MS .NET i C#

wykład
2007/2008

Literatura

- E. Gunnerson “Programowanie w języku C#”, Mikom
- K. Burton “.NET CLR – księga eksperta”, Helion
- MSDN Library

“Zadania” MS .NET

- Jednolite środowisko obiektowe niezależnie od lokalności/zdalności kodu
- Unikanie konfliktu wersji
- Bezpieczeństwo wykonywania kodu
- Lepsza wydajność niż języki skryptowe
- Ujednolicenie technik programistycznych (lokalnie/zdalnie)
- Łatwość integracji

Czym jest MS .NET?

- Zarządzane (*ang.* managed) środowisko stanowiące warstwę pośrednią między programem a systemem operacyjnym
- Zalety:
  - większe bezpieczeństwo,
  - obsługa wielu języków,
  - skalowalność,
  - łatwiejsze wdrażanie i zarządzanie,
  - uproszczenie wielu aspektów tworzenia aplikacji
- Wady:
  - szybkość działania,
  - zasobochłonność,
  - dyskusyjne wsparcia na innych platformach (Mono, Grasshopper)

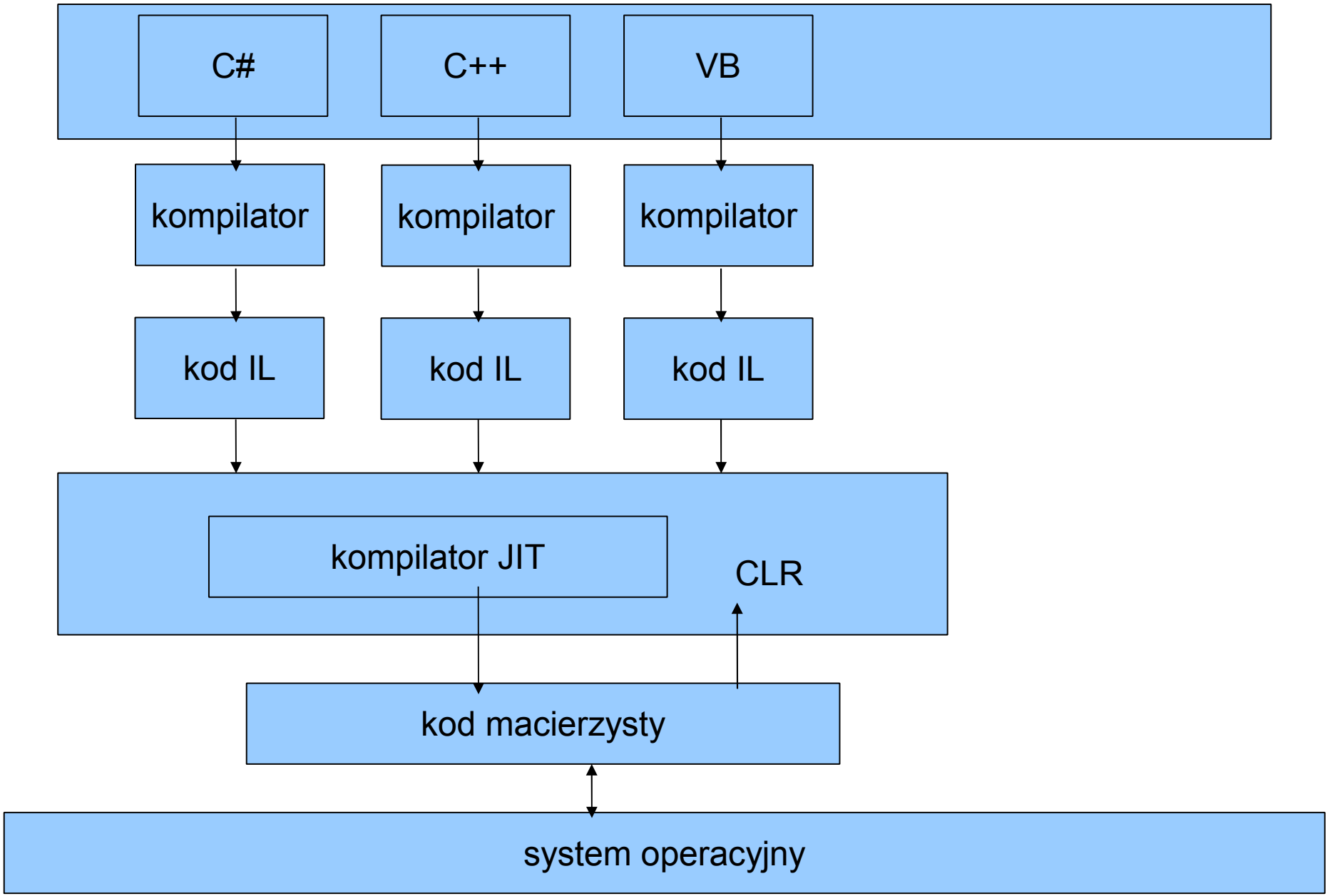
Składniki MS .NET

- Common Language Runtime
- .NET Framework class library

Pozycja C#

- C# to język opracowany dla efektywnego wykorzystania możliwości platformy .NET
- Wykorzystuje konstrukcje zbliżone do C++

Koncepcja .NET



Bezpieczeństwo

- zarządzanie pamięcią (np. kwestie odwołania do niezaalokowanej pamięci)
- bezpieczeństwo typów (np. kwestie konwersji do typów niekompatybilnych)
- inicjacja zmiennych, kontrola stosu, nadzór nad wskaźnikami do funkcji
- weryfikacja kodu MSIL przed wykonaniem (dostęp do pamięci, zgodność typów)
- kontrola uprawnień na poziomie kodu, a nie użytkownika

