczbę do 6 cyfr (default)

https://www.programiz.com/cpp-programming/float-double

https://eduinf.waw.pl/inf/utils/001_2008/0119.php

float, double - precision

```
#include <iostream>
#include <iomanip>  // setprecision

using namespace std;

int main(){


    // bez f na końcu literału liczba byłaby traktowana jak double
    // i konwerowana do float
    float f = 1234.5678901234567890f;
    double d = 1234.5678901234567890;

    // wymusza 20 cyfr po przecinku
    cout << fixed;
    // ustawiamy 20 cyfr po przecinku
    cout << setprecision(20);

    cout << "f = " << f << endl;
    cout << "d = " << d << endl;
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
f = 1234.56787109375000000000
d = 1234.56789012345689116046
```

float: 8 cyfr znaczących
double: 16 cyfr znaczących

always use **double**

Konwersja dec to bin

W przypadku Integera każda liczba dec może być dokładnie reprezentowana w bin.
Problem jest w przypadku niektórych ułamków:

liczba okresowa, nieskończona

$$0.1_{10} \Rightarrow 000(1100)_2$$

reprezentacja liczby dziesiętnej w komputerze
(w tym przypadku musi zostać zaokrąglona)

https://docs.python.org/release/2.5.1/tut/node16.html

https://books.google.pl/books?id=fKE68pdJCD4C&pg=PA14&lpg=PA14&dq=fractions+dec+to+bin+problems&source=bl&ots=nUXrx6yo6-&sig=ACfU3U2UfyAvyM4QdXYpF5DNpjECmUK0Xw&hl=pl&sa=X&ved=2ahUKEwi_hbLZyIP0AhVHAxAIHVW7AJwQ6AF6BAgeEAM#v=onepage&q=fractions%20dec%20to%20bin%20problems&f=false

Konwersja dec to bin

```
double a = 0;

while (a != 1)
{
    a += 0.1;
    cout << a << endl;
}
```

powielamy błąd

!

```
1330.7
1330.8
1330.9
1331
1331.1
1331.2
1331.3
1331.4
1331.5
1331.6
1331.7
1331.8
1331.9
1332
1332.1
1332.2
1332.3
1332.4
1332.5
1332.6
1332.7
1332.8
1332.9
1333
1333.1
```

https://eduinf.waw.pl/inf/utils/001_2008/0119.php

Konwersja dec to bin

równe?

7

```
double a = floor((0.1+0.7)*10);
double b = 8;
```

!

Liczby zmiennoprzecinkowe - porównanie

```
double a;
double b;
//.....

if (a == b) {
    //....
}
else {
    //....
}
```

```
double a;
double b;
const double epsilon = 0.00001;
//.....

if (abs(a - b) <= epsilon) {
    //....
}
else {
    //....
}
```

Liczby zmiennoprzecinkowe - porównanie

```
double a;
double b;
//.....

if (a != b) {
    //....
}
else {
    //....
}
```

```
double a;
double b;
const double epsilon = 0.00001;
//.....

if (abs(a - b) > epsilon) {
    //....
}
else {
    //....
}
```

Konwersja typu *type conversion*

konwersja niejawna
implicit conversion

```
short s = 10;
int i ;

i = s;
```

konversja standardowa (dotyczy podstawowych typów danych: short, int, float, double, bool itp.)
standard conversion

promocja typu (wartość s jest promowana z short do int, z typu mniejszego do wiekszego)
type promotion

Promocja (int -> double)

Promocja (float -> double)

```
double d =  i + 1.34f
```

//konwersja niejawna zmiennej i z int do double oraz literału zmiennoprzecinkowego float do double
// promocja typu

https://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/pro/scb/PRG2CPP_files/node55.html

https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/typecasting/

Konwersja typu *type conversion*

Konwersja 64-bitowej liczby float na 16-bitowy int spowodawała jeden z najdroższych błędów w historii softwaru – katastrofę rakiety Ariane 5 w 1996 roku

katastrofa Ariane 5

konwersja niejawna
implicit conversion

```
short s = 10;
int i = INT_MAX // 2 147 483 647

s = i;   // przypisanie max int do short – utrata precyzji (int 4B, short 2B),
         // niezdefiniowane zachowanie programu
         // Visual Studio nie protestuje: printuje s jako -1)
```

utrata dokładności
loss of precision

```
s = {i};   // inicjalizaja klamrowa zmiennej s, kompilator wyrzuci błąd:
           // Visual Studio:  Błąd C2397konwersja z „int” do „short” wymaga konwersji zawężającej
```

W przypadku składni inicjalizacji listą (klamrowej) kompilator nie pozwoli na zawężanie typów w ramach niejawnej konwersji (chyba, że wartość z listy mieści się bez utraty dokładności w typie docelowym)

```
s = {10};
```

OK

literał 10 typu integer mieści się w zmiennej typu short

Konwersja typu *type conversion*

konwersja jawna
explicit conversion

rzutowanie

```
float f = 3.14F;

double d = (double) f;  // c-like cast notation
```

rzutowanie w stylu języka C

lub

```
double d = double (f); // functional notation
```

notacja funkcyjna

lub

```
double d = double {f}; // C++11
```

Deklaracja (i definicja) zmiennej

Aby używać zmiennych, czyli pojemników na dane, trzeba je najpierw zadeklarować:

typ zmiennej

```
int a;          //deklaracja i jednocześnie definicja
                //zmiennej a typu integer
```

nazwa

C++ zwraca uwagę na wielkość liter!
(is case sensitive)

ang. liczba całkowita

deklaracja – dzięki niej kompilator wie, że litera *a* oznacza nazwę pojemnika na dane typu całkowitego (na liczby całkowite)

definicja – kompilator rezerwuje w pamięci RAM komputera 4 bajty na zmienną *a* (lub inną wartość bajtów – w zależności od sprzętu i oprogramowania)

Inicjalizacja zmiennej *a*

Po deklaracji (i jednocześnie definicji) zmiennej a, **trzeba ją inicjalizować**, czyli przypisać do niej konkretną wartość (liczbę całkowitą):

operator przypisania

literał (stała)

```
a = 1;          //inicjalizacja zmiennej a liczbą 1
```

Dlaczego?

po definicji, w pamięci komputera, w miejscu, gdzie jest nasza zmienna, występują „śmieci”, czyli przypadkowe „zera i jedynki”.
Oczywiście program może je zinterpretować jako przypadkową liczbę całkowitą – ale czy o to nam chodziło?
Dlatego „wrzucamy” do zmiennej liczbę, żebyśmy wiedzieli co w niej tak naprawdę jest.

Deklaracja (i definicja) zmiennych

```
char znak;              //deklaracja i definicja zmiennej
                        //znakowej znak

char znak = 'a';        /* inicjalizacja zmiennej znak,
                           czyli przypisanie litery 'a' do
                           zmiennej znak
```

znak w apostrofach

```
                        */

char znak= 97;          //przypisanie litery 'a' do
                        //zmiennej znak -  kod ASCII
                        //litery podajemy w systemie
                        //dziesiętnym
```

Inicjalizacja zmiennych

```
float a=1.34;        //deklaracja, definicja i inicjalizacja
                     //zmiennej a typu rzeczywistego
                     //(stworzyliśmy pojemnik na liczby
                     //rzeczywiste – z przecinkiem
                     //(w C++ stosujemy kropkę!))

double b=1.34;       //deklaracja, definicja i inicjalizacja
                     //zmiennej a typu rzeczywistego
                     //podwójnej precyzji (w pojemniku b
                     //będziemy mogli trzymać liczby
                     //dokładniejsze niż w pojemniku a)
```

Inicjalizacja zmiennych

```
bool a=true;        //deklaracja, definicja i inicjalizacja
                    //zmiennej a typu logicznego
                    //(stworzyliśmy pojemnik
                    //na wartości logiczne true lub false)
```

Inicjalizacja zmiennych

Wyrażenie to sekwencja operatorów i ich operandów, która określa obliczenie.

expression

typ_zmiennej nazwa_zmiennej = wyrażenie

int
double
char

a
x
litera

40
c + d
liczba * liczba

operand
operand

operator
operator

operand
operand

wynikiem wyrażenia najczęściej jest jakaś wartość

argumenty operatora

Sposoby inicjalizacji zmiennych

C-inicjalizacja
(inicjalizacja rodem z języka C)
c-like initialization

Inicjalizacja kopiująca
copy initialization

Inicjalizacja bezpośrednia
direct initialization

Inicjalizacja konstruktorowa
constructor initialization

```
int a = 1;
```

to samo

```
auto a = 1;
```

dedukcja typu
(w tym przypadku
kompilator wydedukuje int)
// zwiększa czytelność kodu
// ale może być potrzebny typ
// zmiennej i wtedy mamy problem

```
decltype(a) x = 1;
```

x ma typ taki sam
jak zmienna a
czyli int
// aby zobaczyć jaki ma typ
// zmienna x trzeba znaleźć
// zmienną a – to może być
// niewygodne

```
int a(1);
```

Inicjalizacja klamrowa
brace initialization

Inicjalizacja jednolita
uniform initialization

```
int a{1};
```

można też tak

```
int a = {1};
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/initialization

inicjalizacja klamrowa

przykłady

```
int a = {25};
double d = {13.5};
short tab[3] {5,7,9};
int * ptr = new int[3] {20, 30, 40};
```

```
char c {12.5e20}  //niejawna konwersja z double na char (liczba inicjujaca double przekracza
                    zakres char (1 B) - Błąd C2397konwersja z „double” do „char”
                    wymaga konwersji zawężającej)
```

Aliasy – nazwy zastępcze zmiennych

alias typu int

typedef int *integer*;
integer a = 1;

alias typu int

using *calkowita= int*;
calkowita a = 1;

Literały (stałe)

Literały to tokeny (znaki) języka C++ reprezentujące stałe wartości osadzone w kodzie języka

Literals are the tokens of a C++ program that represent constant values embedded in the source code.

literał całkowity

literal constant

a = 25;

Podział literałów

Literal constants can be classified into:

- Integer *literał całkowiety*
  - 25 // decimal int *system liczbowy dziesiętny*
  - 031 // octal integer *system liczbowy ósemkowy*
  - 0x19 // hexadecimal integer *system liczbowy szesnastkowy*

  - 25u // unsigned int
  - 25U // unsigned int
  - 25l // long
  - 25L // long
  - 25lu // unsigned long
  - 25ul // unsigned long

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/expressions
https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/constants/

Literały (stałe)

- floating-point *literał zmiennoprzecinkowy*
  - 3.14 // double
  - 3.14e2 // 3.14x10^2 double
  - 3.14e-2 // 3.14x10^-2 double
  - 3.14f // float
  - 3.14F // float
  - 3.14l // long double
  - 3.14L // long double
- characters *literał znakowy*
  - ’a’ // litera w apostrofach

scientific notation *notacja naukowa*

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/expressions
https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/constants/

escape sequences

Znaki specjalne

znak	znaczenie	nazwa angielska	przykład
\n	nowy wiersz	*new-line NL (LF)*	cout << '\n'; (wypisze znak nowej linii – enter)
\t	tabulacja pozioma	*horizontal tab HT*	
\v	tabulacja pionowa	*vertical tab VT*	
\b	cofnięcie kursora o jeden znak	*backspace BS*	
\r	powrót karetki	*carriage return CR*	
\f	nowa strona	*form feed FF*	
\a	dzwonek	*alert BEL*	
\\	backslash (lewy ukośnik)	*backslash *	
\?	znak zapytania	*question mark ?*	
\'	apostrof	*single quote '*	
\"	cudzysłów	*double quote "*	
ooo	liczba ósemkowa	*octal number ooo*	cout<<'\141'; (wypisze literę a)
\x*hhh*	liczba szesnastkowa	*hex number hhh*	cout<<'\x61'; (wypisze literę a)
0	NUL, znak o kodzie 0	*NUL*	

Znaki specjalne

znak nowego wiersza

program znakiSpecjalne

```
cout << "znaki specjalne\n\n";
cout << "cudzysłów: \\\"\n";
cout << "Hello World! w cudzysłowach: ";
cout << "cout << \\\"Hello World!\\\";  \\\\ ";
cout << "\"Hello World!\"\n\n";
cout << "tabulator: \\\"\t\n";
cout << "użycie tabulatora: cout << \"\\ttabulator\";\n";
cout << "\ttabulator\n";
cout << "\ttabulator\n\n";
cout << "a szesnastkowo: \\x61\n";
cout << "wypisanie litery a: cout << \"x61\";  \\\\ ";
cout << "\x61\n\n";
```

```
znaki specjalne

cudzysłów: \"
Hello World! w cudzysłowach: cout << \"Hello World!\";  \\ "Hello World!"

tabulator: \"
użycie tabulatora: cout << "\ttabulator";
        tabulator
        tabulator

a szesnastkowo: \x61
wypisanie litery a: cout << "x61";  \\ a
```

Literały (stałe)

- strings *literał łańcuchowy*
  - „informatyka” // napis w cudzysłowie
- Boolean *literał logiczny*
  - true // pierwsza z możliwych wartości zmiennej
  - false // druga z możliwych wartości zmiennej
- Pointer
  - nullptr // wartość null pointer

Stałe nazwane

stała nazwana
named constant

```
const int liczba = 25;
const char nowaLinia = '\n';
```

```
// użycie w kodzie stałych nazwanych
cout << liczba << nowaLinia;
```

Operator przypisania prostego

operator przypisania
assignment operator

```
int a = 1;
```

//inicjalizacja zmiennej a liczbą 1

literał całkowity
literal constant integer

Operator przypisania złożonego

operator przypisania złożonego
compound assignment operator

```
a += 2;
```

// to samo co a=a+2;

literał całkowity
literal constant integer

wyrażenie	ekwiwalent
a += 2	a = a + 2
a /= 2	a = a / 2
a *= 2	a = a * 2
a -= 2	a = a – 2
a %= 2	a = a % 2

Operatory arytmetyczne dwuargumentowe

+	dodawanie	*addition*
-	odejmowanie	*subtraction*
*	mnożenie	*multiplication*
/	dzielenie	*division*
	dzielenie całkowite np.: 10/4=2 (dzielimy 2 liczby całkowite typu int – iloraz jest zaokrąglany do liczby całkowitej)	
%	modulo – reszta z dzielenia liczb całkowitych	*modulo*

Operatory preinkrementacji i postinkrementacji

operator arytmetyczny jednoargumentowy

++i

i++

i = i + 1

```
int i=1;
int a=1;
a=++i;
cout<<a<endl;
cout<<i<endl;
```

```
int i=1;
int a=1;
a=i++;
cout<<a<endl;
cout<<i<endl;
```

Operatory predekrementacji i postdekrementacji

operator arytmetyczne jednoargumentowy

--i

i--

i = i - 1

```
int i=1;
int a=1;
a=--i;
cout<<a<endl;
cout<<i<endl;
```

```
int i=1;
int a=1;
a=i--;
cout<<a<endl;
cout<<i<endl;
```

Operator znaku plus i znaku minus

operatory arytmetyczne jednoargumentowe

-i

zwraca wartość ujemną operandu

+i

zwraca wartość operandu

```
char c = 'a';
cout << +c  // 97
```

kod ASCII znaku 'a'

```
int d = 1;
cout << -d  // -1
```

If a negative integer value is converted to an unsigned type, the resulting value corresponds to its 2's complement bitwise representation
(i.e., -1 becomes the largest value representable by the type, -2 the second largest, ...).

```
unsigned int d = 1;
cout << -d  // 4294967295  //max unsigned int
```

w Visual Studio błąd

Błąd C4146 jednoargumentowy operator minus zastosowany do typu unsigned, wynik nadal unsigned

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/operator_arithmetic#Unary_arithmetic_operators

https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/typecasting/

Priorytet operatorów

operator precedence

Level	Precedence group	Operator	Description	Grouping
1	Scope	::	scope qualifier	Left-to-right
2	Postfix (unary)	++ --	postfix increment / decrement	Left-to-right
		()	functional forms	
		[]	subscript	
		. ->	member access	
3	Prefix (unary)	++ --	prefix increment / decrement	Right-to-left
		~ !	bitwise NOT / logical NOT	
		+ -	unary prefix	
		& *	reference / dereference	
		new delete	allocation / deallocation	
		sizeof	parameter pack	
		(*type*)	C-style type-casting	
4	Pointer-to-member	.* ->*	access pointer	Left-to-right
5	Arithmetic: scaling	* / %	multiply, divide, modulo	Left-to-right
6	Arithmetic: addition	+ -	addition, subtraction	Left-to-right
7	Bitwise shift	<< >>	shift left, shift right	Left-to-right
8	Relational	< > <= >=	comparison operators	Left-to-right
9	Equality	== !=	equality / inequality	Left-to-right
10	And	&	bitwise AND	Left-to-right
11	Exclusive or	^	bitwise XOR	Left-to-right
12	Inclusive or	|	bitwise OR	Left-to-right
13	Conjunction	&&	logical AND	Left-to-right
14	Disjunction	||	logical OR	Left-to-right
15	Assignment-level expressions	= *= /= %= += -=	assignment / compound assignment	Right-to-left
		>>= <<= &= ^= |=		
		?:	conditional operator	
16	Sequencing	,	comma separator	Left-to-right

https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/operators/

Priorytet operatorów

operator precedence

```
int liczba = 1 + 6 * 5;  // różne priorytety
cout << liczba;  //?
```

```
int liczba = 10 * 6 / 5; // jednakowe priorytety, sprawdź grupowanie
cout << liczba;  //?
```

```
int liczba = 10 / 2 * 5; // jednakowe priorytety, sprawdź grupowanie
cout << liczba;  //?
```

```
int a = 1;
int liczba = a++ + 10; // rożne priorytety, uwaga na postinkrementację!
cout << liczba;  //?
```

```
int a = 1;
int liczba = ++a + 10; // różne priorytety, uwaga na preinkrementację!
cout << liczba;  //?
```

Operatory bitowe *Bitwise operators*

&	iloczyn bitowy AND	*Bitwise AND*
|	suma bitowa OR	*Bitwise inclusive OR*
^	bitowa różnica symetryczna XOR	*Bitwise exclusive OR*
~	negacja bitowa NOT	*Unary complement (bit inversion)*
>>	operator przesunięcia bitowego w prawo	*Shift bits right*
<<	operator przesunięcia bitowego w lewo	*Shift bits left*

Operator bitowy AND

```
int a = 6;
int b = 4;
int c = a & b;
cout << c;  //?
```

6 -> 110

4 -> 100

system binarny

system dziesiętny

x	y	x & y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tablica prawdy dla AND

```
  110
 &100
 -------
  100
```

system dziesiętny

4

https://pl.wikipedia.org/wiki/Tablica_prawdy

Operator przesunięcia bitowego w lewo

```
int a = 6;
int c = a << 1;
cout << c;  //?
```

6 -> 110

system binarny

system dziesiętny

<< 1

1100

12

system dziesiętny

przesuwamy bity o jedną pozycję w lewo, nowe bity z prawej strony uzupełniamy **zerami**

Operatory relacji (porównania)

==	równy	*Equal to*
!=	różny	*Not equal to*
>	większy	*Greater than*
<	mniejszy	*Less than*
>=	większy lub równy	*Greater than or equal to*
<=	mniejszy lub równy	*Less than or equal to*

Operatory relacji

```
int a = 6;
int b = 4;
bool c = a == b;
cout << c;  //?
```

sprawdź priorytet operatorów

```
int a = 6;
int b = 4;
bool c = a != b;
cout << c;  //?
```

sprawdź priorytet operatorów

Operator przecinkowy *Comma operator*

operator przecinkowy łączy
ze sobą kilka wyrażeń

grupowanie od lewej do prawej

```
int a, b;

a = 1;
b = (++a, a*20, a + 60);

cout << b;   // 62

return 0;
```

do b przypisywany jest
wynik ostatniego wyrażenia

Przestrzenie nazw *Namespaces*

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

namespace a {
    int liczba = 10;
}

namespace b {
    int liczba = 12;
}

int main()
{
    int liczba = 13;
    cout << a::liczba << endl;  // 10
    cout << b::liczba << endl;  // 12
    cout << liczba;             // 13

    return 0;
}
```

Przestrzenie nazw zapewniają metodę zapobiegania konfliktom nazw w dużych projektach.

Symbole zadeklarowane wewnątrz bloku przestrzeni nazw są umieszczane w nazwanym zakresie, co zapobiega ich pomyleniu z symbolami o identycznych nazwach w innych zakresach.

do zmiennej dostajemy się w programie za pomocą operatora zakresu

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/namespace

keywords

Słowa kluczowe

alignas, alignof, and, and_eq, asm, auto, bitand, bitor, bool, break, case, catch, char, char16_t, char32_t, class, compl, const, constexpr, const_cast, continue, decltype, default, delete, do, double, dynamic_cast, else, enum, explicit, export, extern, false, float, for, friend, goto, if, inline, int, long, mutable, namespace, new, noexcept, not, not_eq, nullptr, operator, or, or_eq, private, protected, public, register, reinterpret_cast, return, short, signed, sizeof, static, static_assert, static_cast, struct, switch, template, this, thread_local, throw, true, try, typedef, typeid, typename, union, unsigned, using, virtual, void, volatile, wchar_t, while, xor, xor_eq

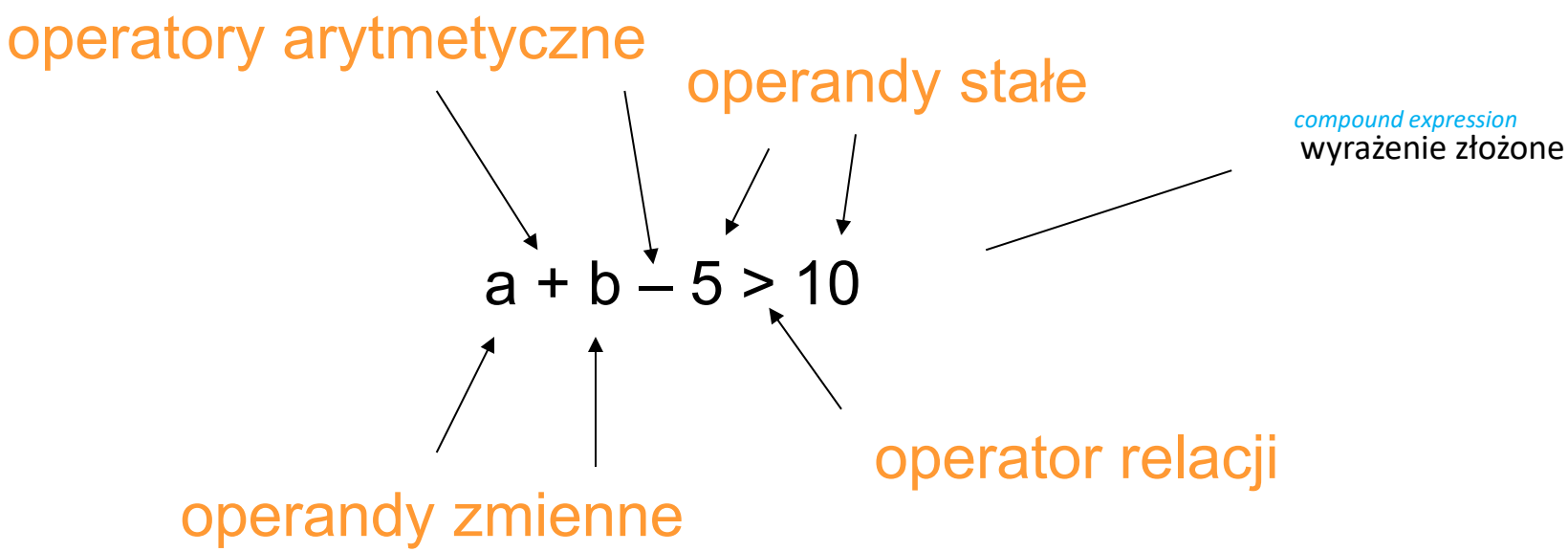
Tych słów nie można używać jako nazw zmiennych!

https://www.cplusplus.com/doc/tutorial/variables/

INSTRUKCJE STERUJĄCE

Wyrażenie *expression*

Sekwencja operatorów i operandów określająca obliczenie.



wynikiem wyrażenia najczęściej jest jakaś wartość. W powyższym przykładzie jest nią wartość typu bool (true lub false).

Instrukcja warunkowa if *Conditional statement*

Wyrażenie może przyjąć jedną
z dwóch wartości logicznych:

true - wyrażenie jest prawdziwe

false – wyrażenie jest fałszywe

W C++ przyjmuje się, że:
0 – false
liczba różna od zera – true

warunek

Jeśli warunek jest prawdziwy (ma wartość true) wykonywana jest instrukcja. W przeciwnym wypadku instrukcja nie jest wykonywana.

```
if (wyrażenie)
        instrukcja;
```

Przykłady:

(a==2)	true dla zmiennej a równej 2
	false dla zmiennej a równej 3
(a)	true dla zmiennej a różnej od 0 (np.: 1,2,4, 10 itp.)
	false dla zmiennej a równej 0
a+2*b>c	true jeśli wartość wyrażenia a+2*b jest większa od c

Instrukcja warunkowa if *Conditional statement*

koniunkcja dwóch warunków

wyrażenie

proste : a>2

złożone : a>2 && a<5

Logical operators

Operatory logiczne

||	alternatywa
&&	koniunkcja
!	negacja

Instrukcja warunkowa if *Conditional statement*

```
if (wyrażenie)
        instrukcja1;
```

Pojedyncza instrukcja nie musi mieć nawiasów klamrowych

```
if (wyrażenie)
        instrukcja1;
    else
        instrukcja2;
```

```
if (wyrażenie) {
        instrukcja1;
        instrukcja2;
        instrukcja3;
        }
```

blok instrukcji (musi być ujęty w nawiasy klamrowe)

```
if (wyrażenie 1)
        instrukcja1;
else if (wyrażenie 2)
        instrukcja2;
else if (wyrażenie 3)
        instrukcja3;
```

```
if (wyrażenie 1)
        instrukcja1;
else if (wyrażenie 2)
        instrukcja2;
else if (wyrażenie 3)
        instrukcja3;
    else
        instrukcja4;
```

wybór wielowariantowy

Zagnieżdżenie warunków

```
string imie = "Adam";
string nazwisko = "Kowalski";

if (imie == "Adam") {
    if (nazwisko == "Kowalski") {
        cout << "Cześć";
    }
}
```

Warunki mogą być zagnieżdżone (jeden w drugim)

Operator warunkowy

Conditional operator, ternary operator

wyrażenie1 ? wyrażenie2 : wyrażenie3

```
int a = 1;
int b = 2;

if (a < 10) {
    b = 12;
}
else {
    b = 13;
}

cout << b;  // 12
```

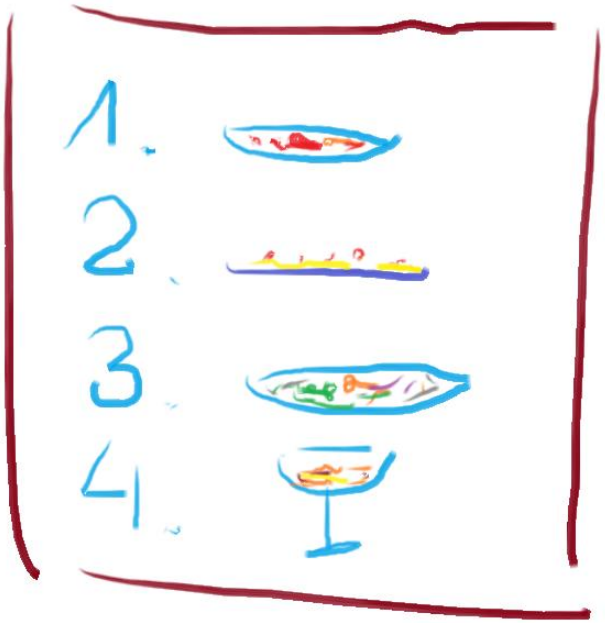
warunek

```
b = (a < 10) ? 12 : 13;

cout << b;  // 12
```

Instrukcja wyboru *Selection statement*

```
switch(wyrażenie)
{
        case wartość1:
                        instrukcja1;
                        break;
        case wartość2:
                        instrukcja2;
                        break;
        default:
                        instrukcja3;
}
```

switch //przełącznik



Menu

switch

Kelner

zadanie

zamowienie

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
Zamowienie


Witamy w naszej restauracji

Oto nsze menu:
1 - zurek z kielbasa
2 - rosol z makaronem
3 - schabowy z ziemniakami
4 - lody czekoladowe

Prosze wybrac potrawe z menu:4

Oto co Panstwo wybraliscie:

Lody czekoladowe - niebo w gebie.
```

zadanie

menu

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
Kelner do uslug!


Oto nasze menu


Ktora pozycje z karty chca Panstwo zobaczyc?
Prosze wybrac 1-4 (q exit): 2

Rosol z makaronem

Ktora pozycje z karty chca Panstwo zobaczyc?
Prosze wybrac 1-4 (q exit): 6

Takiej pozycji nie ma na karcie

Ktora pozycje z karty chca Panstwo zobaczyc?
Prosze wybrac 1-4 (q exit): q



Dziekujemy i zapraszamy ponownie
```

Pętla for

Przed pierwszym uruchomieniem pętli wykonywana jest ta instrukcja

Warunek pętli – wyrażenie sprawdzane przed każdorazowym obiegiem pętli. Jeśli jest prawdziwe wykonywana jest treść pętli.

