

# Poznaj język C++ w 21 dni!

- Jak nauczyć się języka C++ w 3 tygodnie?
- Jak działają wskaźniki?
- Jak wykorzystać polimorfizm w programowaniu obiektowym?

Jesse Liberty, Siddhartha Rao, Bradley L. Jones



# C++

Wydanie II



Helion

# dla każdego

## » Idź do

- Spis treści
- Przykładowy rozdział

## » Katalog książek

- Katalog online
- Zamów drukowany katalog

## » Twój koszyk

- Dodaj do koszyka

## » Cennik i informacje

- Zamów informacje o nowościach
- Zamów cennik

## » Czytelnia

- Fragmenty książek online

## » Kontakt

Helion SA  
ul. Kościuszki 1c  
44-100 Gliwice  
tel. 32 230 98 63  
e-mail: helion@helion.pl  
© Helion 1991–2010

## C++ dla każdego. Wydanie II

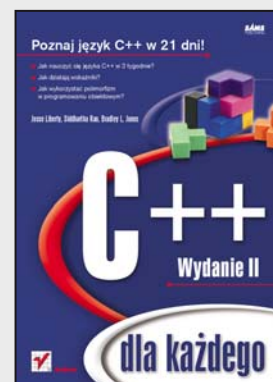
Autorzy: [Jesse Liberty](#), Siddhartha Rao, Bradley L. Jones

Tłumaczenie: Robert Górczyński

ISBN: 978-83-246-2782-0

Tytuł oryginału: [Sams Teach Yourself C++  
in One Hour a Day \(6th Edition\)](#)

Format: B5, stron: 850



### Poznaj język C++ w 21 dni!

Pomimo swojego wieku, język C++ wciąż utrzymuje wysoką formę. Przez lata zdobył i ugruntował sobie świetną pozycję na rynku języków programowania. Dzięki temu, nawet dziś w czasach gdzie króluje język Java oraz platforma .NET, wciąż swoich zwolenników. Ba! Istnieją takie gałęzie oprogramowania, w których jest on niezastąpiony. Dlatego jeżeli oczekujesz najwyższej wydajności, operowania blisko sprzętu oraz pełnej kontroli nad sposobem wykonywania programu powinieneś postawić właśnie na C++.

Dzięki książce, którą trzymasz w ręku będzie to stosunkowo proste zadanie. Poświęcając tylko godzinę dziennie zdobędziesz wiedzę, która pozwoli Ci spokojnie rozpocząć przygodę z językiem C++, poznać jego tajniki, zalety oraz wady. Z każdą kolejną godziną będziesz zdobywać coraz to bardziej zaawansowaną i ciekawą wiedzę. Jaki więc zakres obejmuje niniejszy podręcznik? Kompletny, którego opanowanie pozwoli Ci na pisanie programów o różnym stopniu złożoności oraz swobodne poruszanie się w świecie języka C++. Zdobędziesz informacje na temat stałych, zmiennych, tablic, instrukcji warunkowych oraz pętli. Ponadto dowiesz się, jak wykorzystać wskaźniki oraz dyrektywy kompilatora. Natomiast lektura ostatnich rozdziałów książki pozwoli Ci na swobodne poruszanie się w świecie programowania obiektowego, strumieni oraz klas STL. Obiekty, klasy, dziedziczenie czy polimorfizm – te pojęcia nie skryją przed Tobą już żadnej tajemnicy! Kolejne wydanie cenionej książki sprawdzi się w rękach każdego adepta języka C++. Jeżeli chcesz poznać ten język, to nie ma na co czekać. Lepszej okazji nie będzie!

- Historia języka C++
- Konstrukcja programu w języku C++
- Komentowanie kodu
- Zmienne i stałe
- Zastosowanie tablic i ciągów tekstowych
- Formułowanie wyrażeń
- Instrukcje warunkowe i operatory
- Wykorzystanie i tworzenie funkcji
- Zakresy zmiennych
- Sterowanie przebiegiem programu
- Zasada działania wskaźników
- Programowanie obiektowe – klasy, obiekty, dziedziczenie, polimorfizm
- Rzutowanie
- Wykorzystanie strumieni
- Kompilowanie warunkowe, instrukcje kompilatora

**Sprawdź czy język C++ spełni Twoje oczekiwania!**

# Spis treści

Wstęp	25
-------	----

## Część I Podstawy

<b>Lekcja 1. Zaczynamy</b>	<b>31</b>
Krótka historia języka C++ .....	31
Interpretery i kompilatory .....	33
Zmiana wymagań, zmiana platform .....	34
Programowanie proceduralne, strukturalne i obiektowe .....	35
Programowanie zorientowane obiektowo .....	36
C++ i programowanie zorientowane obiektowo .....	37
Jak ewoluowało C++ .....	38
Czy należy najpierw poznać C? .....	39
Dodatek Microsoft Managed Extensions for C++ .....	39
Standard ANSI .....	39
Przygotowanie do programowania .....	40
Twoje środowisko programowania .....	41
Tworzenie programu .....	42
Tworzenie pliku obiektowego za pomocą kompilatora .....	42
Tworzenie pliku wykonywalnego za pomocą linkera .....	43
Cykl tworzenia programu .....	43
HELLO.cpp — Twój pierwszy program w C++ .....	45
Zaczynamy pracę z kompilatorem .....	47
Budowanie projektu Hello World .....	48
Błędy kompilacji .....	49
Podsumowanie .....	50
Pytania i odpowiedzi .....	50
Warsztaty .....	51
Quiz .....	52
Ćwiczenia .....	52

<b>Lekcja 2. Anatomia programu C++</b>	<b>53</b>
Prosty program .....	53
Rzut oka na obiekt cout .....	56
Używanie przestrzeni nazw standardowych .....	58
Komentarze .....	61
Rodzaje komentarzy .....	61
Używanie komentarzy .....	62
Jeszcze jedna uwaga na temat komentarzy .....	63
Funkcje .....	63
Korzystanie z funkcji .....	65
Metody kontra funkcje .....	67
Podsumowanie .....	67
Pytania i odpowiedzi .....	67
Warsztaty .....	68
Quiz .....	68
Ćwiczenia .....	69
<b>Lekcja 3. Zmienne i stałe</b>	<b>71</b>
Czym jest zmienna? .....	71
Dane są przechowywane w pamięci .....	71
Przydzielanie pamięci .....	72
Rozmiar liczb całkowitych .....	73
Zapis ze znakiem i bez znaku .....	74
Podstawowe typy zmiennych .....	74
Definiowanie zmiennej .....	75
Uwzględnianie wielkości liter .....	77
Konwencje nazywania zmiennych .....	77
Słowa kluczowe .....	78
Określenie ilości pamięci używanej przez typ zmiennej .....	79
Tworzenie kilku zmiennych jednocześnie .....	81
Przypisywanie zmiennym wartości .....	81
Tworzenie aliasów za pomocą typedef .....	83
Kiedy używać typu short, a kiedy typu long? .....	84
Zawinięcie liczby całkowitej bez znaku .....	85
Zawinięcie liczby całkowitej ze znakiem .....	86

Znaki .....	87
Znaki i liczby .....	88
Znaki specjalne .....	89
Stałe .....	90
Literały .....	90
Stałe symboliczne .....	91
Stałe wyliczeniowe .....	92
Podsumowanie .....	95
Pytania i odpowiedzi .....	96
Warsztaty .....	97
Quiz .....	97
Ćwiczenia .....	98
<b>Lekcja 4. Tablice i ciągi tekstowe</b> .....	<b>99</b>
Czym jest tablica? .....	99
Elementy tablicy .....	100
Zapisywanie za końcem tablicy .....	102
Błąd słupka w płocie .....	104
Inicjalizowanie tablic .....	105
Deklarowanie tablic .....	106
Tablice wielowymiarowe .....	107
Deklarowanie tablic wielowymiarowych .....	108
Inicjalizowanie tablic wielowymiarowych .....	110
Tablice znaków i ciągi tekstowe .....	113
Metody <code>strcpy()</code> oraz <code>strncpy()</code> .....	115
Klasy ciągów tekstowych .....	117
Podsumowanie .....	120
Pytania i odpowiedzi .....	120
Warsztaty .....	121
Quiz .....	121
Ćwiczenia .....	122
<b>Lekcja 5. Wyrażenia, instrukcje i operatory</b> .....	<b>123</b>
Instrukcje .....	123
Białe znaki .....	124
Bloki i instrukcje złożone .....	124
Wyrażenia .....	125

Operatory .....	126
Operator przypisania .....	127
Operatory matematyczne .....	127
Łączenie operatora przypisania z operatorem matematycznym .....	130
Inkrementacja i dekrementacja .....	130
Przedrostki i przyrostki .....	131
Kolejność działań .....	133
Zagnieżdżanie nawiasów .....	134
Prawda i fałsz .....	135
Operatory relacji .....	136
Instrukcja if .....	137
Styl wcięć .....	141
Instrukcja else .....	141
Zaawansowane instrukcje if .....	143
Użycie nawiasów klamrowych w zagnieżdżonych instrukcjach if .....	146
Operatory logiczne .....	149
Logiczne I .....	149
Logiczne LUB .....	150
Logiczne NIE .....	150
Skrócone obliczanie wyrażeń logicznych .....	150
Kolejność operatorów logicznych .....	151
Kilka słów na temat prawdy i fałszu .....	152
Operator warunkowy (trójelementowy) .....	152
Podsumowanie .....	154
Pytania i odpowiedzi .....	154
Warsztaty .....	155
Quiz .....	155
Ćwiczenia .....	156
<b>Lekcja 6. Funkcje</b> .....	<b>159</b>
Czym jest funkcja? .....	159
Zwracane wartości, parametry i argumenty .....	160
Deklarowanie i definiowanie funkcji .....	161
Prototypy funkcji .....	162
Definiowanie funkcji .....	164
Wykonywanie funkcji .....	166

Zakres zmiennej .....	166
Zmienne lokalne .....	166
Zmienne lokalne zdefiniowane w blokach .....	168
Parametry są zmiennymi lokalnymi .....	170
Zmienne globalne .....	172
Zmienne globalne: ostrzeżenie .....	173
Rozważania na temat tworzenia instrukcji funkcji .....	174
Kilka słów na temat argumentów funkcji .....	174
Kilka słów na temat zwracanych wartości .....	175
Parametry domyślne .....	178
Przeciążanie funkcji .....	181
Zagadnienia związane z funkcjami .....	185
Funkcje typu inline .....	185
Rekurencja .....	188
Jak działają funkcje — rzut oka „pod maskę” .....	193
Poziomy abstrakcji .....	193
Podsumowanie .....	198
Pytania i odpowiedzi .....	199
Warsztaty .....	200
Quiz .....	200
Ćwiczenia .....	200
<b>Lekcja 7. Sterowanie przebiegiem działania programu</b> .....	<b>203</b>
Pętle .....	203
Początki pętli: instrukcja goto .....	203
Dlaczego nie jest zalecane stosowanie instrukcji goto? .....	205
Pętla while .....	205
Bardziej skomplikowane instrukcje while .....	207
Instrukcje continue oraz break .....	209
Pętla while (true) .....	212
Implementacja pętli do..while .....	213
Używanie pętli do..while .....	214
Pętla for .....	216
Zaawansowane pętle for .....	219
Puste pętle for .....	222
Pętle zagnieżdżone .....	223
Zakres zmiennych w pętlach for .....	225

Podsumowanie pętli .....	226
Sterowanie przebiegiem działania programu za pomocą instrukcji switch .....	229
Użycie instrukcji switch w menu .....	232
Podsumowanie .....	236
Pytania i odpowiedzi .....	236
Warsztaty .....	237
Quiz .....	238
Ćwiczenia .....	238
<b>Lekcja 8. Wskaźniki</b> .....	<b>241</b>
Czym jest wskaźnik? .....	241
Kilka słów na temat pamięci .....	241
Użycie operatora adresu zmiennej w pamięci (&) .....	242
Przechowywanie adresu zmiennej we wskaźniku .....	244
Nazwy wskaźników .....	244
Pobranie wartości ze zmiennej .....	245
Dereferencja za pomocą operatora wyłuskania .....	246
Wskaźniki, adresy i zmienne .....	247
Operowanie danymi poprzez wskaźniki .....	248
Sprawdzanie adresu .....	250
Nazwy wskaźników i tablic .....	252
Wskaźnik do tablicy kontra tablica wskaźników .....	254
Do czego służą wskaźniki? .....	255
Stos i sarta .....	255
Alokacja pamięci za pomocą słowa kluczowego new .....	257
Zwalnianie pamięci: słowo kluczowe delete .....	258
Inne spojrzenie na wycieki pamięci .....	260
Tworzenie obiektów na stercie .....	261
Usuwanie obiektów ze sterty .....	261
Utracone wskaźniki .....	263
Wskaźniki const .....	267
Podsumowanie .....	268
Pytania i odpowiedzi .....	268
Warsztaty .....	269
Quiz .....	269
Ćwiczenia .....	269



<b>Lekcja 9. Referencje</b>	<b>271</b>
Czym jest referencja? .....	271
Użycie operatora adresu (&) z referencją .....	273
Nie można zmieniać przypisania referencji .....	275
Zerowe wskaźniki i zerowe referencje .....	276
Przekazywanie argumentów funkcji przez referencję .....	277
Tworzenie funkcji swap() otrzymującej wskaźniki .....	279
Implementacja funkcji swap() za pomocą referencji .....	281
Zwracanie kilku wartości .....	283
Zwracanie wartości przez referencję .....	285
Przekazywanie przez referencję zwiększa efektywność działania programu .....	286
Przekazywanie wskaźnika const .....	290
Referencje jako metoda alternatywna .....	293
Kiedy używać wskaźników, a kiedy referencji .....	295
Łączenie referencji i wskaźników .....	296
Zwracanie referencji do obiektu, którego nie ma w zakresie .....	298
Problem związany ze zwracaniem referencji do obiektu na stercie .....	299
Podsumowanie .....	301
Pytania i odpowiedzi .....	301
Warsztaty .....	302
Quiz .....	302
Ćwiczenia .....	302

## **Część II Podstawy programowania zorientowanego obiektowo i C++**

<b>Lekcja 10. Klasy i obiekty</b>	<b>307</b>
Czy C++ jest zorientowane obiektowo? .....	307
Tworzenie nowych typów .....	309
Wprowadzenie klas i elementów składowych .....	310
Deklarowanie klasy .....	311
Kilka słów o konwencji nazw .....	311
Definiowanie obiektu .....	313
Klasy a obiekty .....	313
Dostęp do elementów składowych klasy .....	313
Przypisywać należy obiektom, nie klasom .....	314
Czego nie zadeklarujesz, tego klasa nie będzie miała .....	314