Wielojęzyczność

- obsługa C#, C++ (wersja z zarządzanymi rozszerzeniami), VB, J#
- obecność elementów standaryzujących konstrukcje języków: Common Language Specification, Common Type System
- programy tłumaczone na język MS Intermediate Language
- możliwość współpracy między modułami napisanymi w różnych językach

Skalowalność

- możliwość automatycznego dostosowania środowiska do usług sprzętu na którym jest uruchomione

Wdrażanie i zarządzanie

- możliwe koegzystowanie różnych wersji komponentów (brak problemu *DLL hell*)
- wbudowane mechanizmy bezpiecznej identyfikacji modułów
- metadane i samoopisujący się kod - moduły same zawierają informacje o wymaganych komponentach, CLR zajmuje się sprawdzeniem czy wszystko jest dostępne

Prostsze tworzenie aplikacji

- Wiele przydatnych predefiniowanch obiektów
- Automatyczne oczyszczanie pamięci
- Usprawniona obsługa wyjątków
- Dziedziczenie wszystkich obiektów od klasy *Object*
- Dostęp do informacji o typie podczas pracy aplikacji
- Nowe instrukcje i konstrukcje

Szybkość i zasobochłonność

- Kompilacja JIT a generacja kodu w chwili instalacji
- Moduł CLR
- Odzyskiwanie pamięci
- Operacje opakowywania i rozpakowywania (*ang.* boxing/unboxing)

Inne platformy

- Problemy z przeniesieniem kodu na inne systemy operacyjne...
- Możliwe rozwiązania:
  - Natywna implementacja .NET na inne platformy (Mono)
  - Warstwa pośrednicząca, np. tłumacząca kod IL na Java bytecode
  - Kwestia serwerów (np. mod_mono dla Apache)

Więcej o zarządzaniu pamięcią

- Zarządzane sterty: dla obiektów 'zwykłych' i 'dużych'. Dla obiektów dużych nie występuje kompaktowanie
- Zarządzanie oparte na następujących obserwacjach:
  - nowe obiekty żyją krócej
  - nowe obiekty są ze sobą często powiązane
  - kompaktowanie fragmentu sterty jest szybsze niż całości