Gdy jest tylko jedna instrukcja nawiasów może nie być

Instrukcja wykonywana każdorazowo na zakończenie obiegu pętli

```
for (int i=1; i<=10; i++)
{
   cout<<"Licznik pętli: ";
   cout << i << endl;
}
```

Treść pętli (instrukcje ujęte w nawiasach klamrowych)

Pętla for

Deklaracja i zainicjowanie licznika pętli

Warunek

Krok pętli

```
for (int i=1; i<=10; i++)
        cout << i;
```

Ciało pętli

Gdy jest tylko
jedna instrukcja
nawiasów klamrowych
może nie być

Pętla for

Kolejność wykonywania instrukcji

```
                1          2          4
for (int i=1; i<=10; i++)
{
    cout << i;   3
}
```

pierwszy obieg pętli	1234
drugi obieg pętli	234
trzeci obieg pętli	234
kolejne obiegi pętli	234

Pętla while

dopóki jest spełniony

warunek

Gdy jest tylko jedna instrukcja nawiasów może nie być

```
while (wyrażenie)
{
    instrukcja;
}
```

wykonuj instrukcje

wyrażenie może przyjmować wartość logiczną:

- prawda
- fałsz

Pętla do while

rób (wykonuj)

Gdy jest tylko jedna instrukcja nawiasów może nie być

```
do
{
    instrukcja;
}
while (wyrażenie);
```

instrukcje

!

dopóki jest spełniony

warunek

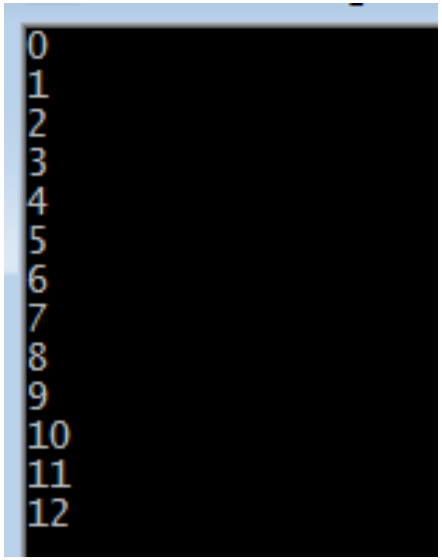
wyrażenie może przyjmować wartość logiczną:

- prawda
- fałsz

Instrukcja break

Pętla nieskończona while

```
int licznik = 0;

while (true) {
    cout << licznik << endl;
    if (licznik == 12)
        break;
    licznik++;
}
```



break przerywa wykonywanie pętli

Instrukcja continue

dla liczb nieparzystych warunek będzie równy 1
czyli pominięte będzie cout.

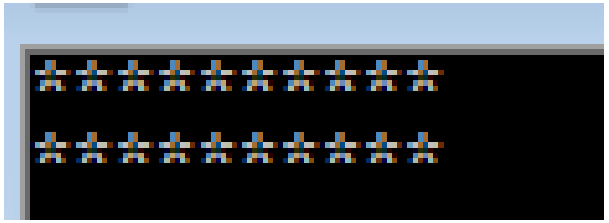
```
for (int i = 1; i < 50; i++)
{
    if (i % 2)
        continue;
    cout << i << endl;
}
```

```
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
```

continue pomija wykonywanie pętli od miejsca w którym stoi do końca pętli

Zagnieżdżenie pętli

```
for (int i = 0; i < 2; i++)
{
    for (int j = 0; j < 10; j++)
    {
        cout << '*';
    }
    cout << endl;
}
```



Pętle mogą być zagnieżdżone (jedna w drugiej)

Struktury

definicja struktury

osoba jest nazwą nowego typu

```
struct Osoba {

    string imie;
    string nazwisko;
    short wiek;

};
```

nawias klamrowy otwierający

słowo kluczowe

pola struktury

nawias klamrowy zamykający

!

pola danych różnego typu

Struktury

stworzenie egzemplarza struktury typu osoba o nazwie pierwsza

```
Osoba pierwsza;
Osoba druga;
```

inicjalizacja struktury

```
pierwsza.imie=„Ola”;
pierwsza.nazwisko=„Kowalska”;
pierwsza.wiek=13;

druga.imie=„Andrzej”;
druga.nazwisko=„Milka”;
druga.wiek=14;
```

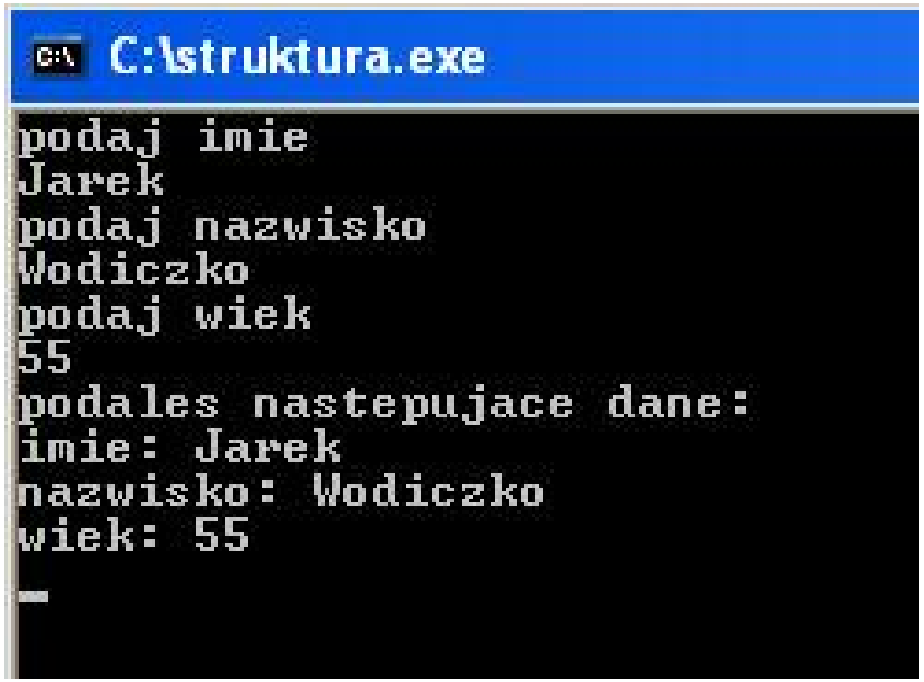
Struktury

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


int main()
{

    struct osoba {
        string imie;
        string nazwisko;
        int wiek;
    };

    osoba Adam;

    Adam.imie = "Adam";
    Adam.nazwisko = "Kowalski";
    Adam.wiek = 24;

    //lub
    //osoba Adam = {"Adam", "Kowalski", 24};  //C++11
    //osoba Adam {"Adam", "Kowalski", 24};    //C++11

    cout << Adam.imie << " " << Adam.nazwisko << " " << Adam.wiek;

    return 0;
}
```

zadanie

Struktury

Pobierz imię, nazwisko i wiek użytkownika oraz wypisz je na konsoli korzystając ze struktury.



Typ wyliczeniowy enum

słowo kluczowe enum

nazwa typu

enumeratory są numerowane

0 1 2

```
enum kolory {red, green, blue};
```

lista identyfikatorów (enumeratorów)

Typ wyliczeniowy enum

Enumerated types

```
//                0     1     2
enum kolory {red, green, blue};

kolory ulubiony = red;

cout << ulubiony;  // 0
```

```
//                0     1     2
enum kolory {red, green, blue};

kolory ulubiony = red;

switch (ulubiony)
{
case red:
    cout << "Czerwony";   // Czerwony
    break;
case green:
    cout << "Zielony";
    break;
case blue:
    cout << "Niebieski";
    break;
default:
    break;
}
```

Typ wyliczeniowy enum *Enumerated types*

```
enum imie {
    Ania = 8,
    Jola = 10,
    Wiktoria,
    Beata
};

imie zona = Beata;

cout << zona;  //?
cout << Beata; //?
```

Typ wyliczeniowy enum

Enumerated types

```
enum imie {
    Ania = 4,
    Jola = 8,
    Wiktoria,
    Beata
};

enum kobiety {
    Ania = 4,
    Jola = 8,
    Wiktoria,
    Beata
};

imie zona = Beata;
cout << Beata;
```

nie można duplikować identyfikatorów

C2365	"main::Ania": zmiana definicji; definicja poprzednia była "moduł wyliczający"
C2365	"main::Jola": zmiana definicji; definicja poprzednia była "moduł wyliczający"
C2365	"main::Wiktoria": zmiana definicji; definicja poprzednia była "moduł wyliczający"
C2365	"main::Beata": zmiana definicji; definicja poprzednia była "moduł wyliczający"

Enum class

```
enum class Imie {
    Ania,
    Jola,
    Wiktoria,
    Beata
};
```

Visual Studio preferuje ten typ enum

```
enum class Kobiety {
    Ania,
    Jola,
    Wiktoria,
    Beata
};
```

identyfikator z operatorem zakresu

```
Imie zona = Imie::Beata;
switch (zona) {
    case Imie::Beata:
        cout << "Cześć Beata\n";  // Cześć Beata

}

Kobiety kobieta = Kobiety::Beata;

if (kobieta == Kobiety::Beata) {
    cout << "Cześć Beata";  // Cześć Beata
}
```

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

fix array
compile-time array

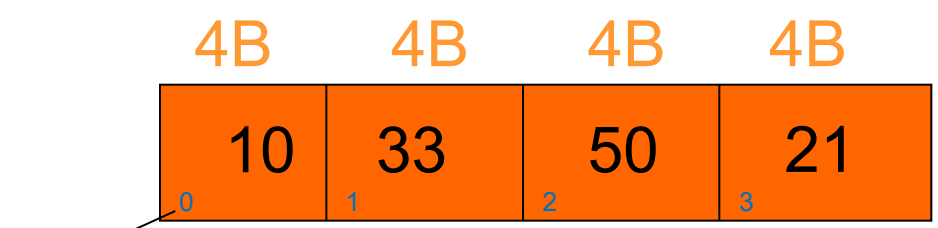
```
int tab[4];     //deklaracja czteroelementowej tablicy typu int
tab[0] = 10;    // inicjalizacja pierwszego elementu tablicy
tab[1] = 33;    // inicjalizacja drugiego elementu tablicy
tab[2] = 50;    // inicjalizacja trzeciego elementu tablicy
tab[3] = 21;    // inicjalizacja czwartego elementu tablicy
```

```
int tab[4] ={10,33,50,21};    //deklaracja oraz inicjalizacja tablicy
int tab[4] {10,33,50,21};     //alternatywnie
int tab[] ={10,33,50,21};     //alternatywnie
int tab[] {10,33,50,21};      //alternatywnie
```

tablica zajmuje ciągły obszar w pamięci w obszarze zwanym stos *stack*

kompilator alokuje pamięć na tablicę w czasie kompilacji
compile-time memory allocation

wielkość tablicy jest stała i nie może być zmieniana w czasie trwania programu



indeks

operator indeksowania

tab[0]

tab[1]

tab[2]

tab[3]

odwołanie się do elementów tablicy

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

fix array
compile-time array

nazwa tablicy jest jednocześnie wskaźnikiem na jej pierwszy element

inicjalizowanie tablicy zerami

```
int tab[4]{};    //C++11

cout << "tablica została wypełniona zerami:" << endl;
for (int i = 0; i < 4; i++)
{
    cout << tab[i] << " ";
}

cout << "\nwypełniamy tablicę liczbami:" << endl;
for (int i = 0; i < 4; i++)
{
    tab[i] = i + 1;
    cout << tab[i] << " ";
}

cout << "\nelement tablicy o indeksie zero:\n";
cout << *tab << endl;
cout << "\nelement tablicy o indeksie trzy:\n";
cout << *(tab + 3) << endl;
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
tablica została wypełniona zerami:
0 0 0 0
wypełniamy tablicę liczbami:
1 2 3 4
element tablicy o indeksie zero:
1

element tablicy o indeksie trzy:
4
```

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

fix array
compile-time array

błąd - wielkość tablicy musi być stała w czasie kompilacji
(nie można użyć zmiennej jako wielkości tablicy statycznej)

```
int a = 4;
int tab[a];
```

(zmienna lokalna) int a

Wyszukaj w trybie online

wyrażenie musi mieć stałą wartość
wartości elementu zmienna "a" (zadeklarowane w wierszu 14) nie można użyć jako stałej

Wyszukaj w trybie online

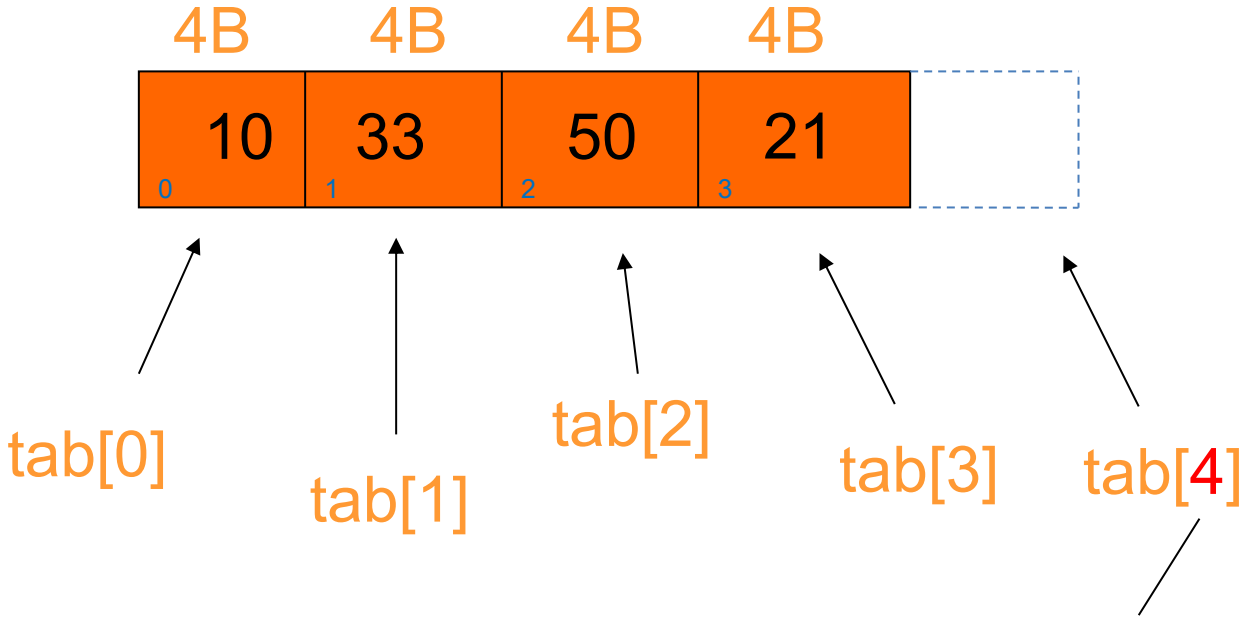
OK - wielkość tablicy jest stała w czasie kompilacji

```
const int a = 4;
int tab[a];
```

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

fix array
compile-time array

int tab[4] ={10,33,50,21}; //deklaracja oraz inicjalizacja tablicy



Błąd – wyjście poza zakres tablicy

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

```
int tab[4];     //deklaracja czteroelementowej tablicy typu int
tab[0] = 10;    // inicjalizacja pierwszego elementu tablicy
tab[1] = 33;    // inicjalizacja drugiego elementu tablicy
tab[2] = 50;    // inicjalizacja trzeciego elementu tablicy
tab[3] = 21;    // inicjalizacja czwartego elementu tablicy
tab[4] = 33;
```

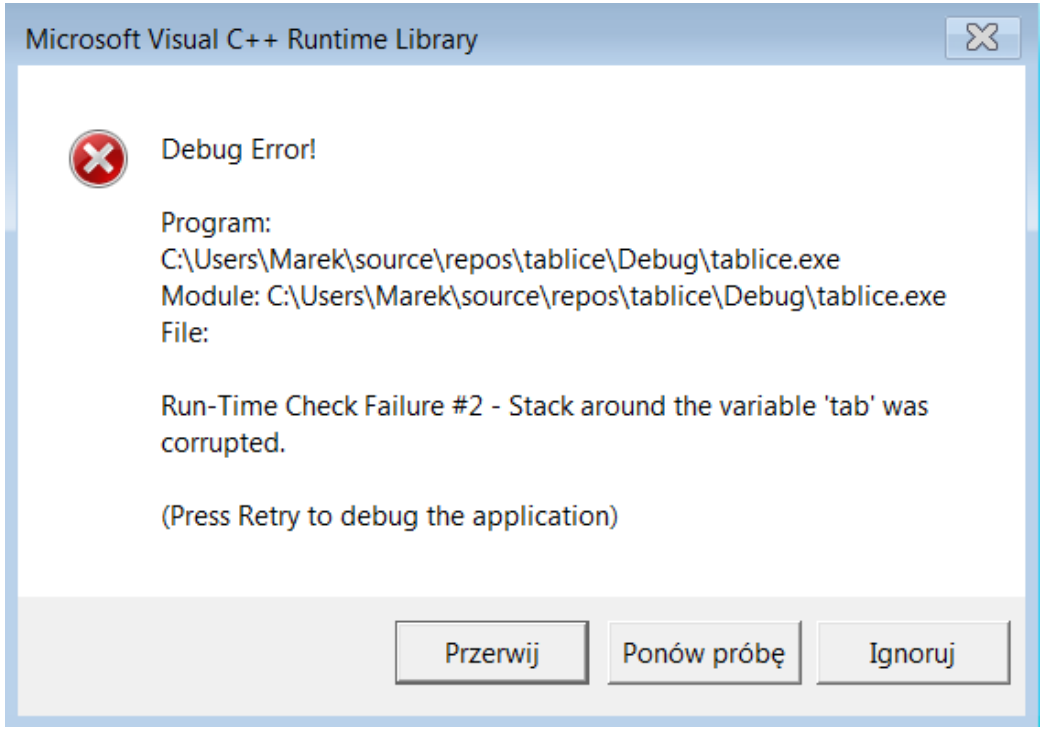
(int)33

Wyszukaj w trybie online

C6386: Przepełnienie buforu podczas zapisu w elemencie „tab": rozmiar obszaru do zapisu to „16", ale zapisana liczba bajtów może wynieść: „20".

Błąd – wyjście poza zakres tablicy

po skompilowaniu



Tablica jednowymiarowa (statyczna)

zadanie

Inicjalizuj tablicę czteroelementową cyframi od 0 do 3 za pomocą pętli oraz wypisz ją na konsoli również za pomocą pętli

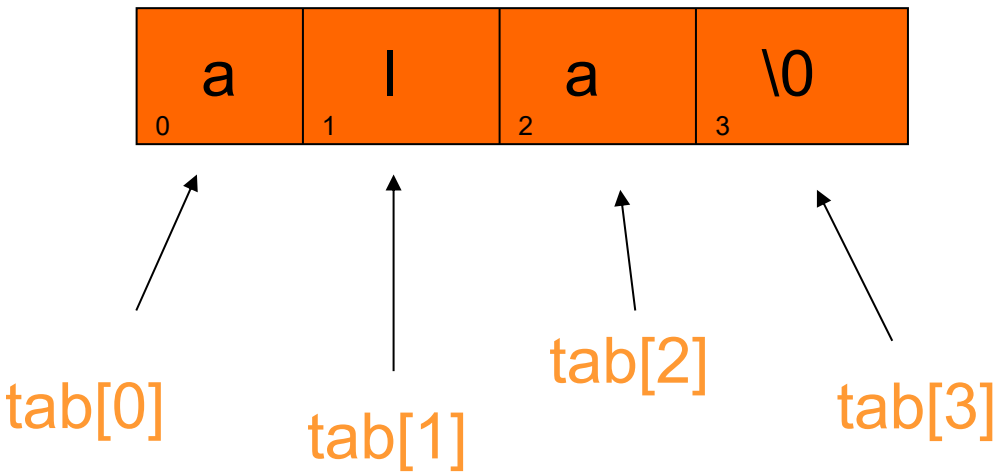
Tablica jednowymiarowa (statyczna)

C-string

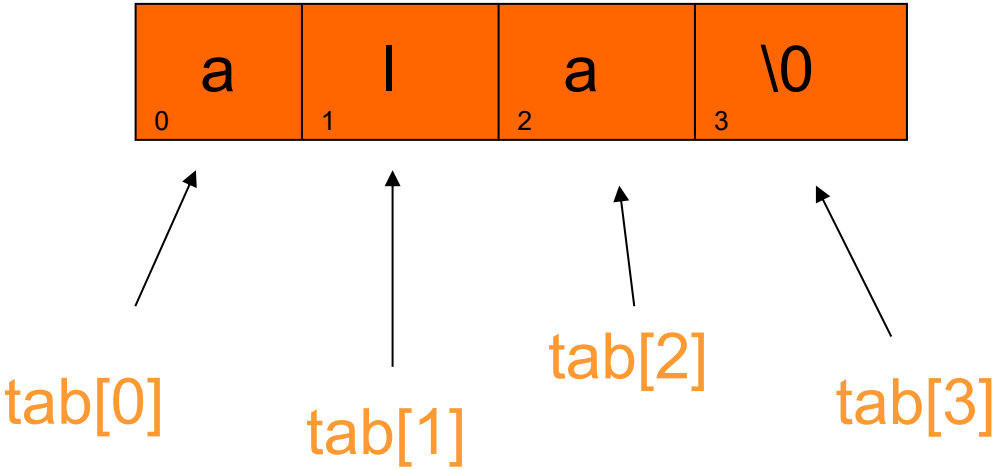
C-napis

char slowo[4] = ”ala”;

C –napis jest zakończony w pamięci znakiem specjalnym NUL *null character*



Tablica jednowymiarowa (statyczna)

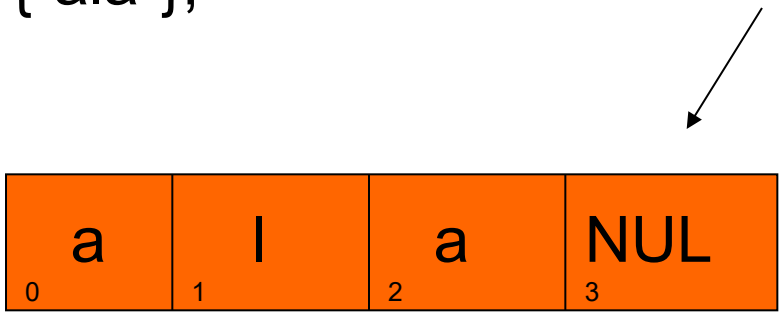



```
char slowo[4] = {”ala”};                //alternatywnie
char slowo[ ] = {”ala”};                //alternatywnie
char slowo[ ] {”ala”};                  //alternatywnie
char slowo[ ] =  {’a’,’l’,’a’,’\0’};    //alternatywnie
const char* slowo = ”ala”;              //alternatywnie
char slowo[ ](”ala”);                   //alternatywnie
char slowo[4](”ala”);                   //alternatywnie

cout << slowo;                          //wypisanie słowa na konsoli
```

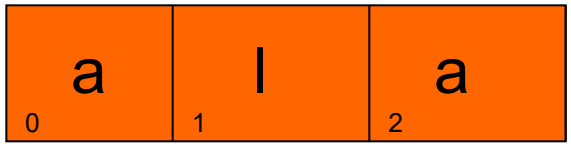
Tablica jednowymiarowa (statyczna)

Bajt zerowy

char slowo[]={”ala”};



char slowo[]={‘a’,’l’,’a’};



Tablica jednowymiarowa (dynamiczna)

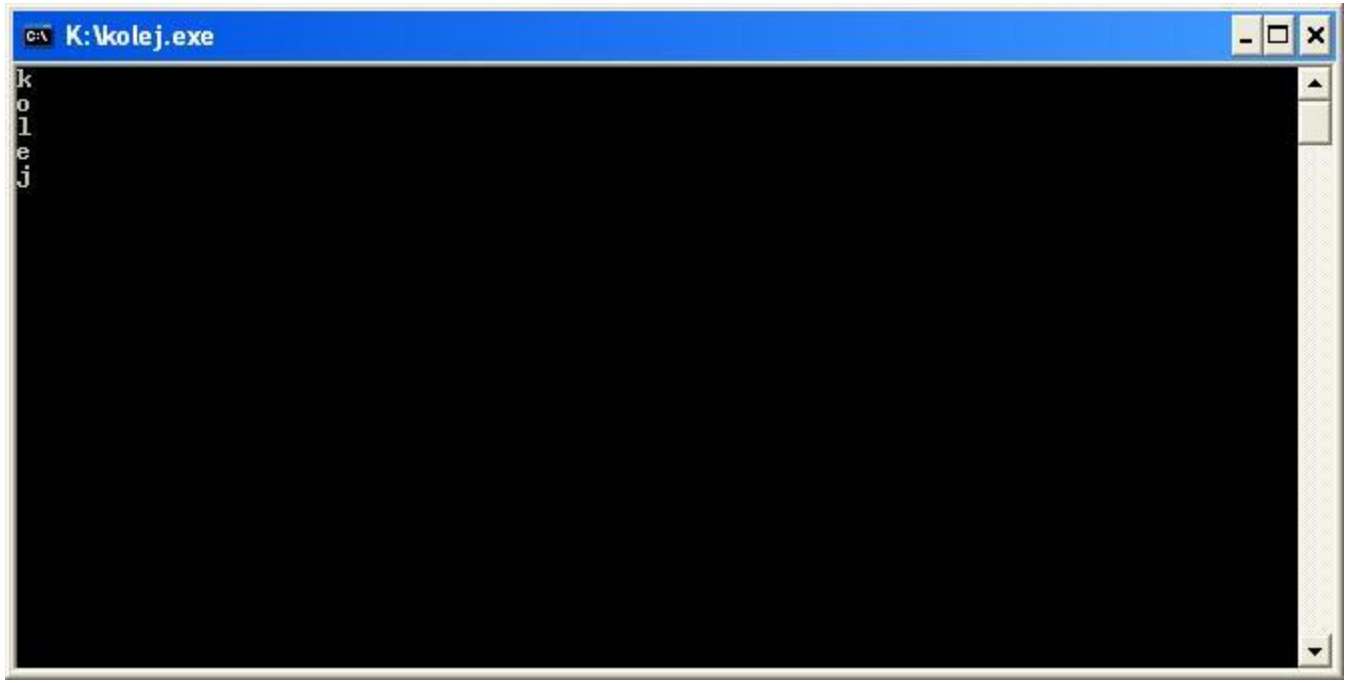
alokujemy tablicę w trakcie działania programu

