

Dzisiejszy wykład

- # Deklaracje i definicje klas w C++
- # Składowe, pola, metody
- # Konstruktory
- # Wskaźnik *this*
- # Destruktor
- # Przeciążanie funkcji i operatorów
- # Funkcje otwarte

Interfejs prostej klasy *Date*

Oto deklaracja (nie definicja) prostej klasy

```
class DateType {  
  
public:  
  
    // constructor  
  
    DateType();  
  
    DateType(int newMonth, int newDay, int newYear);  
  
    // accessor methods (get methods)  
  
    int GetYear( ) const;    // returns Year  
  
    int GetMonth( ) const;   // returns Month  
  
    int GetDay( ) const;     // returns Day  
  
private:  
  
    int Year;  
  
    int Month;  
  
    int Day;  
};
```

Deklaracja typu czy zmiennej?
Co oznacza public/private?
Co oznacza const?
Co to są pola?
Co to są metody?
Czego tu brakuje?

Użycie prostej klasy *Date*

Oto przykład użycia prostej klasy

```
class DateType {  
  
public:  
    // constructor  
    DateType();  
  
    DateType(int newMonth, int newDay, int newYear);  
  
    // accessor methods (get methods)  
    int GetYear( ) const;    // returns Year  
    int GetMonth( ) const;   // returns Month  
    int GetDay( ) const;     // returns Day  
  
private:  
    int Year;  
    int Month;  
    int Day;  
};
```

Jak są inicjalizowane zmienne?
Użycie dwóch konstruktorów
Czy mamy dostęp do pól?
Czy możemy używać metod?

```
DateType today(3, 4, 2004);  
  
DateType tomorrow, someDay;  
  
//can I do this?  
  
cout << today.Month;  
  
//how about  
  
cout << today.GetMonth();
```

Implementacja prostej klasy *Date*

Oto definicja (implementacja) prostej klasy

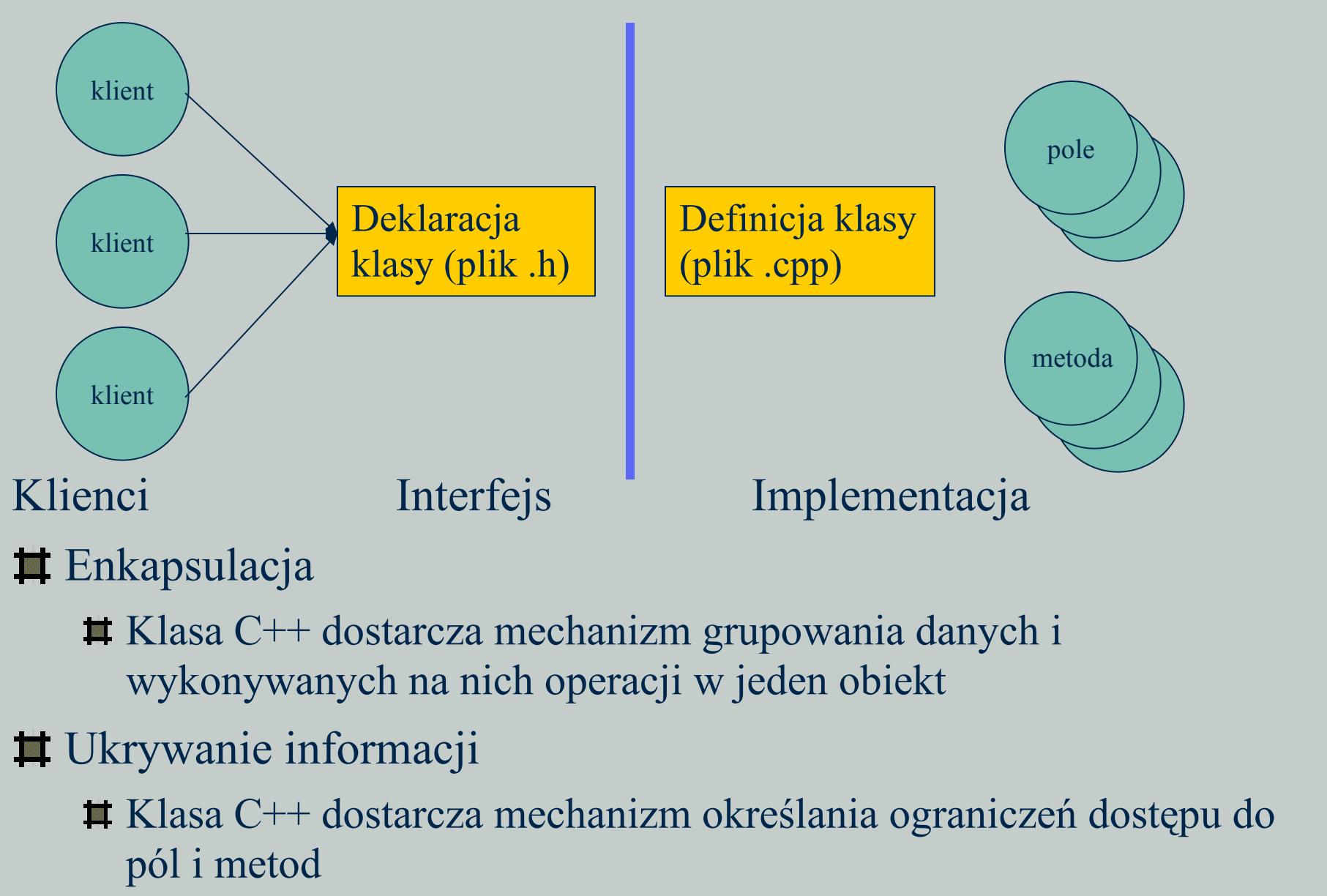
```
// DateType.cpp
#include "DateType.h"
/** Constructors */
DateType::DateType() {
    Day = 1;
    Month = 1;
    Year = 1;
}
DateType::DateType(int newMonth, int newDay, int newYear) {
    Day = newDay;
    Month = newMonth;
    Year = newYear;
}
// returns Year
int DateType::GetYear( ) const { return Year; }
// returns Month
int DateType::GetMonth( ) const { return Month; }
// returns Day
int DateType:: GetDay( ) const { return Day; }
```