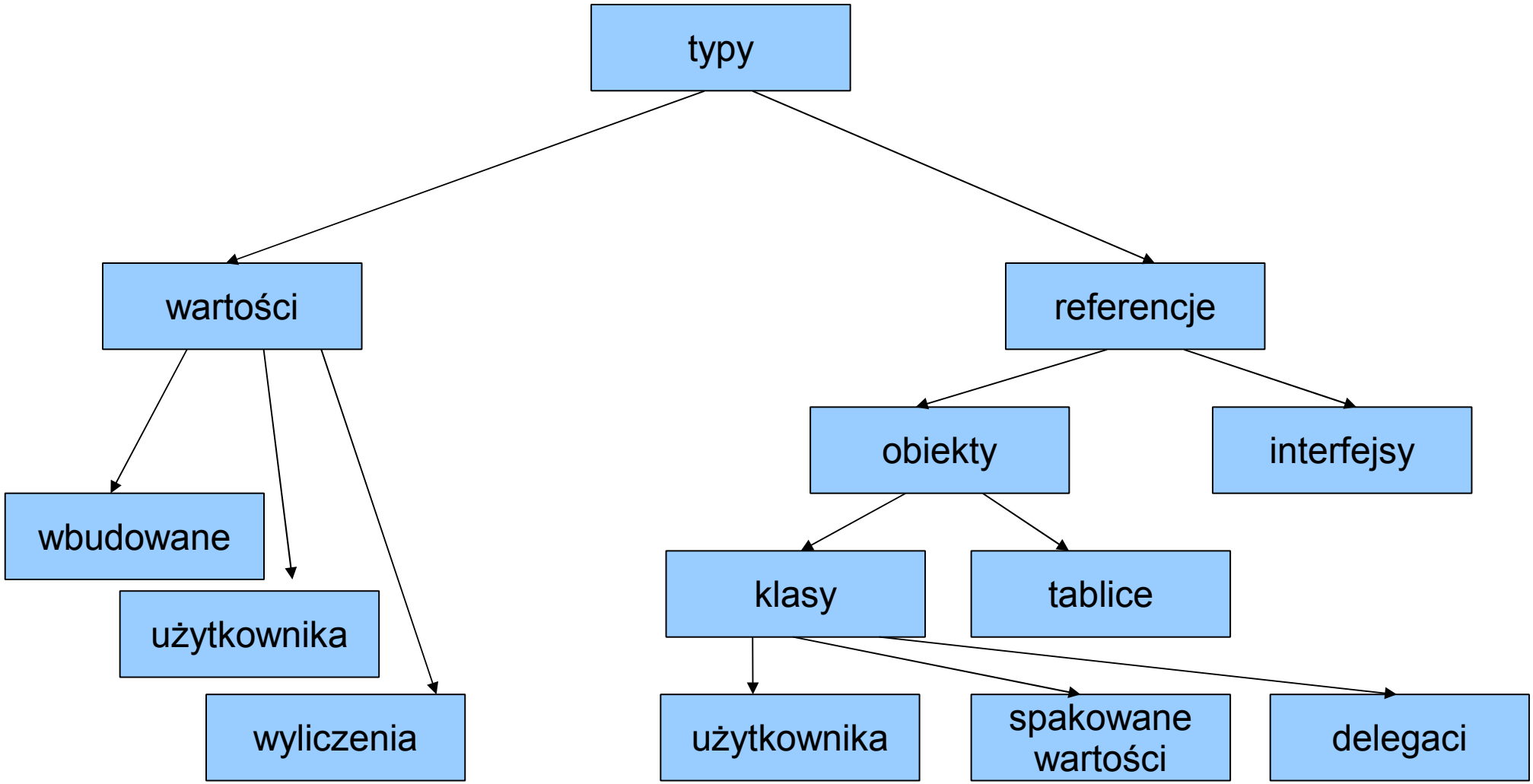
Więcej o zarządzaniu pamięcią

- Obiekty są dzielone na generacje: 0 (najnowsze), 1 i 2
- Zwalnianie pamięci i kompaktowanie odbywa się gdy nie ma miejsca na obiekty generacji 0. Zwalniane są obiekty generacji 0, jeśli nie zwolni to wystarczająco pamięci, przetwarzane są obiekty kolejnych generacji
- Obiekty które przetrwały są przesuwane do generacji o 1 wyższej

Więcej o metadanych

- Znajdują się w jednym pliku, obok kodu w MSIL
- Opisują:
  - moduł (nazwa, wersja, lokalizacja, eksportowane typy, moduły konieczne do pracy, wymagane zezwolenia do wykonania),
  - typy (nazwa, widoczność, klasa bazowa, interfejsy, elementy składowe klasy)
  - atrybuty - dodatkowe informacje wpływające na zachowanie programu przy wykonywaniu

Więcej o Common Type System



Wartości a referencje

- Niewielkie
- Alokowane na stosie
- Kopiowane przy przekazywaniu do funkcji
- Porównywane bit po bicie
- Definiowane słowem kluczowym `struct`
- Wywodzi się z `System.ValueType`

- Mogą być duże
- Alokowane na stercie
- Do funkcji przekazywany jest wskaźnik
- Porównywane adresy
- Definiowane słowem kluczowym `class`
- Wywodzi się z `System.Object`

Wbudowane typy wartości

- Wartości logiczne
- Znaki alfanumeryczne (Unicode)
- Liczby całkowite (z i bez znaku)
- Liczby zmiennoprzecinkowe (32 i 64bit)
- Liczby zależne od komputera

Więcej o modułach (assembly)

- Są elementem któremu przyznawane są uprawnienia
- Określają przestrzeń nazw dla typów
- Są elementem dla którego określa się wersję
- Są jednostkami na które można podzielić program i używać w zależności od aktualnych potrzeb
- Zawierają: manifest modułu (konieczny), metadane, kod MSIL, zasoby.
- Mogą składać się z jednego bądź więcej plików

Zalety modułów

- Rozwiązanie problemu konfliktów wersji: umożliwiają określenie wymogów dotyczących wersji oraz pozwalają na jednoczesne instalowanie różnych wersji tego samego komponentu

Dobre praktyki - nazwy

- Nie wszystkie języki rozpoznają wielkość liter
- Należy stosować konwencję Pascal, z wyjątkiem nazw zmiennych (parametry funkcji pola klas, zmienne lokalne), gdzie stosuje się konwencję Camel
- Nie należy stosować notacji węgierskiej
- Biblioteki DLL odpowiadające modułom należy nazywać Firma.Komponent.dll
- Przestrzenie nazw należy nazywać Firma.Produkt.ElementProduktu

Dobre praktyki - nazwy

- Nie poprzedzać nazw klas przedrostkiem (wyjątek - nazw interfejsu)
- Zaleca się kończyć nawę klasy nazwą klasy bazowej

Istotne konwencje C#

- Brak wskaźników
- Odwołania do pól i funkcji składowych zawsze przy pomocy operatora `.` (kropka)
- Używa przestrzeni nazw zamiast plików nagłówkowych
- Brak elementów globalnych
- Funkcja `Main` jest statyczną składową klasy

Modyfikacja wartości przekazywanych – słowa `ref` i `out`

- Umożliwiają modyfikację wartości zmiennych przekazywanych do funkcji
- `out` umożliwia przekazanie do funkcji wartości niezainicjalizowanych

Modyfikacja wartości przekazywanych – przykład 1

```
using System;
public class MyClass
{
   public static void TestRef(ref char i)
   {
      i = 'b';
   }

   public static void TestNoRef(char i)
   {
      i = 'c';
   }

   public static void Main()
   {

      char i = 'a';     // inicjalizacja
      TestRef(ref i);  // przekazanie jako ref
      TestNoRef(i);
   }
}
```

Modyfikacja wartości przekazywanych – przykład 2

```
using System;
public class MyClass
{
   public static int TestOut(out char i)
   {
      i = 'b';
      return -1;
   }

   public static void Main()
   {
      char i; //nie ma potrzeby inicjalizacji
      Console.WriteLine(TestOut(out i));
      Console.WriteLine(i);
   }
}
```

Typy wartości użytkownika – konstrukcja `struct`

- Przekazywane przez wartość
- Nie mogą brać udziału w procesie dziedziczenia
- Nie mogą mieć konstruktora domyślnego
- Pola inicjalizowane wartością 0 (tylko jeśli wartość nie jest tworzona operatorem `new`)
- Obiekty mogą być tworzone albo jako
  ```
  nazwa_typu nazwa_obiektu;
  ```
  albo
  ```
  nazwa_typu nazwa_obiektu = new
  nazwa_typu(par1, par2, ..., parN);
  ```

`struct` - przykład

```
struct Point
{
  public Point(int x, int y)
  {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }

  public int x;
  public int y;
}

Point pt1; //inicjalizowany zerami
Point pt2 = new Point(12, 28);
```