```
// zmienna na rozmiar tablicy
int size = 0;
// pobieramy rozmiar tablicy
cout << "Podaj rozmiar tablicy:" << endl;
cin >> size;
// alokujemy tablicę o wielkości size na stercie
int* tab = new int[size];

// nie da się tego zrobić na stosie
// wielkość tablicy musi być znana w czasie kompilacji
// a size jest zmienną
// int tab[size];   <----- błąd

// wypełnaimy tablicę liczbami
for (int i = 0; i < size; i++)
{
    tab[i] = i;
    // wyświetlamy zawartość tablicy
    cout << tab[i] << " " << *(tab + i) << endl;
}

// usuwamy tablicę
delete [] tab;
tab = nullptr;
```

zadanie

Kolej

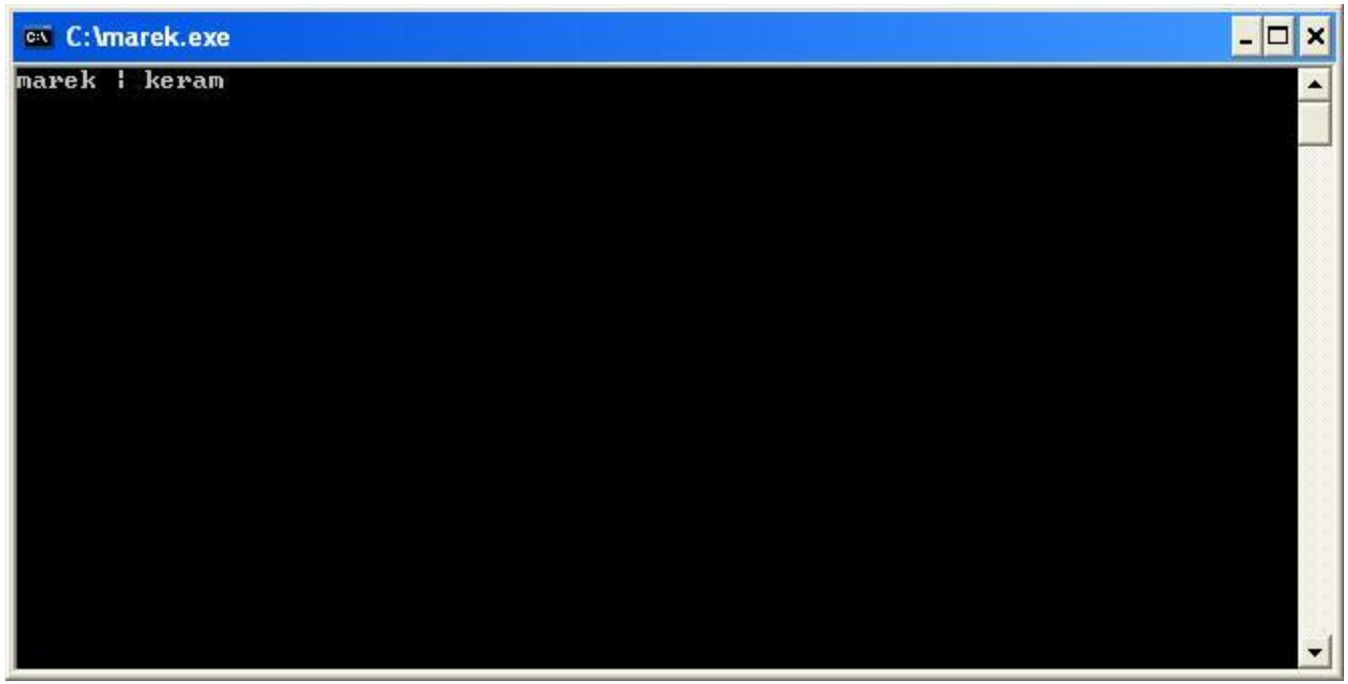
Wypisz słowo ***kolej*** na konsoli za pomocą pętli tak, aby kolejne litery były wypisane w nowych wierszach.



zadanie

Lustro

Wypisz swoje imię na konsoli oraz jego „odbicie w lustrze”:



Tablica dwuwymiarowa (statyczna)

wiersze kolumny *C-string* C-napis

null character znak specjalny NUL

```
char slowo[2][4] = {”ala”,”ala”};
```

	0	1	2	3
0	a 0,0	l 0,1	a 0,2	\0 0,3
1	a 1,0	l 1,1	a 1,2	\0 1,3

tab[0][3]

tab[0][1]

tab[1][0]

tab[1][2]

Tablica dwuwymiarowa (statyczna)

```
char tab[3][5] = {"ala ","ma  ","kota"};

/*
int tab[2][4] = {                // zapis czytelniejszy
                {"ala "},
                {"ma  "},
                {"kota"}
                };
*/

for (int i = 0; i < 3; i++) {
    for (int j = 0; j < 4; j++){
        cout << tab[i][j];
    }
    cout << endl;
}
```

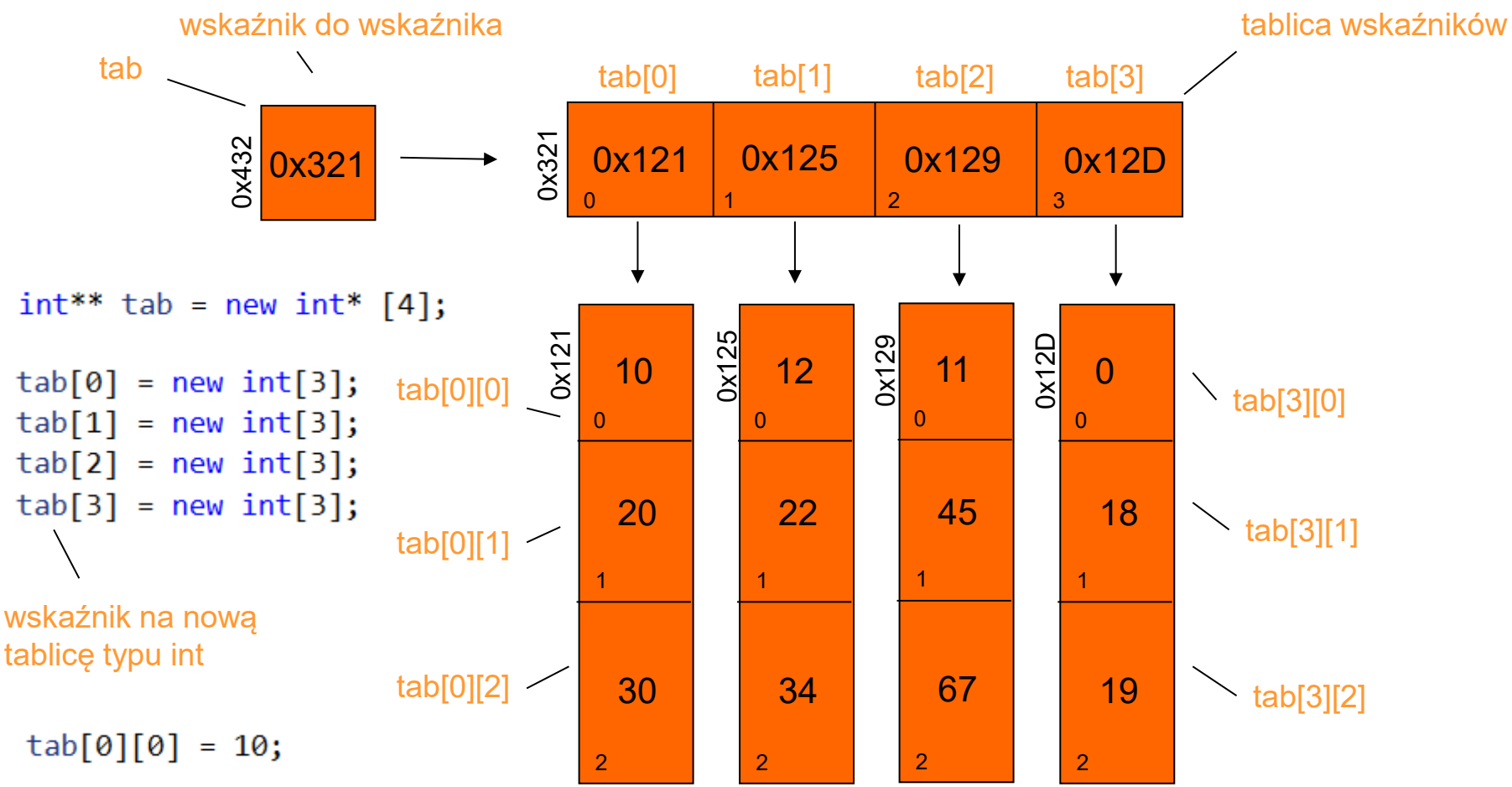
```
ala
ma
kota
```

Tablica dwuwymiarowa (statyczna)

```
int tab[2][4] = {{1,2,3,4},{5,6,7,8}};

/*
int tab[2][4] = {                // zapis czytelniejszy
                {1,2,3,4},
                {5,6,7,8}
                };
*/

for (int i = 0; i < 2; i++) {
    for (int j = 0; j < 4; j++){
        cout << tab[i][j];
    }
    cout << endl;
}
```

```
1234
5678
```

Tablica dwuwymiarowa (dynamiczna)




```
int** tab = new int* [4];

tab[0] = new int[3];
tab[1] = new int[3];
tab[2] = new int[3];
tab[3] = new int[3];
```

wskaźnik na nową tablicę typu int

```
tab[0][0] = 10;
```

```
delete [] tab[0];
delete [] tab[1];
delete [] tab[2];
delete [] tab[3];
delete [] tab;
```

usunięcie całej tablicy dynamicznej tab

STRING

klasa stworzona w celu operowania napisami (ciągami tekstowymi)

Klasa string

C++
Information
Documentation
Reference
Articles
Sourcecode
Forums

Reference
C Library
IOstream Library
Strings library
STL Containers
STL Algorithms
Miscellaneous

Strings library
char_traits
classes:
· string
global functions:
· getline
· operator+
· operator<<
· operator>>
· comparison operators
· swap

string
string::string
member constants:
· string::npos
member functions:
· string::append
· string::assign
· string::at
· string::begin
· string::capacity
· string::clear
· string::compare
· string::copy
· string::c_str
· string::data
· string::empty
· string::end
· string::erase
· string::find
· string::find_first_n...
· string::find_first_of
· string::find_last_no...

C# and ASP.NET add-in
ReSharper. Productivity add-in to VS.NET for C# and ASP developers www.jetbrains.com/resharper

Ads by Google

string

class

<string>

String class

String objects are a special type of container, specifically designed to operate with sequences of characters.

Unlike traditional c-strings, which are mere sequences of characters in a memory array, C++ string objects belong to a class with many built-in features to operate with strings in a more intuitive way and with some additional useful features common to C++ containers.

The `string` class is an instantiation of the `basic_string` class template, defined in `<string>` as:

```
typedef basic_string<char> string;
```

Member functions

(constructor)	Construct string object (constructor member)
operator=	String assignment (public member function)

Iterators:

begin	Return iterator to beginning (public member function)
end	Return iterator to end (public member function)
rbegin	Return reverse iterator to reverse beginning (public member function)
rend	Return reverse iterator to reverse end (public member function)

Capacity:

size	Return length of string (public member function)
length	Return length of string (public member function)
max_size	Return maximum size of string (public member function)
resize	Resize string (public member function)
capacity	Return size of allocated storage (public member function)
reserve	Request a change in capacity (public member function)

http://www.cplusplus.com/reference/string/string/

Klasa string

```
//Dołączamy plik nagłówkowy
#include <string>

//deklaracja i definicja obiektu klasy string
string imie;

//inicjalizacja
imie = ”Malgosia”;

//deklaracja, definicja i inizjalizacja
string imie = ”Malgosia”;
string imie (”Malgosia”);
```

łańcuch znaków (c-napis)

Klasa string

Przykład:

```
string imie;
cout<<”podaj imie”<<endl;
cin>>imie;
cout<<”Masz na imię ”<<imie;
```

Klasa string

przydatne metody klasy string

```
imie.size();      // wielkość obiektu klasy string
```

np.:

```
string imie;
cout<<”podaj imie”<<endl;
cin>>imie;
cout<<”Twoje imię ma ”<<imie.size()<<”liter”;
```

Klasa string

zmienna imie może być traktowana jak tablica znaków:

```
imie[0]        //pierwszy znak tablicy imie
lub
imie.at(0);    //pierwszy znak tablicy imie
```

np.:

```
string imie;
cout<<”podaj imie”<<endl;
cin>>imie;
cout<<”Twoje imię zaczyna się na literę „<<imie[0];
```

FUNKCJE

Funkcja jest podprogramem.

Funkcje

Deklaracja funkcji

nazwa funkcji

```
void komunikat();
```

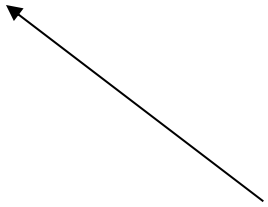
typ zwracanej wartości
(funkcja komunikat()
nie zwraca żadnej wartości)

argumenty (parametry) formalne

Funkcje

Definicja funkcji

```
void komunikat()
 {
    cout<<„Uwaga WIRUS!!!”;
 }
```



ciało funkcji

Funkcje

```
#include<iostream>

using namespace std;

//deklaracja funkcji komunikat
void komunikat();

int main() {

    //wyświetlamy komunikat
    komunikat();

}

//definicja funkcji komunikat
void komunikat() {

    cout << "Uwaga WIRUS!!!" << endl;

}
```

kompilator musi wiedzieć co oznacza komunikat()

Funkcje

Deklaracja funkcji, która nic nie zwraca ani nie pobiera

void wyswietl()

typ pusty

nazwa funkcji

void wyswietl(void)

równoważne zapisy

funkcja nic nie zwraca

funkcja nie pobiera argumentów

```
void wyswietl()
 {
  cout<<„Uwaga wirus !”;
 }
```

przykład

Funkcje

Deklaracja funkcji

wykładnik

x^n

podstawa

nazwa funkcji

```
int potega(int x, int n)
```

typ zwracanej wartości

argumenty (parametry) formalne

zadanie

Funkcje

Definicja funkcji

```
int potega (int x, int n)
{
        …
}
```

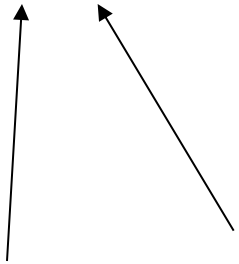
spróbuj napisać samodzielnie

ciało funkcji

Funkcje

Wywołanie funkcji

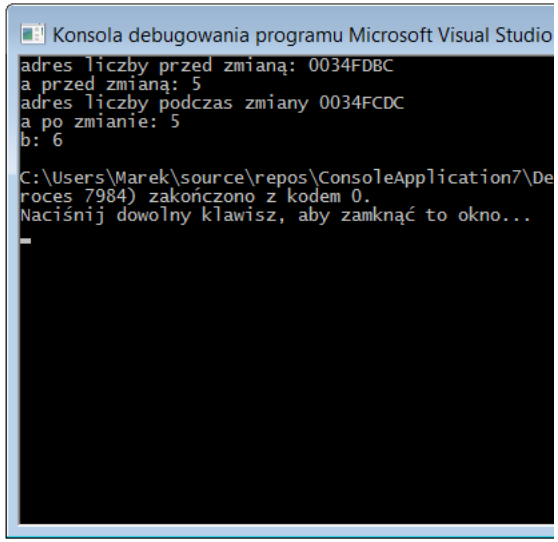
```
int k;
k=potega(2,3);
```



argumenty aktualne

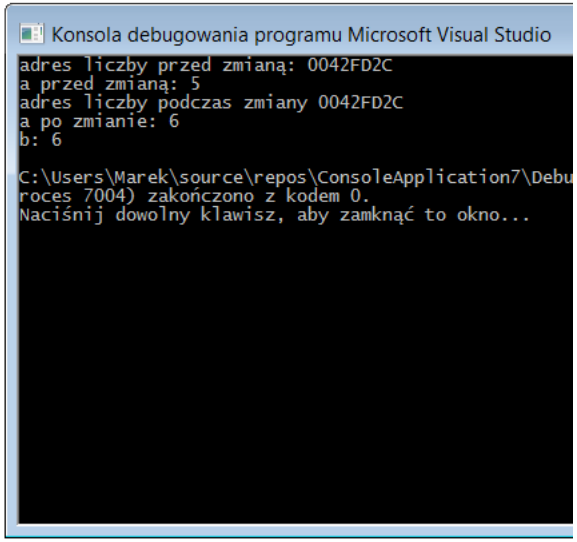
Argumenty funkcji przekazywane przez wartość

```
#include <iostream>

using namespace std;

int change(int a) {
    cout << "adres liczby podczas zmiany " << &a << endl;
    a++;
    return a;
}

int main()
{
    int a = 5;
    cout << "adres liczby przed zmianą: " << &a << endl;
    cout << "a przed zmianą: " << a << endl;
    int b = change(a);
    cout << "a po zmianie: " << a << endl;
    cout << "b: " << b << endl;

}
```



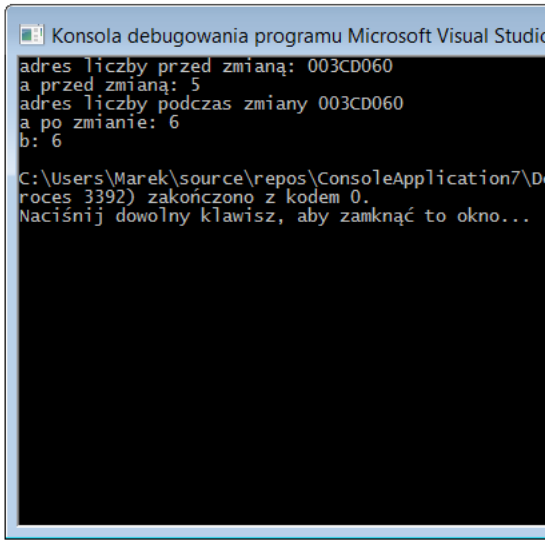
Argumenty funkcji przekazywane przez referencję

```
#include <iostream>

using namespace std;

int change(int& a) {
    cout << "adres liczby podczas zmiany " << &a << endl;
    a++;
    return a;
}

int main()
{
    int a = 5;
    cout << "adres liczby przed zmianą: " << &a << endl;
    cout << "a przed zmianą: " << a << endl;
    int b = change(a);
    cout << "a po zmianie: " << a << endl;
    cout << "b: " << b << endl;

}
```



Argumenty funkcji przekazywane przez wskaźnik

```
#include <iostream>

using namespace std;

int change(int* a) {
    cout << "adres liczby podczas zmiany " << a << endl;
    (*a)++;
    return *a;
}

int main()
{
    int* a = new int(5);
    cout << "adres liczby przed zmianą: " << a << endl;
    cout << "a przed zmianą: " << *a << endl;
    int b = change(a);
    cout << "a po zmianie: " << *a << endl;
    cout << "b: " << b << endl;
    delete a;
    a = nullptr;
}
```



Funkcje - wywołanie zwykłej funkcji

```
#include <iostream>

// definicja zwykłej funkcji
void napis() {
    std::cout << "Hello World!\n";
}


int main()
{
    napis();
    napis();
}
```

Wywołanie zwykłej funkcji zajmuje czas

Jeśli wywołujemy zwykłą funkcję napis() program:

- zapamiętuje adres powrotu – adres kolejnej instrukcji za instrukcją skoku (trzeba będzie do programu wrócić)
- argumenty funkcji kopiuje na stos
- skacze pod adres funkcji napis() w pamięci
- wykonuje kod funkcji
- wartość, którą funkcja zwraca umieszcza w rejestrze (jeśli jest taka potrzeba)
- wykonuje skok powrotny pod zapamiętany adres powrotny

Dzieje się to w czasie wykonywania programu (runtime) i zajmuje czas.

Funkcje inline – przyspieszenie działania programu

```
#include <iostream>

// definicja funkcji inline
inline void napis() {
    std::cout << "Hello World!\n";
}
```

```
int main()
{
    napis();
    napis();
}
```

```
int main()
{
    std::cout << "Hello World!\n";
    std::cout << "Hello World!\n";
}
```

Jeśli funkcja jest inline kompilator zastępuje wywołanie funkcji jej kodem, dzieje się to w czasie kompilacji programu (compile time). Mówimy, że ich wywołania są ***rozwijane*** przez kompilator.

Wywołanie funkcji inline zajmuje mniej czasu, (nie ma skoku do adresu funkcji, zapamiętania argumentów itp.) ale w przypadku wielokrotnego wywołania zajmuje więcej pamięci (pojawiają się kopie kodu funkcji).

Aby osiągnąć zysk z zastosowania funkcji inline – czas jej wykonywania musi być krótki, W praktyce oznacza to, ze jej ciało powinno mieścić się w jednej lub 2 linijkach.

W praktyce kompilator nie musi dostosować się do wymogu funkcji inline – może uznać, że funkcja jest zbyt duża, zależy to od implementacji kompilatora.

Przeciążenie funkcji

polimorfizm funkcji – funkcja może przybierać wiele form

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

void suma(int, int);
void suma(double, double);


int main()
{
    suma(5, 4);
    suma(5.0, 4.0);
}

void suma(int a, int b)
{
    cout << "wywołano suma(int, int)" << endl;
    cout << a + b << endl;
}

void suma(double a, double b)
{
    cout << "wywołano suma(double, double)" << endl;
    cout << a + b << endl;
}
```

Funkcje przeciążone – mają taką samą nazwę lecz różnią się sygnaturą (do której zaliczamy ilość i typ parametrów).

Którą funkcję wywoła kompilator?

Konsola debugowania programu

```
wywołano suma(int, int)
9
wywołano suma(double, double)
9
```

Kompilator dopasowuje argumenty wywołania funkcji z jej parametrami formalnymi w definicji. Wybiera tę funkcję, która najlepiej pasuje.

Przeciążenie funkcji

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

void suma(int, int);
int suma(int, int);
```

nie można przeciążyć funkcji w ten sposób

int suma(int, int)

+1 przeciążenie

Wyszukaj w trybie online

nie można przeciążyć funkcji różniących się tylko typem zwracanej wartości

Wyszukaj w trybie online

wartość zwracana nie należy do sygnatury funkcji

Przeciążenie funkcji

pobaw się we kompilator ☺

```
suma("suma liczb wynosi", 12.0F);  // wywołanie 1
suma(12L, 23);                     // wywołanie 2
suma(1, 2, 3);                     // wywołanie 3
suma(1, 2.0, 3);                   // wywołanie 4
suma(123, 345);                    // wywołanie 5
```

dopasuj wywołanie funkcji do jej deklaracji

```
void suma(int a, int b);                // 1
void suma(long a, int b);               // 2
void suma(int a, int b, int c);         // 3
void suma(int a, double b, int c);      // 4
void suma(const char* napis, float b);  // 5
```

https://edu.pjwstk.edu.pl/wyklady/pro/scb/PRG2CPP_files/node68.html

Rekurencja

Przykładowe zadanie 21.