Dostęp prywatny i publiczny .....	315
Oznaczanie danych składowych jako prywatnych .....	317
Implementowanie metod klasy .....	321
Konstruktory i destruktory .....	324
Domyślne konstruktory i destruktory .....	325
Użycie domyślnego konstruktora .....	326
Funkcje składowe const .....	329
Gdzie umieszczać deklaracje klasy i definicje metod .....	331
Implementacja inline .....	332
Klasy, których danymi składowymi są inne klasy .....	335
Struktury .....	340
Podsumowanie .....	340
Pytania i odpowiedzi .....	341
Warsztaty .....	343
Quiz .....	343
Ćwiczenia .....	343
<b>Lekcja 11. Dziedziczenie</b> .....	<b>345</b>
Czym jest dziedziczenie? .....	345
Dziedziczenie i wyprowadzanie .....	346
Królestwo zwierząt .....	347
Składnia wyprowadzania .....	348
Prywatne kontra chronione .....	350
Dziedziczenie oraz konstruktory i destruktory .....	353
Przekazywanie argumentów do konstruktorów bazowych .....	355
Przesłanianie funkcji klasy bazowej .....	360
Ukrywanie metod klasy bazowej .....	363
Wywoływanie metod klasy bazowej .....	365
Metody wirtualne .....	367
Jak działają funkcje wirtualne .....	372
Próba uzyskania dostępu do metod klasy bazowej .....	373
Okrajanie .....	374
Tworzenie destruktorów wirtualnych .....	377
Wirtualne konstruktory kopiujące .....	377
Koszt metod wirtualnych .....	381
Dziedziczenie prywatne .....	381
Używanie dziedziczenia prywatnego .....	382
Dziedziczenie prywatne kontra agregacja (złożenie) .....	384

Podsumowanie .....	385
Pytania i odpowiedzi .....	386
Warsztaty .....	387
Quiz .....	387
Ćwiczenia .....	388
<b>Lekcja 12. Polimorfizm</b> .....	<b>389</b>
Problemy z pojedynczym dziedziczeniem .....	389
Przenoszenie w górę .....	392
Rzutowanie w dół .....	393
Połączenie dwóch list .....	396
Dziedziczenie wielokrotne .....	397
Części obiektu z dziedziczeniem wielokrotnym .....	401
Konstruktory w obiektach dziedziczonych wielokrotnie .....	402
Eliminowanie niejednoznaczności .....	405
Dziedziczenie ze wspólnej klasy bazowej .....	406
Dziedziczenie wirtualne .....	410
Problemy z dziedziczeniem wielokrotnym .....	415
Mixiny i klasy metod .....	415
Abstrakcyjne typy danych .....	416
Czyste funkcje wirtualne .....	420
Implementowanie czystych funkcji wirtualnych .....	422
Złożone hierarchie abstrakcji .....	426
Które typy są abstrakcyjne? .....	430
Podsumowanie .....	430
Pytania i odpowiedzi .....	431
Warsztaty .....	432
Quiz .....	432
Ćwiczenia .....	433
<b>Lekcja 13. Typy operatorów i przeciążanie operatorów</b> .....	<b>435</b>
Czym są operatory w C++? .....	435
Operatory jednoargumentowe .....	436
Typy operatorów jednoargumentowych .....	437
Programowanie jednoargumentowego operatora inkrementacji i dekrementacji .....	437

Programowanie operatora dereferencji *	
i operatora wyboru elementu składowego ->	441
Programowanie operatorów konwersji	444
Operatory dwuargumentowe	446
Typy operatorów dwuargumentowych	446
Programowanie operatorów dodawania (a+b) i odejmowania (a-b)	447
Programowanie operatorów dodawania/przypisania	
i odejmowania/przypisania	450
Przeciążanie operatorów porównywania	452
Przeciążanie operatorów <, >, <= i >=	456
Operatory indeksowania	459
Funkcja operator()	462
Operatory, których nie można ponownie zdefiniować	463
Podsumowanie	464
Pytania i odpowiedzi	464
Warsztaty	465
Quiz	465
Ćwiczenia	465
<b>Lekcja 14. Operatory rzutowania</b>	<b>467</b>
Co to jest rzutowanie?	467
Kiedy zachodzi potrzeba rzutowania?	467
Dlaczego rzutowanie w stylu C nie jest popularne	
wśród niektórych programistów C++?	468
Operatory rzutowania C++	469
Użycie static_cast	470
Użycie dynamic_cast i identyfikacja typu w czasie działania	471
Użycie reinterpret_cast	474
Użycie const_cast	475
Problemy z operatorami rzutowania C++	476
Podsumowanie	477
Pytania i odpowiedzi	477
Warsztaty	478
Quiz	478
<b>Lekcja 15. Wprowadzenie do makr i wzorców</b>	<b>481</b>
Preprocesor i kompilator	481
Dyrektywa #define preprocesora	482

Funkcje makro .....	482
Po co te wszystkie nawiasy? .....	484
W jaki sposób makra i słabe bezpieczeństwo typów idą ręką w rękę? .....	485
Makra a funkcje i wzorce .....	486
Funkcje inline .....	486
Wprowadzenie do wzorców .....	488
Składnia deklaracji wzorca .....	489
Różne rodzaje deklaracji wzorca .....	490
Klasy wzorca .....	490
Ustanawianie i specjalizacja wzorca .....	491
Wzorce i bezpieczeństwo typów .....	492
Deklarowanie wzorców z wieloma parametrami .....	492
Deklarowanie wzorców z parametrami domyślnymi .....	493
Przykład wzorca .....	493
Użycie wzorców w praktycznym programowaniu C++ .....	495
Podsumowanie .....	496
Pytania i odpowiedzi .....	496
Warsztaty .....	498
Quiz .....	498
Ćwiczenia .....	498

### **Część III Poznajemy standardową bibliotekę wzorców (STL)**

<b>Lekcja 16. Wprowadzenie do standardowej biblioteki wzorców</b> .....	<b>501</b>
Kontenery STL .....	501
Kontenery sekwencyjne .....	501
Kontenery asocjacyjne .....	502
Wybór odpowiedniego kontenera .....	503
Iteratory STL .....	503
Algorytmy STL .....	506
Oddziaływania między kontenerami i algorytmami za pomocą iteratorów .....	507
Podsumowanie .....	509
Pytania i odpowiedzi .....	510
Warsztaty .....	510
Quiz .....	511

<b>Lekcja 17. Klasa string w STL</b>	<b>513</b>
Potrzeba powstania klasy służącej do manipulowania ciągami tekstowymi .....	513
Praca z klasą STL string .....	515
Ustanawianie obiektu STL string i tworzenie kopii .....	515
Uzyskanie dostępu do obiektu string i jego zawartości .....	518
Łączenie ciągów tekstowych .....	520
Wyszukiwanie znaku bądź podciągu tekstowego w obiekcie string .....	521
Skracanie obiektu STL string .....	523
Odwracanie zawartości ciągu tekstowego .....	525
Konwersja wielkości znaków obiektu string .....	526
Bazująca na wzorcach implementacja klasy STL string .....	528
Podsumowanie .....	528
Pytania i odpowiedzi .....	529
Warsztaty .....	529
Quiz .....	529
Ćwiczenia .....	530
<b>Lekcja 18. Dynamiczne klasy tablic w STL</b>	<b>531</b>
Charakterystyka klasy std::vector .....	531
Typowe operacje klasy vector .....	532
Ustanawianie klasy vector .....	532
Wstawianie elementów do obiektu vector .....	533
Uzyskanie dostępu do elementów obiektu vector .....	538
Usuwanie elementów z obiektu vector .....	541
Zrozumienie funkcji size() i capacity() .....	542
Klasa STL deque .....	545
Podsumowanie .....	547
Pytania i odpowiedzi .....	547
Warsztaty .....	548
Quiz .....	549
Ćwiczenia .....	549
<b>Lekcja 19. Klasa STL list</b>	<b>551</b>
Charakterystyka klasy std::list .....	551
Podstawowe operacje klasy list .....	552
Ustanawianie obiektu std::list .....	552
Wstawianie elementów na początku obiektu list .....	552

Wstawianie elementów na końcu obiektu list .....	554
Wstawianie elementów w środku obiektu list .....	555
Usuwanie elementów w obiekcie list .....	558
Odwroćcie i sortowanie elementów w obiekcie list .....	560
Odwracanie elementów .....	561
Sortowanie elementów .....	562
Podsumowanie .....	573
Pytania i odpowiedzi .....	573
Warsztaty .....	574
Quiz .....	574
Ćwiczenia .....	574
<b>Lekcja 20. Klasy STL set i multiset .....</b>	<b>575</b>
Wprowadzenie .....	575
Podstawowe operacje klas STL set i multiset .....	576
Ustanawianie obiektu std::set .....	576
Wstawianie elementów do obiektu set lub multiset .....	577
Wyszukiwanie elementów w obiekcie STL set lub multiset .....	579
Usuwanie elementów z obiektu STL set lub multiset .....	581
Wady i zalety używania obiektów STL set i multiset .....	592
Podsumowanie .....	592
Pytania i odpowiedzi .....	592
Warsztaty .....	593
Quiz .....	593
Ćwiczenia .....	594
<b>Lekcja 21. Klasy STL map i multimap .....</b>	<b>595</b>
Krótkie wprowadzenie .....	595
Podstawowe operacje klas STL map i multimap .....	596
Ustanawianie obiektu std::map .....	596
Wstawianie elementów do obiektu STL map lub multimap .....	597
Wyszukiwanie elementów w obiekcie STL map lub multimap .....	600
Usuwanie elementów z obiektu STL map lub multimap .....	602
Dostarczanie własnego predykatu sortowania .....	606
Podsumowanie .....	610
Pytania i odpowiedzi .....	610
Warsztaty .....	611
Quiz .....	612
Ćwiczenia .....	612

## Część IV Jeszcze więcej STL

<b>Lekcja 22. Zrozumienie obiektów funkcji</b>	<b>615</b>
Koncepcja obiektów funkcji i predykatów .....	615
Typowe aplikacje obiektów funkcji .....	616
Funkcje jednoargumentowe .....	616
Predykat jednoargumentowy .....	621
Funkcje dwuargumentowe .....	623
Predykat dwuargumentowy .....	626
Podsumowanie .....	629
Pytania i odpowiedzi .....	629
Warsztaty .....	630
Quiz .....	630
Ćwiczenia .....	630
<b>Lekcja 23. Algorytmy STL</b>	<b>631</b>
Co to są algorytmy STL? .....	631
Klasyfikacja algorytmów STL .....	631
Algorytmy niezmiennie .....	632
Algorytmy zmienne .....	633
Używanie algorytmów STL .....	636
Zliczanie i znajdowanie elementów .....	636
Wyszukiwanie elementu lub zakresu w kolekcji .....	639
Inicjalizacja elementów w kontenerze wraz z określonymi wartościami .....	642
Przetwarzanie elementów w zakresie za pomocą for_each .....	645
Przeprowadzanie transformacji zakresu za pomocą std::transform .....	647
Operacje kopiowania i usuwania .....	650
Zastępowanie wartości oraz zastępowanie elementu na podstawie danego warunku .....	654
Sortowanie i przeszukiwanie posortowanej kolekcji oraz usuwanie duplikatów .....	656
Partycjonowanie zakresu .....	659
Wstawianie elementów do posortowanej kolekcji .....	661
Podsumowanie .....	664
Pytania i odpowiedzi .....	664



Warsztaty .....	665
Quiz .....	665
Ćwiczenia .....	666
<b>Lekcja 24. Kontenery adaptacyjne: stack i queue</b> .....	<b>667</b>
Cechy charakterystyczne zachowania stosów i kolejek .....	667
Stosy .....	667
Kolejki .....	668
Używanie klasy STL stack .....	668
Ustanawianie obiektu stack .....	669
Funkcje składowe klasy stack .....	670
Używanie klasy STL queue .....	672
Ustanawianie obiektu queue .....	673
Funkcje składowe klasy queue .....	674
Używanie klasy STL priority_queue .....	676
Ustanawianie obiektu priority_queue .....	677
Funkcje składowe klasy priority_queue .....	678
Podsumowanie .....	682
Pytania i odpowiedzi .....	682
Warsztaty .....	682
Quiz .....	682
Ćwiczenia .....	683
<b>Lekcja 25. Praca z opcjami bitowymi za pomocą STL</b> .....	<b>685</b>
Klasa bitset .....	685
Ustanowienie klasy std::bitset .....	685
Używanie klasy std::bitset i jej elementów składowych .....	687
Operatory std::bitset .....	687
Metody składowe klasy std::bitset .....	687
Klasa vector<bool> .....	691
Ustanowienie klasy vector<bool> .....	691
Używanie klasy vector<bool> .....	692
Podsumowanie .....	693
Pytania i odpowiedzi .....	694
Warsztaty .....	694
Quiz .....	695
Ćwiczenia .....	695

## Część V Zaawansowane koncepcje C++

<b>Lekcja 26. Sprytnie wskaźniki</b>	<b>699</b>
Czym są sprytnie wskaźniki? .....	699
Na czym polega problem związany z używaniem wskaźników konwencjonalnych? .....	700
W jaki sposób sprytnie wskaźniki mogą pomóc? .....	701
W jaki sposób są implementowane sprytnie wskaźniki? .....	701
Typy sprytnych wskaźników .....	703
Kopiowanie głębokie .....	704
Mechanizm kopiowania przy zapisie (COW) .....	706
Sprytnie wskaźniki zliczania odniesień .....	706
Sprytnie wskaźniki powiązane z licznikiem odniesień .....	707
Kopiowanie destrukcyjne .....	708
Używanie klasy <code>std::auto_ptr</code> .....	710
Popularne biblioteki sprytnych wskaźników .....	712
Podsumowanie .....	713
Pytania i odpowiedzi .....	713
Warsztaty .....	714
Quiz .....	714
Ćwiczenia .....	715
<b>Lekcja 27. Strumienie</b>	<b>717</b>
Przegląd strumieni .....	717
Hermetyzacja przepływu danych .....	718
Buforowanie .....	719
Strumienie i bufory .....	721
Standardowe obiekty wejścia-wyjścia .....	722
Przekierowywanie standardowych strumieni .....	722
Wejście z użyciem <code>cin</code> .....	723
Wejściowe ciągi tekstowe .....	725
Problemy z ciągami tekstowymi .....	725
Wartość zwracana przez <code>cin</code> .....	728
Inne funkcje składowe w dyspozycji <code>cin</code> .....	729
Wprowadzanie pojedynczych znaków .....	729
Odczytywanie ciągów tekstowych z wejścia standardowego .....	732
Użycie <code>cin.ignore()</code> .....	735
Funkcje <code>peek()</code> oraz <code>putback()</code> .....	737