Typy wyliczeniowe – konstrukcja `enum`

- Oparte na typach całkowitych (domyślnie `int`, mogą być inne - oprócz `char`)
- Domyślnie rozpoczyna się od 0 i jest zwiększana dla kolejnych składników
- Mogą być stosowane jako flagi bitów
- Wywodzi się z `System.Enum`

enum – przykłady 1

```
enum LineStyle
{
   solid,
   dotted,
   dashed
}
enum LineStyle : byte
{
   solid = 0,
   dotted = 8,
   dashed = 16
}
enum LineStyle
{
   solid = 0,
   dotted = solid + 8,
   dashed = dotted * 2
}
```

enum – przykłady 2

```
[Flags]
enum LineStyle
{
   thick = 0x00000001,
   dotted = 0x00000002,
   dashed = 0x00000004
}
```

Klasy użytkownika – konstrukcja `class`

- Umożliwia tworzenie złożonych typów
- Umożliwia dziedziczenie
- Nie ma dziedziczenia wielokrotnego, ale klasa może implementować wiele interfejsów
- Definicja klasy może być rozbita na wiele plików (słowo kluczowe partial)
- Obiekty mogą być tworzone tylko jako
```
nazwa_typu nazwa_obiektu = new
nazwa_typu(par1, par2, ..., parN);
```

Modyfikatory dostępu

- Na poziomie klasy:
  - `public`
  - `internal`
- Na poziomie składowej klasy
  - `public`
  - `internal protected`
  - `internal`
  - `protected`
  - `private`
- Dostępność na poziomie klasy ogranicza dostępności na poziomie składowych

Konstruktory

- Obiektu – wywoływane przy tworzeniu obiektu klasy
- Statyczne – służą do inicjalizacji klasy (a nie obiektu) zanim jakikolwiek obiekt klasy zostanie utworzony i zanim nastąpią odwołania do statycznych składowych

Konstruktory obiektu

- W przypadku niezdefiniowania konstruktora domyślnego, kompilator utworzy go. Pola inicjalizowane są wtedy wartością 0
- Konstruktor typu podstawowego może zostać wywołany przy użyciu słowa `base`
- Inny konstruktor tego samego typu może zostać wywołany przy użyciu słowa `this`
- Inicjalizację pól można przeprowadzić bądź w konstruktorze, bądź też przy ich deklaracji
- Prywatne – uniemożliwiają utworzenie obiektu klasy (jeśli nie ma konstruktorów publicznych)

Konstruktory obiektu - przykład

```
public Cylinder(double r, double h)
: base(r, h)
{
}

public Point(): this(0,20)
{
}


public class MyClass
{
  public int counter = 100;
}
```

Konstruktory statyczne

- Nie mają modyfikatorów dostępu i argumentów
- Nie mogą być wywołane jawnie
- Użytkownik nie ma wpływu na to kiedy konstruktor zostanie wywołany w programie

Konstruktory statyczne - przykład

```
class MyClass
{
    // Static constructor:
    static MyClass()
    {
        Console.WriteLine("Static constructor");
    }

    public static void MyMethod()
    {
        Console.WriteLine("MyMethod invoked.");
    }
}
```

Destruktory

- Działają na innej zasadzie niż w C++, są wywoływane w momencie oczyszczania pamięci
- Odpowiadają metodzie `Finalize`
- „Ręczne” pisanie metody `Finalize` jest możliwe tylko w językach nie mających destruktorów
- Destruktor zawsze wywołuje metodę `Finalize` z klasy bazowej
- Nie ma określonego momentu ani kolejności wywołania metod `Finalize`, nie ma pewności że w ogóle zostaną wywołane
- W celu 'ręcznego zwolnienia zasobów' należy użyć metody `Dispose` (interfejs IDisposable)

Destruktory

```
~MyClass()
{
    // Perform some cleanup operations here.
}

protected override void Finalize()
{
    try
    {
        // Perform some cleanup operations here.
    }
    finally
    {
        base.Finalize();
    }
}
```

Elementy statyczne – słowo `static`

- Metody (w tym konstruktory)
- Pola

Wywołanie wyłącznie na rzecz klasy, nie obiektu

Stałe

- Używając słowa `const` - wyłącznie typy wbudowane, zapisane jako literały – wartość musi być znana w momencie kompilacji. Ustawiane poprzez deklarację
- Używając słowa `readonly` – wartość może być ustawiona w konstruktorze lub poprzez deklarację i nie może być później zmieniona. Może mieć różne wartości w różnych konstruktorach

Stałe – przykład

```
class MyClass
{
    public int x;
    public readonly int y = 25; // w deklaracji
    public readonly int z;
    public const int v = 5;

    public MyClass()
    {
        z = 24;   // w konstruktorze
    }

    public MyClass(int p1, int p2, int p3)
    {
        x = p1;
        y = p2;
        z = p3;
    }
}
```

Dziedziczenie 1

- Nie występuje dziedziczenie wielokrotne, ale można stosować tzw. interfejsy
- Funkcje wirtualne w klasach pochodnych przesłaniające funkcje w klasie bazowej muszą być poprzedzone słowem kluczowym `override` lub `new`
- Nie-wirtualne funkcje w klasach pochodnych przesłaniające funkcje w klasie bazowej muszą być poprzedzone słowem kluczowym `new`
- Klasy abstrakcyjne można tworzyć słowem kluczowym `abstract` (klasa abstrakcyjna nie musi mieć metod abstrakcyjnych, ale metody abstrakcyjne mogą występować tylko w klasie abstrakcyjnej)

Dziedziczenie 2

- Można uniemożliwić dziedziczenie po klasie słowem kluczowym `sealed`
- Można uniemożliwić przesłonięcie metody słowem kluczowym `sealed`
- Funkcje klasy bazowej mogą być wywoływane przy użyciu słowa kluczowego `base`