Czego brakowało w deklaracji?

Co to za zmienne Day, Month, Year?

Czy DateType.h jest niezbędny do kompilacji?

Enkapsulacja i ukrywanie informacji



Organizacja implementacji

- Aby umożliwić oddzielną komplikację, typowa organizacja implementacji składa się z dwóch plików:

DateType.h

deklaracja klasy

DateType.cpp

definicje składowych

- Jeżeli użytkownik klasy DateType napisze program składający się z pojedynczego pliku **DateClient.cpp**, organizacja plików będzie następująca:

```
// DateClient.cpp  
//  
#include "DateType.h"  
...
```

Klienci

```
// DateType.h  
//  
class DateType {  
    ...  
};
```

Interfejs

```
// DateType.cpp  
//  
#include "DateType.h"  
int DateType::GetMonth() const {  
    return Month;  
}  
...
```

Implementacja

Używanie składowych

- Poza bezpośrednim użyciem składowych, klient używający klasy może zaimplementować funkcje wyższego poziomu które używają metod klasy, np.:

```
enum RelationType {Precedes, Same, Follows};  
  
RelationType ComparedTo(DataType dateA, DataType dateB) {  
    if (dateA.GetYear() < dateB.GetYear())  
        return Precedes;  
    if (dateA.GetYear() > dateB.GetYear())  
        return Follows;  
    if (dateA.GetMonth() < dateB.GetMonth())  
        return Precedes;  
    if (dateA.GetMonth() > dateB.GetMonth())  
        return Follows;  
    if (dateA.GetDay() < dateB.GetDay())  
        return Precedes;  
    if (dateA.GetDay() > dateB.GetDay())  
        return Follows;  
    return Same;  
}
```

Klient

Używanie składowych

■ Wówczas

```
DateType Tomorrow(1,18,2002), AnotherDay(10, 12, 1885);  
if ( ComparedTo(Tomorrow, AnotherDay) == Same ) {  
    cout << "what do you think?" << endl;  
}
```

- Projektant klasy DateType mógłby również zaimplementować metodę porównującą dwie daty.
- Jest to w istocie podejście bardziej naturalne i bardziej użyteczne, gdyż istnieje tylko jeden sposób na zadeklarowanie takiej funkcji.