```
function suma($n)
{
        if($n < 1) return 0;
        return $n + suma($n - 1);
}
echo suma(5);
```

Która wartość zostanie wyświetlona w wyniku działania skryptu PHP?

A. 0
B. 10
C. 14
D. 15

https://pl.wikipedia.org/wiki/Rekurencja

Rekurencja

```
#include <iostream>

int suma(int a);

int main()
{
    std::cout << "Rekurencja\n";
    std::cout << suma(5);  //?
}


int suma(int a)
{
    if (a < 1) return 0;
    return a + suma(a - 1);
}
```

definicja wyjścia z wywołań rekurencyjnych

funkcja suma() wywołuje samą siebie

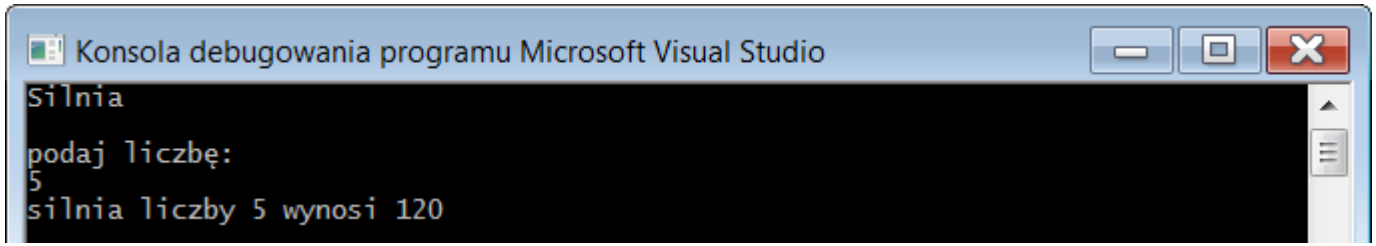
Rekurencja

suma(5)						
return 5 + suma(4)						
	return 4 + suma(3)					
15		return 3 + suma(2)				
	10		return 2 + suma(1)			
		6		return 1 + suma(0)		
			3		return 0 + suma(-1)	
				1		return 0
					0	

suma(5)=5+suma(4)=5+4+suma(3)=5+4+3+suma(2)=5+4+3+2+suma(1)=5+4+3+2+1+suma(0)=5+4+3+2+1+0+suma(-1)=5+4+3+2+1+0+0=15

zadanie

Rekurencja



5! = 1*2*3*4*5 =120

należy wykorzystać rekurencję

Podział programu na pliki

deklarację funkcji możemy przenieść do pliku nagłówkowego komunikat.h

funkcje.cpp

```cpp
#include<iostream>

using namespace std;

//deklaracja funkcji komunikat
void komunikat();

int main() {

    //wyświetlamy komunikat
    komunikat();

}

//definicja funkcji komunikat
void komunikat() {

    cout << "Uwaga WIRUS!!!" << endl;

}
```

komunikat.h

```cpp
// zabezpieczenia pliku nagłówkowego
// przed wielokrotnym dołączaniem
// do tego samego projektu
// #pragma once

// lub

// zabezpieczenie dyrektywami preprocesora
#ifndef KOMUNIKAT_H
#define KOMUNIKAT_H

//deklaracja funkcji komunikat
void komunikat();

#endif /* KOMUNIKAT_H */
```

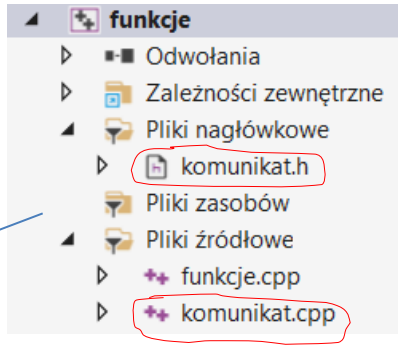
komunikat.cpp

```cpp
#include<iostream>

//definicja funkcji komunikat
void komunikat() {

    std::cout << "Uwaga WIRUS!!!" << std::endl;

}
```

dołączamy plik nagłówkowy komunikat.h z deklaracją funkcji za pomocą dyrektywy preprocesora #include

funkcje.cpp

```cpp
#include<iostream>
#include"komunikat.h"

using namespace std;

int main() {

    //wyświetlamy komunikat
    komunikat();

}
```



definicję funkcji możemy przenieść do pliku komunikat.cpp

Eksplorator rozwiązań z nowymi plikami

REFERENCJA

Referencja *Reference*

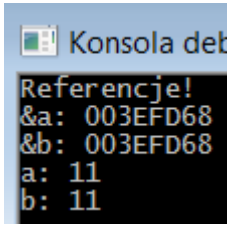
są często używane przy przekazywaniu argumentów do funkcji przez referencję (funkcja nie tworzy wtedy kopii argumentów tylko pracuje na oryginalnych wartościach)

inna nazwa (alias) zmiennej

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

short a = 10;

// tworzymy referencję (do typu short) zmiennej a
short& b = a;

// adresy w pamięci zmiennej a oraz b
std::cout << "&a: " << &a << std::endl;
std::cout << "&b: " << &b << std::endl;

// inkrementujemy a
a += 1;

std::cout << "a: " << a << std::endl;  // 11
std::cout << "b: " << b << std::endl;  // 11
```

b staje się inną nazwą zmiennej a

adres zmiennej a oraz b jest taki sam w pamięci RAM

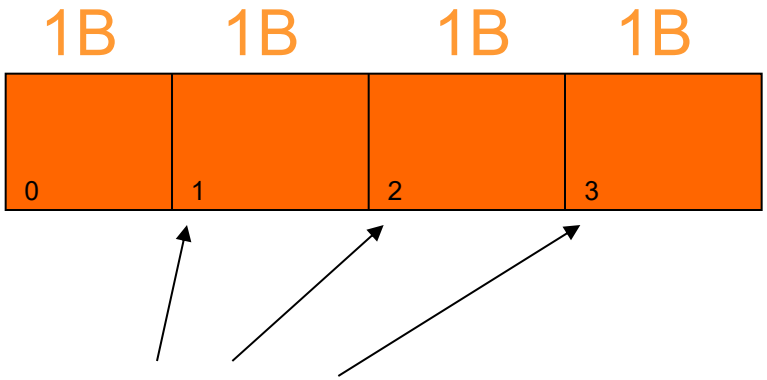


po inkrementacji zmiennej a inkrementowała się również zmienna b

WSKAŹNIKI

Wskaźnik *Pointer*

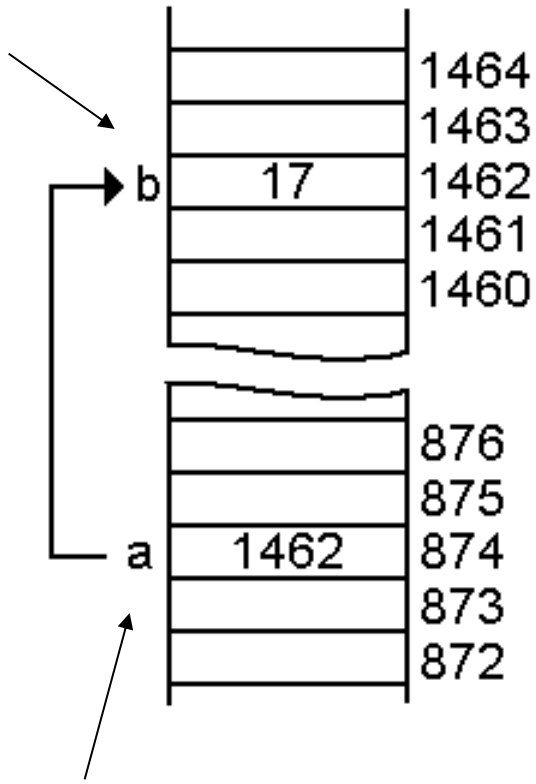
Pamięć w komputerach może być reprezentowana jako jednowymiarowa tablica bajtów (płaski model pamięci)



wskaźnik jest indeksem tej tablicy (adresem danej komórki w pamięci)

Wskaźnik *Pointer*

zmienna



wskaźnik na zmienną

http://en.wikipedia.org/wiki/Pointer_(computing)

Wskaźnik pusty *The null pointer*

wskaźnik pusty (C++11)

nullptr

Wskaźnik taki nie wskazuje na nic (konkretnie: jego wartość liczbowa jako adresu jest równa 0), gdyż w nowoczesnych systemach operacyjnych żaden proces nie ma dostępu do komórki pamięci o adresie 0, stąd też jest ona wykorzystywana do oznaczenia *wskazania do niczego*.

http://pl.wikipedia.org/wiki/Zmienna_wskaźnikowa

Wskaźnik pusty NULL // c

nie preferowane

```
// NULL jako wskaźnik pusty
int* a = NULL;     // C, C++98

cout << NULL;      // 0
cout << a;         // 00000000

// NULL jako liczba
int b = NULL;

cout << b;         // 0
```

zerowy adres 32 bitowy

#define NULL 0

Jest rozwijane do:0

Wyszukaj w trybie online

preferowane

```
// nullptr oznacza tylko wskaźnik pusty
int* c = nullptr; // C++11

cout << c;         // 00000000

int d = nullptr;   // błąd
```

zerowy adres 32 bitowy

nie można użyć wartości typu "std::nullptr_t" do zainicjowania jednostki typu "int"

Wyszukaj w trybie online

Wskaźniki

Assume that a is located at address 0x8130 in memory and money at 0x8134;
also assume this is a 32-bit machine such that an int is 32-bits wide. The following is what would be in memory after the following code snippet is executed

```
int a = 5;
int *money = NULL;
```

Address	Contents
0x8130	0x00000005
0x8134	0x00000000

The NULL pointer shown here is 0x00000000

Wskaźniki

By assigning the address of a to money

money = &a;

yields the following memory values

Address	Contents
0x8130	0x00000005
0x8134	0x00008130

Wskaźniki

Then by dereferencing money by doing

*money = 8;

the computer will take the contents of money (which is 0x8130), go to that address, and assign 8 to that location yielding the following memory

Address	**Contents**
0x8130	0x00000008
0x8134	0x00008130

Wskaźniki

Deklaracja (i definicja) wskaźnika pokazującego na liczbę typu int

Deklaracja (i definicja) zmiennej wskaźnikowej pokazującej na liczbę typu int

int* ptr;

adres
zmiennej wskaźnikowej

FF001A34

śmieciowisko zero-jedynkowe

ptr

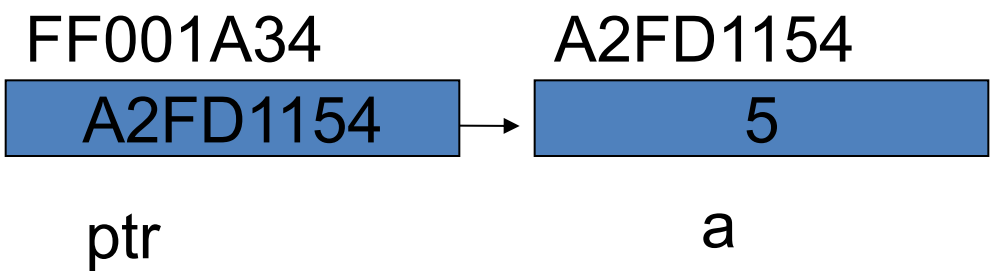
wskaźnik *Pointer*
(zmienna wskaźnikowa)

tutaj będzie zapisany adres
pod którym jest liczba int

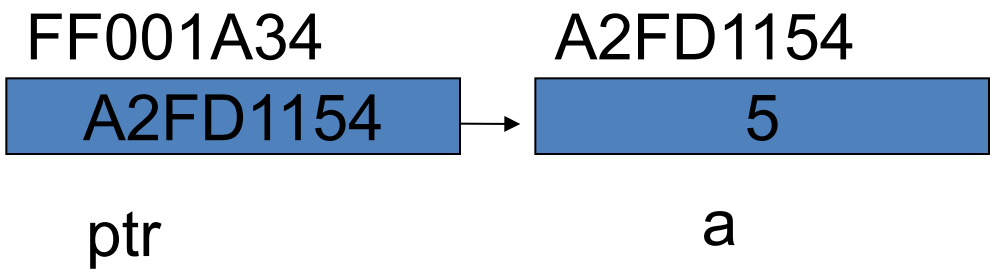
Wskaźniki

```
int* ptr;        //deklaracja i definicja wskaźnika
                 //wskazującego na liczbę typu integer
                 //(całkowitą) w pamięci zostaje utworzona
                 //zmienna wskaźnikowa ptr

int a = 5;       //deklaracja,definicja i inicjalizacja
                 //zmiennej a typu integer

ptr = &a         //przypisanie adresu zmiennej a
                 //do wskaźnika ptr
```

operator adresu



Wskaźniki




```
//wypisanie na konsoli liczby 5
//tradycyjny sposób
cout<<"liczba a wynosi „<<a;

//wypisanie na konsoli liczby 5
//za pomocą wskaźnika
cout<<"liczba a wynosi „<<* ptr;
```

operator wyłuskania, dereferencji (gwiazdka)

```
//wypisanie na konsoli zawartości
//zmiennej wskaźnikowej p,
//czyli adresu zmiennej a
cout<<"adresem zmiennej a w pamięci RAM";
cout<<"jest liczba szesnastkowa "<< ptr;
```

Wskaźniki

wskaźnik na typ int

int* ptr;

stworzenie nowego obiektu typu int
adres obiektu przypisujemy do wskaźnika

heap

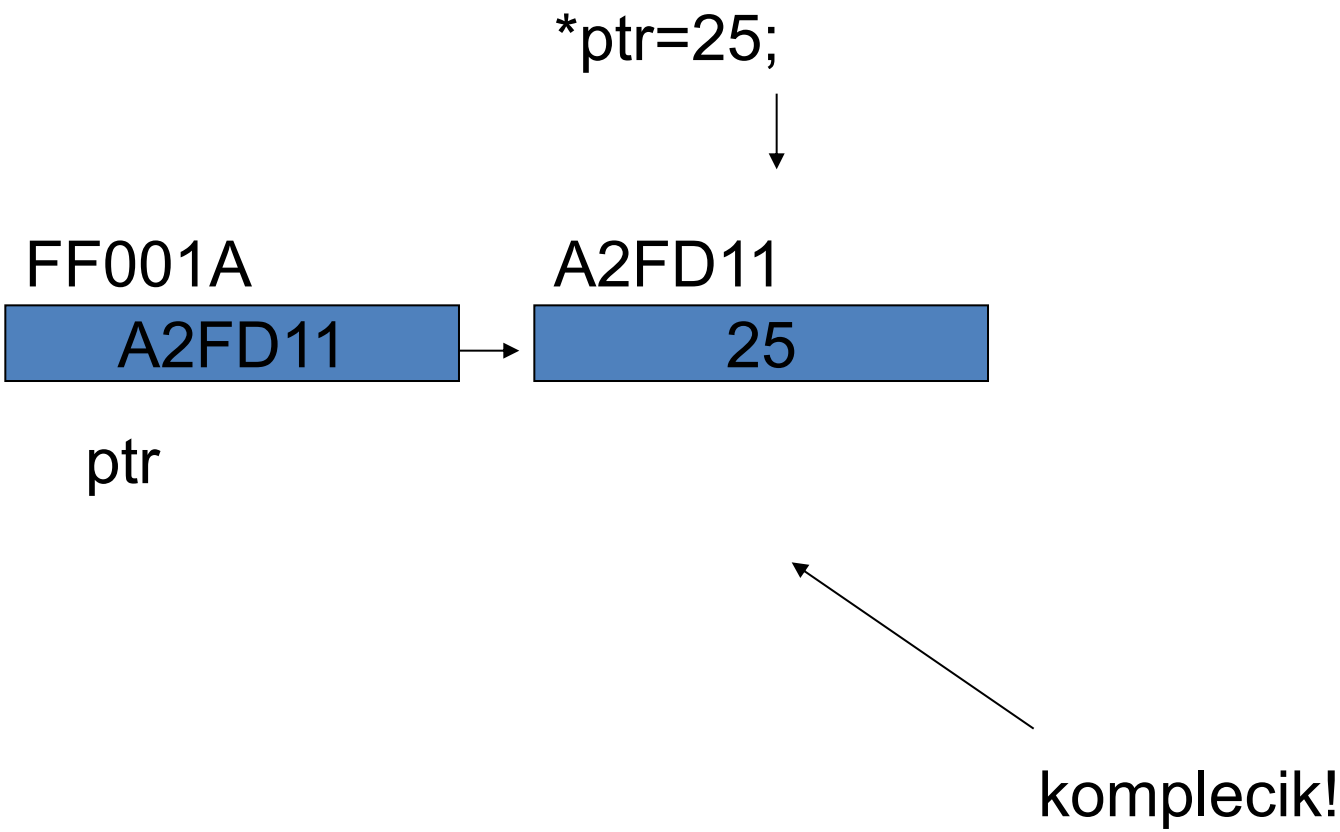
alokuje pamięć na stercie

ptr = new int;

W komórce pamięci pod adresem FF001A zostało stworzone miejsce przeznaczone na adres. Na razie jest wypełnione śmieciami.

nowy obiekt typu int
Tu można wrzucić liczbę typu int

Wskaźniki



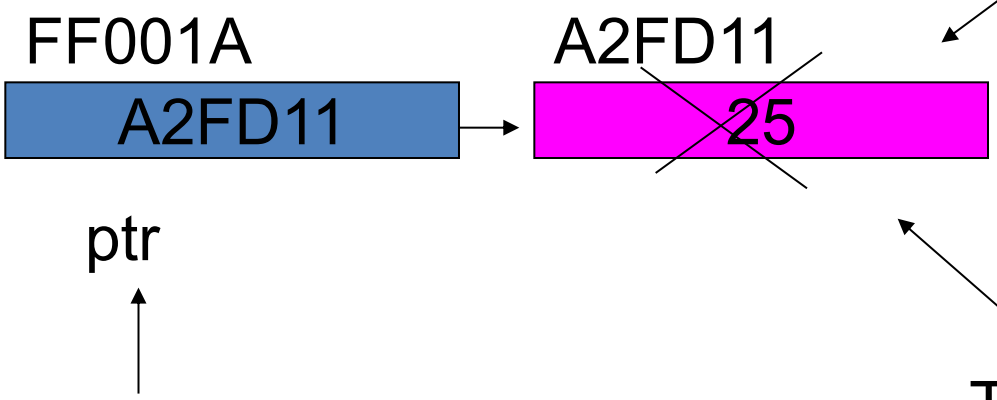
Wskaźniki

bez tego wyciek pamięci w programie

usuniecie obiektu typu int

delete ptr;

Uwaga!
Nie jest to usuniecie wskaźnika!



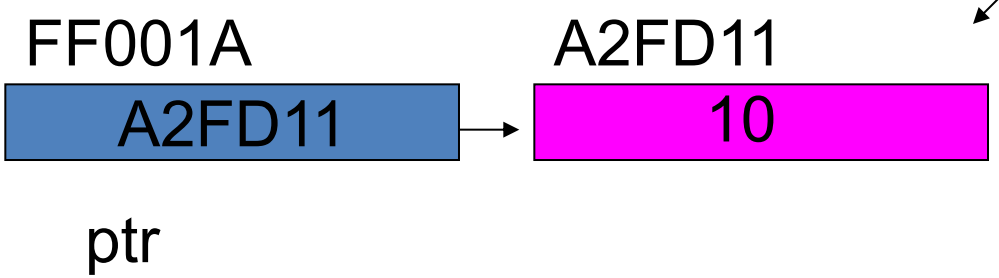
we wskaźniku nic się nie zmienia!

ptr nadal wskazuje na
ten sam obszar pamięci!
(to może zależeć od kompilatora)

Ten obszar pamięci
już nie należy do
naszego programu!
Został zwolniony,
mogą z niego korzystać
inne programy.

Wskaźniki

Załóżmy, że jakiś program wpisuje pod adresem A2FD11 liczbę 10



Jeśli po raz drugi wykonamy instrukcję:

delete ptr;

to …

https://stackoverflow.com/questions/9169774/what-happens-in-a-double-delete/38201184

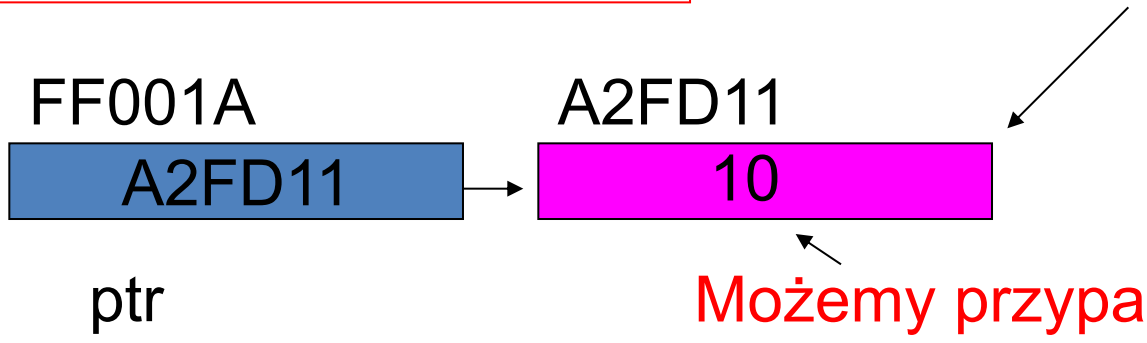
Wskaźniki

undefined behaviour

Wskaźniki

System może zgłosić
access violation
czyli **błąd ochrony pamięci,**
może być runtime crash lub coś innego.

Ten obszar już nie należy do naszego programu

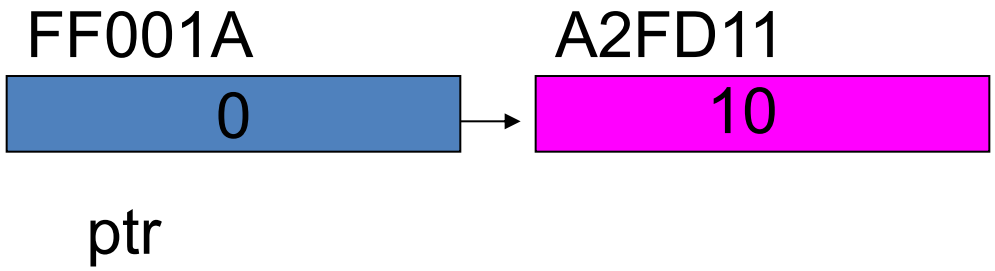


Możemy przypadkowo zniszczyć obiekty nie należące do naszego programu

Dlatego należy wyzerować wskaźnik:

```
ptr = nullptr;
```

Wskaźniki



Jeśli teraz wywołamy ponownie instrukcję:

delete ptr;

Wskaźnik wskazuje na adres zerowy, którego nie ma. Wskaźnik nie wskazuje na żadną konkretną komórkę pamięci. Nie ma czego usuwać!

Ten wiersz zostanie zignorowany.

Wskaźniki

example of CRASH

```
int* ptr = new int(2);

cout << *ptr << endl;
cout << ptr << endl;

delete ptr;
//delete ptr;  // crash

cout << ptr << endl;
```

don't do it !

```
2
0077CA40
00008123
00000000
```

(zmienna lokalna) int *ptr

Wyszukaj w trybie online

C6001: Używanie niezainicjowanej pamięci „ptr".

```
//cout << *ptr << endl; //crash

ptr = nullptr;
cout << ptr << endl;
```

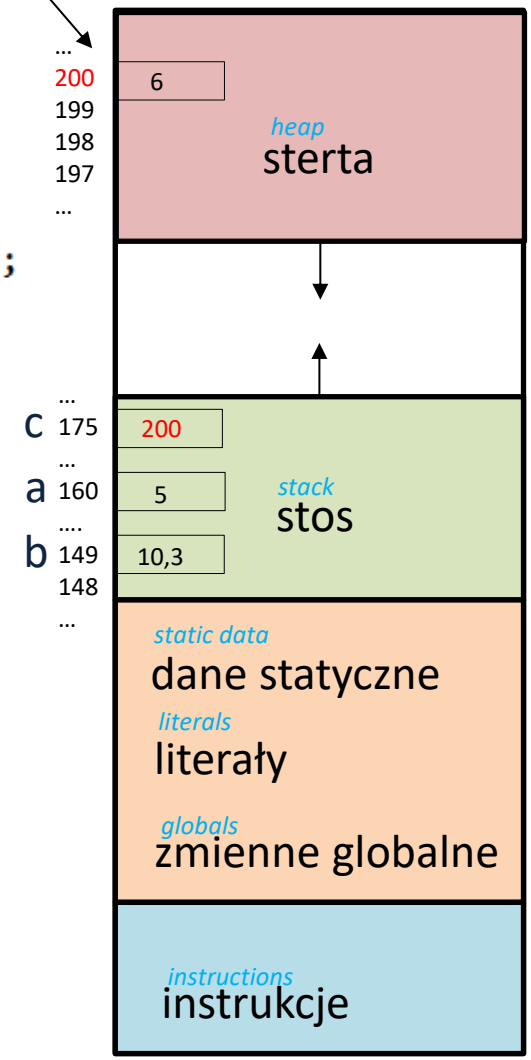
OK

don't do it !

Pamięć programu

zmienne na stercie są zarządzane przez programistę !

```
int main()
{
    int* c = new int(6);

    int a = 5;

    double b = 10.3;

}
```



runtime memory allocation

dynamic memory allocation

zmienne dla których pamięć jest przydzielana dynamiczne - alokowana w czasie działania programu (ich wielkość nie jest znana w czasie kompilacji),

static memory allocation

zmienne lokalne dla których pamięć alokowana jest w czasie kompilacji (ich wielkość jest znana w czasie kompilacji), zarządzana automatycznie przez kompilator,

RAM

Analiza wycieków pamięci przy użyciu debuggera

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 1

```
void f() {

    // alokujemy pamięć na stercie w pętli nieskończonej
    while(true)
    {
        long long* c = new long long(100000);
    }
}

int main()
{
    // funkcja alokująca pamięć na stercie
    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 1

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

void f() {

    while (true) {
        long long* c = new long long (100000);
    }
}


int main()
{

    f();

    int a = 5;

    double b = 10.3;


}
```

Menedżer zadań Windows

Użycie CPU: 37 %

Pamięć: 7,26 GB

Pamięć fizyczna (MB): Razem 7934, Buforowana 527, Dostępna 495, Wolna 0

Pamięć jądra (MB): Stronicowana 511, Niestronicowana 142

System: Dojścia 40259, Wątki 1633, Procesy 116, Czas pracy 0:02:46:57, Zadeklarowane (GB) 9 / 15

Procesy: 116 | Procesor CPU: 37% | Pamięć fizyczna: 93%

Narzędzia diagnostyczne: Sesja diagnostyczna: 2:26 min

pętla nieskończona alokująca pamięć, która wycieka – tracimy dostęp do zaalokowanych adresów – nadpisujemy wskaźnik long long* c

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 1

throw_bad_alloc.cpp | ConsoleApplication5.cpp

```
24
25      _CRT_SECURITYCRITICAL_ATTRIBUTE
26      void __CRTDECL __scrt_throw_std_bad_array_new_length()
27      {
28          TerminateProcess(GetCurrentProcess(), 3);
29      }
30
31  #else // ^^^ Managed ^^^ // vvv Native vvv //
32
33      __declspec(noreturn) void __CRTDECL __scrt_throw_s
34      {
35          throw std::bad_alloc{};
36      }
37
38      __declspec(noreturn) void __CRTDECL __scrt_throw
39      {
40          throw std::bad_array_new_length{};
41      }
42
43  #endif
44
```

Nieobsługiwany wyjątek

Nieobsłużony wyjątek w lokalizacji 0x7605C5AF w ConsoleApplication5.exe: wyjątek języka Microsoft C++: std::bad_alloc w lokalizacji pamięci 0x001AF838.