Dziedziczenie – przykład 1

```
class Square
{
    public double x;
    public Square(double x)
    {
        this.x = x;
    }
    public virtual double Area()
    {
        return x*x;
    }
}

class Cube: Square
{
    public Cube(double x): base(x){}
    public override double Area()
    {
        return (6*(base.Area()));
    }
}
```

Dziedziczenie – przykład 2

```
class A
{
    public void F() {}
    public virtual void G() {}
}
class B: A
{
    new public void F() {}
    public override void G() {}
}
```

Dziedziczenie – przykład 3

```
using System;
class A
{
   public virtual void F() { Console.WriteLine("A.F"); }
}
class B: A
{
   public override void F() { Console.WriteLine("B.F"); }
}
class C: B
{
   new public virtual void F() { Console.WriteLine("C.F"); }
}
class D: C
{
   public override void F() { Console.WriteLine("D.F"); }
}
class Test
{
   static void Main() {
      D d = new D();
      A a = d;
      B b = d;
      C c = d;
      a.F();          B.F
      b.F();          B.F
      c.F();          D.F
      d.F();          D.F
   }
}
```

Dziedziczenie – przykład 4

```
abstract class A
{
   public abstract void F();
}
abstract class B: A
{
   public void G() {}
}
class C: B
{
   public override void F() {
      // actual implementation of F
   }
}
```

Dziedziczenie – przykład 5

```
using System;
class A
{
   public virtual void F() {}
   public virtual void G() {}
}
class B: A
{
   sealed override public void F() {
      Console.WriteLine("B.F");
   }
   override public void G() {
      Console.WriteLine("B.G");
   }
}
class C: B
{
   override public void G() {
      Console.WriteLine("C.G");
   }
}
```

Dziedziczenie – przykład 6

```
sealed class MyClass
{
   MyClass(){}
}

//błąd
class MyNewClass : MyClass
{
}
```

Interfejsy

- Koncepcja zbliżona do klasy abstrakcyjnej której wszystkie składowe są typu `abstract`
- Klasa może implementować więcej niż jeden interfejs
- Również struktury mają możliwość implementowania interfejsu
- Interfejsy można opierać na innych interfejsach
- Klasa implementująca interfejs musi zdefiniować wszystkie funkcje tego interfejsu

Interfejsy – przykład 1

```
public class DiagramObject
{
   public DiagramObject(){}
}

interface IScalable
{
   void ScaleX(float factor);
   void ScaleY(float factor);
}

public class TextObject: DiagramObject, IScalable
{
   public void ScaleX(float factor)
   {

   }
   public void ScaleY(float factor)
   {
   }
}
```

Interfejsy – przykład 2

```
TextObject text = new TextObject(“bla”);
text.ScaleX(0.5F)
IScalable scalable = (IScalable) text;
scalable.ScaleY(0.5F)
```

Interfejsy – przykład 3

```
interface IList
{
   int Count { get; set; }
}
interface ICounter
{
   void Count(int i);
}
interface IListCounter: IList, ICounter {}
class C
{
   void Test(IListCounter x) {
      x.Count(1);                    // ?
      x.Count = 1;                 // ?
      ((IList)x).Count = 1;        // ?
      ((ICounter)x).Count(1);        // ?
   }
}
```

Jawna implementacja interfejsu

- W przypadku gdy dwa interfejsy deklarują funkcje o tej samej nazwie, a ich implementacja ma być rozdzielona
- W przypadku potrzeby ukrycia implementacji interfejsu
- Nie może mieć modyfikatorów dostępu

Jawna implementacja interfejsu – przykład 1

```
interface IFoo
{
   void Execute();
}

interface IBar
{
   void Execute();
}

class Tester : IFoo, IBar
{
   public void Execute(){}
}
                          void IFoo.Execute()
                          {
                             //IFoo code
                          }
                          void IBar.Execute()
                          {
                             //IBar code
                          }
```

Jawna implementacja interfejsu – przykład 2

```
Tester tester = new Tester();

tester.Execute() //błąd

IFoo iFoo = (IFoo)tester;
iFoo.Execute();

IBar iBar = (IBar)tester;
iBar.Execute();
```

Rozpoznawanie typu obiektu

- operator `typeof` zwraca typ obiektu
- funkcja `Object.GetType()` zwraca typ obiektu
- operator `is` sprawdza czy dany obiekt może zostać przekonwertowany do danego typu
- operator `as` dokonuje takiej konwersji, jeśli nie jest możliwa zwraca `null`

Rozpoznawanie typu obiektu – przykład 1

```
using System;
using System.Reflection;

public class MyClass
{
    public int intI;
    public void MyMeth()
    {
    }

    public static void Main()
    {
        Type t1 = typeof(MyClass);

        MyClass mc = new MyClass();
        Type t2 = mc.GetType();
    }
}
```

Rozpoznawanie typu obiektu – przykład 2

```
class Class1
{
}
class Class2
{
}

public class IsTest
{
    public static void Test (object o)
    {
        Class1 a;
        Class2 b;
        if (o is Class1)
        {
            Console.WriteLine ("o jest typu Class1");
            a = (Class1)o;
            // do something with a
        }else if (o is Class2)
        {
            Console.WriteLine ("o jest typu Class2");
            b = (Class2)o;
            // do something with b
        }else
        {
            Console.WriteLine ("o jest innego typu.");
        }
    }
}
```