Dodatkowe metody klasy *DateType*

```
// add to DateType.h:  
  
enum RelationType {Precedes, Same, Follows}; // file scoped  
RelationType ComparedTo(DateType dateA); // to public section
```

```
// add implementation to DateType.cpp:  
RelationType DateType::ComparedTo(DateType otherDate) {  
    if (Year < otherDate.Year)  
        return Precedes;  
    if (Year > otherDate.Year)  
        return Follows;  
    if (Month < otherDate.Month)  
        return Precedes;  
    if (Month > otherDate.Month)  
        return Follows;  
    if (Day < otherDate.Day)  
        return Precedes;  
    if (Day > otherDate.Day)  
        return Follows;  
    return Same;  
}
```

```
if ( Tomorrow.ComparedTo(AnotherDay) == Same )  
    cout << "Think about it, Scarlett!" << endl;
```

Używanie składowych

Kolejny przykład:

```
void PrintDate(DateType aDate, ostream& Out) {
    PrintMonth( aDate.GetMonth( ), Out );
    Out << ' ' << aDate.GetDay( )
        << ", " << setw(4) << aDate.GetYear( ) << endl;
}

void PrintMonth(int Month, ostream& Out) {
    switch (Month) {
        case 1: Out << "January"; return;
        case 2: Out << "February"; return;
        . . .
        case 12: Out << "December"; return;
        default: Out << "Juvember";
    }
}
```

Program:

```
DateType LeapDay(2, 29,2000);
PrintDate(LeapDay, cout);
```

wypisze: February 29, 2000

Klasyfikacja składowych

■ Metody implementują operacje na obiektach. Typy możliwych operacji mogą być klasyfikowane na różne sposoby. Oto powszechna klasyfikacja:

Konstruktor Operacja tworząca nowy egzemplarz klasy (nowy obiekt)

Mutator Operacja zmieniająca stan jednego lub więcej pola klasy

Obserwator Operacja odczytująca stan jednego lub więcej pól klasy, bez ich modyfikacji (Accessor, Getter)

Iterator Operacja pozwalająca na kolejne przetwarzanie wszystkich elementów struktury danych

■ W klasie *DateType*, *DateType()* jest konstruktorem, *GetYear()*, *GetMonth()* i *GetDay()* są obserwatorami. *DateType* nie posiada mutatorów ani iteratorów.

Konstruktor domyślny

- # Klasa DateType ma dwa jawnie zdefiniowane konstruktory.
- # Zwykle definiuje się konstruktor domyślny, co gwarantuje inicjalizację każdego obiektu klasy:

```
DateType::DateType( ) {  
    Month = Day = 1; // default date  
    Year = 1980;  
}
```

Konstruktor domyślny to konstruktor bez parametrów

- # Zasady dotyczące konstruktorów:
 - # nazwa składowej jest identyczna z nazwą klasy
 - # konstruktor nie ma specyfikacji wartości zwracanej, nawet void
 - # konstruktor domyślny jest wywoływany automatycznie podczas definicji egzemplarza klasy; jeżeli konstruktor przyjmuje parametry muszą one być podane po nazwie zmiennej w momencie deklaracji.

Inne konstruktory

- Klasa DateType posiada również konstruktor z parametrami. Pozwala to użytkownikowi na podanie reprezentowanej daty (ponieważ w klasie brak mutatorów, jest to jedyna możliwość).

```
DateType::DateType(int aMonth, int aDay, int aYear)
{
    if ( (aMonth >= 1 && aMonth <= 12)
        && (aDay >= 1) && (aYear >= 1) ) {
        Month = aMonth;
        Day = aDay;
        Year = aYear;
    }
    else {
        Month = Day = 1; // handling user error
        Year = 1980;
    }
}
```

Kompilator określa który konstruktor wywołać w ten sam sposób, co dla funkcji przeciążonych.

- Jeżeli konstruktor przyjmuje parametry muszą one być podane po nazwie zmiennej w momencie deklaracji:

```
DateType aDate(10, 15, 2000);
DateType bDate(4, 0, 2005); // set to 1/1/1980
```

Użycie domyślnego konstruktora

- # Jeżeli nie dostarczy się jawnie żadnego konstruktora, kompilator wygeneruje automatycznie konstruktor domyślny.
Konstruktor wygenerowany automatycznie
 - # nie posiada parametrów
 - # wywołuje konstruktor domyślny dla każdego pola, które jest klasą
 - # nie inicjalizuje pól, które nie są klasami
- # Dlatego:

Projektując klasę, zawsze należy jawnie zaimplementować konstruktor domyślny

Wskaźnik *this*

Rozważmy następujący fragment kodu:

- # Czy jest składniowo poprawny? Czy się skompiluje?
- # Czy jest semantycznie poprawny? Czy zadziała bez błędów czasu wykonania?
- # Czy robi coś sensownego?

```
DateType::DateType(int Month, int Day, int Year) {  
    Month = Month;  
    Day = Day;  
    Year = Year;  
}
```

Jaką wartością zostanie zainicjowane *today* w poniższym kodzie?

```
DateType today(3, 4, 2004);
```

Wskaźnik *this*

Aby zrozumieć *this* trzeba myśleć w kategoriach klas i obiektów

```
DateType today, tomorrow, nextWeek;
```

```
class  
DateType
```



```
today  
Day  
Month  
Year
```

```
tomorrow  
Day  
Month  
Year
```

```
nextWeek  
Day  
Month  
Year
```

```
// returns Year  
int DateType::GetYear( ) const  
{ return Year; }
```

Których *Month*, *Day* i *Year* używamy w powyższej definicji?

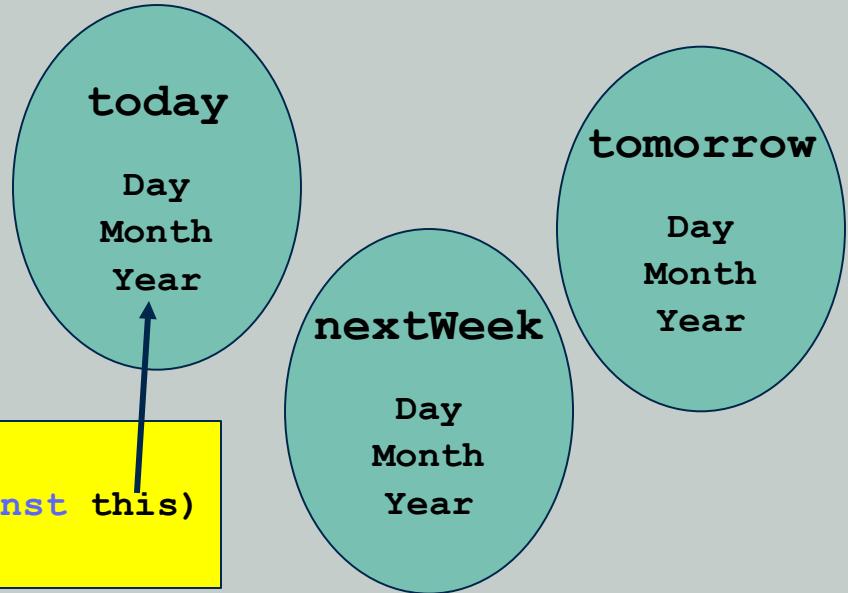
Wskaźnik *this*

- *this* jest przekazywany jako dodatkowy, niejawnny argument do wszystkich metod i niejawnie używany do odwoływania się do pól klasy

```
// returns Year  
int DateType::GetYear( ) const  
{ return Year; }
```

```
int y=today.GetYear();
```

```
// returns Year  
int DateType::GetYear(const DateType* const this)  
{ return this->Year; }
```



- Tak wygląda definicja metody widziana przez kompilator
- *this* jest **stałym wskaźnikiem**, nie możemy go zmieniać wewnątrz metody,
- Ponieważ metoda jest typu *const* (jest obserwatorem), *this* jest również **wskaźnikiem do stałej**

Destruktor

- # Wywoływany automatycznie w chwili, kiedy zmienna jest usuwana z pamięci (m.in. kończy się jej zakres)
- # W każdej klasie jest najwyżej jeden destruktor.
- # Nazwa destruktora to nazwa klasy poprzedzona znakiem tyldy (~).
- # Destruktor, podobnie jak konstruktor, nie ma typu wartości zwracanej (nawet *void*)
- # Destruktor zwalnia zasoby używane przez obiekt (zaalokowaną pamięć, deskryptory plików, semafory etc.)

```
// stack.h
class stack {
    ...
    int* dane;
    ...
public:
    ...
    ~stack();
    ...
};
```

Interfejs

```
// stack.cpp
stack::~stack()
{
    free(dane);
};
```

Implementacja

```
{
    stack s;
    ...
    //tu wywoływany s.~stack()
}
```

Klient

Klasa Stack

```
//stack.h
#define STACKSIZE 20

class stack
{
public:
    void push(int a);
    int pop();
    void clear();
    stack();
    ~stack();
private:
    int top;
    int dane[STACKSIZE];
};
```