Wyjście poprzez cout .....	738
Zrzucanie zawartości bufora .....	739
Funkcje obsługujące wyjście .....	739
Manipulatory, znaczniki oraz instrukcje formatowania .....	741
Strumienie kontra funkcja printf() .....	747
Wejście i wyjście z użyciem plików .....	751
ofstream .....	751
Stany strumieni .....	751
Otwieranie plików dla wejścia i wyjścia .....	751
Zmiana domyślnego zachowania obiektu ofstream w trakcie otwierania pliku .....	753
Pliki binarne a pliki tekstowe .....	756
Przetwarzanie linii polecenia .....	759
Podsumowanie .....	763
Pytania i odpowiedzi .....	763
Warsztaty .....	764
Quiz .....	765
Ćwiczenia .....	765
<b>Lekcja 28. Obsługa wyjątków</b> .....	<b>767</b>
Pluskwy, błędy, pomyłki i „psujący się” kod .....	767
Sytuacje wyjątkowe .....	768
Wyjątki .....	770
Jak używane są wyjątki .....	771
Zgłaszanie własnych wyjątków .....	775
Tworzenie klasy wyjątku .....	777
Umieszczenie bloków try oraz bloków catch .....	781
Sposób działania przechwytywania wyjątków .....	781
Wychwytywanie więcej niż jednego rodzaju wyjątków .....	782
Hierarchie wyjątków .....	785
Dane w wyjątkach oraz nazwane obiekty wyjątków .....	789
Wyjątki i wzorce .....	796
Wyjątki bez błędów .....	799
Błędy i usuwanie błędów .....	800
Punkty wstrzymania .....	801
Śledzenie wartości zmiennych .....	801
Sprawdzanie pamięci .....	802
Assembler .....	802

Podsumowanie .....	802
Pytania i odpowiedzi .....	803
Warsztaty .....	804
Quiz .....	804
Ćwiczenia .....	805
<b>Lekcja 29. Więcej informacji na temat preprocesora</b> .....	<b>807</b>
Preprocesor i kompilator .....	807
Użycie dyrektywy #define .....	808
Użycie #define dla stałych .....	808
Użycie #define do testowania .....	809
Dyrektywa #else preprocesora .....	810
Dołączanie i wartowniki dołączania .....	811
Manipulacje ciągami tekstowymi .....	813
Zamiana na ciąg tekstowy .....	813
Konkatenacja .....	813
Makra predefiniowane .....	814
Makro assert() .....	814
Debuggowanie za pomocą makra assert() .....	816
Makro assert() a wyjątki .....	817
Efekty uboczne .....	817
Nieziemienniki klas .....	818
Wyświetlanie wartości tymczasowych .....	824
Operacje na bitach .....	825
Operator AND .....	826
Operator OR .....	826
Operator wyłączający OR .....	827
Operator negacji .....	827
Ustawianie bitów .....	827
Zerowanie bitów .....	828
Zmiana stanu bitów na przeciwny .....	828
Pola bitowe .....	829
Styl programowania .....	832
Wcięcia .....	833
Nawiasy klamrowe .....	833
Długość linii oraz długość funkcji .....	833
Instrukcje switch .....	834

Tekst programu .....	834
Nazwy identyfikatorów .....	835
Pisownia nazw i zastosowanie w nich wielkich liter .....	836
Komentarze .....	836
Konfiguracja dostępu .....	837
Definicje klas .....	838
Dołączanie plików .....	838
Używanie makra assert() .....	838
Używanie modyfikatora const .....	838
Następne kroki w programowaniu C++ .....	839
Gdzie uzyskać pomoc i poradę .....	839
Tematy powiązane z C++: rozszerzenie Managed C++, C# oraz platforma .NET firmy Microsoft .....	840
Podsumowanie .....	841
Pytania i odpowiedzi .....	841
Warsztaty .....	843
Quiz .....	843
Ćwiczenia .....	843

## **Dodatki**

<b>Dodatek A Praca z liczbami: dwójkowo i szesnastkowo</b> .....	<b>847</b>
Inne podstawy .....	848
Konwersja na inną podstawę .....	849
Dwójkowo .....	851
Dlaczego podstawa 2? .....	852
Bity, bajty, nible .....	852
Co to jest KB? .....	853
Liczby dwójkowe .....	853
Szesnastkowo .....	853
<b>Dodatek B Słowa kluczowe C++</b> .....	<b>859</b>
<b>Dodatek C Kolejność operatorów</b> .....	<b>861</b>
<b>Dodatek D Odpowiedzi</b> .....	<b>863</b>
<b>Skorowidz</b> .....	<b>919</b>

# Lekcja 10

## Klasy i obiekty

---

Klasy rozszerzają wbudowane w C++ możliwości, ułatwiające rozwiązywanie złożonych, „rzeczywistych” problemów.

Z tej lekcji dowiesz się:

- ▶ czym są klasy i obiekty,
- ▶ jak definiować nową klasę oraz tworzyć obiekty tej klasy,
- ▶ czym są funkcje i dane składowe,
- ▶ czym są konstruktory i jak z nich korzystać.

### Czy C++ jest zorientowane obiektowo?

W pewnym momencie język C, czyli poprzednik C++, był najpopularniejszym językiem programowania na świecie używanym do tworzenia oprogramowania komercyjnego. Był wykorzystywany do tworzenia systemów operacyjnych (na przykład systemu Unix), do tworzenia oprogramowania działającego w czasie rzeczywistym (kontrola maszyn, urządzeń i elektroniki). Dopiero później zaczął być stosowany jako język programowania służący do budowy innych języków konwencjonalnych. Opracowanie języka C pozwoliło na znalezienie łatwiejszego i bezpieczniejszego sposobu zbliżenia oprogramowania i osprzętu.

Język C jest etapem pośrednim pomiędzy wysokopoziomowymi językami aplikacji „firmowych”, takimi jak COBOL, a niskopoziomowym, wysokowydajnym, lecz trudnym do użycia asemblerem. C wymusza programowanie „strukturalne”, w którym poszczególne zagadnienia są dzielone na mniejsze jednostki powtarzalnych działań, zwanych *funkcjami*, natomiast dane są umieszczane w pakietach nazywanych *strukturami*.

Jednak języki takie jak Smalltalk i CLU zaczęły torować drogę w nowym kierunku — programowania zorientowanego obiektowo. Ten rodzaj programowania pozwala na umieszczanie w pojedynczej jednostce — obiekcie — podzespołów danych takich jak struktura oraz funkcja.

Świat jest wypełniony przedmiotami: samochodami, psami, drzewami, chmurami, kwiatami. Rzeczy. Każda *rzecz* ma charakterystykę (szybki, przyjazny, brązowy, puszysty, ładny). Większość rzeczy cechuje jakieś zachowanie (ruch, szczekanie, wzrost, deszcz, uwiad). Nie myślimy o danych samochodu i o tym, jak moglibyśmy nimi manipulować — myślimy o samochodzie jako o rzeczy: do czego jest podobny i co robi. Z tym samym możemy się zetknąć po przeniesieniu do świata komputerów dowolnego „rzeczywistego” obiektu.

Programy, które piszemy na początku dwudziestego pierwszego wieku, są dużo bardziej złożone niż te, które były pisane pod koniec wieku dwudziestego. Programy stworzone w językach proceduralnych są trudne w zarządzaniu i konserwacji, a ich rozbudowa jest niemożliwa. Graficzne interfejsy użytkownika, Internet, telefonia cyfrowa i bezprzewodowa oraz wiele innych technologii, znacznie zwiększyły poziom skomplikowania nowych projektów, a wymagania konsumentów dotyczące jakości interfejsu użytkownika wzrosły.

Programowanie zorientowane obiektowo oferuje narzędzie pomagające w sprostaniu wyzwaniom stojącym przed twórcami oprogramowania. Choć nie istnieje złoty środek dla tworzenia skomplikowanego oprogramowania, języki zorientowane obiektowo stworzyły silne więzy pomiędzy strukturami danych a metodami manipulowania tymi danymi. Ponadto jeszcze bardziej zbliżają się do sposobu myślenia ludzi (programistów i klientów), usprawniając tym samym komunikację oraz poprawiając jakość tworzonego oprogramowania. A co najważniejsze, w programowaniu zorientowanym obiektowo nie musisz już myśleć o strukturach danych i manipulujących nimi funkcjach; myślisz o obiektach w taki sposób, jakby były odpowiednikami obiektów w rzeczywistości: czyli jak one wyglądają i jak działają.

Język C++ stanowi pomost pomiędzy programowaniem zorientowanym obiektowo a językiem C. Celem jego autorów było stworzenie obiektowo zorientowanego języka dla tej szybkiej i efektywnej platformy służącej do tworzenia oprogramowania komercyjnego, ze szczególnym naciskiem na wysoką wydajność. W dalszej części lekcji przekonasz się, jak C++ osiąga cele postawione przed językiem.

## Tworzenie nowych typów

Programy są zwykle pisane w celu rozwiązania jakiegoś realnego problemu, takiego jak prowadzenie rejestru pracowników czy symulacja działania systemu grzewczego. Choć istnieje możliwość rozwiązywania tych problemów za pomocą programów napisanych wyłącznie przy użyciu liczb całkowitych i znaków, jednak w przypadku większych, bardziej rozbudowanych problemów, dużo łatwiej jest stworzyć reprezentacje obiektów, o których się mówi. Innymi słowy, symulowanie działania systemu grzewczego będzie łatwiejsze, gdy stworzymy zmienne reprezentujące pomieszczenia, czujniki ciepła, termostaty i bojler. Im bardziej te zmienne odpowiadają rzeczywistości, tym łatwiejsze jest napisanie programu.

Poznałeś już kilka typów zmiennych, m.in. liczby całkowite i znaki. Typ zmiennej dostarcza nam kilka informacji o niej. Na przykład, jeśli zadeklarujesz zmienne `Height` (wysokość) i `Width` (szerokość) jako liczby całkowite typu `unsigned short int`, wiesz, że w każdej z nich możesz przechować wartość z przedziału od 0 do 65 535 (przy założeniu że typ `unsigned short int` zajmuje dwa bajty pamięci). Są to liczby całkowite bez znaku; próba przechowania w nich czegokolwiek innego powoduje błąd. W zmiennej typu `unsigned short` nie możesz umieścić swojego imienia, nie powinieneś nawet próbować.

Deklarując te zmienne jako `unsigned short int`, wiesz, że możesz dodać do siebie wysokość i szerokość oraz przypisać tę wartość innej zmiennej.

Typ zmiennych informuje:

- ▶ o ich rozmiarze w pamięci,
- ▶ jaki rodzaj informacji mogą zawierać,
- ▶ jakie działania można na nich wykonywać.

W tradycyjnych językach, takich jak C, typy były wbudowane w język. W C++ programista może rozszerzyć język, tworząc potrzebne mu typy, zaś każdy z tych nowych typów może być w pełni funkcjonalny i dysponować tą samą siłą, co typy wbudowane.

### **Wady tworzenia typów za pomocą słowa kluczowego `struct`**

Pewne możliwości rozszerzenia języka C nowymi typami wiążą się z łączeniem w struktury (`struct`) powiązanych ze sobą zmiennych, które mogą być dostępne w postaci nowego typu danych za pomocą instrukcji `typedef`. Jednak istnieją pewne wady takiego podejścia:



- ▶ Struktury i operujące na nich funkcje nie są spójnymi całościami. Funkcje można znaleźć jedynie poprzez odczyt plików nagłówkowych z dostępnych bibliotek i wyszukanie tych z nowym typem jako parametrem.
- ▶ Koordynacja aktywności grupy powiązanych funkcji w strukturze jest trudniejszym zadaniem, ponieważ dowolny fragment logiki programu może w dowolnej chwili zmienić cokolwiek w strukturze. Z tego powodu nie ma możliwości ochrony struktury przed ingerencją.
- ▶ Wbudowane operatory nie działają ze strukturami — nie działa nawet dodanie dwóch struktur za pomocą znaku plus (+), choć taka operacja mogłaby się wydawać najbardziej naturalnym sposobem przedstawienia rozwiązania problemu (na przykład, kiedy każda struktura przedstawia skomplikowane fragmenty tekstu, które mają być ze sobą połączone).

## Wprowadzenie klas i elementów składowych

Nowy typ zmiennych tworzy się, deklarując klasę. *Klasa* jest właściwie grupą zmiennych — często o różnych typach — skojarzonych z zestawem odnoszących się do nich funkcji.

Jedną z możliwości myślenia o samochodzie jest potraktowanie go jako zbioru kół, drzwi, foteli, okien itd. Inna możliwość to wyobrażenie sobie, co samochód może zrobić: jeździć, przyspieszać, zwalniać, zatrzymywać się, parkować itd. Klasa umożliwia hermetyzację, czyli upakowanie, tych różnych części oraz różnych działań w jeden zbiór, który jest nazywany obiektem.

Upakowanie wszystkiego, co wiesz o samochodzie, w jedną klasę przynosi programiście liczne korzyści. Wszystko jest na miejscu, ułatwia to odwoływanie się, kopiowanie i manipulowanie danymi. Klienci Twojej klasy — tj. te części programu, które z niej korzystają — mogą używać Twojego obiektu bez zastanawiania się, co znajduje się w środku i jak on działa.

Klasa może składać się z dowolnej kombinacji zmiennych prostych oraz zmiennych innych klas. Zmienna wewnątrz klasy jest nazywana *zmienną składową* lub *daną składową*. Klasa Car (samochód) może posiadać składowe reprezentujące siedzenia, typ radia, opony itd. Zmienne składowe są zmiennymi w danej klasie. Stanowią one część klasy, tak jak koła i silnik stanowią część samochodu.

Klasa może zawierać również funkcje, które są wówczas nazywane *funkcjami składowymi* lub *metodami*. Podobnie jak zmienne składowe, stanowią część klasy i określają, co dana klasa może zrobić.

Funkcje w danej klasie zwykle manipulują zmiennymi składowymi. Przykładowo, metodami klasy `Car` mogą być `Start()` (uruchom) oraz `Brake()` (hamuj). Klasa `Cat` (kot) może posiadać zmienne składowe, reprezentujące wiek i wagę; jej metodami mogą być `Sleep()` (śpij), `Meow()` (miaucz) czy `ChaseMice()` (łap myszy).