Rozpoznawanie typu obiektu – przykład 3

```
using System;
class MyClass1
{
}
class MyClass2
{
}

public class IsTest
{
    public static void Main()
    {
        object [] myObjects = new object[6];
        myObjects[0] = new MyClass1();
        myObjects[1] = new MyClass2();
        myObjects[2] = "hello";
        myObjects[3] = 123;
        myObjects[4] = 123.4;
        myObjects[5] = null;

        for (int i=0; i<myObjects.Length; ++i)
        {
            string s = myObjects[i] as string;
            Console.Write ("{0}:", i);
            if (s != null)
                Console.WriteLine ( "'" + s + "'" );
            else
                Console.WriteLine ( "to nie tekst" );
        }
    }
}
```

Instrukcje sterujące

- Instrukcje `if`, `while`, `do...while` i `for` wymagają wyrażenia typu `bool`
- W instrukcji `switch` każdy blok musi kończyć się instrukcją `break` lub `goto case`
- Instrukcja `foreach` umożliwia wygodne tworzenie pętli. Nie powinna być używana do modyfikacji, a tylko do odczytu. Jeśli iterująca zmienna jest typem wartości, jest tylko do odczytu.

`foreach` – przykład 1

```
int[] numbers = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};
foreach (int element in numbers)
{
    System.Console.WriteLine(element);
}
```

`foreach` – przykład 2

```
foreach (DiagramObject d in dArray)
{
   if (d is IScalable)
   {
      IScalable scalable = (IScalable)d;
      scalable.ScaleX(0.5F);
   }
}
```

Obsługa błędów

- Podstawowym mechanizmem obsługi błędów są wyjątki
- Wszystkie klasy wyjątków dziedziczą po `System.Exception`
- Można użyć wielu następujących po sobie sekcji `catch`, sekcja `catch` bez parametru łapie wszystkie wyjątki
- Złapany wyjątek można rzucić dalej instrukcją `throw`, również złapany w sekcji bez parametru
- Sekcja `finally` umożliwia wykonanie instrukcji bezpośrednio po bloku `try`, również w przypadku rzucenia wyjątku

Obsługa błędów – przykład 1

```
class MyClass
{
   public static void Main()
   {
      MyClass x = new MyClass();
      try
      {
         string s = null;
         x.MyFn(s);
      }

      // Węższy:
      catch (ArgumentNullException e)
      {
      }

      // Szerszy:
      catch (Exception e)
      {
      }

   }

   public void MyFn(string s)
   {
      if (s == null)
         throw new ArgumentNullException();
   }
}
```

Obsługa błędów – przykład 2

```
public static void Main()
{
    int x;
    try
    {
       x = 123;   //   źle.
       // ...
    }
    catch
    {
       // ...
    }
    Console.Write(x);   // błąd
}
```

Obsługa błędów – przykład 3

```
object o2 = null;
try
{
    int i2 = (int) o2;
}
catch (InvalidCastException e)
{
    // jakieś procedury...
    throw (e);
}
catch
{
    // jakieś procedury...
    throw;
}
```

Obsługa błędów – przykład 4

```
public class EHClass
{
    public static void Main ()
    {
        try
        {
            // sprawdzany kod...
            throw new NullReferenceException();
        }
        catch(NullReferenceException e)
        {
            // wyjątek węższy
        }
        catch
        {
            // wyjątek szerszy
        }
        finally
        {
            // zawsze wykonane
        }
    }
}
```

Błędy nadmiaru

- Możliwe jest decydowanie o wychwytywaniu błędów nadmiaru
- Instrukcje `checked` i `unchecked` umożliwiają odrębne traktowanie fragmentów kodu
- Sprawdzane są wyniki następujących operacji na liczbach całkowitych:
  `++ -- - (unary) + - * /`
  oraz jawnych konwersji między typami całkowitymi

Błędy nadmiaru - przykład

```
class Test
{
   public static void Main()
   {
      checked
      {
         byte a=55;
         byte b=210;
         byte c = (byte) (a+b);
      }
   }
}
```

```
class Test
{
   public static void Main()
   {
      unchecked
      {
         byte a=55;
         byte b=210;
         byte c = (byte) (a+b);
      }
   }
}
```

Operatory 1

- Wbudowane są operatory dotyczące typów `int`, `uint`, `long`, `ulong`, `float`, `double` i `decimal`
- Operatory można przeciążać. Przeciążalne są:
  jednoargumentowe:
  `+ - ! ~ ++ -- true false`
  dwuargumentowe:
  `+ - * / % & | ^ << >>`
  porównania (parami):
  `== != > < >= <=`
- Nie przeciąża się:
  `&& ||` (ale korzystają z `& | true` i `false`)
  `[]` (ale można definiować indeksatory)
  `()` (ale można definiować operatory konwersji)
  `+= -= *= /= %= &= |= ^= <<= >>=` (ale korzystają z przeciążalnych operatorów)
  `= . ?: -> new is as sizeof typeof`

Operatory 2

- Operator musi być publiczną statyczną funkcją składową
- Przynajmniej jeden argument operatora musi być tego samego typu co klasa w której jest definiowany

Operatory - przykład

```
public class IntVector
{
   public IntVector(int length) {}
   public int Length {}
   public int this[int index] {}
   public static IntVector operator ++(IntVector iv) {
      for (int i = 0; i < iv.Length; i++)
         iv[i] = iv[i] + 1;
      return iv;
   }
}
class Test
{
   static void Main() {
      IntVector iv1 = new IntVector(4);  // 4 x 0
      IntVector iv2;
      iv2 = iv1++;   // ???
      iv2 = ++iv1;   // ???
   }
}
```