Menedżer zadań Windows

Użycie CPU: 0 %

Pamięć: 7,42 GB

Pamięć fizyczna (MB): Razem 7934

System: Dojścia 39740

Po wyczerpaniu dostępnej pamięci - wyjątek

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    // deklarujemy tablicę typu long long na stercie
    long long* c = new long long[100000000];

    // wypełniamy tablicę liczbami
    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }
}

int main()
{
    // funkcja alokująca pamięć na stercie
    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    long long* c = new long long[100000000] ;

    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }
}


int main()
{

    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

tu jesteśmy

Nazwa	Wartość	
b	-9.2559631349317831e+61	double
d	-858993460	int

Menedżer zadań Windows

Użycie CPU: 7 %

Pamięć: 2,75 GB

Pamięć fizyczna (MB)	
Razem	7934
Buforowana	3428
Dostępna	5109
Wolna	1735

System	
Dojścia	41132
Wątki	1707
Procesy	117
Czas pracy	0:03:58:39
Zadeklarowane (GB)	5 / 15

Pamięć jądra (MB)	
Stronicowana	532
Niestronicowana	142

Procesy: 117 | Procesor CPU: 7% | Pamięć fizyczna: 35%

Chcemy zaalokować 842 MB pamięci na stercie za pomocą funkcji f()

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    long long* c = new long long[100000000] ;

    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }
}

int main()
{

    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

tu jesteśmy

zaalokowana pamięć

Zaalokowaliśmy 842 MB pamięci na stercie

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    long long* c = new long long[100000000] ;

    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }
}

int main()
{

    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;
}
```

Po wyjściu z funkcji wskaźnik c jest usuwany ze stosu

tu jesteśmy (przy końcu programu, program jest nadal uruchomiony)

brak wskaźnika c

wyciek pamięci

Pamięć jest nadal zaalokowana, choć Visual Studio tego nie pokazuje

Po zaalokowaniu 842 MB pamięci na stercie straciliśmy z nią kontakt (wskaźnik c jest lokalną zmienną funkcji, po wyjściu programu z funkcji jest usuwany przez kompilator)

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    long long* c = new long long[100000000] ;

    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }
}


int main()
{

    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

tu jesteśmy (program się zakończył)

Menedżer zadań Windows

Pamięć została zwolniona

```
„ConsoleApplication5.exe” (Win32): załadowano „C:\Windows\SysWOW64\api-ms-win-core-file-l2-1-0.dll”. Symbole zostały załadowane.
„ConsoleApplication5.exe” (Win32): załadowano „C:\Windows\SysWOW64\api-ms-win-core-synch-l1-2-0.dll”. Symbole zostały załadowane.
Wątek 0x10e4 zakończył działanie z kodem 0 (0x0).
Program „[7852] ConsoleApplication5.exe” zakończył działanie z kodem 0 (0x0).
```

Zaalokowana pamięć na stercie jest zwalniana do puli dostępnej pamięci dopiero po zakończeniu programu

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    // deklarujemy tablicę typu long long na stercie
    long long* c = new long long[100000000] ;

    // wypełniamy tablicę liczbami
    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }

    // usówamy wskaźnik na tablicę
    delete[] c;

    // przypisujemy do wskaźnika nullptr
    c = nullptr;
}


int main()
{
    // funkcja alokująca pamięć na stercie
    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

zwolnienie Pamięci oraz zabezpieczenie wskaźnika

Dynamiczna alokacja pamięci na stercie – wyciek pamięci

Przykład 2

```
void f() {

    long long* c = new long long[100000000] ;

    for (int i = 0; i < 100000000; i++)
    {
        *c = i;
    }

    delete[] c;
    c = nullptr;
}


int main()
{

    f();

    int d = 5;

    double b = 10.3;

}
```

zwolnienie pamięci oraz zabezpieczenie wskaźnika

Pamięć została zwolniona

tu jesteśmy (przy końcu programu, **program jest nadal uruchomiony**)

Zaalokowaną pamięć na stercie należy zawsze zwolnić gdy nie jest już potrzebna

Paradygmat obiektowy – cechy programowania obiektowego

abstrakcja

przedstawienie obiektów świata realnego jako uproszczonych bytów abstrakcyjnych,
które staną się typem własnym użytkownika (klasą) z ukrytymi przed użytkownikiem szczegółami implementacji.

enkapsulacja(hermetyzacja)

- ukrywanie danych przed światem zewnętrznym
- powiązanie danych oraz operacji na nich wykonywanych w ramach klasy,

dziedziczenie

definiowanie klas dziedziczących (pochodnych) na podstawie klasy bazowej (klasy matki):
klasy pochodne dziedziczą po klasie bazowej pola i metody

polimorfizm

wielopostaciowość:
przeciążanie metod,
przesłanianie metod.
metody wirtualne,
metody czysto wirtualne

Klasy

Klasa

słowa kluczowe

nazwa klasy

definicja klasy – złożonego typu danych stworzonego przez programistę

Specyfikatory dostępu są przejawem abstrakcji danych (ukrywaniem implementacji)

```
class Instrument {

  public:

    string nazwa;
    string kolor;
    int waga;

    void graj();
};
```

pola klasy

ciało klasy (pomiędzy nawiasami klamrowymi)

Specyfikator dostępu **public**: dostęp do pól i metod klasy jest publiczny (są dostępne w obrębie klasy, jak również poza nią poprzez obiekty klasy)

metoda klasy

Specyfikator dostępu **private**: dostęp do pól i metod klasy tylko w zakresie klasy

Specyfikator dostępu **protected**: dostęp do pól i metod klasy tylko w zakresie klasy i przez klasy dziedziczące (pochodne)

klasa jest opisem typu danych użytkownika - jest planem wg którego zbudowany zostanie obiekt w pamięci RAM

Klasa – metoda inline

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

class Instrumnet {
public:
    string nazwa;
    string kolor;
    int waga;

    void graj() {
        cout << "Pięknie gram" << endl;
    };
};

int main()
{
    Instrumnet gitara;
    gitara.nazwa = "hawajska";
    gitara.graj();
}
```

Metoda jest zdefiniowana wewnątrz klasy, dlatego domyślnie przyjmuje się dla niej modyfikator **inline** (to samo tyczy się metod statycznych, konstruktorów i destruktorów). Metody takie powinny być krótkie (jedna linijka kodu ciała metody)

Tworzymy obiekt gitara klasy Instrument

Wywołanie metody graj() na rzecz obiektu gitara

```
int main()
{
    Instrumnet gitara;
    gitara.nazwa = "hawajska";
    cout << "Pięknie gram" << endl;
}
```

Kompilator rozwija metodę graj() w miejscu wywołania

Konsola debugowania

```
Pięknie gram
```

Klasa

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

class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
    int setX(int k) { x = k; };
    int setY(int m) { y = m; };
};

int main() {
    A a;
    a.x = 5;
    a.setX(5);
    a.y = 3;
    a.setY(3);
    a.z = 2;
}
```

dostęp do prywatnego pola x wewnątrz klasy A ☺ OK

dostęp do chronionego pola y wewnątrz klasy A ☺ OK

dostęp do publicznych pól i metod poza klasą A ☺ OK

dostęp do prywatnego pola x poza klasą A ☹ NOK

dostęp do chronionego pola y poza klasą A ☹ NOK

Klasa Instrument z konstruktorem domyślnym i destruktorem

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

// definicja klasy instrumentu muzycznego
class Instrument {
  public:
    Instrument();  // konstruktor bezparametrowy
    ~Instrument(); // destruktor
    void graj();   // metoda graj()

    string nazwa ; // pole nazwa
    string kolor;  // pole kolor
    int waga;      // pole waga
};

// definicja metody graj()
void Instrument::graj() {
    cout << "pięknie gram" << endl;
}

// definicja konstruktora bezparametrowego
Instrument::Instrument() {
    cout << "konstruktor bezparametrowy - buduję obiekt instrument w pamięci:" << endl;
    waga = 0;
    nazwa = "";
    kolor = "";
    cout << "waga: " << waga << "\nnazwa: " << nazwa << "\nkolor: " << kolor << endl;
}

// definicja destruktora
Instrument::~Instrument(){
    cout << "\ndestruktor niszczę obiekt instrument o nazwie "<< nazwa <<" w pamięci\n" << endl;
}
```

konstruktor bezparametrowy (domyślny) - buduje obiekt w pamięci

nazwa konstruktora jest zawsze taka sama jak nazwa klasy

destruktor - sprząta pamięć, gdy obiekt nie jest już potrzebny

nazwa destruktora zaczyna się od tyldy i jest zawsze taka sama jak nazwa klasy

nazwa kwalifikowa

Klasa Instrument z konstruktorem domyślnym i destruktorem

gitara jest obiektem (instancją) klasy Instrument – czyli zajmuje miejsce w pamięci RAM

obiekt gitara jest budowany w pamięci przez konstruktora domyślnego

```
int main()
{
    cout << "tworzymy obiek klasy Instrument" << endl;
    Instrument gitara;

    cout << "\nnadajemy nazwę instrumentowi: gitara" << endl;
    gitara.nazwa = "gitara";

    cout << "nazwa instrumentu: " << gitara.nazwa << endl;
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
tworzymy obiek klasy Instrument
konstruktor bezparametrowy - buduję obiekt instrument w pamięci:
waga: 0
nazwa:
kolor:

nadajemy nazwę instrumentowi: gitara
nazwa instrumentu: gitara

destruktor niszczę obiekt instrument o nazwie gitara w pamięci
```

Klasa Instrument z konstruktorem parametrowym

konstruktor wieloparametrowy
z argumentami domyślnymi oraz
listą inicjalizacyjną

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

// definicja klasy instrumentu muzycznego
class Instrument {
public:
    Instrument(string naz = "", string kol = "", int wag = 0): nazwa(naz), kolor(kol), waga(wag) {
        cout << "konstruktor - buduję obiekt instrument w pamięci:" << endl;
        cout << "waga: " << waga << "\nnazwa: " << nazwa << "\nkolor: " << kolor << endl;
    };
    //~Instrument(); // destruktor zostanie i tak utworzony
    void graj();     // metoda graj()

    string nazwa;    // pole nazwa
    string kolor;    // pole kolor
    int waga;        // pole waga
};

// definicja metody graj()
void Instrument::graj() {
    cout << "pięknie gram" << endl;
}


int main()
{
    cout << "tworzymy obiekt klasy Instrument" << endl;
    Instrument instrument; // zostanie wywołany konstruktor
                           // wieloparametrowy z argumentami domyślnymi
    instrument.graj();

    cout << "tworzymy obiekt klasy Instrument o nazwie gitara" << endl;
    Instrument gitara("gitara", "czerwony"); //podajemy argumenty w konstruktorze
    gitara.graj();

    cout << "tworzymy kolejny obiekt klasy Instrument o nazwie perkusja" << endl;
    Instrument perkusja("perkusja");
    perkusja.graj();
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
tworzymy obiekt klasy Instrument
konstruktor - buduję obiekt instrument w pamięci:
waga: 0
nazwa:
kolor:
pięknie gram
tworzymy obiekt klasy Instrument o nazwie gitara
konstruktor - buduję obiekt instrument w pamięci:
waga: 0
nazwa: gitara
kolor: czerwony
pięknie gram
tworzymy kolejny obiekt klasy Instrument o nazwie perkusja
konstruktor - buduję obiekt instrument w pamięci:
waga: 0
nazwa: perkusja
kolor:
pięknie gram
```

Klasa Instrument z konstruktorem parametrowym

konstruktor wieloparametrowy
z argumentami domyślnymi oraz
listą inicjalizacyjną

argumenty domyślne

lista inicjalizacyjna

```
Instrument(string naz = "", string kol = "", int wag = 0): nazwa(naz), kolor(kol), waga(wag) {
    cout << "konstruktor - buduję obiekt instrument w pamięci:" << endl;
    cout << "waga: " << waga << "\nnazwa: " << nazwa << "\nkolor: " << kolor << endl;
};
```

ciało konstruktora (pomiędzy nawiasami klamrowymi)

```
Instrument(string naz = "",
```

gdy nie podamy pierwszego argumentu konstruktora, zostanie wybrany argument domyślny, czyli pusty ciąg tekstowy, podobnie z kolejnymi argumentami kol oraz wag

```
nazwa(naz), kolor(kol),
```

zapis ten oznacza: przypisz zmienną naz (pierwszy argument konstruktora) do pola klasy nazwa, Podobnie z polami kolor oraz waga

Klasa Instrument - hermetyzacja (enkapsulacja)

ukrywanie danych

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

class Instrument {
private:
    string nazwa;
    string kolor;
    int waga;
public:
    void graj();
    string getNazwa();
    void setNazwa(string naz);
    string getKolor();
    void setKolor(string col);
    int getWaga();
    void setWaga(int wag);
};
```

prywatne pola klasy dostępne w zasięgu klasy

interfejs publiczny klasy
dostępny w klasie i poza nią

gettery
oraz settery
są przejawem
abstrakcji
danych
(ukrywaniem
implementacji)

telewizor ma części
ukryte przed użytkownikiem
(private)

interfejs telewizora
(public)

Klasa Instrument - hermetyzacja (enkapsulacja)

brak bezpośredniego dostępu do prywatnego pola klasy

```
int main()
{
    Instrument gitara;
    gitara.kolor = "zielony";

}
```

(pole) std::string Instrument::kolor

Wyszukaj w trybie online

element składowa "Instrument::kolor" (zadeklarowane w wierszu 9) jest niedostępny

Wyszukaj w trybie online

do prywatnego pola klasy mamy dostęp za pomocą specjalnych metod dostępowych : gettera i settera

```
int main()
{
    Instrument gitara;
    gitara.setKolor("zielony");
    cout << gitara.getKolor();

}
```

zadanie Klasa Instrument - hermetyzacja (enkapsulacja)

```
void Instrument::graj()
{
    cout << "instrument " << nazwa << " pięknie gra" << endl;
}

string Instrument::getNazwa()
{
    return nazwa;
}

void Instrument::setNazwa(string naz)
{
    nazwa = naz;
}
```

dokończ implementację klasy Instrument wykorzystującej hermetyzację

```
Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio
instrument o nazwie gitara:
ma kolor zielony
waży 2kg
```

napisz program korzystając z enkapsulacji

Klasa Komputer

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

// klasa reprezentacja komputer
class Komputer {
    // pola prywatne
    string nazwa;
    string systemOperacyjny;
    unsigned speed;
public:
    // konstruktor domyślny
    Komputer() { nazwa = "default"; systemOperacyjny = "default"; speed = 0; };
    // konstruktor wieloparametrowy
    Komputer(string naz, string sys, unsigned sp): nazwa(naz), systemOperacyjny(sys), speed(sp) {};
    void wypiszParametry();  // wypisuuje na konsoli parametry komputera
};

void Komputer::wypiszParametry() {
    cout << "Parametry komputera o nazwie " << nazwa << " :\nsystem: "
        << systemOperacyjny << "\nszybkość: " << speed << "MHz" << endl;
}
```

Klasa Sala

```
// klasa reprezentująca salę
class Sala {
    // pola prywatne
    string nazwa;                // nazwa sali
    vector<Komputer> komputery;  // lista komputerów w sali
public:
    Sala(string naz) : nazwa(naz){};  // konstruktor
    void getParameryKompoterow();     // wypisuje na konsoli parametry komputerów
    void addKomputerDoListy(Komputer komp);    // dodaje komputer do listy komputerów
    void podajInformacje();           // wypisauje informacje o sali na kosoli
};

void Sala::podajInformacje() {
    cout << "Informacje dotyczące sali o nazwie " << nazwa << ":\nkomputery:\n";
    getParameryKompoterow();
}

void Sala::addKomputerDoListy(Komputer komp) {
    komputery.push_back(komp);
}

void Sala::getParameryKompoterow() {
    for (Komputer komp : komputery) {
        komp.wypiszParametry();
    }
}
```

Obiekt pomaranczowa klasy Sala

```
int main()
{
    // tworzymy obiekty klasy komputer
    Komputer komp1("komp1", "Windows 7", 1700);
    Komputer komp2("komp2", "Windows 8", 1800);
    Komputer komp3("komp3", "Windows 10", 1900);

    // tworzymy obiekt sali pomarańczowej
    Sala pomaranczowa("pomarańczowa");

    // dodajemy komputery do sali
    pomaranczowa.addKomputerDoListy(komp1);
    pomaranczowa.addKomputerDoListy(komp2);
    pomaranczowa.addKomputerDoListy(komp3);

    // wypisujemy informacje o sali
    pomaranczowa.podajInformacje();
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
Informacje dotyczące sali o nazwie pomarańczowa:
komputery:
Parametry komputera o nazwie komp1 :
system: Windows 7
szybkość: 1700MHz
Parametry komputera o nazwie komp2 :
system: Windows 8
szybkość: 1800MHz
Parametry komputera o nazwie komp3 :
system: Windows 10
szybkość: 1900MHz
```

Copy constructor

Konstruktor kopiujący

Jeśli programista go nie zdefiniuje zostanie wygenerowany automatycznie (konstruktor kopiuje wtedy klasę składnik po składniku (kopiuje wskaźniki jako adresy, a nie to na co wskazują – dlatego wskaźniki w kopii i oryginale będą wskazywać na to samo, a to nie jest porządane) – powstaje dokładna kopia obiektu - Shallow Copy),
Lecz jeśli mamy pola w klasie jako wskaźniki, trzeba ten konstruktor napisać samemu (Deep Copy)

tworzy obiekt, który stanowi kopię istniejącego obiektu

konstruktor kopiujący

Postać:

```
Uczen(const Uczen& u){}
```

argumentem jest referencja
do obiektu tej samej klasy
const gwarantuje, że konstruktor
nie zmieni przekazywanego obiektu

Wywoływanie (nie jest gwarantowane, zależy od kompilatora):

- w przypadku tworzenia nowego obiektu na podstawie innego obiektu:
  Uczen uczen2 = uczen1;
- kiedy obiekt klasy jest zwracany przez wartość
- kiedy obiekt klasy jest argumentem przekazywanym do funkcji przez wartość
- kiedy kompilator generuje obiekt tymczasowy

Konstruktor kopiujący wygenerowany automatyczne

```
class Uczen {
private:
    string imie;
public:
    // konstruktor
    Uczen(string nazwa) :imie(nazwa) {};
    string getImie() {
        return imie;
    }
    void setImie(string nazwa) {
        imie = nazwa;
    }
};

int main() {

    Uczen uczen1("Marek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Marek

    // tworzymy nowego ucznia kopiując istniejącego ucznia
    // działa konstruktor kopiujący wygenerowany automatycznie
    Uczen uczen2 = uczen1;

    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek
    // zmieniamy imie 1 ucznia
    uczen1.setImie("Jarek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Jarek
    // imię 2 ucznia nie zmieniło się - brak problemu
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek

    return 0;
}
```

typ wbudowany string

Shallow Copy

uczen1

imie: Marek

uczen2

imie: Marek

uczen1

imie: Jarek

uczen2

imie: Marek

```
Marek
Marek
Jarek
Marek
```

Konstruktor kopiujący wygenerowany automatycznie wystarcza

Konstruktor kopiujący wygenerowany automatyczne

```
class Uczen {
private:
    string* imie;
public:
    // konstruktor
    Uczen(string nazwa) {
        imie = new string(nazwa);
    };
    // destruktor
    ~Uczen() {
        delete imie;
    }
    string getImie() {
        return *imie;
    }
    void setImie(string nazwa) {
        *imie = nazwa;
    }
};
```

wskaźnik typu string

Shallow Copy

wartość wskaźnika imie w obiektach uczen1 oraz uczen2 jest taka sama (wskaźniki pokazują na to samo)

uczen1 uczen2

imie -> Marek <- imie

uczen1 uczen2

imie -> Jarek <- imie

```
int main() {

    Uczen uczen1("Marek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Marek

    // działa konstruktor kopiujący wygenerowany automatycznie
    Uczen uczen2 = uczen1;
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek
    uczen1.setImie("Jarek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Jarek
    // imię 2 ucznia zmieniło się - mamy problem
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Jarek!

    return 0;
}
```

```
Marek
Marek
Jarek
Jarek
```

Konstruktor kopiujący wygenerowany automatycznie nie wystarcza, trzeba napisać własny konstruktor kopiujący

uczen1	{imie=0x003ac968 "Jarek" }
uczen2	{imie=0x003ac968 "Jarek" }

Konstruktor kopiujący wygenerowany automatyczne

```
class Uczen {
private:
    string* imie;
public:
    // konstruktor
    Uczen(string nazwa) {
        imie = new string(nazwa);
    };
    // destruktor
    ~Uczen() {
        delete imie;
    }
    string getImie() {
        return *imie;
    }
    void setImie(string nazwa) {
        *imie = nazwa;
    }
};
```

wskaźnik typu string

```
= _Pnext->_Mynextiter) { // TRANSITION, VSO-1269037
```

Zgłoszony wyjątek

Zgłoszono wyjątek: naruszenie dostępu do odczytu.
_Pnext było 0xDDDDDDE1.

Destruktor usuwa 2x ten sam wskaźnik

```
int main() {

    Uczen uczen1("Marek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Marek

    // działa konstruktor kopiujący wygenerowany automatycznie
    Uczen uczen2 = uczen1;
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek
    uczen1.setImie("Jarek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Jarek
    // imię 2 ucznia zmieniło się - mamy problem
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Jarek!

    return 0;
}
```

uczen1	{imie=0x003ac968 "Jarek" }
uczen2	{imie=0x003ac968 "Jarek" }

Konstruktor kopiujący własny

```
class Uczen {
private:
    string* imie;
public:
    // konstruktor
    Uczen(string nazwa) {
        imie = new string(nazwa);
    };
    // konstruktor kopiujący
    Uczen(const Uczen& u) {
        imie = new string(*(u.imie));
    }
    // destruktor
    ~Uczen() {
        delete imie;
    }

    string getImie() {
        return *imie;
    }
    void setImie(string nazwa) {
        *imie = nazwa;
    }
};

int main() {

    Uczen uczen1("Marek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Marek

    // działa konstruktor kopiujący napisany przez programistę (Deep Copy)
    Uczen uczen2 = uczen1;
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek
    uczen1.setImie("Jarek");
    cout << uczen1.getImie() << endl;  // Jarek
    // imię 2 ucznia nie zmieniło się
    cout << uczen2.getImie() << endl;  // Marek

    return 0;
}
```

wskaźnik typu string

napisany konstruktor kopiujący

nie ma problemu z destruktorem

Deep Copy

wartość wskaźnika imie w obiektach uczen1 oraz uczen2 jest inna (każdy wskaźnik pokazuje na swój obiekt typu string)

uczen1	uczen2
imie -> Marek	imie -> Marek

uczen1	uczen2
imie -> Jarek	imie -> Marek

```
Marek
Marek
Jarek
Marek
```

W przypadku, gdy pola klasy są wskaźnikami konstruktor kopiujący musi zostać napisany przez programistę

Pola i metody statyczne klasy

definicja klasy Cat

```
class Cat {
private:
    // jeśli pole statyczne jest stałą typu całkowitego, znakowego, wyliczeniowego lub logicznego
    // można je zainicjalozowac w ciele definicji klasy
    const static int max = 20;
public:
    // instance variables - zmienna instancyjna, wymaga istnienia obiektu klasy
    string name;
    // pole statyczne klasy, wspólne dla wszystkich obiektów klasy Cat
    // (class variables - zmienna klasy, nie wymaga istnienia obiektu klasy)
    // inicjalizacja musi być przeprowadzona poza definicją klasy
    // można się do niego odwoływać poprzez obiekt lub klasę
    static int counter;
    // metoda statyczna moze być zainicjowana wewnatrz definicji klasy,
    // metody statyczne nie mają dostępu do niestatycznych metod i zmiennych,
    // można się do niej odwoływać poprzez obiekt lub klasę
    static int getMax() { return max; };
    // konstruktor, w którym inkrementujemy counter
    // w ten sposób będziemy zliczać powstajace obiekty klasy Cat
    Cat(string i = "") :name(i) {
        counter++;
    };
};

// inicjalizacja pola statycznego musi sie odbyć na zewnatrz definicji klasy
// w zakresie globalnym
int Cat::counter = 0;
```

stałe pole statyczne max

pole statyczne counter:

- wspólne dla wszystkich obiektów
- odwołujemy się najczęściej poprzez nazwę klasy

Jeśli metoda byłaby niestatyczna, nie mogłaby korzystać ze zmiennych statycznych

inicjalizacja pola statycznego klasy Cat

Pola i metody statyczne klasy

zliczamy ilość obiektów klasy Cat
za pomocą pola statycznego counter

```
int main()
{
    std::cout << "My cats:\n\n";

    // do pola statycznego możemy sie dostać nawet wtedy,
    // gdy nie ma jeszcze utworzonych obiektów (poprzez nazwę klasy)
    cout << "Mam " << Cat::counter << " kotow" << endl;

    cout << "generuję koty: " << endl;
    // tworzymy obiekty klasy Cat
    Cat cat1("marianna");
    // do pola statycznego możemy się również dostać poprzez obiekt klasy
    cout << cat1.counter << ": "<< cat1.name << endl;
    Cat cat2("kicia");
    cout << Cat::counter << ": " << cat2.name<<endl;
    Cat cat3("kocio");
    cout << cat3.counter << ": " << cat3.name << endl;

    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        Cat cat("noname");
        cout << cat.counter << ": " << cat.name << endl;
    }

    cout << "Teraz mam " << Cat::counter << " kotow" << endl;
    // odwołanie do metody statycznej
    cout << "Max mogę mieć " << Cat::getMax() << " kotow" << endl;
}
```

Konsola debugowania

```
My cats:

Mam 0 kotow
generuję koty:
1: marianna
2: kicia
3: kocio
4: noname
5: noname
6: noname
7: noname
8: noname
9: noname
10: noname
11: noname
12: noname
13: noname
Teraz mam 13 kotow
Max mogę mieć 20 kotow
```

przykłady pól i metod statycznych w bibliotece standardowej C++

std::numeric_limits

Defined in header <limits>

```
template< class T > class numeric_limits;
```

The std::numeric_limits class template provides a standardized way to query various properties of arithmetic types (e.g. the largest possible value for type int is `std::numeric_limits<int>::max()`).

This information is provided via specializations of the std::numeric_limits template. The standard library makes available specializations for all arithmetic types (only lists the specializations for cv-unqualified arithmetic types):

Defined in header <limits>

```
template<> class numeric_limits<bool>;
template<> class numeric_limits<char>;
template<> class numeric_limits<signed char>;
template<> class numeric_limits<unsigned char>;
template<> class numeric_limits<wchar_t>;
template<> class numeric_limits<char8_t>;                (since C++20)
template<> class numeric_limits<char16_t>;               (since C++11)
template<> class numeric_limits<char32_t>;               (since C++11)
template<> class numeric_limits<short>;
template<> class numeric_limits<unsigned short>;
template<> class numeric_limits<int>;
template<> class numeric_limits<unsigned int>;
template<> class numeric_limits<long>;
template<> class numeric_limits<unsigned long>;
template<> class numeric_limits<long long>;              (since C++11)
template<> class numeric_limits<unsigned long long>;     (since C++11)
template<> class numeric_limits<float>;
template<> class numeric_limits<double>;
template<> class numeric_limits<long double>;
```

specjalizacje szablonu klasy std::numeric_limits

https://en.cppreference.com/w/cpp/types/numeric_limits.html

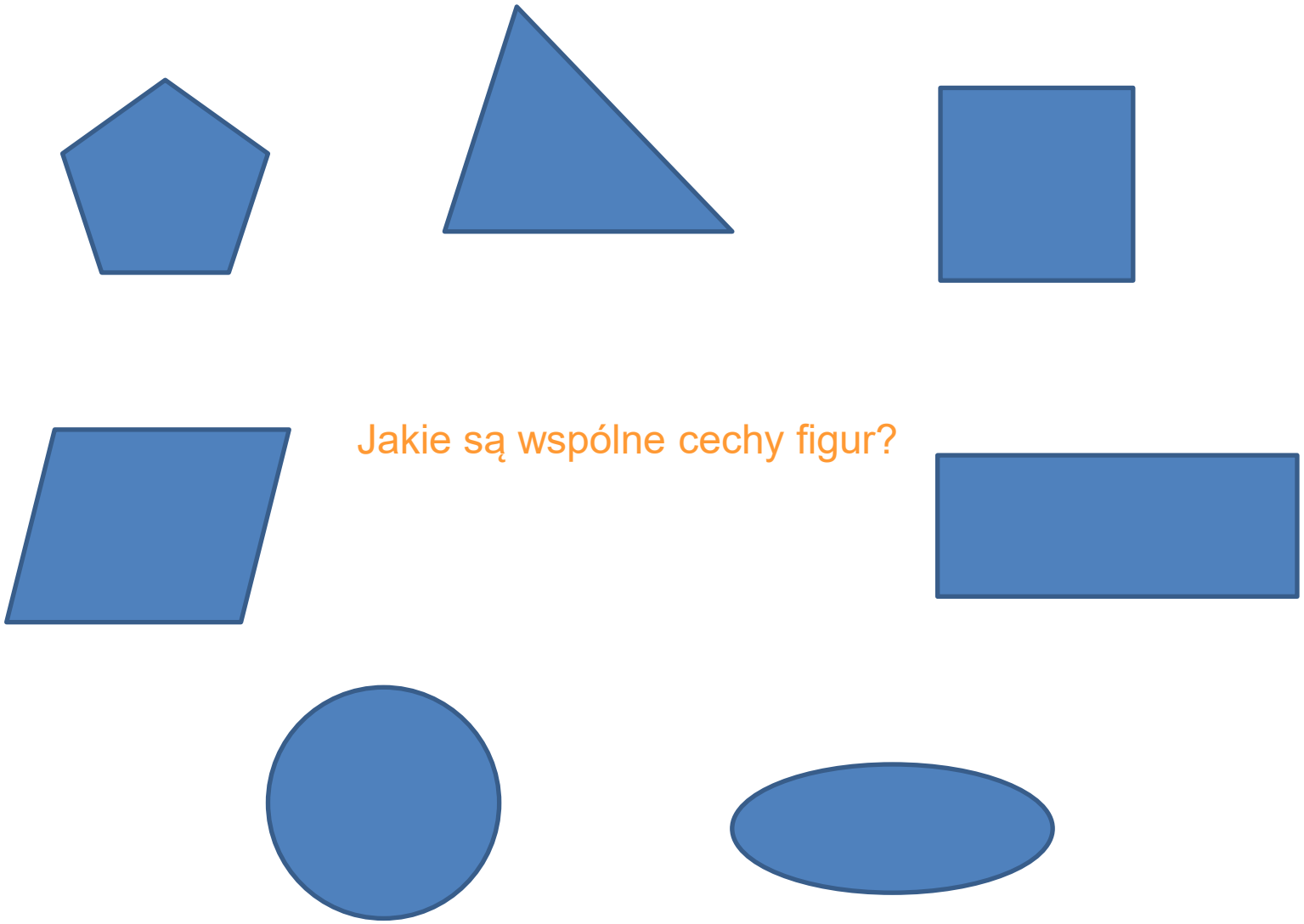
przykłady pól i metod statycznych w bibliotece standardowej C++