## Deklarowanie klasy

Deklaracja klasy informuje kompilator o jej istnieniu. Aby zadeklarować klasę, użyj słowa kluczowego `class`, po którym następuje otwierający nawias klamrowy, a następnie lista danych składowych i metod tej klasy. Deklaracja kończy się zamykającym nawiasem klamrowym i średnikiem. Oto deklaracja klasy o nazwie `Cat` (kot):

```
class Cat
{
    unsigned int  itsAge;
    unsigned int  itsWeight;
    void Meow();
};
```

Zadeklarowanie takiej klasy nie powoduje zaalokowania pamięci dla obiektu `Cat`. Informuje jedynie kompilator, czym jest typ `Cat`, jakie dane zawiera (`itsAge` — jego wiek oraz `itsWeight` — jego waga) oraz co może robić (`Meow()` — miaucz). Informuje także kompilator, jak duża jest zmienna typu `Cat` — to jest, jak dużo miejsca w pamięci ma przygotować w przypadku tworzenia zmiennej typu `Cat`. W tym przykładzie, o ile typ `int` ma cztery bajty, zmienna typu `Cat` zajmuje osiem bajtów: cztery bajty dla zmiennej `itsAge` i cztery dla zmiennej `itsWeight`. Funkcja `Meow()` nie zajmuje miejsca, gdyż dla funkcji składowych (metod) miejsce nie jest rezerwowane. Jest to wskaźnik do funkcji, który na platformie 32-bitowej może zająć cztery bajty.

## Kilka słów o konwencji nazw

Jako programista, musisz nazwać wszystkie swoje zmienne składowe, funkcje składowe oraz klasy. Jak przeczytałeś w lekcji 3., „Stałe i zmienne”, nazwy te powinny być zrozumiałe i znaczące. Dobrymi nazwami klas mogą być wspomniana

Cat, Rectangle (prostokąt) czy Employee (pracownik). Meow(), ChaseMice() czy StopEngine() (zatrzymaj silnik) również są dobrymi nazwami funkcji, gdyż informują, co robią te funkcje. Wielu programistów nadaje nazwom zmiennych składowych przedrostek „its” (jego), tak jak w zmiennych itsAge, itsWeight czy itsSpeed (jego szybkość). Pomaga to w odróżnieniu zmiennych składowych od innych zmiennych.

Niektórzy programiści wolą przedrostek „my” (mój), tak jak w nazwach myAge, myWeight czy mySpeed. Jeszcze inni używają po prostu litery m (od słowa *member* — składowa), czasem wraz ze znakiem podkreślenia ( ): mAge i m\_age, mWeight i m\_weight czy mSpeed i m\_speed.

Niektórzy programiści lubią poprzedzić każdą nazwę klasy określoną literą — na przykład cCat czy cPerson — podczas, gdy inni używają wyłącznie dużych lub małych liter. Ja sam korzystam z konwencji, w której wszystkie nazwy klas rozpoczynają się od dużej litery, tak jak Cat czy Person (osoba).

Wielu programistów rozpoczyna wszystkie nazwy funkcji od dużej litery, zaś wszystkie nazwy zmiennych — od małej. Słowa zwykle rozdzielane są znakiem podkreślenia — tak jak w Chase\_Mice — lub poprzez zastosowanie dużej litery dla każdego słowa — na przykład ChaseMice czy DrawCircle (rysuj okrąg).

Ważne jest, by wybrać określony styl i trzymać się go w każdym programie. Z czasem rozwiniesz swój styl nie tylko na konwencje nazw, ale także na wcięcia, wyrównanie nawiasów klamrowych oraz styl komentarzy.

#### **Uwaga**

W firmach programistycznych powszechne jest określenie standardu wielu elementów stylu zapisu kodu źródłowego. Sprawia on, że wszyscy programiści mogą łatwo odczytywać wzajemnie swój kod. Niestety, przenosi się to również do firm opracowujących systemy operacyjne i biblioteki klas przeznaczonych do ponownego użytku. Zazwyczaj oznacza to, że w programach C++ jest jednocześnie stosowanych wiele różnych konwencji nazw.

#### **Ostrzeżenie**

Jak już wcześniej wspomniano, język C++ uwzględnia wielkość liter, dlatego wszystkie nazwy klas powinny przestrzegać tej samej konwencji. Dzięki temu nigdy nie będziesz musiał sprawdzać pisowni nazwy klasy (czy to było Rectangle, rectangle czy RECTANGLE?).

## Definiowanie obiektu

Po zadeklarowaniu klasy można jej następnie używać jako nowego typu dla definiowanych zmiennych tego typu. Definiowanie obiektu nowego typu przypomina definiowanie zmiennej całkowitej:

```
unsigned int GrossWeight; // definicja zmiennej typu unsigned int
Cat Frisky;               // definicja zmiennej typu Cat
```

Ten kod definiuje zmienną o nazwie `GrossWeight` (łączna waga), której typem jest `unsigned int`. Oprócz tego definiuje zmienną o nazwie `Frisky`, która jest obiektem klasy (typu) `Cat`.

## Klasy a obiekty

Nigdy nie karmi się definicji kota, lecz konkretnego kota. Należy dokonać rozróżnienia pomiędzy ideą kota a konkretnym kotem, który właśnie ociera się o Twoje nogi. C++ również dokonuje rozróżnienia pomiędzy klasą `Cat`, będącą ideą kota, a poszczególnymi obiektami typu `Cat`. Tak więc `Frisky` jest obiektem typu `Cat`, tak jak `GrossWeight` jest zmienną typu `unsigned int`. Obiekt jest indywidualnym egzemplarzem klasy.

## Dostęp do elementów składowych klasy

Gdy zdefiniujesz już faktyczny obiekt `Cat` — na przykład:

```
Cat Frisky;
```

w celu uzyskania dostępu do jego składowych możesz użyć operatora kropki (`.`). Aby zmiennej składowej `itsWeight` obiektu `Frisky` przypisać wartość 50, powinieneś napisać:

```
Frisky.itsWeight = 50;
```

Aby wywołać funkcję `Meow()`, możesz napisać:

```
Frisky.Meow();
```

Gdy używasz metody klasy, oznacza to, że wywołujesz tę metodę. W tym przykładzie wywołałeś metodę `Meow()` obiektu `Frisky`.

## Przypisywać należy obiektom, nie klasom

W C++ nie przypisuje się wartości typom; przypisuje się je zmiennym. Na przykład, nie można napisać:

```
int = 5;           // źle
```

Kompilator uzna to za błąd, gdyż nie można przypisać wartości pięć typowi całkowitemu. Zamiast tego musisz zdefiniować zmienną typu całkowitego i przypisać jej wartość 5. Na przykład:

```
int x ;           // definicja zmiennej typu int
x = 5;            // ustawienie wartości zmiennej x na 5
```

Jest to skrócony zapis stwierdzenia: „Przypisz wartość 5 zmiennej x, która jest zmienną typu int”. Nie można również napisać:

```
Cat.itsAge = 5;   // źle
```

Kompilator uzna to za błąd, gdyż nie możesz przypisać wartości 5 do elementu `itsAge` klasy `Cat`. Zamiast tego musisz zdefiniować egzemplarz obiektu klasy `Cat` i dopiero wtedy przypisać wartość jego składowej. Na przykład:

```
Cat Frisky;       // podobnie jak int x;
Frisky.itsAge = 5; // podobnie jak x = 5;
```

## Czego nie zadeklarujesz, tego klasa nie będzie miała

Przeprowadź taki eksperyment: podejdź do trzylatka i pokaż mu kota. Następnie powiedz: To jest Frisky. Frisky zna sztuczkę. Frisky, zaszczekaj! Dziecko roześmieje się i powie: „Nie, głuptasie, koty nie szczekają!”.

Jeśli napisałeś:

```
Cat Frisky;       // tworzy obiekt Cat o nazwie Frisky
Frisky.Bark();    // nakazuje Friskiemu szczekać
```

Kompilator wyświetli komunikat: „Nie, głuptasie, koty (cats) nie szczekają!”. (Być może w Twoim kompilatorze ten komunikat będzie brzmiał nieco inaczej). Kompilator wie, że Frisky nie może szczekać, gdyż klasa `Cat` nie posiada metody `Bark()` (szczekaj). Kompilator nie pozwoli Friskiemu nawet zamiauczeć, jeśli nie zdefiniujesz dla niego funkcji `Meow()` (miaucz).

Tak	Nie
<p>Do deklarowania klasy używaj słowa kluczowego <code>class</code>.</p> <p>W celu uzyskania dostępu do zmiennych i funkcji składowych klasy używaj operatora kropki (<code>.</code>).</p>	<p>Nie myl deklaracji z definicją. Deklaracja mówi czym jest klasa, a definicja przygotowuje pamięć dla obiektu.</p> <p>Nie myl klasy z obiektem.</p> <p>Nie przypisuj klasie wartości. Wartości przypisuj danym składowym obiektu.</p>

## Dostęp prywatny i publiczny

W deklaracji klasy używanych jest także kilka innych słów kluczowych. Dwa najważniejsze z nich to: `public` (publiczny) i `private` (prywatny).

Słowa kluczowe `private` i `public` są używane wraz z egzemplarzami klasy — zarówno ze zmiennymi składowymi, jak i metodami klasy. Prywatne składowe mogą być używane tylko przez metody należące do danej klasy. Składowe publiczne są dostępne dla innych funkcji i klas. To rozróżnienie jest ważne, choć na początku może sprawiać kłopot. Wszystkie składowe klasy — dane i metody — są domyślnie prywatne. Aby to lepiej wyjaśnić, spójrzmy na poprzedni przykład:

```
class Cat
{
    unsigned int  itsAge;
    unsigned int  itsWeight;
    void Meow();
};
```

W tej deklaracji, składowe `itsAge`, `itsWeight` oraz `Meow()` są prywatne, gdyż wszystkie składowe klasy są prywatne domyślnie. Oznacza to, że dopóki nie postanowisz inaczej, pozostaną one prywatne. Jeśli jednak w funkcji `main()` napiszesz na przykład:

```
Cat Bobas;
Bobas.itsAge = 5;    // błąd! nie można używać prywatnych danych!
```

kompilator uzna to za błąd. We wcześniejszej deklaracji powiedziałeś kompilatorowi, że składowych `itsAge`, `itsWeight` oraz `Meow()` będziesz używał tylko w funkcjach składowych klasy `Cat`. W powyższym fragmencie kodu próbujesz odwołać się do zmiennej składowej obiektu `Bobas` spoza metody klasy `Cat`. To, że `Bobas` jest obiektem klasy `Cat`, nie oznacza, że możesz korzystać z tych elementów obiektu `Bobas`, które są prywatne.

Właśnie to jest źródłem niekończących się kłopotów początkujących programistów C++. Już słyszę, jak narzekasz: „Hej! Właśnie napisałem, że Bobas jest kotem, tj. obiektem klasy Cat. Dlaczego Bobas nie ma dostępu do swojego własnego wieku?”. Odpowiedź brzmi: Bobas ma dostęp, ale Ty nie masz. Bobas, w swoich własnych metodach, ma dostęp do wszystkich swoich składowych, zarówno publicznych, jak i prywatnych. Nawet jeśli to Ty tworzysz obiekt klasy Cat, nie możesz przeglądać ani zmieniać tych jego składowych, które są prywatne.

Aby mieć dostęp do składowych obiektu Cat, pewne elementy składowe powinny być publiczne:

```
class Cat
{
    public:
        unsigned int  itsAge;
        unsigned int  itsWeight;
        void Meow();
};
```

Teraz składowe `itsAge`, `itsWeight` oraz `Meow()` są publiczne. `Bobas.itsAge = 5;` kompiluje się bez problemów.

### Uwaga

Słowo kluczowe `public` ma zastosowanie względem wszystkich elementów składowych w danej deklaracji aż do napotkania słowa kluczowego `private` i na odwrót. W ten sposób sekcje klasy można bardzo łatwo zadeklarować jako publiczne bądź prywatne.

Listing 10.1 przedstawia deklarację klasy Cat z publicznymi zmiennymi składowymi.

### Listing 10.1. Dostęp do publicznych składowych w prostej klasie

```
1: // Demonstruje deklarację klasy oraz
2: // definicje obiektu tej klasy.
3:
4: #include <iostream>
5:
6: class Cat          // deklaruję klasę Cat (kot)
7: {
8:     public:        // następujące po tym składowe są publiczne
9:         int itsAge;    // zmienna składowa
10:        int itsWeight; // zmienna składowa
11: };                // zwróć uwagę na średnik
12:
13: int main()
14: {
15:     Cat Frisky;
```

```
16:     Frisky.itsAge = 5;    // przypisanie do zmiennej składowej
17:     std::cout << "Frisky jest kotem i ma " ;
18:     std::cout << Frisky.itsAge << " lat.\n";
19:     return 0;
20: }
```

---

## Wynik ▼

Frisky jest kotem i ma 5 lat.

---

## Analiza ▼

Linia 6. zawiera słowo kluczowe `class`. Informuje ono kompilator, że następuje po nim deklaracja klasy. Nazwa nowej klasy następuje bezpośrednio po słowie kluczowym `class`. W tym przypadku nazwą klasy jest `Cat` (kot).

Ciało deklaracji rozpoczyna się w linii 7. od otwierającego nawiasu klamrowego i kończy się zamykającym nawiasem klamrowym i średnikiem w linii 11. Linia 8. zawiera słowo kluczowe `public`, które wskazuje, że wszystko, co po nim nastąpi, będzie publiczne, aż do natrafienia na słowo kluczowe `private` lub koniec deklaracji klasy. Linie 9. i 10. zawierają deklaracje składowych klasy, `itsAge` (jego wiek) oraz `itsWeight` (jego waga).

W linii 13. rozpoczyna się funkcja `main()`. W linii 15. `Frisky` jest definiowany jako egzemplarz klasy `Cat` — tj. jako obiekt klasy `Cat`. W linii 16. wiek `Friska` jest ustawiany na 5. W liniach 17. i 18. zmienna składowa `itsAge` zostaje użyta do wyświetlenia informacji o kocie `Frisky`. Powinieneś zauważyć, jak w liniach 16. i 18. następuje uzyskanie dostępu do obiektu `Frisky`. Zmienna `itsAge` jest dostępna poprzez nazwę obiektu (w tym przykładzie `Frisky`), następnie kropkę i nazwę zmiennej składowej (w tym przypadku `itsAge`).

Spróbuj wyomentować linię 8., po czym skompiluj program ponownie. W linii 16. wystąpi błąd, gdyż zmienna składowa `itsAge` nie będzie już składową publiczną. Domyślnie, wszystkie składowe klasy są prywatne.

**Uwaga**  
Uwaga

## Oznaczanie danych składowych jako prywatnych

Powinieneś przyjąć jako ogólną regułę, że dane składowe klasy należy utrzymywać jako prywatne. Oczywiście, możesz się zastanawiać, w jaki sposób uzyskać informacje dotyczące klasy, jeśli wszystkie elementy składowe będą prywatne.



Przykładowo, jeśli zmienna `tsAge` będzie prywatna, jak można odczytać bądź ustawić wiek obiektu `Cat`?