Operatory - przykład

```
public class IntVector
{
   public IntVector(int length) {}
   public int Length {}
   public int this[int index] {}
   public static IntVector operator ++(IntVector iv) {
      IntVector temp = new IntVector(iv.Length);
      for (int i = 0; i < iv.Length; i++)
         temp[i] = iv[i] + 1;
      return temp;
   }
}
class Test
{
   static void Main() {
      IntVector iv1 = new IntVector(4);  // 4 x 0
      IntVector iv2;
      iv2 = iv1++;   // iv2 4 x 0, iv1 4 x 1
      iv2 = ++iv1;   // iv2 4 x 2, iv1 4 x 2
   }
}
```

Konwersje

- Niejawne – dla wartości: brak utraty zakresu (ale możliwy precyzji). Również do klasy bazowej i zaimplementowanego interfejsu.
- Jawne – możliwa utrata zakresu
- Użytkownika:
  - publiczna statyczna funkcja składowa klasy
  - parametr lub wartość zwracana są typu takiego, w jakim konwersja jest deklarowana
  - dla określenia czy konwersja jest niejawna czy jawna używa się słów kluczowych `explicit` i `implicit`

Konwersje - przykład

```
using System;
public struct Digit
{
    byte value;
    public Digit(byte value)
    {
        if (value < 0 || value > 9)
          throw new ArgumentException();
        this.value = value;
    }
    public static implicit operator byte(Digit d)
    {
        return d.value;
    }
    public static explicit operator Digit(byte b)
    {
        return new Digit(b);
    }
}
```

Tablice

- Tablice mogą być jednowymiarowe, wielowymiarowe, poszarpane
- Układ w pamięci nie jest określony
- W przypadku tablicy typów referencyjnych obiekty nie są tworzone w momencie utworzenia tablicy
- Dziedziczą po System.Array, co daje funkcje takie jak `Sort`, `IndexOf`, `LastIndexOf`, `BinarySearch` i `Reverse`
- Konwersja jednej tablicy do drugiej może nastąpić jeśli mają one tę samą liczbę wymiarów, obie są tablicami typów referencyjnych i istnieją odpowiednie konwersje między tymi typami

Tablice - przykład

```
int[] store = new int[50];
string[] names = new string[50];

int[][] a = new int[100][];
for (int i = 0; i < 100; i++) a[i] = new int[5];

int[,] b = new int[100, 5];
```

Łańcuchy znakowe

- Typ `System.String`
- Jest niemodyfikowalny
- Obsługuje liczne operacje, np. `Compare`, `StartsWith`, `EndsWith`, `IndexOf`, `LastIndexOf`, `Concat`, `Insert`, `Remove`, `Replace`, `Split`, `Substring`, `ToLower`, `ToUpper` itp.
- Zawiera zawsze znaki w Unicode, ale są funkcje do konwersji z/do innego kodowania
- Można formatować łańcuch statyczną metodą `Format` lub klasą `StringBuilder`

Łańcuchy znakowe – metoda `Format`

- `public static string Format(string format, params object[] args);`
- argument `format` zawiera elementy formatujące o postaci `{index[,alignment][:formatString]}` gdzie:
  `index` – indeks obiektu który ma być formatowany
  `alignment` – opcjonalne pole określające minimalną szerokość sformatowanego pola, ujemna wartość wyrównuje do lewej, dodatnia do prawej
  `formatString` – opcjonalny argument (dla typów wbudowanych lub jeśli obiekt obsługuje interfejs `IFormattable`)

Łańcuchy znakowe – `formatString` dla liczb

- składnia `Axx` gdzie A może być:
  C - waluta
  D - całkowity
  E - wykładniczy
  F - stałoprzecinkowy
  G - optymalny
  N – z rozdzieleniem tysięcy
  P - procentowy
  R – gwarantujący konwersję powrotną
  X - szesnastkowy
  Można też używać małych liter

  xx – precyzja, znaczenie w zależności od A

Łańcuchy znakowe – przykład 1

```
String s = String.Format("Brad's dog has {0,-8:G} fleas.", 42);
```

Brad's dog has 42_____ fleas.

```
String.Format(
"The identity of {0} has been accessed {1} times.",
                                    Identity.Name,
                                    nAccesses);
```

Łańcuchy znakowe - `StringBuilder`

- Umożliwia konstruowanie łańcucha poprzez modyfikacje istniejącego (jest typu mutable)

StringBuilder - przykład

```
string s = “I will not buy this record.”;
char[] separators = new char[]{' '};
StringBuilder sb = new StringBuilder();
int number = 1;
foreach (string sub in s.Split(separators))
{
   sb.AppendFormat(“{0}: {1} “, number++, sub);
}
Console.WriteLine(“{0}”, sb);
```

1: I 2: will 3: not 4: buy 5: this 6: record.

Właściwości

- Umożliwiają dostęp do pól przy pomocy funkcji, wywoływanych tak jak pola
- Mogą umożliwiać odczyt, zapis bądź jedno i drugie
- Mogą być wirtualne i abstrakcyjne
- W klasach pochodnych przesłania się całą właściwość, nie można przesłonić jedynie zapisu/odczytu
- Mogą być statyczne

Właściwości – przykład 1

```
public abstrat class DrawingObject
{
   public abstract string Name
   {
      get;
   }
}
class Circle : DrawingObject
{
   string name = “Circle”;
   public override string Name
   {
      get
      {
         return (name);
      }
   }
}
class Test
{
   public static void Main()
   {
      DrawingObject d = new Circle();
      Console.WriteLine(“Name: {0}”, d.Name);
   }
}
```

Właściwości – przykład 2

```
public class BaseClass
{
    private string name;
    public string Name{
        get{
            return name;
        }
        set{
            name = value;
        }
    }
}
public class DerivedClass : BaseClass
{
    private string name;
    public new string Name{
        get{
            return name;
        }
        set{
            name = value;
        }
    }
}
```