Interfejs

```
//stack.cpp
#include <assert.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include "stack.h"

stack::stack()
{
    this->top=0;
}
stack::~stack() {};
void stack::clear()
{
    this->top=0;
}
void stack::push(int a)
{
    assert(this->top<STACKSIZE);
    this->dane[this->top++]=a;
}
int stack::pop()
{
    assert(this->top>0);
    return this->dane[--this->top];
}
```

Implementacja

Klasa Stack - wersja ulepszona

Do implementacji

- # Dynamiczna alokacja pamięci jak w drugiej wersji modułowej
- # Niepusty destruktor

```
//stack.h
class stack
{
public:
    void push(int a);
    int pop();
    void clear();
    stack();
    ~stack();
private:
    int top;
    int *dane;
    int size;
};
```

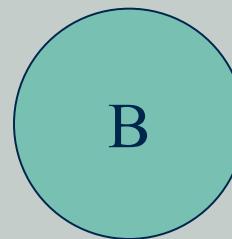
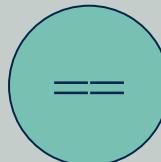
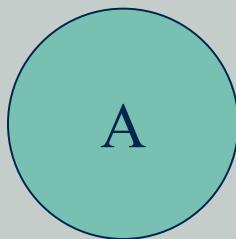
Interfejs

Przeciążenie funkcji

- # W C++ możliwe jest zadeklarowanie dwóch lub więcej funkcji o tej samej nazwie. Nazywa się to **przeciążeniem**.
- # Kompilator określa, do której funkcji odnosi się każde wywołanie.
- # Poszukiwanie najlepiej pasującej funkcji odbywa się na podstawie typów parametrów formalnych i aktualnych według kryteriów przedstawionych poniżej w podanej kolejności. Typ wartości zwracanej przez funkcję nie jest uwzględniany.
 - # Dokładne dopasowanie (brak konwersji lub konwersje trywialne, np. tablicy do wskaźnika)
 - # Dopasowanie z użyciem promocji (bool do int, char do int, float do double etc.)
 - # Dopasowanie z użyciem konwersji standardowych (int do double, double do int etc.)
 - # Dopasowanie z użyciem konwersji zdefiniowanych przez użytkownika
 - # Dopasowanie z użyciem wielokropka (...)

Przeciążenie operatorów

- # Operatory C++ (np. `==`, `++` etc.) mogą zostać przeciążone w celu umożliwienia operacji na typach zdefiniowanych przez użytkownika.



oznacza

obiekt operator obiekt

$A.==(B)$

czyli:

- # Klasa typu A musi mieć zdefiniowaną jednoargumentową składową o nazwie `==`

Przeciążenie operatorów

- # Składowe przeciążające operatory są definiowane z użyciem słowa kluczowego *operator*

```
// add to DateType.h:  
bool operator==(Datetype otherDate) const ;
```

Interfejs

```
// add to DateType.cpp:  
bool DateType::operator==(Datetype otherDate) const {  
    return( (Day == otherdate.Day) &&  
            (Month == otherDate.Month) &&  
            (Year == otherDate.Year));  
}
```

Implementacja

```
DateType aDate(10, 15, 2000);  
DateType bDate(10, 15, 2001);  
if (aDate == bDate) { . . .
```

Klient

- # Odpowiednio użyte przeciążenie operatorów pozwala na traktowanie obiektów typu zdefiniowanego przez użytkownika w sposób tak samo naturalny, jak typów wbudowanych.

Domyślne argumenty funkcji

- # W C++ możliwe jest podanie domyślnych wartości parametrów formalnych funkcji, które zostaną użyte w przypadku, kiedy pominie się je przy wywołaniu

```
// add to Datatype.h  
DateType::DateType(int aMonth = 1, int aDay = 1, int aYear = 1980);
```

Domyślne wartości parametrów podaje się w prototypie funkcji, a nie w implementacji.

```
// add to DateType.cpp  
DateType::DateType(int aMonth, int aDay, int aYear)  
{  
    if ( (aMonth >= 1 && aMonth <= 12)  
        && (aDay >= 1) && (aYear >= 1) ) {  
        Month = aMonth;  
        Day = aDay;  
        Year = aYear;  
    }  
    else {  
        Month = Day = 1; // default date  
        Year = 1980;  
    }  
}
```

Ponieważ wartości domyślne są podane dla wszystkich parametrów, można pominąć konstruktor domyślny. Pozostawienie konstruktora domyślnego spowoduje błąd przy próbie kompilacji.