W celu uzyskania dostępu do danych prywatnych w klasie musisz stworzyć publiczne funkcje składowe, zwane *akcesorami*. Funkcje te umożliwią odczyt zmiennych składowych i przypisywanie im wartości. Te funkcje dostępowe (akcesory) są funkcjami składowymi, używanymi przez inne części programu w celu odczytywania i ustawiania prywatnych zmiennych składowych. Publiczny akcesor jest funkcją składową klasy, używaną albo do odczytu wartości prywatnej zmiennej składowej klasy, albo do ustawiania wartości tej zmiennej.

Dlaczego miałybyś utrudniać sobie życie dodatkowym poziomem pośredniego dostępu? Po co dodawać kolejne funkcje, skoro prościej i łatwiej jest bezpośrednio posługiwać się danymi? Jaki cel ma stosowanie akcesorów?

Odpowiedź na te pytania jest całkiem prosta: akcesory umożliwiają oddzielenie szczegółów *przechowywania* danych klasy od szczegółów jej *używania*. Dzięki temu możesz zmieniać sposób przechowywania danych klasy bez konieczności przepisywania funkcji, które z tych danych korzystają.

Jeśli funkcja, która chce poznać wiek kota, odwoła się bezpośrednio do zmiennej `tsAge` klasy `Cat`, będzie musiała zostać przepisana, jeżeli Ty, jako autor klasy `Cat`, zdecydujesz się na zmianę sposobu przechowywania tej zmiennej. Jednak posiadając funkcję składową `GetAge()` (pobierz wiek), klasa `Cat` może łatwo zwrócić właściwą wartość bez względu na to, w jaki sposób przechowywany będzie wiek. Funkcja wywołująca nie musi wiedzieć, czy jest on przechowywany jako zmienna typu `unsigned int` czy `long` lub czy wiek jest obliczany w miarę potrzeb.

Ta technika ułatwia zapanowanie nad programem. Przedłuża istnienie kodu, gdyż zmiany projektowe nie powodują, że program staje się przestarzały.

Oprócz tego funkcje akcesorów mogą zawierać dodatkową logikę — na przykład mało prawdopodobne jest, aby wiek kota (obiektu `Cat`) przekroczył wartość 100, a jego waga przekroczyła wartość 1000. Wymienione wartości powinny być niedozwolone. Funkcja akcesora może wymusić stosowanie tego rodzaju ograniczeń, jak również wykonywać wiele innych zadań.

Listing 10.2 przedstawia klasę `Cat` zmodyfikowaną tak, by zawierała prywatne dane składowe i publiczne akcesory. Zwróć uwagę, że ten listing przedstawia wyłącznie deklarację klasy, nie ma w nim kodu wykonywalnego.

**Listing 10.2. Klasa z akcesorami**

---

```
1: // Deklaracja klasy Cat
2: // Dane składowe są prywatne, publiczne akcesory pośredniczą
3: // w ustawianiu i odczytywaniu wartości składowych prywatnych
4: class Cat
5: {
6:     public:
7:         // publiczne akcesory
8:         unsigned int GetAge();
9:         void SetAge(unsigned int Age);
10:
11:         unsigned int GetWeight();
12:         void SetWeight(unsigned int Weight);
13:
14:         // publiczna funkcja składowa
15:         void Meow();
16:
17:         // prywatne dane składowe
18:     private:
19:         unsigned int  itsAge;
20:         unsigned int  itsWeight;
21: };
```

---

**Analiza ▼**

---

Ta klasa posiada pięć metod publicznych. Linie 8. i 9. zawierają akcesory dla składowej `itsAge`. Możesz zobaczyć, że w linii 8. znajduje się metoda pobierająca wiek kota, natomiast w linii 9. metoda ustawiająca wiek kota. Linie 11. i 12. zawierają podobne akcesory dla składowej `itsWeight`. Te akcesory ustawiają zmienne składowe i zwracają ich wartości.

W linii 15. jest zadeklarowana publiczna funkcja składowa `Meow()`. Ta funkcja nie jest akcesorem. Nie zwraca wartości ani ich nie ustawia; wykonuje inną usługę dla klasy — wyświetla słowo `Miau`. Zmienne składowe są zadeklarowane w liniach 19. i 20.

Aby ustawić wiek `Friska`, powinieneś przekazać wartość metodzie `SetAge()` (ustaw wiek), na przykład:

```
Cat Frisky;
Frisky.SetAge(5); // ustawia wiek Friska
                  // używając publicznego akcesora
```

W dalszej części lekcji poznasz kod, dzięki któremu metoda `SetAge()` oraz inne mogą działać.

Zadeklarowanie metod lub danych jako prywatnych umożliwia kompilatorowi wyszukanie w programach pomyłek, zanim staną się one błędami. Każdy szanujący się programista potrafi znaleźć sposób na obejście prywatności składowych. Stroustrup, autor języka C++, stwierdza, że „...mechanizmy ochrony z poziomu języka chronią przed pomyłką, a nie przed świadomym oszustwem” (WNT, 1995).

### Słowo kluczowe class

Składnia słowa kluczowego class jest następująca:

```
class nazwa_klasy
{
    // słowa kluczowe kontroli dostępu
    // zadeklarowane zmienne i składowe klasy
};
```

Słowo kluczowe class służy do deklarowania nowych typów. Klasa stanowi zbiór danych składowych klasy, które są zmiennymi różnych typów, także innych klas. Klasa zawiera także funkcje klasy — tzw. metody — które są funkcjami używanymi do manipulowania danymi w danej klasie i wykonywania innych usług dla klasy.

Obiekty nowego typu definiuje się w taki sam sposób, w jaki definiuje się inne zmienne. Należy określić typ (klasę), a po nim nazwę zmiennej (obiektu). Do uzyskania dostępu do funkcji i danych klasy służy operator kropki (.).

Słowa kluczowe kontroli dostępu określają, które sekcje klasy są prywatne, a które publiczne. Domyślnie wszystkie składowe klasy są prywatne. Każde słowo kluczowe zmienia kontrolę dostępu od danego miejsca aż do końca klasy, lub kontrolę wystąpienia następnego słowa kluczowego kontroli dostępu. Deklaracja klasy kończy się zamykającym nawiasem klamrowym i średnikiem.

### Przykład 1

```
class Cat
{
    public:
        unsigned int Age;
        unsigned int Weight;
        void Meow();
};
```

```
Cat Frisky;
Frisky.Age = 8;
Frisky.Weight = 18;
Frisky.Meow();
```

### Przykład 2

```
class Car
{
```

```

public:          // pięć następujących składowych jest publicznych
    void Start();
    void Accelerate();
    void Brake();
    void SetYear(int year);
    int GetYear();

    private:    // pozostała część jest prywatna
        int Year;
        char Model [255];
};             // koniec deklaracji klasy

Car OldFaithful; // tworzy egzemplarz klasy
int bought; // lokalna zmienna typu int
OldFaithful.SetYear(84); // ustawia składową Year na 84
bought = OldFaithful.GetYear(); // ustawia zmienną bought na 84
OldFaithful.Start(); //wywołuje metodę Start

```

Tak	Nie
<p>Używaj publicznych akcesorów, czyli publicznych funkcji dostępowych.</p> <p>Odwołuj się do prywatnych zmiennych składowych z funkcji składowych klasy.</p>	<p>Nie deklaruj zmiennych składowych jako publiczne, o ile nie ma takiej potrzeby.</p> <p>Nie używaj prywatnych zmiennych składowych klasy poza tą klasą.</p>

## Implementowanie metod klasy

Jak już się przekonałeś, akcesory stanowią publiczny interfejs do prywatnych danych klasy. Każdy akcesor musi posiadać, wraz z innymi zadeklarowanymi metodami klasy, implementację. Implementacja jest nazywana *definicją funkcji*.

Definicja funkcji składowej rozpoczyna się podobnie jak definicja zwykłej funkcji. W pierwszej kolejności trzeba podać typ zwracany z danej funkcji lub użyć słowa kluczowego `void`, jeśli funkcja niczego nie zwraca. Następnie podajemy nazwę klasy, po której występują dwa dwukropki, nazwa funkcji i jej parametry. Listing 10.3 przedstawia pełną deklarację prostej klasy `Cat`, wraz z implementacją jej akcesorów i jednej ogólnej funkcji tej klasy.

**Listing 10.3. Implementacja metod prostej klasy**

---

```
1: // Demonstruje deklarowanie klasy oraz
2: // definiowanie jej metod
3: #include <iostream>          // dla cout
4:
5: class Cat                    // początek deklaracji klasy
6: {
7:     public:                  // początek sekcji publicznej
8:         int GetAge();        // akcesor
9:         void SetAge(int age); // akcesor
10:        void Meow();         // ogólna funkcja
11:     private:                 // początek sekcji prywatnej
12:         int itsAge;         // zmienna składowa
13: };
14:
15: // GetAge, publiczny akcesor
16: // zwracający wartość składowej itsAge
17: int Cat::GetAge()
18: {
19:     return itsAge;
20: }
21:
22: // definicja SetAge, akcesora
23: // publicznego
24: // ustawiającego składową itsAge
25: void Cat::SetAge(int age)
26: {
27:     // ustawia zmienną składową itsAge
28:     // zgodnie z wartością przekazaną w parametrze age
29:     itsAge = age;
30: }
31:
32: // definicja metody Meow
33: // zwraca: void
34: // parametry: brak
35: // działanie: wyświetla na ekranie słowo "miauczy"
36: void Cat::Meow()
37: {
38:     std::cout << "Miauczy.\n";
39: }
40:
41: // tworzy kota, ustawia jego wiek, sprawia,
42: // że miauczy, wyświetla jego wiek i ponownie miauczy.
43: int main()
44: {
45:     Cat Frisky;
46:     Frisky.SetAge(5);
47:     Frisky.Meow();
```

```
48:     std::cout << "Frisky jest kotem i ma " ;
49:     std::cout << Frisky.GetAge() << " lat.\n";
50:     Frisky.Meow();
51:     return 0;
52: }
```

---

## Wynik ▼

```
Miauczy.
Frisky jest kotem i ma 5 lat.
Miauczy.
```

---

## Analiza ▼

Linie od 5. do 13. zawierają definicję klasy `Cat` (kot). Linia 7. zawiera słowo kluczowe `public`, które informuje kompilator, że to, co po nim następuje, jest zestawem publicznych składowych. Linia 8. zawiera deklarację publicznego akcesora `GetAge()` (pobierz wiek). `GetAge()` zapewnia dostęp do prywatnej zmiennej składowej `itsAge` (jego wiek), zadeklarowanej w linii 12. Linia 9. zawiera publiczny akcesor `SetAge()` (ustaw wiek). Funkcja `SetAge()` otrzymuje parametr typu `int`, który następnie przypisuje składowej `itsAge`.

Linia 10. zawiera deklarację metody `Meow()` (miaucz). Funkcja `Meow()` nie jest akcesorem. Jest to ogólna metoda klasy, wyświetlająca na ekranie słowo „Miauczy.”

Linia 11. rozpoczyna sekcję prywatną, która obejmuje jedynie zadeklarowaną w linii 12. prywatną składową `itsAge`. Deklaracja klasy kończy się w linii 13. zamykającym nawiasem klamrowym i średnikiem.

Linie od 17. do 20. zawierają definicję składowej funkcji `GetAge()`. Ta metoda nie ma parametrów i zwraca wartość całkowitą. Zauważ, że ta metoda klasy zawiera nazwę klasy, dwa dwukropki oraz nazwę funkcji (linia 17.). Ta składnia informuje kompilator, że definiowana funkcja `GetAge()` jest właśnie tą funkcją, która została zadeklarowana w klasie `Cat`. Poza formatem tego nagłówka, definiowanie funkcji własnej `GetAge()` niczym nie różni się od definiowania innych (zwykłych) funkcji.

Funkcja `GetAge()` posiada tylko jedną linię i zwraca po prostu wartość zmiennej składowej `itsAge`. Zauważ, że funkcja `main()` nie ma dostępu do tej zmiennej składowej, gdyż jest ona prywatna dla klasy `Cat`. Funkcja `main()` ma za to dostęp do publicznej metody `GetAge()`.

Ponieważ ta metoda jest składową klasy `Cat`, ma pełny dostęp do zmiennej `i tsAge`. Dzięki temu może zwrócić funkcji `main()` wartość zmiennej `i tsAge`.

Linia 25. zawiera definicję funkcji składowej `SetAge()`. Możesz zauważyć, że ta funkcja pobiera jedną wartość w postaci liczby całkowitej (`age`) i nie zwraca żadnej wartości, co jest wskazane przez słowo kluczowe `void`. Ta funkcja posiada parametr w postaci wartości całkowitej i przypisuje składowej `i tsAge` jego wartość (linia 29.). Ponieważ jest składową klasy `Cat`, ma bezpośredni dostęp do jej zmiennych prywatnych i publicznych.

Linia 36. rozpoczyna definicję (czyli implementację) metody `Meow()` klasy `Cat`. Jest to jednoliniowa funkcja wyświetlająca na ekranie słowo „Miauczy”, zakończone znakiem nowej linii. Pamiętaj, że znak `\n` powoduje przejście do nowej linii. Możesz zauważyć, że metoda `Meow()` jest zaimplementowana podobnie jak funkcja akcesora, czyli rozpoczyna się od typu zwracanej wartości, a następnie mamy nazwę klasy, nazwę funkcji oraz parametry (w tym przypadku nie ma żadnych parametrów).

Linia 43. rozpoczyna ciało funkcji `main()`, czyli właściwy program. W linii 45., funkcja `main()` deklaruje obiekt `Cat` o nazwie `Frisky`. Ujmując to inaczej, można powiedzieć, że funkcja `main()` deklaruje kota (`Cat`) o imieniu `Frisky`.

W linii 46. zmiennej `i tsAge` tego obiektu jest przypisywana wartość 5 (poprzez użycie akcesora `SetAge()`). Zauważ, że wywołanie tej metody następuje dzięki użyciu nazwy obiektu (`Frisky`), po której zastosowano operator kropki (`.`) i nazwę metody (`SetAge()`). W podobny sposób wywoływane są wszystkie inne metody wszystkich klas.

#### Uwaga

Pojęcia *funkcja składowa* i *metoda składowa* mogą być używane zamiennie.

Linia 47. wywołuje funkcję składową `Meow()`, zaś w linii 49. za pomocą akcesora `GetAge()`, wyświetlany jest komunikat. Linia 50. ponownie wywołuje funkcję `Meow()`. Choć wymienione metody są częścią klasy (`Cat`) i używane poprzez obiekt (`Frisky`), to działają dokładnie tak samo jak funkcje, które widziałeś do tej pory.