```cpp
#include <iostream>

// przykłady metod statycznych w bibliotece standardowej STL
#include <limits>

/*

min [static]
    returns the smallest finite value of the given non-floating-point type,
    or the smallest positive normal value of the given floating-point type
    (public static member function)

lowest [static] (C++11)
    returns the lowest finite value of the given type,
    i.e. the most negative value for signed types, 0 for unsigned types
    (public static member function)

max [static]
    returns the largest finite value of the given type
    (public static member function)

źródło: https://en.cppreference.com/w/cpp/types/numeric_limits.html

*/

using namespace std;

int main()
{
    cout << "int lowest():\t\t"<< numeric_limits<int>::lowest() << endl;
    cout << "int min():\t\t"   << numeric_limits<int>::min()    << endl;
    cout << "int max():\t\t"   << numeric_limits<int>::max()    << endl;

    cout << "double lowest():\t"<< numeric_limits<double>::lowest() << endl;
    cout << "double min():\t\t" << numeric_limits<double>::min()    << endl;
    cout << "double max():\t\t" << numeric_limits<double>::max()    << endl;
}
```

```
int lowest():           -2147483648
int min():              -2147483648
int max():              2147483647
double lowest():        -1.79769e+308
double min():           2.22507e-308
double max():           1.79769e+308
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/types/numeric_limits.html

Dziedziczenie



Dziedziczenie

Klasa bazowa Figura

wspólne cechy figur

```
#include <iostream>
#include<corecrt_math_defines.h>   //M_PI
using namespace std;

class Figura {
public:
    string nazwa;
    double pole;
    double obwod;
    // konstruktor z wartościami domyslnymi oraz listą inicjalizacyjną
    Figura(string n, double p, double o) : nazwa(n), pole(p), obwod(o) {};
    void toString() { cout << "figura:\t"<< nazwa << endl << " pole:\t" << pole << endl << " obwod:\t" << obwod << endl; };
};
```

wspólna metoda toString()

Dziedziczenie

Klasa pochodna Kwadrat

```
class Kwadrat : public Figura {
public:
    double bok;
    // konstruktor z wartościami domyslnymi oraz listą inicjalizacyjną,
    // tworzymy tu również obiekt klasy Figura (wywołujemy konstruktor klasy Figura)
    Kwadrat(string n, double b, double p = 0.0, double o = 0.0) : Figura(n, p, o), bok(b) {
        pole = bok * bok;
        obwod = 4 * bok;
    };
};
```

Klasa pochodna Kolo

```
class Kolo : public Figura {
public:
    double promien;
    // konstruktor z wartościami domyslnymi oraz listąinicjalizacyjną,
    // tworzymy tu również obiekt klasy Figura (wywołujemy konstruktor klasy Figura)
    Kolo(string n, double pr, double p = 0.0, double o = 0.0) :Figura(n, p, o), promien(pr) {
        pole = M_PI * promien * promien;
        obwod = 2 * M_PI * promien;
    };
};
```

Dziedziczenie

```
int main()
{
    Kwadrat kwadrat("kwadrat",5);
    kwadrat.toString();
    Kolo kolo("kolo", 1);
    kolo.toString();
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
figura: kwadrat
 pole:  25
 obwod: 20
figura: kolo
 pole:  3.14159
 obwod: 6.28319
```

Dziedziczenie public

Dziedziczenie **public** :

- składowe prywatne z klasy bazowej nie są widoczne w klasie pochodnej;
- składowe protected (chronione) stają się protected w klasie dziedziczącej
- składowe publiczne w klasie bazowej stają się publiczne klasie pochodnej

```
class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : public A {
private:
    int k;
protected:
    int m;
public:
    int n;
};
```

konstruktory i destruktor nie są dziedziczone

Dziedziczenie public

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

class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : public A {
public:
    int getY() { return y; };
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

☺ OK

```
class C : public B {
public:
    int getZ() { return z; };
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

☺ OK

```
int main() {
    A a;
    B b;
    b.z = 5;
}
```

☺ OK

Dziedziczenie protected

Dziedziczenie **protected** :

- składowe prywatne z klasy bazowej nie są widoczne w klasie pochodnej;
- składowe protected (chronione) stają się protected w klasie dziedziczącej
- składowe publiczne w klasie bazowej stają się protected klasie pochodnej

```
class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : protected A {
private:
    int k;
protected:
    int m;
public:
    int n;
};
```

konstruktory i destruktor nie są dziedziczone

Dziedziczenie protected

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

class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : protected A {
public:
    int getY() { return y; };
protected:
    int y;
protected:
    int z;
};
```

☺ OK

```
class C : public B {
public:
    int getZ() { return z; };
protected:
    int y;
protected:
    int z;
};
```

☺ OK

```
int main() {
    A a;
    B b;
    b.z = 5;
}
```

☹ NOK

(pole) int A::z

Wyszukaj w trybie online

element składowa "A::z" (zadeklarowane w wierszu 11) jest niedostępny

Wyszukaj w trybie online

Dziedziczenie private

Dziedziczenie **private** :

- składowe prywatne z klasy bazowej nie są widoczne w klasie pochodnej;
- składowe protected (chronione) stają się private w klasie dziedziczącej
- składowe publiczne w klasie bazowej stają się private klasie pochodnej

```
class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : private A {
private:
    int k;
protected:
    int m;
public:
    int n;
};
```

konstruktory i destruktor nie są dziedziczone

Dziedziczenie private

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

class A {
private:
    int x;
protected:
    int y;
public:
    int z;
};
```

```
class B : private A {
public:
    int getY() { return y; };

private:
    int y;
private:
    int z;

};
```

☺ OK

```
class C : public B {
public:
    int getZ() { return z; };

};
```

☹ NOK

```
int main() {
    A a;
    B b;
    b.z = 5;
}
```

☹ NOK

(pole) int A::z

Wyszukaj w trybie online

element składowa "A::z" (zadeklarowane w wierszu 11) jest niedostępny

Wyszukaj w trybie online

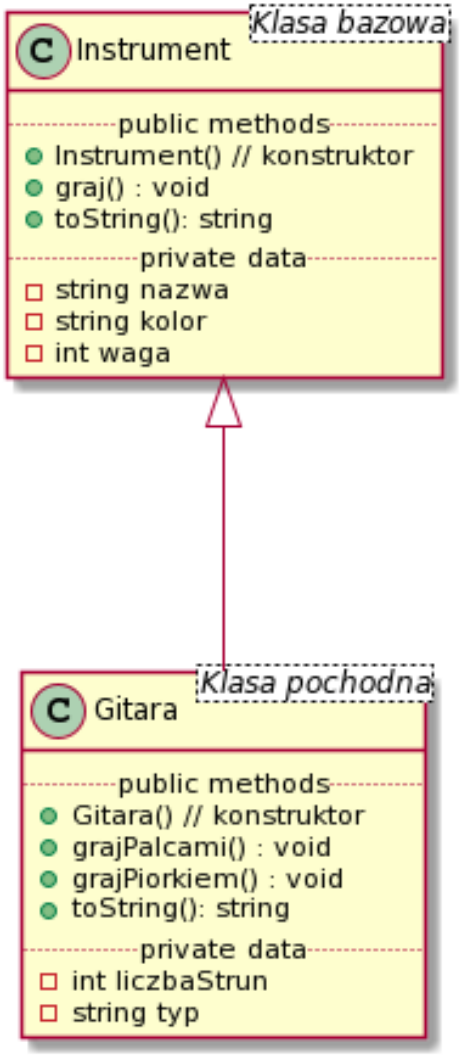
Dziedziczenie public

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

class A {
private:
    int x;      // składowa z dostępem wewnątrz klasy
protected:
    int y;      // składowa z dostępem wewnątrz klasy
                // oraz z klas dziedziczących
public:
    // dostep do składowych klasy z wnętrza klasy
    int getX() { return x; };  // OK
 // int getY() { return y; };  // OK
};

// klasa dziedzicząca publicznie po A
class B : public A {
public:
    // dostep do składowych klasy z wnętrza klasy
    int getY() { return y; };   // OK
    int setX(int s) { x = s; }  // NOK A::x jest niedostępne
};

class C {
public:
    int m;
};
```

```
int main()
{
    A a;
    B b;
    C c;
    // dostęp do składowych
    // klasy z zewnatrz klasy
    a.x = 5;            // NOK
    a.y = 10;           // NOK
    c.m = a.y;          // NOK
    int d = a.getX();   // OK
    b.getY();           // OK
}
```

Dziedziczenie

Diagram UML



class inheritance chain
łańcuch dziedziczenia

klasa Gitara dziedziczy
z klasy Instrument

https://www.planttext.com/

zadanie

Dziedziczenie

dokończ implementację klas Instrument oraz Gitara

```
// klasa bazowa Instrument
class Instrument {
private:
    string nazwa;
    string kolor;
    int waga;
public:
    // konstruktor parametrowy z argumentami domyślnymi i listą inicjalizacyjną
    Instrument(string naz = "",  //argumentem domyślnym naz jest pusty string
               string col = "",
               int wag = 0):
               nazwa(naz),
               kolor(col),
               waga(wag) {};
    // metoda opisujaca prywatne pola instrumentu
    string toString();
    void graj();

};

// klasa pochodna Gitara dziedziczy publicznie z klasy bazowej Instrument
class Gitara: public Instrument{
// prywatne pola klasy pochodnej
private:
    int liczbaStrun;
    string typ;
public:
    // publiczne metody klasy pochodnej
    // konstruktor parametrowy z argumentami domyślnymi i listą inicjalizacyjną
    Gitara(string naz = "",
           string col = "",
           int wag = 0,
           int liczStr = 0,
           string ty = ""):
           Instrument(naz, col, wag), // wywołanie konstruktora klasy bazowej
           liczbaStrun(liczStr),
           typ(ty){};
    void grajPalcami();
    void grajPiorkiem();
    string toString();
};
```

napisz program

Konsola debugowania programu

```
Instrument:
nazwa: gitara,
kolor: czerwony,
waga: 1,
liczba strun: 4,
typ: hawajska
instrument gitara pięknie gra
gram palcami
Instrument:
nazwa: gitara,
kolor: czarny,
waga: 2,
liczba strun: 6,
typ: elektryczna
gram piórkiem
```

Polimorfizm *Polymorphism*

wielopostaciowość metod klasy, które mogą przybierać wiele form

polimorfizm

zachodzi w trakcie kompilacji programu

zachodzi w trakcie wykonywania programu

early binding
wczesne wiązanie (wiązanie statyczne, wiązanie w czasie kompilacji) - powiązanie nazwy metody z adresem kodu w pamięci, który zostanie wykonany w przypadku jej wywołania.

static polymorphism
compile-time polymorphism
statyczny

dynamic polymorphism
runtime polymorphism
dynamiczny

late binding
runtime binding
dynamic binding
późne wiązanie (wiązanie dynamiczne, wiązanie w czasie wykonywania programu)- powiązanie nazwy metody z adresem kodu w pamięci, który zostanie wykonany w przypadku jej wywołania.

dotyczy obiektów różnych klas w łańcuchu dziedziczenia, do których mamy dostęp za pomocą wskaźników.

methods overloading
przeciążanie metod

methods overriding
przesłanianie metod

methods overloading

Polimorfizm statyczny – przeciążanie metod

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

class Sumator {
public:
    void suma(int, int);
    void suma(double, double);
};
```

metody przeciążone mają taką samą nazwę lecz różnią się sygnaturą (do której zaliczamy ilość i typ parametrów).

suma(int, int)

Którą metodę wywoła kompilator?

```
int main()
{
    Sumator sumator;
    sumator.suma(5, 4);
    sumator.suma(5.0, 4.0);
}

void Sumator::suma(int a, int b)
{
    cout << "wywołano metodę suma(int, int)" << endl;
    cout << a + b << endl;
}

void Sumator::suma(double a, double b)
{
    cout << "wywołano metodę suma(double, double)" << endl;
    cout << a + b << endl;
}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
wywołano metodę suma(int, int)
9
wywołano metodę suma(double, double)
9
```

Kompilator dopasowuje argumenty wywołania metody z jej parametrami formalnymi w definicji. Wybiera tę metodę, która najlepiej pasuje. Dzieje się to w trakcie kompilacji programu (wczesne wiązanie).

methods overloading

Polimorfizm statyczny – przeciążanie metod

Te metody nie są przeciążone

```
class Sumator {
public:
    void suma(int, int);
    int  suma(int, int);
};
```

int Sumator::suma(int, int)

Wyszukaj w trybie online

nie można przeciążyć funkcji różniących się tylko typem zwracanej wartości

Wyszukaj w trybie online

wartość zwracana nie należy do sygnatury funkcji

methods overloading

Polimorfizm statyczny – przeciążanie metod

pobaw się we kompilator ☺

```
class Sumator {
public:
    void suma(int a, double b);                    // 1
    void suma(long a, int b);                      // 2
    void suma(char a, int b, int c);               // 3
    void suma(int a, string b, int c);             // 4
    void suma(const char* s, bool b, int c);       // 5
};

int main()
{
    Sumator s;
    s.suma("suma liczb wynosi", true, 23);  // wywołanie 1
    s.suma(12L, 23);                        // wywołanie 2
    s.suma('1', 2, 3);                      // wywołanie 3
    s.suma(1, "suma", 3);                   // wywołanie 4
    s.suma(123, 345.98);                    // wywołanie 5
}
```

dopasuj wywołanie metody do jej deklaracji

methods overriding

Polimorfizm statyczny – przesłanianie metod

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

class Tata {
public:
    void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem tata :)" << endl;
    }
};

class Syn : public Tata {
public:
    void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem synek :)" << endl;
    }
};

int main()
{
    Tata tata;
    tata.przedstawSie();

    Syn syn;
    syn.przedstawSie();
}
```

metoda przedstawSie() w klasie bazowej jest przesłonieta przez metodę o tej samej nazwie zdefiniowaną w klasie pochodnej.

metoda przedstawSie() w klasie pochodnej ma taki sam typ zwracany oraz sygnaturę jak metoda o tej samej nazwie zdefiniowana w klasie bazowej

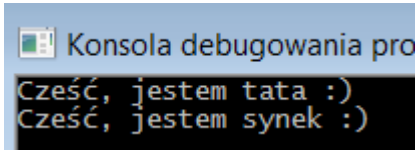
klasa Syn dziedziczy publicznie z klasy Tata

metoda przedstawSie() w klasie pochodnej przesłania metodę o tej samej nazwie zdefiniowaną w klasie bazowej.

Dopasowanie wywołania metody do kodu, który ma być wykonany realizowane jest w trakcie kompilacji programu (wczesne wiązanie).

kompilator wybiera metodę z klasy bazowej

kompilator wybiera metodę z klasy pochodnej



methods overriding

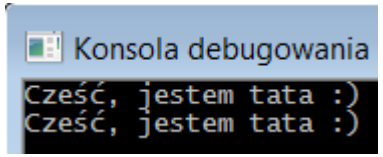
Polimorfizm statyczny – przesłanianie metod

metoda przedstawSie() nie jest zadeklarowana w klasie bazowej jako wirtualna

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

class Tata {
public:
    void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem tata :)" << endl;
    }
};

class Syn : public Tata {
public:
    void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem synek :)" << endl;
    }
};

int main()
{
    Syn syn;
    Tata tata;
    Tata* tata2 = &tata;
    tata2->przedstawSie();
    tata2 = &syn;
    tata2->przedstawSie();
}
```

dostęp do metody za pomocą wskaźnika

wskaźnik tata2 może być adresem syna, jednak kompilator przy wywołaniu metody przedstawSie() uwzględnia typ wskaźnika Tata* (a nie obiektu, na jaki wskazuje) – wiązanie statyczne



Polimorfizm dynamiczny

metoda przedstawSie() jest zadeklarowana w klasie bazowej jako wirtualna

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

class Tata {
public:
    virtual void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem tata :)" << endl;
    }
};

class Syn : public Tata {
public:
    void przedstawSie() {
        cout << "Cześć, jestem synek :)" << endl;
    }
};

int main()
{
    Syn syn;
    Tata tata;
    Tata* tata2 = &tata;
    tata2->przedstawSie();
    tata2 = &syn;
    tata2->przedstawSie();
}
```

zmienne są tworzone na stosie, nie jest potrzebny wirtualny destruktor

wskaźnik tata2 jest adresem syna, ponieważ metoda przedstawSie() jest zadeklarowana w klasie bazowej jako wirtualna, kompilator przy wywołaniu metody przedstawSie() uwzględnia typ obiektu, na jaki wskazuje wskaźnik – w tym przypadku na syna (a nie typ wskaźnika) – wiązanie dynamiczne

Konsola debugowania

```
Cześć, jestem tata :)
Cześć, jestem synek :)
```

Polimorfizm dynamiczny

Aby skorzystać z polimorfizmu dynamicznego należy:

- W klasie bazowej zadeklarować metodę ze słowem kluczowym virtual, (definiujemy jako wirtualne metody, które wymagają innej definicji w klasach pochodnych).
  Metoda będzie wirtualna w całym drzewie dziedziczenia klasy bazowej
- W klasie bazowej zadeklarować wirtualny destruktor (jest potrzebny tylko wtedy, gdy używamy wskaźników/referencji do klasy bazowej i usuwamy obiekt za pomocą delete)
- W klasach pochodnych należy zdefiniować metody o takiej samej nazwie, sygnaturze i typie zwracanym co metoda wirtualna.
- Metoda wirtualna wywołana za pomocą wskaźnika lub referencji uruchamia kod właściwy dla typu wskazywanego obiektu (a nie dla typu referencji lub wskaźnika).

Polimorfizm dynamiczny

ZADANIE
Na podstawie ponizszego przykładu napisz własny kod wykorzystujący polimorfizm dynamiczny

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

using namespace std;

// klasa bazowa z metodą wirtualną
class Zwierze {
public:
    // dzięki hierarchii dzidziczenia oraz słowu kluczowemu virtual
    // uzyskujemy właściwość polimorfizmu dynamicznego (późne wiązanie)
    virtual void przedstawSie() { cout << "jestem zwierzęciem" << endl; };
    // wirtualny destruktor
    virtual ~Zwierze() {};
};

// klasy pochodne z własną definicją metody wirtualnej
class Lew : public Zwierze {
    void przedstawSie() { cout << "Jestem lwem" << endl; };
};

class LewAfrykanski : public Lew {
    void przedstawSie() { cout << "Jestem lwem afrykańskim" << endl; };
};

class Chomik : public Zwierze {
    void przedstawSie() { cout << "Jestem chomikiem" << endl; };
};

class ChomikSyryjski : public Chomik {
    void przedstawSie() { cout << "Jestem chomikiem syryjskim" << endl; };
};
```

Polimorfizm dynamiczny

```
int main()
{
    cout << "Zwierzyniec:\n\n";
    // tworzymy instancje zwierząt na stercie
    Zwierze* zwierze = new Zwierze();
    Zwierze* lew = new Lew();
    Zwierze* chomik = new Chomik();
    Zwierze* lewAfrykanski = new LewAfrykanski();
    Zwierze* chomikSyryjski = new ChomikSyryjski();

    // tablica ze wskaźnikami na kolejne zwierzęta
    vector<Zwierze*> zoo;
    zoo.push_back(zwierze);
    zoo.push_back(lew);
    zoo.push_back(chomik);
    zoo.push_back(lewAfrykanski);
    zoo.push_back(chomikSyryjski);

    // petla po wszystkich wskaźnikach na zwierzęta
    for (auto z : zoo) {
        z->przedstawSie();
    }

    // sprzątamy pamięć
    delete zwierze;
    delete lew;
    delete chomik;
    delete lewAfrykanski;
    delete chomikSyryjski;
    zwierze = nullptr;
    lew = nullptr;
    chomik = nullptr;
    lewAfrykanski = nullptr;
    chomikSyryjski = nullptr;
}
```

Konsola debugowania programu Mi

```
Zwierzyniec:

jestem zwierzeciem
Jestem lwem
Jestem chomikiem
Jestem lwem afrykanskim
Jestem chomikiem syryjskim
```

Abstrakcja

abstrakcja

ukrywanie przed użytkownikiem szczegółów implementacji klas, udostępnienie użytkownikom funkcjonalności

gettery, settery.
specyfikatory dostępu
public, private, protected,
a także podział programu na pliki nagłówkowe i pliki z kodem źródłowym są przejawem abstrakcji danych(ukrywaniem implementacji)

Java, C# ,~~C++~~

interface
interfejs

- zawiera m.in. tylko deklaracje metod abstrakcyjnych
- nie zawiera zwykłych metod i pól

W C++ można go zaimplementować jako klasę abstrakcyjną zawierającą tylko metody czysto wirtualne (virtual … = 0).
Dzięki wielodziedziczeniu dana klasa może dziedziczyć również taki „interfejs”

W Javie i C# dana klasa może dziedziczyć po wielu interfejsach i tylko jednej klasie bazowej, w C++ dana klasa może dziedziczyć po wielu klasach (wielodziedziczenie).

abstract class
klasa abstrakcyjna

abstract method

- klasa bazowa, która posiada deklarację co najmniej jednej metody abstrakcyjnej (metody czysto wirtualnej virtual … = 0), metoda abstrakcyjna posiada definicję w klasie pochodnej
- może posiadać zwykłe pola i metody niewirtualne
- nie można utworzyć obiektu klasy abstrakcyjnej (klasa abstrakcyjna jest bytem abstrakcyjnym, bez „ciała”)

Klasa abstrakcyjna

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

// klasa abstrakcyjna
class Zagadka {
public:
    // metoda czysto wirtualna pure virtual
    virtual void zgadnij() = 0;
    // wirtualny destruktor
    virtual ~Zagadka() { cout << "destruktor Zagadka" << endl; };
};

// klasa abstrakcyjna
class ZagadkaDlaDzieci : public Zagadka {
public:
    ~ZagadkaDlaDzieci() { cout << "destruktor ZagadkaDlaDzieci" << endl; };
};

class ZagadkaDlaDzieciMatematyczna : public ZagadkaDlaDzieci {
public:
    void zgadnij() { cout << " ile to jest 2*2=?" << endl; };
    ~ZagadkaDlaDzieciMatematyczna() { cout << "destruktor ZagadkaDlaDzieciMatematyczna" << endl;}
};
```

klasa abstrakcyjna (zawiera co najmniej jedną metodę abstrakcyjną – czysto wirtualną), może zawierać również zwykłe pola i metody niewirtualne

metoda abstrakcyjna - czysto wirtualna (pure virtual) jest to deklaracja metody, bez definicji, definicja powinna być określona w klasie pochodnej (jeśli nie jest - wtedy klasa pochodna też jest abstrakcyjna)

abstrakcyjna klasy pochodna

klasa pochodna

```
int main()
{
    Zagadka z;
}
```

(zmienna lokalna) Zagadka z

Wyszukaj w trybie online

obiekt typu klasy abstrakcyjnej "Zagadka" jest niedozwolony:
funkcja "Zagadka::zgadnij" to czysta funkcja wirtualna

Wyszukaj w trybie online

nie można tworzyć obiektu klasy abstrakcyjnej

```
int main()
{
    ZagadkaDlaDzieci z;
}
```

(zmienna lokalna) ZagadkaDlaDzieci z

Wyszukaj w trybie online

obiekt typu klasy abstrakcyjnej "ZagadkaDlaDzieci" jest niedozwolony:
czysty element wirtualny funkcja "Zagadka::zgadnij" nie ma elementu przesłaniającego

Wyszukaj w trybie online

Klasa abstrakcyjna

```
int main()
{
    ZagadkaDlaDzieciMatematyczna zm;
    zm.zgadnij();
}
```

wywołanie metody zgadnij() na rzecz obiektu zm klasy ZagadkaDlaDzieciMatematyczna

```
int main()
{
    Zagadka* zag = new ZagadkaDlaDzieciMatematyczna();
    zag->zgadnij();
    delete zag;
}
```

korzystamy z polimorfizmu dynamicznego: ponieważ metoda zgadnij() jest zadeklarowana w klasie bazowej jako wirtualna, kompilator przy wywołaniu metody zgadnij() uwzględnia typ obiektu, na jaki wskazuje wskaźnik – w tym przypadku
na obiekt klasy ZagadkaDlaDzieciMatematyczna
(a nie typ wskaźnika) – wiązanie dynamiczne

```
Konsola debugowania programu Microsoft Visual St
 ile to jest 2*2=?
destruktor ZagadkaDlaDzieciMatematyczna
destruktor ZagadkaDlaDzieci
destruktor Zagadka
```

dzięki temu, że destruktor w klasie bazowej jest wirtualny, przy korzystaniu z polimorfizmu dynamicznego wszystkie dziedziczone obiekty są usuwane

```
Konsola debugowania
 ile to jest 2*2=?
destruktor Zagadka
```

gdyby destruktor w klasie bazowej nie był wirtualny, przy korzystaniu z polimorfizmu dynamicznego destruktory klas pochodnych nie zostałyby wywołane, co może prowadzić do wycieków pamięci

Klasa abstrakcyjna - interfejs

implementujemy interfejs

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

using namespace std;

// klasa abstrakcyjna jest klasą zawierającą co najmniej jedną metodę abstrakcyjną - czysto wirtualną,
// może zawierać również zwykłe pola i metody niewirtualne

// klasa Zwierze jest abstrakcyjną klasą bazową z metodą czysto wirtualną
// (interfejs - są tylko metody czysto wirtualne, brak pól,
// mogą wystepować komponenty statyczne)
class Zwierze {
public:
    // metoda czysto wirtualna (pure virtual)
    // jest to deklaracja metody, bez definicji,
    // definicja powinna być określona w klasie pochodnej
    // (jeśli nie jest - wtedy klasa pochodna też jest abstrakcyjna)
    virtual void przedstawSie() = 0;
    // wirtualny destruktor w klasie bazowej zapewnia poprawne usuwanie obiektów klas pochodnych
    // przez wskaźnik do klasy bazowej. (usuń słowo virtual i zobacz co sie stanie:
    // wywoływany jest jedynie destruktor klasy bazowej)
    virtual ~Zwierze() { cout << "destruktor Zwierze" << endl; };
};