Domyślne argumenty funkcji

- # Jeżeli argument posiadający wartość domyślną zostanie pominięty przy wywołaniu funkcji, kompilator automatycznie wpisze wartość domyślną:

```
DateType dDate(2,29);           // Feb 29, 1980
ToDate eDate(3);                // March 1, 1980
ToDate fDate();                 // Function declaration, not object definition
ToDate fDate;                  // Jan 1, 1980
```

- # Jedynie ostatnie argumenty mogą zostać pominięte

```
DateType dDate(,29);          // error
```

- # Wspólne użycie przeciążenia funkcji i parametrów domyślnych wymaga ostrożności

Parametry domyślne mogą być użyte dla każdej funkcji, nie tylko dla konstruktorów i metod.

Używanie argumentów domyślnych

- # Domyślne argumenty w prototypach funkcji
 - # Można pomijać jedynie ostatnie argumenty
- # Reguły stosowania domyślnych argumentów
 - # Domyślne argumenty podaje się w pierwszej deklaracji/definicji funkcji (najczęściej jest to prototyp)
 - # Domyślne wartości powinny być stałymi
 - # Na liście parametrów w deklaracji funkcji argumenty domyślne muszą być ostatnimi argumentami
 - # Przy wywołaniu funkcji posiadającej więcej niż jeden domyślny argument, argumenty po pierwszym pominiętym muszą być również pominięte
- # Domyślne argumenty i konstruktory
 - # Domyślne argumenty konstruktorów mogą zastąpić kilka osobnych konstruktorów
 - # Domyślne argumenty konstruktorów zapewniają pełną inicjalizację obiektów
 - # Konstruktory z wszystkimi parametrami domyślnymi zastępują konstruktor domyślny (bezparametryowy)

Funkcje otwarte (inline)

- # Najbardziej efektywne dla małych i średnich funkcji
- # Rozwijane w miejscu wywołania
 - # Brak narzutu na wywołanie funkcji
 - # Kompilator generuje odpowiedni kod i odwzorowuje parametry
 - # Oprócz tego generowana kopia implementacji funkcji (na wypadek, gdyby programista chciał pobrać jej adres)
- # Dwie metody specyfikacji funkcji otwartej:
 - # Podanie implementacji w deklaracji klasy
 - # Użycie słowa kluczowego *inline* w definicji funkcji

Przykłady funkcji otwartych

```
// DateType.h
class DateType {
public:
    DateType(int newMonth = 1, int newDay = 1,
              int newYear = 1980);
    int GetYear () const;
    int GetMonth () const {return Month;};
    int GetDay () const {return Day;};
private:
    int Year, Month, Day;
};
```

Interfejs

```
// DateType.h
inline int DateType::GetYear() const { // explicit inline
    return Year;
}
```

Implementacja

Funkcje otwarte

- # Funkcje otwarte muszą być zdefiniowane w plikach nagłówkowych aby umożliwić kompilatorowi generację kopii funkcji w momencie ich użycia
- # Metody zdefiniowane wewnątrz deklaracji klasy są niejawnie deklarowane jako otwarte
- # Kompromis między wydajnością a ukrywaniem informacji
- # Odwołanie się do pól zdefiniowanych poniżej ich definicji jest poprawne

```
// DateType.h
class DateType {
public:
    DateType(int newMonth = 1, int newDay = 1,
              int newYear = 1980);
    int GetYear () const;
    int GetMonth () const {return Month;};
    int GetDay () const {return Day;};
private:
    int Year, Month, Day;
};
```

Wady i zalety funkcji otwartych

- # Pogwałcenie celów inżynierii oprogramowania
 - # brak oddzielenia interfejsu od implementacji
 - # brak ukrywania informacji
- # Kod używający funkcji otwartych musi być ponownie skompilowany, gdy:
 - # treść metody ulegnie zmianie
 - # zostanie ona zastąpiona zwykłą metodą i odwrotnie
- # *inline* to żądanie, nie polecenie
 - # można rozwinać ręcznie, ale to kosztowne
- # Rozmiar pliku wykonywalnego może ulec powiększeniu
 - # zwykle nie jest to problemem