## Konstruktory i destruktory

Istnieją dwa sposoby definiowania zmiennej całkowitej. Można zdefiniować zmienną, a następnie, w dalszej części programu, przypisać jej wartość. Na przykład:

```
int Weight; // definiujemy zmienną
...        // tu inny kod
Weight = 7; // przypisujemy jej wartość
```

Możemy też zdefiniować zmienną i jednocześnie zainicjalizować ją. Na przykład:

```
int Weight = 7; // definiujemy i inicjalizujemy wartością 7
```

Inicjalizacja łączy w sobie definiowanie zmiennej oraz początkowe przypisanie wartości. Nic nie stoi na przeszkodzie temu, by zmienić później wartość zmiennej. Inicjalizacja powoduje tylko, że zmienna nigdy nie będzie pozbawiona sensownej wartości.

W jaki sposób zainicjalizować składowe klasy? Klasy posiadają specjalne funkcje składowe, zwane konstruktoremami. *Konstruktor* (ang. *constructor*) może w razie potrzeby posiadać parametry, ale nie może zwracać wartości — nawet typu void. Konstruktor jest metodą klasy o takiej samej nazwie, jak nazwa klasy.

Gdy zadeklarujesz konstruktor, powinieneś także zadeklarować *destruktor* (ang. *destructor*). Konstruktor tworzy i inicjalizuje obiekt danej klasy, zaś destruktor porządkuje obiekt i zwalnia pamięć, którą mogłeś w niej zaalokować (albo w konstruktorze, albo w trakcie cyklu życiowego obiektu). Destruktor zawsze nosi nazwę klasy, poprzedzoną znakiem tyldy (~). Destruktory nie mają argumentów i nie zwracają wartości. Dlatego deklaracja destruktora klasy Cat ma następującą postać:

```
~Cat();
```

## Domyślne konstruktory i destruktory

Istnieje wiele rodzajów konstruktorów; niektóre z nich posiadają argumenty, inne nie. Konstruktor, którego można wywołać bez żadnych argumentów, jest nazywany konstruktorem *domyślnym*. Istnieje tylko jeden rodzaj destruktora. On także nie posiada argumentów.

Jeśli nie stworzysz konstruktora lub destruktora, kompilator stworzy je za Ciebie. Konstruktor dostarczany przez kompilator jest konstruktorem domyślnym — czyli konstruktorem bez argumentów. Stworzone przez kompilator domyślny konstruktor i destruktor nie mają żadnych argumentów, a na dodatek w ogóle nic nie robią! Jeżeli chcesz, aby wykonywały jakiegokolwiek operacje, musisz samodzielnie utworzyć domyślny konstruktor i destruktor.



## Użycie domyślnego konstruktora

Do czego może przydać się konstruktor, który nic nie robi? Jest to problem techniczny: wszystkie obiekty muszą być konstruowane i niszczone, dlatego w odpowiednich momentach wywoływane są te nic nie robiące funkcje.

Aby móc zadeklarować obiekt bez przekazywania parametrów, na przykład

```
Cat Boots; // Boots nie ma parametrów
```

musisz posiadać konstruktor w postaci

```
Cat();
```

Gdy definiujesz obiekt klasy, wywoływany jest konstruktor. Gdyby konstruktor klasy `Cat` miał dwa parametry, mógłbyś zdefiniować obiekt `Cat`, pisząc

```
Cat Frisky (5, 7);
```

W tym przypadku pierwszy parametr mógłby być wiekiem, natomiast drugi mógłby oznaczać wagę kota. Gdyby konstruktor miał jeden parametr, napisałbyś

```
Cat Frisky (3);
```

W przypadku, gdy konstruktor nie ma żadnych parametrów (gdy jest konstruktorem *domyślnym*), możesz opuścić nawiasy i napisać

```
Cat Frisky;
```

Jest to wyjątek od reguły, zgodnie z którą wszystkie funkcje wymagają zastosowania nawiasów, nawet jeśli nie mają parametrów. Właśnie dlatego możesz napisać:

```
Cat Frisky;
```

Jest to interpretowane jako wywołanie konstruktora domyślnego. Nie dostarczamy mu parametrów i pomijamy nawiasy.

Zwróć uwagę, że nie musisz używać domyślnego konstruktora dostarczanego przez kompilator. Zawsze możesz napisać własny konstruktor domyślny — tj. konstruktor bez parametrów. Możesz zastosować w nim ciało funkcji, w którym możesz zainicjalizować obiekt. Zgodnie z konwencją, zawsze zaleca się zdefiniowanie konstruktora i ustawienie zmiennym składowym odpowiednich wartości domyślnych w celu zagwarantowania prawidłowego zachowania obiektu.

Zgodnie z konwencją, gdy deklarujesz konstruktor, powinieneś także zadeklarować destruktora, nawet jeśli nie robi on niczego. Nawet jeśli destruktora domyślny będzie działał poprawnie, nie zaszkodzi zadeklarować własnego. Dzięki niemu kod staje się bardziej przejrzysty.

Listing 10.4 zawiera nową wersję klasy `Cat`, w której do zainicjalizowania obiektu kota nie użyto domyślnego konstruktora. Wiek kota został ustawiony zgodnie z wartością otrzymaną jako parametr konstruktora. Listing pokazuje również miejsce, w którym wywoływany jest destruktor.

#### Listing 10.4. Użycie konstruktora i destruktora

---

```
1: // Demonstruje deklarowanie konstruktora
2: // i destruktora dla klasy Cat
3: // Domyślny konstruktor został stworzony przez programistę
4: #include <iostream>           // dla cout
5:
6: class Cat                     // początek deklaracji klasy
7: {
8:     public:                   // początek sekcji publicznej
9:         Cat(int initialAge);  // konstruktor
10:        ~Cat();               // destruktor
11:        int GetAge();         // akcesor
12:        void SetAge(int age); // akcesor
13:        void Meow();
14:     private:                 // początek sekcji prywatnej
15:         int itsAge;          // zmienna składowa
16: };
17:
18: // konstruktor klasy Cat
19: Cat::Cat(int initialAge)
20: {
21:     itsAge = initialAge;
22: }
23:
24: Cat::~~Cat()                 // destruktor, nic nie robi
25: {
26: }
27:
28: // GetAge, publiczny akcesor
29: // zwraca wartość składowej itsAge
30: int Cat::GetAge()
31: {
32:     return itsAge;
33: }
34:
35: // definicja SetAge, akcesora
36: // publicznego
37: void Cat::SetAge(int age)
38: {
39:     // ustawia zmienną składową itsAge
40:     // zgodnie z wartością przekazaną w parametrze age
41:     itsAge = age;
```

```
42: }
43:
44: // definicja metody Meow
45: // zwraca: void
46: // parametry: brak
47: // działanie: wyświetla na ekranie słowo "miauczy"
48: void Cat::Meow()
49: {
50:     std::cout << "Miauczy.\n";
51: }
52:
53: // tworzy kota, ustawia jego wiek, sprawia,
54: // że miauczy, wyświetla jego wiek i ponownie miauczy.
55: int main()
56: {
57:     Cat Frisky(5);
58:     Frisky.Meow();
59:     std::cout << "Frisky jest kotem i ma " ;
60:     std::cout << Frisky.GetAge() << " lat.\n";
61:     Frisky.Meow();
62:     Frisky.SetAge(7);
63:     std::cout << "Teraz Frisky ma " ;
64:     std::cout << Frisky.GetAge() << " lat.\n";
65:     return 0;
66: }
```

---

## Wynik ▼

```
Miauczy.
Frisky jest kotem i ma 5 lat.
Miauczy.
Teraz Frisky ma 7 lat.
```

---

## Analiza ▼

Listing 10.4 przypomina listing 10.3, jednak w linii 9. dodano konstruktor, posiadający argument w postaci wartości całkowitej. Linia 10. deklaruje destruktora, który nie posiada parametrów. Destruktory nigdy nie mają parametrów, zaś destruktory i konstruktory nie zwracają żadnych wartości — nawet typu `void`.

Linie od 19. do 22. zawierają implementację konstruktora. Jest ona podobna do implementacji akcesora `SetAge()`. Jak możesz zobaczyć, nazwa klasy poprzedza nazwę konstruktora. Jak już wcześniej wspomniano, to identyfikuje metodę (w tym przypadku `Cat()`) jako część klasy `Cat`. Ponieważ wymieniona metoda jest konstruktorem, to nie zwraca żadnej wartości, nawet `void`. Jednak w linii 21. konstruktor pobiera wartość początkową przypisaną danej składowej `itsAge`.

Linie od 24. do 26. przedstawiają implementację destruktora `~Cat()`. W tej chwili ta funkcja nie robi nic, ale jeśli deklaracja klasy zawiera deklarację destruktora, zdefiniowany musi zostać wtedy także ten destruktor. Podobnie jak w przypadku konstruktora oraz innych metod, destruktor jest poprzedzony nazwą klasy. Podobnie jak w przypadku konstruktora, ale odmiennie niż w przypadku innych metod, nie podaje się zwracanego typu oraz parametrów. To jest standardowy wymóg dla destruktorów.

Linia 57. zawiera definicję obiektu `Frisky`, stanowiącego egzemplarz klasy `Cat`. Do konstruktora obiektu `Frisky` przekazywana jest wartość 5. Nie ma potrzeby wywoływania funkcji `SetAge()`, gdyż `Frisky` został stworzony z wartością 5 znajdującą się w zmiennej składowej `tsAge`, tak jak pokazano w linii 60. W linii 62. zmiennej `tsAge` obiektu `Frisky` jest przypisywana wartość 7. Tę nową wartość wyświetla linia 64.

Tak	Nie
<p>W celu zainicjalizowania obiektów używaj konstruktorów.</p> <p>Jeżeli dodałeś konstruktor, dodaj również destruktor.</p>	<p>Pamiętaj, że konstruktory i destruktory nie mogą zwracać wartości.</p> <p>Pamiętaj, że destruktory nie mogą mieć parametrów.</p>

## Funkcje składowe const

Słowo kluczowe `const` służy do deklarowania zmiennych, które nie ulegają zmianie. `Const` można stosować również wraz z funkcjami składowymi w klasie. Jeśli zadeklarujesz metodę klasy jako `const`, obiecujesz w ten sposób, że metoda ta nie zmieni wartości żadnej ze składowych klasy.

Aby zadeklarować metodę w ten sposób, umieść słowo kluczowe `const` za nawiasami, lecz przed średnikiem. Przykładowo:

```
void SomeFunction() const;
```

Pokazana powyżej deklaracja funkcji składowej `const` o nazwie `SomeFunction()` nie posiada argumentów i zwraca typ `void`. Wiesz, że powyższa funkcja nie zmieni żadnych elementów składowych w klasie, ponieważ została zadeklarowana wraz ze słowem kluczowym `const`.

Wraz z modyfikatorem `const` często deklarowane są akcesory, które jedynie pobierają wartość. Przedstawiona wcześniej klasa `Cat` posiada dwa akcesory:

```
void SetAge(int anAge);  
int GetAge();
```

Funkcja `SetAge()` nie może być funkcją `const`, gdyż modyfikuje wartość zmiennej składowej `tsAge`. Natomiast funkcja `GetAge()` może i powinna być `const`, gdyż nie modyfikuje wartości żadnej ze składowych klasy. Funkcja `GetAge()` po prostu zwraca bieżącą wartość składowej `tsAge`. Zatem deklaracje tych funkcji można przepisać następująco:

```
void SetAge(int anAge);  
int GetAge() const;
```

Gdy zadeklarujesz funkcję jako `const`, zaś implementacja tej funkcji modyfikuje obiekt poprzez modyfikację wartości którejkolwiek ze składowych, kompilator zgłosi błąd. Na przykład, gdy napiszesz funkcję `GetAge()` w taki sposób, że będziesz zapamiętywał ilość zapytań o wiek kota, spowodujesz błąd kompilacji. Jest to spowodowane tym, że wywołując tę metodę, modyfikujesz zawartość obiektu `Cat`.

Deklarowanie funkcji jako `const` wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, należy do tradycji programistycznej. Za każdym razem, gdy to zrobisz, umożliwisz kompilatorowi wykrycie pomyłki, zanim stanie się ona błędem, który ujawni się już podczas działania programu.

### Po co używać kompilatora do wykrywania błędów?

Gdyby można było tworzyć programy w stu procentach pozbawione błędów, byłoby cudowanie, jednak tylko bardzo niewielu programistów jest w stanie tego dokonać. Wielu programistów opracowało jednak system pozwalający zminimalizować ilość błędów przez wczesne ich wykrycie i poprawienie.

Choć błędy kompilatora są irytujące i stanowią dla programisty przekleństwo, jednak są czymś dużo lepszym niż opisana dalej alternatywa. Język o słabej kontroli typów umożliwia naruszanie zasad kontraktu bez słowa sprzeciwu ze strony kompilatora, jednak program może załamać się w trakcie działania — na przykład wtedy, gdy pracuje z nim Twój szef. Co gorsze, w takim przypadku testowanie w celu wychycenia tych błędów będzie mało pomocne, ponieważ istnieje zbyt dużo ścieżek wykonywania kodu rzeczywistych programów, aby móc przetestować je wszystkie.

Błędy *czasu kompilacji* — tj. błędy wykryte podczas kompilowania programu — są zdecydowanie lepsze niż błędy *czasu działania* — tj. błędy wykryte podczas działania programu. Są lepsze, gdyż dużo łatwiej i precyzyjniej można określić

ich przyczynę. Może się zdarzyć, że program zostanie wykonany wielokrotnie bez wykonania wszystkich istniejących ścieżek wykonania kodu. Dlatego błąd czasu działania może przez dłuższy czas pozostać niezauważony. Błędy kompilacji są wykrywane podczas każdej kompilacji, są więc dużo łatwiejsze do zidentyfikowania i poprawienia. Celem dobrego programowania jest ochrona przed pojawianiem się błędów czasu działania. Jedną ze znanych i sprawdzonych technik jest wykorzystanie kompilatora do wykrycia pomyłek już na wczesnym etapie tworzenia programu.

## Gdzie umieszczać deklaracje klasy i definicje metod

Każda funkcja, którą zadeklarujesz dla klasy, musi posiadać definicję. Definicja jest nazywana także *implementacją funkcji*. Podobnie jak w przypadku innych funkcji, definicja metody klasy posiada nagłówek i ciało.

Definicja musi znajdować się w pliku, który może zostać znaleziony przez kompilator. Większość kompilatorów C++ wymaga, by taki plik miał rozszerzenie *.c* lub *.cpp*. W tej książce korzystamy z rozszerzenia *.cpp*, ale aby mieć pewność, sprawdź, czego oczekuje Twój kompilator.

Wiele kompilatorów zakłada, że pliki z rozszerzeniem *.c* są programami C, zaś pliki z rozszerzeniem *.cpp* są programami C++. Możesz używać dowolnego rozszerzenia, ale rozszerzenie *.cpp* wyeliminuje ewentualne nieporozumienia.