// klasa z polami
class Nazwa {
public:
    string imie;
    Nazwa(string im) :imie(im) {};  // konstruktor parametrowy
    ~Nazwa() { cout << "destruktor Nazwa" << endl; };
};

// klasa pochodna z własną definicją metody wirtualnej
// wielodziedziczenie - klasa Lew dziedziczy z interfejsu metodę przedstawSie(),
// a z klasy Nazwa pole imie.
class Lew : public Zwierze, public Nazwa {
public:
    Lew(string im) :Nazwa(im) {}; // konstruktor parametrowy
    // definicja metody wirualnej
    void przedstawSie() { cout << "Jestem lwem o imieniu " << imie << endl; };
    ~Lew() { cout << "destruktor Lew" << endl; };
};

// klasa pochodna z własną definicją metody wirtualnej
// wielodziedziczenie - klasa Chomik dziedziczy z interfejsu metodę przedstawSie(),
// a z klasy Nazwa pole imie
class Chomik : public Zwierze, public Nazwa {
public:
    Chomik(string im) :Nazwa(im) {};
    void przedstawSie() { cout << "Jestem chomikiem o imieniu " << imie << endl; };
    ~Chomik() { cout << "destruktor Chomik" << endl; };
};
```

dzięki hierarchii dzidziczenia oraz słowu kluczowemu virtual uzyskujemy właściwość polimorfizmu dynamicznego (późne wiązanie)

wielodziedziczenie – klasa Lew dziedziczy z interfejsu metodę przedstawSie(), a z klasy Nazwa pole imie.

wielodziedziczenie – klasa Chomik dziedziczy z interfejsu metodę przedstawSie(), a z klasy Nazwa pole imie.

Klasa abstrakcyjna - interfejs

```
int main()
{
    cout << "Zwierzyniec:\n\n";
    // tworzymy instancje zwierząt na stercie
    Zwierze* lew = new Lew("Grozny");
    Zwierze* chomik = new Chomik("Malutki");

    // tablica ze wskaźnikami na kolejne zwierzęta
    vector<Zwierze*> zoo;
    zoo.push_back(lew);
    zoo.push_back(chomik);

    // dzięki hierarchii dzidziczenia
    // oraz słowu kluczowemu virtual
    // uzyskujemy właściwość polimorfizmu
    // dynamicznego(późne wiązanie)
    // kompilator przy wywołaniu metody
    // przedstawSie() uwzględnia
    // typ obiektu, na jaki wskazuje
    // wskaźnik (a nie typ wskaźnika)
    // dlatego każde zwierzę przedstawia się
    // osobiście

    // petla po wszystkich wskaźnikach na zwierzęta
    for (auto z : zoo) {
        z->przedstawSie();
    }

    // sprzątamy pamięć
    // dzięki wirtualnemu destruktorowi w klasie bazowej
    // usuwane są obiekty z pamięci we właściwej kolejności,
    // nie powstają wycieki pamięci
    delete lew;
    delete chomik;
    lew = nullptr;
    chomik = nullptr;
}
```

dzięki hierarchii dzidziczenia
oraz słowu kluczowemu virtual
uzyskujemy właściwość polimorfizmu
dynamicznego (późne wiązanie)

Konsola debugowania programu Microsoft V

```
Zwierzyniec:

Jestem lwem o imieniu Grozny
Jestem chomikiem o imieniu Malutki
destruktor Lew
destruktor Nazwa
destruktor Zwierze
destruktor Chomik
destruktor Nazwa
destruktor Zwierze
```

Funkcja zaprzyjaźniona z klasą

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

class Portfel {
private:
    int kasa;
public:
    // konstrultor domyślny
    Portfel():kasa(1000) {};
    // deklaracja funkcji zaprzyjaźnionej z klasą Portfel
    friend void przyjaciel(Portfel& portfel);
    void pokazKase() { cout << kasa; };
};

int main()
{
    cout << "Pożyczka dla przyjaciela\n\n";
    Portfel portfel;
    przyjaciel(portfel);
    cout << "w portfelu zostało: ";
    portfel.pokazKase();
}

void przyjaciel(Portfel& p)
{
    cout << "masz w portfelu : " << p.kasa << endl;
    cout << "pożyczam 100 zł" << endl;
    p.kasa -= 100;
    cout << "dzieki!" << endl;
}
```

słowo kluczowe friend

funkcja zaprzyjaźniona jest zwykłą funkcją

funkcja zaprzyjaźniona z klasą Portfel:

- ma dostęp do prywatnych i chronionych członków klasy,
- nie jest członkiem klasy (nie wywołuje się jej na rzecz obiektu)
- deklaracja może być umieszczona w dowolnym miejscu klasy (nawet private),
- parametrem jest obiekt klasy Portfel przekazywany do funkcji przez referencję (wewnątrz funkcji zmieniamy stan obiektu),
- funkcja zaprzyjaźniona może być przyjacielem kilku klas jednocześnie
- rozszerza mechanizm hermetyzacji (ukrywania danych)

wywołanie funkcji zaprzyjaźnionej

definicja funkcji zaprzyjaźnionej z klasą Portfel

Konsola debugowania

```
Pożyczka dla przyjaciela

masz w portfelu : 1000
pożyczam 100 zł
dzieki!
w portfelu zostało: 900
```

funkcja zaprzyjaźniona operuje na prywatnym polu klasy Portfel

Funkcja zaprzyjaźniona z klasą

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

class Portfel {
private:
    int kasa;
public:
    // konstrultor domyślny
    Portfel() :kasa(1000) {};

    // deklaracja funkcji zaprzyjaźnionej, która przeciąża operator <<
    // ostream& - referencja do strumienia wyjścia (cout)
    friend ostream& operator<<(ostream& out, const Portfel& p);
};

// definicja funkcji zaprzyjaźnionej
ostream& operator<<(ostream& out, const Portfel& p) {
    out << "w portfelu jest " << p.kasa << " zl" << endl;
    return out;
}

int main()
{
    Portfel p;
    cout << p;
}
```

przeciążenie operatora przesunięcia bitowego w lewo używanego w strumieniach

dzięki przeciażeniu operatora przesuniecia bitowego w lewo możemy korzystać z wygodnego zapisu

```
w portfelu jest 1000 zl
```

https://cplusplus.com/reference/ostream/ostream/

Funkcja (metoda) zaprzyjaźniona z klasą

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

// deklaracja klasy Portfel
class Portfel;

class Przyjaciel {
public:
    void pozyczKase(Portfel& portfel);
};


class Portfel {
private:
    int kasa;
public:
    // konstrultor domyślny
    Portfel():kasa(1000) {};
    // deklaracja funkcji zaprzyjaźnionej z klasą Portfel
    // (to nie jest metoda klasy Portfel)
    friend void Przyjaciel::pozyczKase(Portfel& portfel);
    void pokazKase() { cout << kasa; };
};
```

ważna jest kolejność klas!

```
int main()
{
    cout << "Pożyczka dla przyjaciela\n\n";
    Portfel portfel;
    Przyjaciel przyjaciel;
    przyjaciel.pozyczKase(portfel);
    cout << "w portfelu zostało: ";
    portfel.pokazKase();
}

void Przyjaciel::pozyczKase(Portfel& p)
{
    cout << "masz w portfelu : " << p.kasa << endl;
    cout << "pożyczam 100 zł" << endl;
    p.kasa -= 100;
    cout << "dzieki!" << endl;
}
```

wywołanie funkcji zaprzyjaźnionej

funkcja zaprzyjaźniona jest zdefiniowana w klasie Przyjaciel

funkcja zaprzyjaźniona jest metodą klasy Przyjaciel, ma dostęp do prywatnych i chronionych członków klasy Portfel

Konsola debugowania

```
Pożyczka dla przyjaciela

masz w portfelu : 1000
pożyczam 100 zł
dzieki!
w portfelu zostało: 900
```

Klasy zaprzyjaźnione

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

// deklaracja klasy Portfel
class Portfel;

// klasa zaprzyjaźniona z klasą Portfel
class Przyjaciel {
public:
    void pozyczKase(Portfel& portfel);
    void dodajKase(Portfel& portfel);
};


class Portfel {
private:
    int kasa;
public:
    // konstrultor domyślny
    Portfel():kasa(1000) {};
    // deklaracja klasy Przyjaciel zaprzyjaźnionej z klasą Portfel
    // klasa Przyjaciel ma dostęp do prywatnych składników klasy Portfel
    friend class Przyjaciel;
    void pokazKase() { cout << kasa << endl; };
};
```

deklaracja klasy zaprzyjaźnionej Przyjaciel, której obiekty mają dostęp do prywatnych i chronionych członków klasy Portfel

```cpp
int main()
{
    cout << "Pożyczka dla przyjaciela\n\n";
    Portfel portfel;
    Przyjaciel przyjaciel;
    // wywołania funkcji zaprzyjaźnionych
    przyjaciel.pozyczKase(portfel);
    przyjaciel.dodajKase(portfel);
    cout << "w portfelu zostało: ";
    portfel.pokazKase();
}

void Przyjaciel::pozyczKase(Portfel& p)
{
    cout << "masz w portfelu : " << p.kasa << endl;
    cout << "pożyczam 100 zł" << endl;
    p.kasa -= 100;
    cout << "dzieki!" << endl;
}

void Przyjaciel::dodajKase(Portfel& p)
{
    cout << "masz w portfelu : " << p.kasa << endl;
    cout << "dokładam 1 zł" << endl;
    p.kasa += 1;
}
```

Konsola debugowania

```
Pożyczka dla przyjaciela

masz w portfelu : 1000
pożyczam 100 zł
dzieki!
masz w portfelu : 900
dokładam 1 zł
w portfelu zostało: 901
```

Klasy zaprzyjaźnione

Dana klasa może mieć kilka klas zaprzyjaźnionych

Dana klasa może być przyjacielem wielu klas

mechanizm przyjaźni nie jest dziedziczony

klasy zaprzyjaźnione

Przyjaźń między klasami nie jest wzajemna, jeśli deklarujemy, że klasa A jest przyjacielem klasy B, nie znaczy to, że automatycznie klasa B jest przyjacielem klasy A.

Przyjaźń nie jest przechodnia. - gdy klasa A jest przyjacielem klasy B, a klasa B jest przyjacielem klasy C, to nie oznacza to, że klasa A jest przyjacielem klasy C

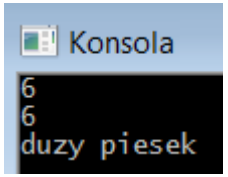
function template

Szablony funkcji

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

int dodaj(int a, int b) {
    return a + b;
}

double dodaj(double a, double b) {
    return a + b;
}

string dodaj(string a, string b) {
    return a + b;
}

int main()
{
    cout << dodaj(2,4) << endl;
    cout << dodaj(2.0, 4.0) << endl;
    string a = "duzy ";
    string b = "piesek";
    cout << dodaj(a,b) << endl;
}
```

funkcje mające różne typy parametrów i tę samą funkcjonalność – dodają swoje argumenty

czy nie można byłoby zastąpić tych funkcji jedną, uogólnioną?



function template

Szablony funkcji

model, wzorzec funkcji operujący na typach uogólnionych

```
int dodaj(int a, int b) {
    return a + b;
}

double dodaj(double a, double b) {
    return a + b;
}

string dodaj(string a, string b) {
    return a + b;
}
```

szablon funkcji dodaj()

```
template <typename T>
T dodaj(T a, T b) {
    return a + b;
}
```

szablony funkcji realizują
tę samą funkcjonalność
dla różnych typów danych

function template

Szablony funkcji

parametry szablonowe oddzielone przecinkami w nawiasach kątowych

słowo kluczowe typename (lub class) określające parametr szablonowy(uogólniony) reprezentujący uogólniony typ danych *generic data type*

słowo kluczowe template

identyfikator uogólnionego typu danych

```
template <typename T>
T dodaj(T a, T b) {
    return a + b;
}
```

funkcja zwraca uogólniony typ danych

funkcja przyjmuje parametry typu uogólnionego

można stosować również słowo kluczowe class

te same szablony funkcji

```
template <class T>
T dodaj(T a, T b) {
    return a + b;
}
```

function template

Szablony funkcji - wywołanie

przy wywołaniu funkcji szablonowej dodaj() kompilator tworzy konkretną wersję funkcji dla konkretnych typów danych - jest to konkretyzacja szablonu

```
template <typename T>
T dodaj(T a, T b) {
    return a + b;
}
```

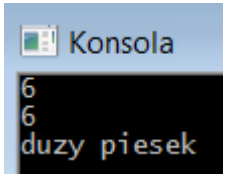
kod funkcji szablonowej jest taki sam dla każdego jej wywołania, różni się skonkretyzowanym typem

tutaj nastąpi niejawna konwersja z typu podanego argumentu double na typ skonkretyzowany szablonu long

```
int main()
{
    cout << dodaj(2,4) << endl;
    cout << dodaj(2.0, 4.0) << endl;
    string a = "duzy ";
    string b = "piesek";
    cout << dodaj(a,b) << endl;
}
```

```
int main()
{
    cout << dodaj<int>(2,4) << endl;
    cout << dodaj<long>(2.0, 4.0) << endl;
    string a = "duzy ";
    string b = "piesek";
    cout << dodaj<string>(a,b) << endl;
}
```

niejawne określenie parametrów szablonowych – kompilator dedukuje typy na podstawie dostarczonych argumentów.



jawne określenie parametrów szablonowych (skonkretyzowanie typów) – szablon jest skonkretyzowany i dostarczone typy argumentów zostaną niejawnie skonwertowane na skonkretyzowany typ (jeśli będzie taka potrzeba)

function template

Szablony funkcji - specjalizacja

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

template <class T>
T dodaj(T a, T b) {
    return a + b;
}

template<>
int dodaj(int a, int b) {
    cout << "suma liczb " << a << " oraz " << b << " wynosi ";
    return a + b;
}

int main()
{
    cout << dodaj(2,4) << endl;
    cout << dodaj(2.0, 4.0) << endl;
    cout << dodaj<char>('2','4') << endl;
}
```

definicja szablonu funkcji dodaj() – wersja ogólna (generyczna)

definicja specjalizowanej wersji szablonu funkcji dodaj() dla typu int, jej kod różni się od wersji ogólnej szablonu

w tym wywołaniu funkcji szablonowej dodaj() kompilator wybiera wersję specjalizowaną szablonu (zostanie wykonana funkcja specjalizowana dla typu int)

przy wywołaniu funkcji szablonowej kompilator w pierwszej kolejności szuka specjalizacji szablonu dla podanego typu, gdy jej nie znajdzie konkretyzuje szablon dla tego typu

Konsola debugowania programu

```
suma liczb 2 oraz 4 wynosi 6
6
f
```

dlaczego f ?

function template

Szablon funkcji – przykład z STL

definicja szablonu funkcji max() – wersja ogólna (generyczna)

referencja do obiektu T, którego nie wolno zmieniać - const (nie kopiujemy z powodu wydajności)

```
template <class T>
const T& max(const T& a, const T& b) {
    return (a < b) ? b : a;
}
```

szablon zwraca referencję do istniejącego obiektu typu T (wydajność), którego nie wolno modyfikować - const

https://cplusplus.com/reference/algorithm/max/

class template

Szablon klasy

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

template <typename T>
class Dodawanie {
private:
    T a;
    T b;
public:
    // konstruktor
    Dodawanie(T aa, T bb) : a(aa), b(bb) {};
    T dodaj();
};

int main()
{
    Dodawanie <int> dwieLiczby(10, 20);
    cout << dwieLiczby.dodaj() << endl;

    Dodawanie <string> dwaNapisy("maly ", "kotek");
    cout << dwaNapisy.dodaj() << endl;

    Dodawanie <char> dwaZnaki('1', '0');
    cout << dwaZnaki.dodaj() << endl;
}

template<typename T>
T Dodawanie<T>::dodaj()
{
    return a + b;
}
```

dzięki generycznemu szablonowi klasy można zdefiniować wiele klas w zależności od typów danych

definicja szablonu klasy Dodawanie wersja ogólna (generyczna)

typy danych w klasie zastępujemy typem generycznym (uogólnionym) T

Kompilator generuje klasę na podstawie szablonu - instancję szablonu skonkretyzowaną dla podanego w nawiasach kwadratowych typu danych, na podstawie tak wygenerowanej klasy powstaje obiekt.

Szablon klasy jest parametryzowany parametrami szablonowymi – uogólnionymi typami danych

definicja metody dodaj()

class template

Szablon klasy - specjalizacja

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

template <typename T>
class Dodawanie {
private:
    T a;
    T b;
public:
    // konstruktor
    Dodawanie(T aa, T bb) : a(aa), b(bb) {};
    T dodaj();
};

template <>
class Dodawanie <char> {
private:
    char a;
    char b;
public:
    // konstruktor
    Dodawanie(char aa, char bb) : a(aa), b(bb) {};
    char dodaj() {
        cout << "dodajemy kody ASCII znaków:\n'"<< a << "' - kod " << (int)a << endl <<"'"<< b <<
             "' - kod " << (int)b << "\ni zwracamy znak, którego kodem jest otrzymana suma\n" <<
            "kod (suma) " << (int)a + (int)b << ": ";
        return a + b;
    };
};
```

definicja szablonu klasy Dodawanie wersja ogólna (generyczna)

definicja szablonu specjalizowanego klasy Dodawanie, parametrem szablonu jest typ char

definicja szablonu specjalizowanego klasy Dodawanie, różni się od wersji generycznej

class template

Szablon klasy - specjalizacja

```
int main()
{
    Dodawanie <int> dwieLiczby(10, 20);
    cout << dwieLiczby.dodaj() << endl;

    Dodawanie <char> dwaZnaki('1', '0');
    cout << dwaZnaki.dodaj() << endl;
}

template<typename T>
T Dodawanie<T>::dodaj()
{
    return a + b;
}
```

przy tworzeniu obiektu na podstawie szablonu klasy kompilator w pierwszej kolejności szuka specjalizacji szablonu dla podanego typu, gdy jej nie znajdzie konkretyzuje szablon dla tego typu.
Gdy znajdzie specjalizację szablonu klasy dla podanego typu - tworzy obiekt korzystając ze znalezionej specjalizacji

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
30
dodajemy kody ASCII znaków:
'1' - kod 49
'0' - kod 48
i zwracamy znak, którego kodem jest otrzymana suma
kod (suma) 97: a
```

Szablony funkcji, funkcje przeciążone - polimorfizm

funkcje przeciążone mogą różnić się implementacją

```
void suma(int, int);
void suma(int, int, int);
void suma(double, double);
```

generyczny szablon funkcji ma jednakową implementację dla wszystkich funkcji

```
template <typename T>
void suma(T a, T b) {
    cout << a + b;
}
```

specjalizowany szablon funkcji ma odmienną implementację

```
template <>
void suma(int a, int b) {
    cout << "suma: " << a + b;
}
```

przejawy poliformizmu (wielopostaciowości)

Obsługa błędów i wyjątków

komunikaty i kody błędów zaimplementowane przez programistę

obsługa błędów i wyjątków

mechanizm obsługi wyjątków wbudowany w C++ (try, throw, catch)

wyjątki zaimplementowane przez programistę - zmienne wbudowane lub obiekty

wyjątki wbudowane w C++ (klasa exception)

Obsługa błędów i wyjątków

brak obsługi błędów

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


int main()
{
    double a, b;
    cout << "podaj 2 liczby" << endl;
    cin >> a >> b;
    cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b ;
}
```

mianownik nie może być zerem

Obsługa błędów i wyjątków

komunikaty błędów zaimplementowane przez programistę

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


int main()
{
    double a, b;
    cout << "podaj 2 liczby: licznik i mianownik" << endl;
    cin >> a >> b;
    if (b != 0) {
        cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b;
    }
    else {
        cout << "error, mianownik nie może być zerem" << endl;
    }
}
```

obsługa błędu za pomocą instrukcji warunkowej – przechwycenie i wyświetlenie stosownego komunikatu

komunikat błędu

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik i mianownik
1
0
error, mianownik nie może być zerem
```

Obsługa błędów i wyjątków

komunikaty błędów zaimplementowane przez programistę

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

int sprawdz(double mianownik,  string& komunikat);


int main()
{
    double a, b;
    string komunikat = "";
    cout << "podaj 2 liczby: licznik i mianownik" << endl;
    cin >> a >> b;
    if (sprawdz(b,komunikat)) {
        cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b;
    }
    else {
        cout << komunikat << endl;
    }
}

int sprawdz(double mianownik, string& komunikat)
{
    int kod = 1;
    if (mianownik == 0) {
        komunikat = "error, mianownik nie może być zerem";
        kod = 0;
        return kod;
    }
    komunikat = "";
    return kod;
}
```

obsługa błędu za pomocą instrukcji warunkowej oraz funkcji sprawdz()

funkcja weryfikująca błąd i ustawiająca stosowny komunikat

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik i mianownik
1
0
error, mianownik nie może być zerem
```

Mechanizm obsługi wyjątków konstrukcja try, throw, catch

mechanizm obsługi wyjątków jest wbudowany w C++

```
// wyjątkiem może byc obiekt lub typ wbudowany(int, double, string itp)
Wyjatek wyjatek;

// w bloku try zamieszczamy kod, z którym moga być problemy
try {
    // blok kodu, który może "rzucić" wyjątek
    throw wyjatek; // zgłoszenie wyjątku w przypadku problemu
}
// przechwycenie wyjątku - typ wyjatku musi sie zgadzać z typem zgłoszonego wyjątku
catch (Wyjatek w) {
    // blok kodu obsługujacy zgoszony wyjątek
}
```

https://www.w3schools.com/cpp/cpp_exceptions.asp

https://cpp0x.pl/kursy/Kurs-C++/Poziom-5/Wyjatki/596

Mechanizm obsługi wyjątków

wyjątek typu string

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


int main()
{
    double a, b;
    string komunikat = "error, mianownik nie może byc zerem";
    cout << "podaj 2 liczby: licznik i mianownik" << endl;
    cin >> a >> b;
    try {
        if (b == 0) {
            throw komunikat;
        }
        cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b;
    }
    catch(string kom){
        cout << kom << endl;
    }
}
```

wyjątek - komunikat błędu typu string

W przypadku błędu „rzucamy” wyjątek

łapiemy wyjątek typu string w bloku catch i wypisujemy komunikat

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik i mianownik
12
0
error, mianownik nie może byc zerem
```

Mechanizm obsługi wyjątków

własne klasy wyjątków

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


// klasa abstrakcyjna wyjątek z metodą wczysto wirtualną - komunikatem
// korzystamy z poliformizmu dynamicznego
class Wyjatek{
public:
    virtual string komunikat() = 0;
};

// klasa Mianownik - wyjątek dzielenia przez zero
class MianownikZero : public Wyjatek {
public:
    string komunikat() {
        string k = "error, mianownik nie może byc zerem";
        return k;
    }
};

// klasa Liczba - wyjątek wielkości licznika
class LicznikZlaWielkosc : public Wyjatek {
public:
    string komunikat() {
        string k = "error, licznik musi byc większy od 10";
        return k;
    }
};
```

definicje klas wyjątków zaprojektowane przez programistę z abstrakcyjną klasą Wyjatek na górze hierarchii dziedziczenia, w ten sposób skorzystamy z polimorfizmu dynamicznego

klasy wyjątków dziedziczą publicznie z abstrakcyjnej klasy bazowej

Mechanizm obsługi wyjątków

własne klasy wyjątków

```
int main()
{
    double a, b;
    cout << "podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik" << endl;
    cin >> a >> b;
    try {
        // sprawdzamy licznik i gdy jest za mały rzucamy wyjatek w postaci
        // obiektu klasy LicznikZlaWielkosc
        if (a <= 10) {
            throw LicznikZlaWielkosc();
        }
        // sprawdzamy mianownik i gdy jest zerem rzucamy wyjątek
        // w postaci obiektu klasy MianownikZero
        if (b == 0) {
            throw MianownikZero();
        }
        cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b;
    }
    // łapiemy wyjątki w postaci referencji obiektów klasy Wyjatek
    // w ten sposob korzystamy z mechanizmu polimorfizmu dynamicznego
    catch(Wyjatek& w){
        // wypisujemy stosowny komunikat w zależnosci od obiektu błędu
        cout << w.komunikat();
    }

}
```

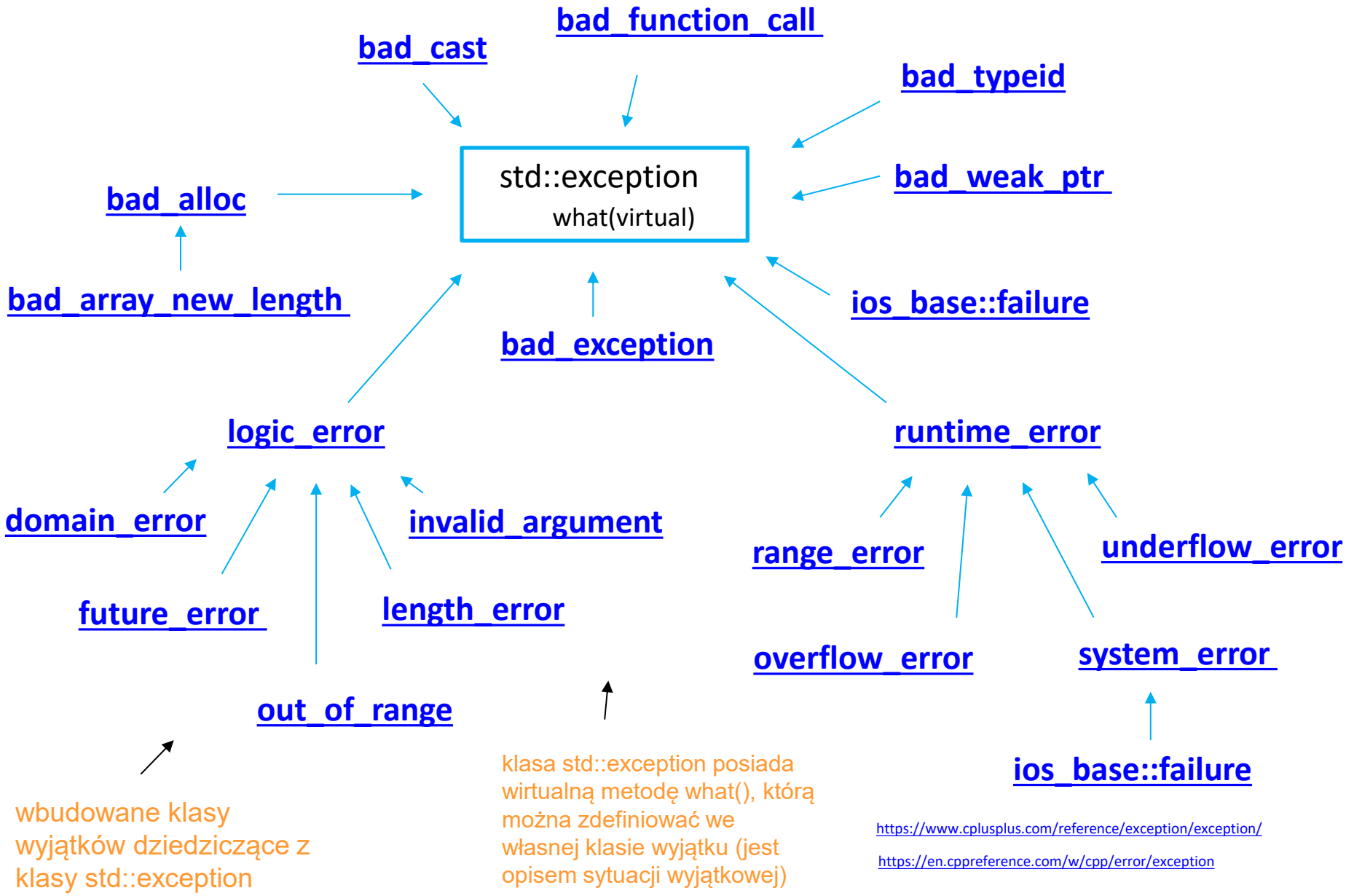
Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik
10
30
error, licznik musi byc większy od 10
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik
11
0
error, mianownik nie może byc zerem
```

Mechanizm obsługi wyjątków



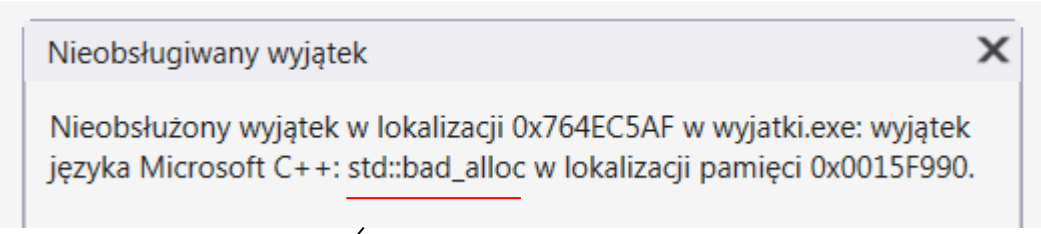
https://www.cplusplus.com/reference/exception/exception/

https://en.cppreference.com/w/cpp/error/exception

Mechanizm obsługi wyjątków

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

int main()
{
    while (true) {
        int* a = new int[1000000];
    }
}
```

alokujemy pamięć na stercie
aż do jej wyczerpania



wyjątek std::bad_alloc

Mechanizm obsługi wyjątków

opis wyjątku – dostęp przez e.what()

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

int main()
{
    throw logic_error("błąd logiczny");
}
```

Nieobsługiwany wyjątek

Nieobsłużony wyjątek w lokalizacji 0x764EC5AF w wyjatki.exe: wyjątek języka Microsoft C++: std::logic_error w lokalizacji pamięci 0x0027FC2C.

Kopiuj szczegóły | Rozpocznij sesję rozszerzenia Live Share...

Ustawienia wyjątków

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

int main()
{
    try {
        throw logic_error("błąd logiczny");
    }
    catch (logic_error& e) {
        cout << e.what();
    }
}
```

Konsola debu

błąd logiczny

wyjątek std::logic_error nieobsłużony

wyjątek std::logic_error obsłużony

Mechanizm obsługi wyjątków

własne klasy wyjątków dziedziczące z bibliotecznej klasy exception

```
#include <iostream>
#include <exception>   // klasa exception
using namespace std;


// klasa Mianownik - wyjątek dzielenia przez zero
// dziedziczy z bibliotecznej klasy exception
// nadpisujemy wirtualna metodę what() zdefiniowana w tej klasie
// (metoda what() zostaje przesłonięta)
class MianownikZero : public exception {
public:
    const char* what() const throw() {
        const char* komunikat = "error, mianownik nie może byc zerem";
        return komunikat;
    }
};


// klasa Liczba - wyjątek wielkości licznika
// dziedziczy z bibliotecznej klasy exception
// nadpisujemy wirtualna metodę what() zdefiniowana w tej klasie
class LicznikZlaWielkosc : public exception {
public:
    const char* what() const throw() {
        return "error, licznik musi byc większy od 10";
    }
};
```

Mechanizm obsługi wyjątków

własne klasy wyjątków dziedziczące z bibliotecznej klasy exception

```
int main()
{
    double a, b;
    cout << "podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik" << endl;
    cin >> a >> b;
    try {
        // sprawdzamy licznik i gdy jest za mały rzucamy wyjatek w postaci
        // obiektu klasy LicznikZlaWielkosc
        if (a <= 10) {
            throw LicznikZlaWielkosc();
        }
        // sprawdzamy mianownik i gdy jest zerem rzucamy wyjątek
        // w postaci obiektu klasy MianownikZero
        if (b == 0) {
            throw MianownikZero();
        }
        cout << "iloraz podanych liczb: " << a / b;
    }
    // łapiemy wyjątki w postaci referencji obiektów klasy exception
    // w ten sposob korzystamy z mechanizmu polimorfizmu dynamicznego
    catch(exception& e){
        // wypisujemy stosowny komunikat w zależnosci od obiektu błędu
        cout << e.what();
    }

}
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik
10
30
error, licznik musi byc większy od 10
```

Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj 2 liczby: licznik (większy od 10) i mianownik
11
0
error, mianownik nie może byc zerem
```

Standard Template Library STL

standardowa biblioteka szablonów

biblioteka C++ zawierająca algorytmy, pojemniki, iteratory oraz inne konstrukcje w formie szablonów, gotowe do użycia w programach.

https://www.cplusplus.com/reference/stl/

kontenery

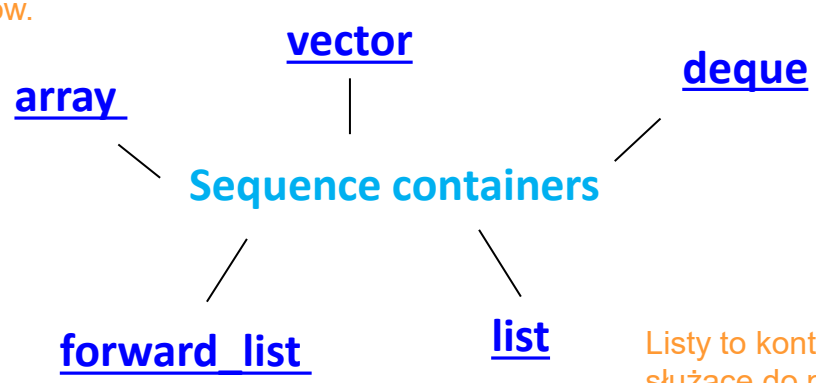
Kontener to obiekt, który przechowuje kolekcję innych obiektów (jego elementów). Kontenery są zaimplementowane jako szablony klas, co pozwala na dużą elastyczność w typach obsługiwanych jako elementy.

Sequence containers to kontenery sekwencyjne – elementy są przechowywane w kolejności, w której zostały wstawione, można je iterować, czyli przechodzić od elementu kontenera do elementu kontenera po kolei.

Tablice są kontenerami sekwencyjnymi o stałym rozmiarze, przechowują określoną liczbę uporządkowanych elementów.

Wektory to kontenery sekwencyjne reprezentujące tablice, których rozmiar może się zmieniać (tablice dynamiczne)

Kolejki o podwójnym końcu (double-ended queues) to kontenery sekwencyjne o dynamicznych rozmiarach, które można rozszerzać lub skracać na obu końcach (z przodu lub z tyłu).



W przeciwieństwie do wektorów, deque nie gwarantują przechowywania wszystkich swoich elementów w ciągłych lokalizacjach pamięci

Forward list to kontenery sekwencyjne, służące do przechowywania elementów w węzłach, które mają linki (wskaźniki) do węzła następnego (lista jednokierunkowa – można iterować listę w jednym kierunku).

Listy to kontenery sekwencyjne, służące do przechowywania elementów w węzłach, które mają linki (wskaźniki) do węzła poprzedzającego i następnego (lista dwukierunkowa – można iterować listę w obu kierunkach).

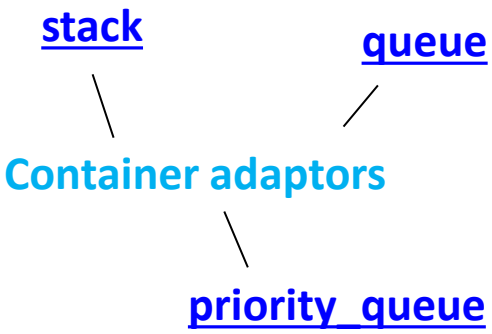
https://www.cplusplus.com/reference/stl/

kontenery

Container adaptors to adaptery kontenerów, czyli klasy, które używają w swoim wnętrzu obiektu określonej klasy kontenera jako kontenera bazowego, zapewniając określony zestaw funkcji członkowskich w celu uzyskania dostępu do jego elementów.

LIFO – Last In First Out (np. stos talerzy do zmywania)

FIFO – First In First Out (np. kolejka po zakupy)



Kolejka, której elementy maja przypisany priorytet (na wyjściu pojawiają się dane, które mają największy priorytet np. kolejka po zakupy, w której stoją kobiety ciężarne lub z dzieckiem na ręku)

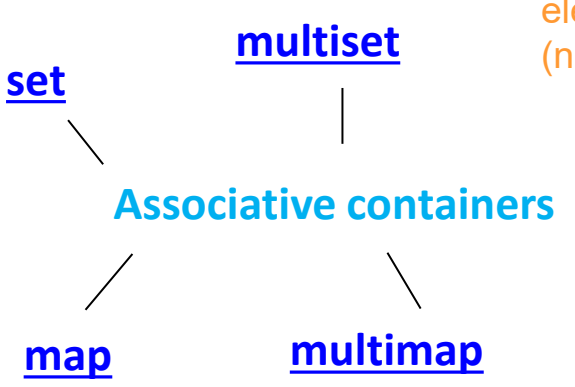
https://www.cplusplus.com/reference/stl/

kontenery

Associative containers to kontenery asocjacyjne przechowujące klucze oraz odpowiadające im wartości.

Set (zbór) to kontener, który przechowuje unikalne elementy (wartości) w określonej kolejności.
Wartość jest tutaj kluczem.
Danego elementu nie można zmienić, można go wstawić lub usunąć.

Multiset to kontener podobny do Set, z tym, że jego elementy mogą się powtarzać (nie są unikalne)



Mapy to kontenery, które przechowują elementy utworzone przez kombinację wartości klucza i wartości zmapowanej w określonej kolejności.
W mapie wartości klucza są zwykle używane do sortowania i jednoznacznej identyfikacji elementów (klucze są unikalne), podczas gdy zmapowane wartości przechowują zawartość powiązaną z tym kluczem.

Multimap to kontener podobny do Map, z tym, że jego klucze mogą się powtarzać (nie są unikalne)

https://www.cplusplus.com/reference/stl/

kontenery

Unordered associative containers to kontenery asocjacyjne, które przechowują klucze oraz odpowiadające im wartości.

Unordered set to kontener podobny do Set tylko elementy (wartości) nie są ułożone w określonej kolejności.

Unordered multiset to kontener podobny do Multiset tylko elementy (wartości) nie są ułożone w określonej kolejności.

unordered_set **unordered_multiset**

Unordered associative containers

unordered_map **unordered_multimap**

Unordered map to kontener podobny do Map tylko elementy (wartości) nie są ułożone w określonej kolejności.

Unordered multimap to kontener podobny do Multimap elementy (wartości) nie są ułożone w określonej kolejności.

https://www.cplusplus.com/reference/stl/

Vector

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

int main()
{
    // deklaracja i inicjalizacja vectora
    vector<string> napisy = {"wiosna jest łagodna",
                             "lato jest ciepłe",
                             "jesień jest chłodna",
                             "zima jest mroźna"};

}
```

aby używać wektora trzeba dodać nagłówek

vector jest szablonem klasy

Wektor to tablica dynamiczna. Jest jedną ze kilku struktur danych zwanych kontenerem (obok list, map, set itd.) Jest zaimplementowany jako szablon klasy, czyli ogólny framework, który może być zdefiniowany jako np.: wektor wartości całkowitych, wektor łańcuchów, wektor obiektów klasy zdefiniowanej przez użytkownika itp.

https://www.cplusplus.com/reference/vector/vector/

Vector

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <string>  // getline()
using namespace std;

int main()
{
    // deklaracja trzyelementowego wektora zainicjowanego pustymi łańcuchami tekstowymi
    vector<string> napisy(3);

    // użytkownik podaje napisy umieszczane w wektorze
    // element wektora czyli zmienna napis jest referencją typu string
    // dlatego operujemy w pętli na orginalnym elemencie wektora
    // a nie na kopii
    for (string& napis : napisy)
    {
        cout << "podaj napis:" << endl;
        // pobieramy cała linijkę
        getline(cin, napis);
    }

    // wypisanie wartości wektora na konsoli - 1 sposób
    for (int i = 0;  i < napisy.size(); i++)
    {
        cout << napisy[i] << endl;
    }

    // wypisanie wartości wektora na konsoli - 2 sposób
    for (string napis : napisy)
    {
        cout << napis << endl;
    }
}
```

pętla foreach (C++11)

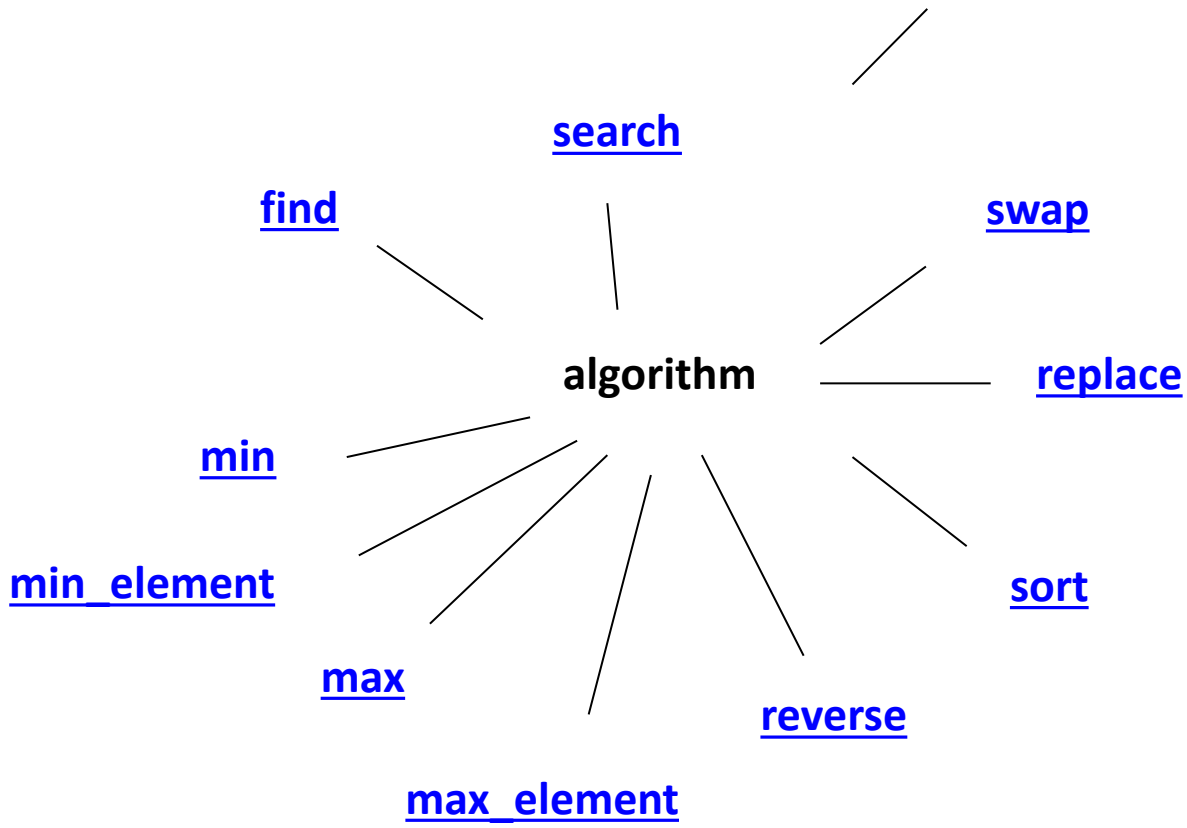
Konsola debugowania programu Microsoft Visual Studio

```
podaj napis:
komputery są wszędzie
podaj napis:
każdy je lubi
podaj napis:
chyba że się z nimi czubi
komputery są wszędzie
każdy je lubi
chyba że się z nimi czubi
komputery są wszędzie
każdy je lubi
chyba że się z nimi czubi
```

algorytmy

Biblioteka STL zawiera duży zbór algorytmów, które rozwiązują podstawowe problemy, na jakie może się natknąć programista.

Niektóre algorytmy z biblioteki <algorithm>



https://www.cplusplus.com/reference/algorithm/

algorytmy sort

```
#include <iostream>
#include<algorithm> // sort()
using namespace std;

int main()
{
    // tablica do posortowania - posiada 9 elementów
    int tab[] = { 9,4,6,3,54,62,-67,2,0 };

    cout << "tablica nieposortowana" << endl;
    for (int item : tab) {
        cout << item << " ";
    }

    // sortujemy tablicę,
    // argumentami szablonu funkcji sort() są: pierwszy i ostatni element tablicy
    sort(tab, tab + 9);
    cout << "\ntablica posortowana" << endl;
    for (int item : tab) {
        cout << item << " ";
    }
}
```

szablon funkcji sort() służy do sortowania tablic

algorytmy sort

sortowanie wektora

reference objects with similar properties to pointers

```
#include <iostream>
#include<algorithm> // sort()
#include<vector>    // vector
using namespace std;

int main()
{
    // wektor do posortowania
    vector<int> tab;

    // inicjalizacja wektora
    for (int i = 10; i >= 0; i--) tab.push_back(i);

    cout << "wektor nieposortowany" << endl;
    // wypisanie elementów wektora z pomocą iteratorów
    for (vector<int>::iterator it = tab.begin(); it != tab.end(); ++it) {
        cout << *it << " ";
    }

    // sortujemy tablicę,
    // argumentami szablonu funkcji sort() są: pierwszy i ostatni element wektora
    sort(tab.begin(),tab.end());
    cout << "\nwektor posortowany" << endl;
    for (int item : tab) {
        cout << item << " ";
    }
}
```

algorytmy min, max, reverse

```
#include <iostream>
#include<algorithm> // sort()
using namespace std;

int main()
{
    // tablica do posortowania - posiada 9 elementów
    int tab[] = { 9,4,6,3,54,62,-67,2,0 };

    // zwraca mniejszą wartość z dwóch podanych
    cout << min(12,45) << endl;
    // zwraca najmniejszą wartośc z zakresu elementów (tablicy)
    cout <<*std::min_element(tab, tab + 9) << endl;
    // zwraca najwiekszą wartośc z zakresu elementów (tablicy)
    cout << *std::max_element(tab, tab + 9) << endl;
    for (int item : tab) {
        cout << item << " ";
    }
    cout << endl;
    // odwraca kolejność elementów w tablicy
    reverse(tab, tab + 9);
    for (int item : tab) {
        cout << item << " ";
    }
}
```

Konsola debugowania

```
12
-67
62
9 4 6 3 54 62 -67 2 0
0 2 -67 62 54 3 6 4 9
```

Tworzenie kalkulatora konsoli w C++ w oparciu o klasy

Create a simple Universal Windows Platform (UWP) game with DirectX

C++ language documentation (Microsoft) - można pobrać pdf

Kurs C++

ODPOWIEDZI

odpowiedź

menu

```
using namespace std;

int main()
{
    cout << "Kelner do uslug!\n\n\n";

    cout << "Oto nasze menu\n\n\n";

    // nr pozycji na karcie
    int nr;

    cout << "Ktora pozycje z karty chca Panstwo zobaczyc?\nProsze wybrac 1-4 (q exit): ";
    // w przypadku podania litery wyrażenie cin>>nr zwraca false (litera nie jest typu int)
    while (cin >> nr) {
        switch (nr) {
        case 1:
            cout << endl << "Zurek z kielbasa" << endl << endl;
            break;
        case 2:
            cout << endl << "Rosol z makaronem" << endl << endl;
            break;
        case 3:
            cout << endl << "Schabowy z ziemniakami" << endl << endl;
            break;
        case 4:
            cout << endl << "Lazanie z frytkami" << endl << endl;
            break;
        default:
            cout << endl << "Takiej pozycji nie ma na karcie" << endl << endl;
        }
        cout << "Ktora pozycje z karty chca Panstwo zobaczyc?\nProsze wybrac 1-4 (q exit): ";
    }

    cout << "\n\n\nDziekujemy i zapraszamy ponownie";
}
```

odpowiedź

zamowienie

```
using namespace std;

int main()
{
    cout << "Zamowienie\n\n\n";
    cout << "Witamy w naszej restauracji\n\n";
    cout << "Oto nsze menu:\n";

    cout << "1 - zurek z kielbasa\n";
    cout << "2 - rosol z makaronem\n";
    cout << "3 - schabowy z ziemniakami\n";
    cout << "4 - lody czekoladowe\n";

    int wybor;
    cout << "\nProsze wybrac potrawe z menu:";
    cin >> wybor;
    cout << "\nOto co Panstwo wybraliscie:\n\n";

    switch (wybor) {
    case 1:
        cout << "Wybraliscie Panstwo wspanaily zurek z kielbasa, z pewnoscia bedzie Panstwu smakowal.\n";
        break;
    case 2:
        cout << "Rosol z makaronem to dobry wybor. Smacznego!\n";
        break;
    case 3:
        cout << "Typowa polska potrawa: schabowy z ziemniakami. Na pewno sie Panstwo najecie.\n";
        break;
    case 4:
        cout << "Lody czekoladowe - niebo w gebie.\n";
    default:
        cout << "Takiej pozycji nie ma w menu.\n";
    }

}
```

odpowiedź

Struktury

```
#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    //definicja struktury
    struct osoba {
        string imie;
        string nazwisko;
        short wiek;
    };

    //tworzymy egzemplarz struktury
    osoba pierwsza;

    //inicjalizacja egzemplarza
    cout << "podaj imie" << endl;
    cin >> pierwsza.imie;

    cout << "podaj nazwisko" << endl;
    cin >> pierwsza.nazwisko;

    cout << "podaj wiek" << endl;
    cin >> pierwsza.wiek;

    //wypisujemy dane
    cout << "podales nastepujace dane:" << endl;
    cout << "imie: " << pierwsza.imie << endl;
    cout << "nazwisko: " << pierwsza.nazwisko << endl;
    cout << "wiek: " << pierwsza.wiek << endl;


    system("PAUSE");
    return 0;
}
```

odpowiedź

Tablica jednowymiarowa (statyczna)

```
int tab[4];                          //deklaracja tablicy

for(int i=0; i<=3;i++)               //pętla inicjalizująca tablicę
    tab[i]=i;

for(int i=0; i<=3;i++)               //pętla wyświetlająca zawartość
    cout<<tab[i]<<endl;              //tablicy na konsoli
```

odpowiedź

Kolej

```
char slowo[6]={"kolej"};          //deklaracja tablicy

for(int i=0; i<5;i++)             //pętla wyświetlająca
    cout<<slowo[i]<<endl;
```

odpowiedź

Lustro

```
char tab[]={"marek"};    //deklaracja tablicy

for(int i=0; i<5; i++)       //pętla wypisująca imię
    cout<<tab[i];

cout<<" | ";                 //”lustro”

for(int i=4; i>=0; i--)      //pętla wypisująca imię od końca
      cout<<tab[i];
```

odpowiedź

Funkcje

Definicja funkcji

```
int potega (int x, int n)
 {
    int i,p;   //zmienne lokalne funkcji potega
    p=1;
    for (i=1; i<=n; i++)
         p=p*x;
    return p;
  }
```

odpowiedź

Funkcje

```
#include<iostream>

using namespace std;

//deklaracja funkcji potega
int potega(int x, int n);

int main() {

    //liczba
    int podstawa;

    //wykladnik potęgi
    int wykladnik;

    //potęga
    int a;

    cout << "podaj liczbe:" << endl;
    cin >> podstawa;

    cout << "podaj wykladnik:" << endl;
    cin >> wykladnik;

    //obliczamy potęgę
    //wywołanie funkcji potega
    a = potega(podstawa, wykladnik);

    cout << podstawa << " do potegi " << wykladnik << " = " << a << endl;

}

//definicja funkcji potega
int potega(int x, int n) {

    int i, p;
    p = 1;
    for (i = 1; i <= n; i++)
        p = p * x;
    return p;
}
```

odpowiedź

Rekurencja

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

int silnia(int a);

int main()
{
    cout << "Silnia\n\n";
    cout << "podaj liczbę:" << endl;
    int liczba = 0;
    cin >> liczba;
    cout << "silnia liczby " << liczba << " wynosi " << silnia(liczba) << endl;
}
int silnia(int a)
{
    if (a == 0) {
        return 1;
    }
    else if (a == 1) {
        return 1;
    }
    else {
        return a *= silnia(a - 1);
    }
}
```

wywołanie rekurencyjne funkcji

odpowiedź

Klasa Instrument - hermetyzacja (enkapsulacja)

```
using namespace std;

class Instrument {
private:
    string nazwa;
    string kolor;
    int waga;
public:
    void graj();
    string getNazwa();
    void setNazwa(string naz);
    string getKolor();
    void setKolor(string col);
    int getWaga();
    void setWaga(int wag);
};
void Instrument::graj()
{
    cout << "instrument " << nazwa << " pięknie gra" << endl;
}
string Instrument::getNazwa()
{
    return nazwa;
}
void Instrument::setNazwa(string naz)
{
    nazwa = naz;
}
string Instrument::getKolor()
{
    return kolor;
}
void Instrument::setKolor(string col)
{
    kolor = col;
}
int Instrument::getWaga()
{
    return waga;
}
void Instrument::setWaga(int wag)
{
    waga = wag;
}
int main()
{
    Instrument instrument;
    instrument.setKolor("zielony");
    instrument.setNazwa("gitara");
    instrument.setWaga(2);
    cout << "instrument o nazwie "<< instrument.getNazwa()
        <<":\nma kolor " << instrument.getKolor()<<"\nważy "
        <<instrument.getWaga()<<"kg\n";
}
```

odpowiedź

Dziedziczenie

```
// metoda zwraca ciąg tekstowy z opisem pól instrumentu
string Instrument::toString()
{
    return "Instrument:\nnazwa: " + nazwa + ",\nkolor: " + kolor + ",\nwaga: " + to_string(waga);
}

void Instrument::graj()
{
    cout << "instrument " << nazwa << " pięknie gra" << endl;
}

void Gitara::grajPalcami()
{
    cout << "gram palcami" << endl;
}

void Gitara::grajPiorkiem()
{
    cout << "gram piórkiem" << endl;
}

// metoda wywołuje toString() klasy bazowej i dopisuje opis prywatnych pól klasy pochodnej
string Gitara::toString()
{
    return Instrument::toString() + ",\nliczba strun: " + to_string(liczbaStrun) + ",\ntyp: " + typ + "\n";
}

int main()
{
    // tworzymy obiekt klasy Gitara
    Gitara hawajska("gitara","czerwony",1,4,"hawajska");
    // opis obiektu hawajska
    cout << hawajska.toString();
    hawajska.graj();
    hawajska.grajPalcami();

    // tworzymy drugi obiekt klasy Gitara
    Gitara elektryczna("gitara", "czarny", 2, 6, "elektryczna");
    // opis obiektu elektryczna
    cout << elektryczna.toString();
    elektryczna.grajPiorkiem();
}
```