**Uwaga**  
Uwaga

W pliku, w którym umieszczasz implementację funkcji, możesz umieścić również jej deklarację, ale nie należy to do dobrych obyczajów. Zgodnie z konwencją zaadoptowaną przez większość programistów, deklaracje umieszcza się w tak zwanych plikach nagłówkowych, zwykle posiadających tę samą nazwę, lecz z rozszerzeniem *.h*, *.hp* lub *.hpp*. W tej książce dla plików nagłówkowych stosujemy rozszerzenie *.h*, ale sprawdź w swoim kompilatorze, jakie rozszerzenie powinieneś stosować.

Na przykład, deklarację klasy *Cat* powinieneś umieścić w pliku o nazwie *Cat.h*, zaś definicję metod tej klasy w pliku o nazwie *Cat.cpp*. Następnie powinieneś dołączyć do pliku *.cpp* plik nagłówkowy, poprzez umieszczenie na początku pliku *Cat.cpp* następującej dyrektywy:

```
#include "Cat.h"
```

Informuje ona kompilator, by wstawił w tym miejscu zawartość pliku *Cat.h* tak, jakbyś ją wpisał ręcznie. Uwaga: niektóre kompilatory nalegają, by wielkość liter w nazwie pliku w dyrektywie `#include` zgadzała się z wielkością liter w nazwie pliku na dysku.

Dlaczego masz się trudzić, rozdzielając program na pliki *.h* i *.cpp*, skoro i tak plik *.h* jest wstawiany do pliku *.cpp*? W większości przypadków klienci klasy nie dbają o szczegóły jej implementacji. Odczytanie pliku nagłówkowego daje im wystarczającą ilość informacji, by zignorować plik implementacji. Poza tym, ten sam plik *.h* możesz dołączać do wielu różnych plików *.cpp*.

### Uwaga

Deklaracja klasy mówi kompilatorowi, czym jest ta klasa, jakie dane zawiera oraz jakie funkcje posiada. Deklaracja klasy jest nazywana jej *interfejsem*, gdyż informuje kompilator w jaki sposób ma z nią współdziałać. Ten interfejs jest zwykle przechowywany w pliku *.h*, często nazywanym plikiem nagłówkowym. Definicja funkcji mówi kompilatorowi, jak działa dana funkcja. Definicja funkcji jest nazywana implementacją metody klasy i jest przechowywana w pliku *.cpp*. Szczegóły dotyczące implementacji klasy należą wyłącznie do jej autora. Klienci klasy — tj. części programu używające tej klasy — nie muszą, ani nie powinny wiedzieć, jak zaimplementowane zostały funkcje.

## Implementacja inline

Możesz poprosić kompilator, by uczynił zwykłą funkcję funkcją `inline`, funkcjami `inline` mogą stać się również metody klasy. W tym celu należy umieścić słowo kluczowe `inline` przed typem zwracanej wartości. Na przykład, implementacja `inline` funkcji `GetWeight()` wygląda następująco:

```
inline int Cat::GetWeight()
{
    return itsWeight; // zwraca daną składową itsWeight
}
```

Definicję funkcji można także umieścić w deklaracji klasy, co automatycznie sprawia, że ta funkcja staje się funkcją `inline`. Na przykład:

```
class Cat
{
public:
    int GetWeight() { return itsWeight; } // inline
    void SetWeight(int aWeight);
};
```

Zwróć uwagę na składnię definicji funkcji `GetWeight()`. Ciało funkcji `inline` zaczyna się natychmiast po deklaracji metody klasy; po nawiasach nie występuje średnik. Podobnie jak w innych funkcjach, definicja zaczyna się od otwierającego nawiasu klamrowego i kończy zamykającym nawiasem klamrowym. Jak zwykle, białe znaki nie mają znaczenia; możesz zapisać tę deklarację jako:

```
class Cat
{
    public:
        int GetWeight() const
        {
            return itsWeight;
        } // inline
        void SetWeight(int aWeight);
};
```

Listingi 10.5 i 10.6 odtwarzają klasę `Cat`, tym razem jednak deklaracja klasy została umieszczona w pliku `Cat.h`, zaś jej definicja w pliku `Cat.cpp`. Oprócz tego, na listingu 10.5 akcesor `Meow()` został zadeklarowany jako funkcja `inline`.

---

#### Listing 10.5. Deklaracja klasy `Cat` w pliku `CAT.h`

---

```
1: #include <iostream>
2: class Cat
3: {
4:     public:
5:         Cat (int initialAge);
6:         ~Cat();
7:         int GetAge() const { return itsAge;}           // inline!
8:         void SetAge (int age) { itsAge = age;}        // inline!
9:         void Meow() const { std::cout << "Miauczy.\n";} // inline!
10:     private:
11:         int itsAge;
12: };
```

---

#### Listing 10.6. Implementacja klasy `Cat` w pliku `CAT.cpp`

---

```
1: // Demonstruje funkcje inline
2: // oraz dołączanie pliku nagłówkowego
3: // pamiętaj o włączeniu plików nagłówkowych!
4: #include "Cat.h"
5:
6:
7: Cat::Cat(int initialAge) //konstruktor
8: {
9:     itsAge = initialAge;
10: }
```



```
11:
12: Cat::~~Cat()           //destruktor, nic nie robi
13: {
14: }
15:
16: // tworzy kota, ustawia jego wiek, sprawia
17: // że miauczy, wyświetla jego wiek i ponownie miauczy.
18: int main()
19: {
20:     Cat Frisky(5);
21:     Frisky.Meow();
22:     std::cout << "Frisky jest kotem i ma " ;
23:     std::cout << Frisky.GetAge() << " lat.\n";
24:     Frisky.Meow();
25:     Frisky.SetAge(7);
26:     std::cout << "Teraz Frisky ma " ;
27:     std::cout << Frisky.GetAge() << " lat.\n";
28:     return 0;
29: }
```

---

## Wynik ▼

```
Miauczy.
Frisky jest kotem i ma 5 lat.
Miauczy.
Teraz Frisky ma 7 lat.
```

---

## Analiza ▼

Kod zaprezentowany na listingach 10.5 i 10.6 jest podobny do kodu z listingu 10.4, trzy metody zostały zadeklarowane w pliku deklaracji jako `inline`, a deklaracja została przeniesiona do pliku *Cat.hpp* (listing 10.5).

Funkcja `GetAge()` jest deklarowana w linii 6. pliku *Cat.h*, gdzie znajduje się także jej implementacja `inline`. Linie 7. i 8. zawierają kolejne funkcje `inline`, jednak w stosunku do poprzednich, „zwykłych” implementacji, działanie tych funkcji nie zmienia się.

Linia 4. listingu 10.6 zawiera dyrektywę `#include "Cat.h"`, która powoduje wstawienie do pliku zawartości pliku *Cat.h*. Dołączając plik *Cat.h*, informujesz prekompilator, by odczytał zawartość tego pliku i wstawił ją w miejscu wystąpienia dyrektywy `#include` (tak jakbyś, począwszy od linii 5, sam wpisał tę zawartość).

Ta technika umożliwia umieszczenie deklaracji w pliku innym niż implementacja, a jednocześnie zapewnienie kompilatorowi dostępu do niej. W programach C++

technika ta jest powszechnie wykorzystywana. Zwykle deklaracje klas znajdują się w plikach `.h`, które są dołączane do powiązanych z nimi plików `.cpp` za pomocą dyrektyw `#include`.

Linie od 18. do 29. stanowią powtórzenie funkcji `main()` z listingu 10.4. Oznacza to, że funkcje `inline` działają tak samo jak zwykłe funkcje.

## Klasy, których danymi składowymi są inne klasy

Budowanie złożonych klas przez deklarowanie prostszych klas i dołączanie ich do deklaracji bardziej skomplikowanej klasy nie jest niczym niezwykłym. Na przykład, możesz zadeklarować klasę koła, klasę silnika, klasę skrzyni biegów itd., a następnie połączyć je w klasę „samochód”. Deklaruje to relację posiadania. Samochód posiada silnik, koła i skrzynię biegów.

Weźmy inny przykład. Prostokąt składa się z odcinków. Odcinek jest zdefiniowany przez dwa punkty. Punkt jest zdefiniowany przez współrzędną  $x$  i współrzędną  $y$ . Listing 10.7 przedstawia pełną deklarację klasy `Rectangle` (prostokąt), która może wystąpić w pliku `Rectangle.h`. Ponieważ prostokąt jest zdefiniowany jako cztery odcinki łączące cztery punkty, zaś każdy punkt odnosi się do współrzędnej w układzie, najpierw zadeklarujemy klasę `Point` (punkt) jako przechowującą współrzędne  $x$  oraz  $y$  punktu. Listing 10.8 zawiera implementacje obu klas.

### Listing 10.7. Deklarowanie kompletnej klasy

---

```
1: // początek Rect.h
2: #include <iostream>
3: class Point    // przechowuje współrzędne x,y
4: {
5:     // bez konstruktora, używa domyślnego
6:     public:
7:         void SetX(int x) { itsX = x; }
8:         void SetY(int y) { itsY = y; }
9:         int GetX()const { return itsX;}
10:        int GetY()const { return itsY;}
11:     private:
12:         int itsX;
13:         int itsY;
14: };    // koniec deklaracji klasy Point
15:
```

```
16:
17: class Rectangle
18: {
19:     public:
20:         Rectangle (int top, int left, int bottom, int right);
21:         ~Rectangle () {}
22:
23:         int GetTop() const { return itsTop; }
24:         int GetLeft() const { return itsLeft; }
25:         int GetBottom() const { return itsBottom; }
26:         int GetRight() const { return itsRight; }
27:
28:         Point GetUpperLeft() const { return itsUpperLeft; }
29:         Point GetLowerLeft() const { return itsLowerLeft; }
30:         Point GetUpperRight() const { return itsUpperRight; }
31:         Point GetLowerRight() const { return itsLowerRight; }
32:
33:         void SetUpperLeft(Point Location) {itsUpperLeft = Location;}
34:         void SetLowerLeft(Point Location) {itsLowerLeft = Location;}
35:         void SetUpperRight(Point Location) {itsUpperRight = Location;}
36:         void SetLowerRight(Point Location) {itsLowerRight = Location;}
37:
38:         void SetTop(int top) { itsTop = top; }
39:         void SetLeft (int left) { itsLeft = left; }
40:         void SetBottom (int bottom) { itsBottom = bottom; }
41:         void SetRight (int right) { itsRight = right; }
42:
43:         int GetArea() const;
44:
45:     private:
46:         Point itsUpperLeft;
47:         Point itsUpperRight;
48:         Point itsLowerLeft;
49:         Point itsLowerRight;
50:         int itsTop;
51:         int itsLeft;
52:         int itsBottom;
53:         int itsRight;
54: };
55: // koniec Rect.h
```

---

**Listing 10.8. Rect.cpp**

---

```
1: // początek rect.cpp
2: #include "rect.h"
3: Rectangle::Rectangle(int top, int left, int bottom, int right)
```

```
4: {
5:     itsTop = top;
6:     itsLeft = left;
7:     itsBottom = bottom;
8:     itsRight = right;
9:
10:    itsUpperLeft.SetX(left);
11:    itsUpperLeft.SetY(top);
12:
13:    itsUpperRight.SetX(right);
14:    itsUpperRight.SetY(top);
15:
16:    itsLowerLeft.SetX(left);
17:    itsLowerLeft.SetY(bottom);
18:
19:    itsLowerRight.SetX(right);
20:    itsLowerRight.SetY(bottom);
21: }
22:
23:
24: // oblicza obszar prostokąta przez obliczenie
25: // i pomnożenie szerokości i wysokości
26: int Rectangle::GetArea() const
27: {
28:     int Width = itsRight-itsLeft;
29:     int Height = itsTop - itsBottom;
30:     return (Width * Height);
31: }
32:
33: int main()
34: {
35:     //inicjalizuje lokalną zmienną typu Rectangle
36:     Rectangle MyRectangle (100, 20, 50, 80 );
37:
38:     int Area = MyRectangle.GetArea();
39:
40:     std::cout << "Obszar: " << Area << "\n";
41:     std::cout << "Wsp. X lewego górnego rogu: ";
42:     std::cout << MyRectangle.GetUpperLeft().GetX();
43:     return 0;
44: }
```

---

## Wynik ▼

Obszar: 3000

Wsp. X lewego górnego rogu: 20

## Analiza ▼

Linie od 3. do 14. listingu 10.7 deklarują klasę `Point` (punkt), która służy do przechowywania współrzędnych  $x$  i  $y$  określonego punktu rysunku. W tym programie nie wykorzystujemy należycie klasy `Point`. Jej zastosowania wymagają jednak inne metody rysunkowe.

### Uwaga

Gdy nadasz klasie nazwę `Rectangle`, niektóre kompilatory zgłoszą błąd. Wynika to z istnienia wewnętrznej klasy o nazwie `Rectangle`. W takim przypadku po prostu zmień nazwę klasy na `myRectangle`.

W deklaracji klasy `Point`, w liniach 12. i 13., zadeklarowaliśmy dwie zmienne składowe (`itsX` oraz `itsY`). Te zmienne przechowują współrzędne punktu. Zakładamy, że współrzędna  $x$  rośnie w prawo, a współrzędna  $y$  w górę. Istnieją także inne systemy. W niektórych programach okienkowych współrzędna  $y$  rośnie „w dół” okna.

Klasa `Point` używa akcesorów `inline`, zwracających i ustawiających współrzędne  $X$  i  $Y$  punktu. Te akcesory zostały zadeklarowane w liniach od 7. do 10. Punkty używają konstruktora i destruktor domyślnego. W związku z tym ich współrzędne trzeba ustawiać jawnie.

Linia 17. rozpoczyna deklarację klasy `Rectangle` (prostokąt). Klasa ta składa się z czterech punktów reprezentujących cztery narożniki prostokąta. Konstruktor klasy `Rectangle` (linia 20.) otrzymuje cztery wartości całkowite, `top` (górna), `left` (lewa), `bottom` (dolna) oraz `right` (prawa). Do czterech zmiennych składowych (listing 10.8) kopiowane są cztery parametry konstruktora i tworzone są cztery punkty.

Oprócz standardowych akcesorów, klasa `Rectangle` posiada funkcję `GetArea()` (pobierz obszar), zadeklarowaną w linii 43. Zamiast przechowywać obszar w zmiennej, funkcja `GetArea()` oblicza go w liniach od 28. do 30. listingu 10.8. W tym celu oblicza szerokość i wysokość prostokąta, następnie mnoży je przez siebie.

Uzyskanie współrzędnej  $x$  lewego górnego wierzchołka prostokąta wymaga dostępu do punktu `UpperLeft` (lewy górny) i zapytania o jego współrzędną  $X$ . Ponieważ funkcja `GetUpperLeft()` jest funkcją klasy `Rectangle`, może ona bezpośrednio odwoływać się do prywatnych danych tej klasy, włącznie ze zmienną (`itsUpperLeft`). Ponieważ `itsUpperLeft` jest obiektem klasy `Point`, a zmienna `itsX` tej klasy jest prywatna, funkcja `GetUpperLeft()` nie może odwoływać się do niej bezpośrednio. Zamiast tego, w celu uzyskania tej wartości musi użyć publicznego akcesora `GetX()`.

Linia 33. listingu 10.8 stanowi początek ciała programu. Pamięć nie jest alokowana aż do linii 36.; w obszarze tym nic się nie dzieje. Jedyną rzeczą, jaką zrobiliśmy, to poinformowanie kompilatora, jak ma stworzyć punkt i prostokąt (gdyby były potrzebne w przyszłości). W linii 36. definiujemy obiekt typu `Rectangle`, przekazując mu wartości `top`, `left`, `bottom` oraz `right`.

W linii 38. tworzymy lokalną zmienną `Area` (obszar) typu `int`. Ta zmienna przechowuje obszar stworzonego przez nas prostokąta. Zmienną `Area` inicjalizujemy za pomocą wartości zwróconej przez funkcję `GetArea()` klasy `Rectangle`. Klient klasy `Rectangle` może stworzyć obiekt tej klasy i uzyskać jego obszar, nie znając nawet implementacji funkcji `GetArea()`.

Plik `Rect.h` został przedstawiony na listingu 10.7. Obserwując plik nagłówkowy, który zawiera deklarację klasy `Rectangle`, programista może wysnuć wniosek, że funkcja `GetArea()` zwraca wartość typu `int`. Sposób, w jaki funkcja `GetArea()` uzyskuje tę wartość, nie interesuje klientów klasy `Rectangle`. Autor klasy `Rectangle` mógłby zmienić funkcję `GetArea()`; nie wpłynęłoby to na programy, które z niej korzystają, o ile wartością zwrotną nadal byłaby liczba całkowita.

Linia 42. listingu 10.8 może wydawać się nieco dziwna, ale jeśli zastanowisz się nad tym, co tam się dzieje, powinna stać się jasna. W tej linii kodu następuje pobranie współrzędnej `x` lewego górnego punktu prostokąta. Względem prostokąta wywoływana jest metoda `GetUpperLeft()`, która zwraca obiekt typu `Point`. Z tego obiektu potrzebujemy współrzędnej `x`. Wcześniej dowiedziałeś się, że akcesorem dla punktu `x` klasy `Point` jest `GetX()`. Dlatego też w celu pobrania współrzędnej `x` lewego górnego narożnika prostokąta należy użyć akcesora `GetX()` względem funkcji akcesora `GetUpperLeft()` obiektu `MyRectangle`. To właśnie przedstawiono w linii 42.:

```
MyRectangle.GetUpperLeft().GetX();
```

### **Często zadawane pytanie**

Jaka jest różnica pomiędzy deklaracją a definicją?

#### **Odpowiedź**

Deklaracja wprowadza nową nazwę, lecz nie alokuje pamięci; dokonuje tego definicja. Wszystkie deklaracje (z kilkoma wyjątkami) są także definicjami. Najważniejszym wyjątkiem jest deklaracja funkcji globalnej (prototyp) oraz deklaracja klasy (zwykle w pliku nagłówkowym).

## Struktury

Bardzo bliskim kuzynem słowa kluczowego `class` jest słowo kluczowe `struct`, używane do deklarowania struktur. W C++ struktura jest odpowiednikiem klasy, ale wszystkie jej składowe są domyślnie publiczne. Możesz zadeklarować strukturę dokładnie tak, jak klasę; możesz zastosować w niej te same zmienne i funkcje składowe. Gdy przestrzegasz jawnego deklarowania publicznych i prywatnych sekcji klasy, nie ma żadnej różnicy pomiędzy klasą a strukturą. Spróbuj wprowadzić do listingu 10.7 następujące zmiany:

- ▶ w linii 3., zmień `class Point` na `struct Point`,
- ▶ w linii 17., zmień `class Rectangle` na `struct Rectangle`.

Następnie skompiluj i uruchom program. Otrzymane wyniki nie powinny się od siebie różnić.

Prawdopodobnie zastanawiasz się, dlaczego dwa słowa kluczowe spełniają tę samą funkcję. Przyczyn należy szukać w historii języka. Język C++ powstawał jako rozszerzenie języka C. Język C posiada struktury, ale nie posiadają one metod. Bjarne Stroustrup, twórca języka C++, rozbudował struktury, ale zmienił ich nazwę na klasy, odzwierciedlając w ten sposób ich nowe, rozszerzone możliwości oraz zmianę w domyślnej dostępności elementów składowych. To pozwala również na używanie w programach C++ ogromnej biblioteki funkcji języka C.

Tak	Nie
<p>Umieszczaj deklarację klasy w pliku nagłówkowym <code>.h</code>, zaś funkcje składowe definiuj w pliku <code>.cpp</code>.</p> <p>Używaj <code>const</code> wszędzie tam, gdzie jest to możliwe.</p>	<p>Nie przechodź dalej, zanim dokładnie nie zrozumiesz zasady działania klasy.</p>

## Podsumowanie

W tej lekcji nauczyłeś się tworzyć nowe typy danych za pomocą klas. Wiesz także, jak definiować zmienne tych nowych typów, które nazywamy *obiektami*.

Klasa może mieć dane składowe, którymi są zmienne różnych typów, łącznie z innymi klasami. Poza tym, klasa może zawierać funkcje składowe — nazywane również *metodami*. Wymienione funkcje składowe służą do manipulowania danymi składowymi oraz przeprowadzania innych operacji.

Elementy składowe klasy, zarówno dane, jak i funkcje, mogą być publiczne bądź prywatne. Elementy publiczne są dostępne w dowolnym miejscu programu. Z kolei elementy prywatne są dostępne jedynie dla funkcji składowych danej klasy. Domyślnie, elementy składowe są definiowane jako prywatne.

Dobrym nawykiem w programowaniu jest izolowanie interfejsu — inaczej deklaracji — klasy w pliku nagłówkowym. Zazwyczaj odbywa się to poprzez użycie pliku z rozszerzeniem `.h`, a następnie wykorzystanie go w plikach kodu (z rozszerzeniem `.cpp`) za pomocą instrukcji `include`. Implementacja metod klasy znajduje się w pliku z rozszerzeniem `.cpp`.

Konstruktory klasy mogą być używane do inicjalizacji danych składowych obiektu. Natomiast destruktory są wykonywane w trakcie niszczenia obiektu. W destruktorze bardzo często następuje zwolnienie pamięci i innych zasobów, które mogły zostać zaalokowane przez metody klasy.

## Pytania i odpowiedzi

**Pytanie: Jak duży jest obiekt klasy?**

**Odpowiedź:** Wielkość obiektu w pamięci zależy od wielkości jego zmiennych składowych. Metody klasy zużywają bardzo niewielkie ilości pamięci, która jest wykorzystywana do przechowywania informacji o położeniu metody (wskaźnika).

Niektóre kompilatory umieszczają zmienne w pamięci w taki sposób, że dwubajtowe zmienne zużywają więcej niż tylko dwa bajty pamięci. Zajrzyj do dokumentacji używanego kompilatora, aby to sprawdzić. Jednak na tym etapie nie należy przejmować się takimi szczegółami.

**Pytanie: Jeżeli zadeklaruję klasę `Cat` wraz z prywatnym elementem składowym `tsAge`, a następnie zdefiniuję dwa obiekty `Fri sky` i `Boots`, czy obiekt `Boots` będzie miał dostęp do zmiennej składowej `tsAge` obiektu `Fri sky`?**

**Odpowiedź:** Nie. Różne egzemplarze klasy mogą uzyskać dostęp jedynie do danych publicznych innych egzemplarzy tej klasy. Innymi słowy, jeżeli `Fri sky` i `Boots` to egzemplarze klasy `Cat`, funkcje składowe obiektu `Fri sky` mogą uzyskać dostęp do danych obiektu `Fri sky`, ale już nie do danych obiektu `Boots`.

**Pytanie: Dlaczego nie powinienem definiować jako publicznych wszystkich danych składowych?**



**Odpowiedź:** Zdefiniowanie danych składowych jako prywatne umożliwia klientowi klasy używanie tych danych bez żadnej zależności dotyczącej sposobu ich przechowywania bądź obliczania. Przykładowo, jeżeli klasa `Cat` (kot) ma metodę `GetAge()`, klient klasy `Cat` może zapytać obiekt o wiek kota, nie znając i nie przejmując się sposobem, w jaki klasa `Cat` przechowuje ten wiek bądź jak oblicza go w locie. Oznacza to, że programista klasy `Cat` może w przyszłości zmienić projekt tej klasy bez wymagania od użytkowników klasy `Cat` zmiany ich programów.

**Pytanie: Jeżeli użycie funkcji `const` do zmiany klasy powoduje błąd w trakcie kompilacji, to dlaczego nie powinienem po prostu pozbyć się słów kluczowych `const`, by mieć pewność, że te błędy nie wystąpią?**

**Odpowiedź:** Jeżeli funkcja składowa nie powinna zmieniać klasy, to użycie słowa kluczowego `const` jest dobrym sposobem zagwarantowania, że kompilator pomoże Ci w wykryciu popełnionych błędów. Przykładowo, funkcja `GetAge()` może nie mieć żadnego powodu do zmiany klasy `Cat`, ale w implementacji może znajdować się poniższa linia kodu:

```
if (itsAge = 100) cout << "Hej! Masz 100 lat\n";
```

Zdefiniowanie funkcji `GetAge()` jako `const` powoduje, że kompilator zgłosi błąd w powyższej linii kodu. Celem programisty było sprawdzenie, czy wartość zmiennej `itsAge` wynosi 100, ale ten kod przez pomyłkę przypisuje wartość 100 zmiennej `itsAge`. Ponieważ przypisanie powoduje zmianę klasy — a zdefiniowano, że ta metoda nie powinna modyfikować klasy — kompilator wychwytuje błąd.

Ten rodzaj błędu może być trudny do wychwycenia poprzez samo przeglądanie kodu. Oko bardzo często widzi to, co chce zobaczyć. Co ważniejsze, może wydawać się, że program działa prawidłowo, choć zmiennej `itsAge` przypisano niewłaściwą wartość. Wcześniej czy później to musi spowodować problemy.

**Pytanie: Czy istnieje jakkolwiek powód używania struktury w programie C++?**

**Odpowiedź:** Wielu programistów C++ rezerwuje słowo kluczowe `struct` dla klas pozbawionych funkcji. To relikty starych struktur C, które nie miały funkcji. Szczerze mówiąc, to myląca i kiepska praktyka programistyczna. Dzisiejsza struktura pozbawiona metod jutro może ich potrzebować. Wówczas będziesz zmuszony albo do zmiany na typ `class`, albo do złamania reguły i umieszczenia metod w strukturze. Jeżeli musisz wywołać starą funkcję języka C wymagającą określonej struktury, jest to jedyny dobry powód jej używania.

**Pytanie:** Niektórzy programiści pracujący z programowaniem zorientowanym obiektowo używają terminu *tworzenie egzemplarza*. Co to oznacza?

**Odpowiedź:** *Tworzenie egzemplarza* to po prostu określenie procesu tworzenia obiektu na podstawie klasy. Określony obiekt zdefiniowany jako konkretny typ klasy to pojedynczy *egzemplarz* klasy.

## Warsztaty

Warsztaty zawierają pytania w formie quizu, które pomogą Ci w utrwaleniu wiedzy przedstawionej w tej lekcji, a także ćwiczenia pozwalające na sprawdzenie stopnia opanowania materiału. Spróbuj odpowiedzieć na pytania i rozwiązać quiz przed sprawdzeniem odpowiedzi w dodatku D. Zanim przejdziesz do kolejnej lekcji, upewnij się także, że rozumiesz odpowiedzi.

## Quiz

1. Co to jest operator kropki i do czego służy?
2. Co powoduje zarezerwowanie pamięci — deklaracja czy definicja?
3. Czy deklaracja klasy jest jej interfejsem, czy implementacją?
4. Jaka jest różnica między publicznymi i prywatnymi danymi składowymi?
5. Czy funkcja składowa może być prywatna?
6. Czy dana składowa może być publiczna?
7. Jeżeli zadeklarujesz dwa obiekty `Cat`, to czy mogą mieć różne wartości w swoich elementach składowych `itsAge`?
8. Czy deklaracje klas są kończone średnikiem? A definicje metod klasy?
9. Jaki będzie nagłówek funkcji `Meow()` klasy `Cat`, jeśli nie pobiera ona parametrów i zwraca `void`?
10. Która funkcja jest wywoływana w celu inicjalizacji klasy?

## Ćwiczenia

1. Napisz kod deklarujący klasę o nazwie `Employee` wraz z następującymi danymi składowymi: `itsAge`, `itsYearsOfService` oraz `itsSalary`.
2. Przepisz deklarację klasy `Employee` w taki sposób, aby dane składowe były prywatne. Zapewnij publiczne metody akcesorów pozwalające na pobieranie i ustawianie wartości każdej danej składowej.

3. Napisz program używający klasy `Employee`, który tworzy dwóch pracowników. Ustaw wartości ich danych składowych `itsAge`, `itsYearsOfService` i `itsSalary`, a następnie wyświetl je. Będziesz musiał dodać kod także w metodach akcesorów.
4. Kontynuując ćwiczenie 3., napisz kod dla metody klasy `Employee`, której celem będzie podanie zarobków każdego pracownika zaokrąglonych do najbliższego tysiąca.
5. Zmień klasę `Employee` w taki sposób, abyś mógł zainicjalizować dane składowe `itsAge`, `itsYearsOfService` oraz `itsSalary` w trakcie tworzenia pracownika.
6. **Łowcy błędów:** Co jest nie tak z poniższą deklaracją?

```
class Square
{
    public:
        int Side;
}
```

7. **Łowcy błędów:** Dlaczego poniższa deklaracja nie jest zbyt użyteczna?

```
class Cat
{
    int GetAge() const;
    private:
        int itsAge;
};
```

8. **Łowcy błędów:** Wymień trzy błędy w poniższym kodzie, które powinny być znalezione przez kompilator.

```
class TV
{
    public:
        void SetStation(int Station);
        int GetStation() const;
    private:
        int itsStation;
};
main()
{
    TV myTV;
    myTV.itsStation = 9;
    TV.SetStation(10);
    TV myOtherTv(2);
}
```