Indeksatory

- Umożliwiają odwoływanie się do obiektu jak do tablicy
- Mogą symulować tablice wielowymiarowe
- Można indeksować za pomocą różnych typów (np. łańcuchów znakowych)
- Działają podobnie jak właściwości
- Nie odpowiada im osobne słowo kluczowe, deklaruje się je za pomocą słowa kluczowego `this`

Indeksatory - przykład

```
class Grid
{
    const int NumRows = 26;
    const int NumCols = 10;
    int[,] cells = new int[NumRows, NumCols];
    public int this[char c, int col] {
        get {
            c = Char.ToUpper(c);
            if (c < 'A' || c > 'Z') {
                throw new ArgumentException();
            }
            if (col < 0 || col >= NumCols) {
                throw new IndexOutOfRangeException();
            }
            return cells[c - 'A', col];
        }
        set {
            c = Char.ToUpper(c);
            if (c < 'A' || c > 'Z') {
                throw new ArgumentException();
            }
            if (col < 0 || col >= NumCols) {
                throw new IndexOutOfRangeException();
            }
            cells[c - 'A', col] = value;
        }
    }
}
```

Atrybuty 1

- Umożliwiają podanie dodatkowych informacji służących m.in. do opisania (skomentowania) kodu czy zmiany funkcjonowania środowiska uruchomieniowego
- Mogą zostać wydobyte podczas wykonywania programu
- Atrybut umieszcza się w nawiasach kwadratowych przed deklaracją do której się odnosi
- Argumenty atrybutu mogą być rozpoznawane po pozycji lub nazwie
- Można zastosować wiele atrybutów, umieszcza się je w jednej parze nawiasów rozdzielone przecinkiem, lub każdy w osobnej parze

Atrybuty 2

- W przypadku niejednoznaczności do którego elementu deklaracji należy zastosować atrybut, można wyrazić to jawnie, np:

```
[SomeAttr] int Method1( string s ) // do metody
[method: SomeAttr] int Method1( string s ) //
do metody
[return: SomeAttr] int Method1( string s ) //
do wartości zwracanej
```

- Możliwe modyfikatory: `assembly`, `module`, `class`, `struct`, `interface`, `enum`, `delegate`, `method`, `parameter`, `field`, `property – indexer`, `property – get`, `property – set`, `event – field`, `event – property`, `event – add`, `event – remove`
- Można tworzyć własne atrybuty dziedzicząc od `System.Attribute`

Atrybuty 3

- Tworząc własną klasę atrybutu należy podać gdzie można ją zastosować. Używa się tu atrybutu `AttributeUsage` i typu wyliczeniowego `AttributeTargets`, przyjmującego wartości: `Assembly`, `Module`, `Class`, `Struct`, `Enum`, `Constructor`, `Method`, `Property`, `Field`, `Event`, `Interface`, `Parameter`, `Return`, `Delegate`, `All`, `ClassMemebers`
- Określa on również czy dany atrybut można zastosować wielokrotnie w danym miejscu (parametr `AllowMultiple`)

Atrybuty - przykład

```
using System;
[AttributeUsage(AttributeTargets.Class|AttributeTargets.Struct,
   AllowMultiple=true)]
public class Author : Attribute
{
   public Author(string name)
   {
      this.name = name; version = 1.0;
   }
   public double version;
   string name;
   public string GetName()
   {
      return name;
   }
}

[Author("H. Ackerman")]
class FirstClass
{
   /*...*/
}

class SecondClass  // no Author attribute
{
   /*...*/
}

[Author("H. Ackerman"), Author("M. Knott", version=1.1)]
class Steerage
{
   /*...*/
}
```

Atrybuty – przykład c.d.

```
class AuthorInfo
{
   public static void Main()
   {
      PrintAuthorInfo(typeof(FirstClass));
      PrintAuthorInfo(typeof(SecondClass));
      PrintAuthorInfo(typeof(Steerage));
   }
   public static void PrintAuthorInfo(Type t)
   {
      Console.WriteLine("Author information for {0}", t);
      Attribute[] attrs = Attribute.GetCustomAttributes(t);
      foreach(Attribute attr in attrs)
      {
         if (attr is Author)
         {
            Author a = (Author)attr;
            Console.WriteLine("   {0}, version {1:f}",
                a.GetName(), a.version);
         }
      }
   }
}
```

Delegacje 1

- Odpowiednik wskaźników do funkcji
- Dziedziczą po System.Delegate
- Delegacje mogą wskazywać na:
  - metodę statyczną
  - obiekt i metodę niestatyczną
  - inną delegację
- Mogą mieć modyfikatory dostępu
- Mogą mieć słowo kluczowe `new`
- Przy pomocy delegacji można wywołać metodę jeśli jest ona kompatybilna z delegacją, tzn. ma tę samą liczbę parametrów, parametry są tych samych typów, w tej samej kolejności, z tymi samymi modyfikatorami oraz typ zwracany jest ten sam

Delegacje 2

- Delegacje można łączyć przy pomocy operatorów `+`, `+=`, `-`, `-=`
- Wywołanie pojedynczej delegacji jest identyczne z wywołaniem funkcji, w przypadku wywołania łańcucha obowiązują następujące zasady:
  - wywołania następują po kolei
  - każda funkcja dostaje ten sam zestaw zmiennych, jeśli występują parametry typu `ref` lub `out`, zmiany wprowadzone przez jedną funkcję będą widziane w następnej
  - wartością zwracaną jest wartość ostatniej z funkcji
  - nieobsłużony wyjątek w którejś z funkcji powoduje, że kolejne nie są wywoływane

Delegacje – przykład 1

```
delegate int D1(int i, double d);
class A
{
    public static int M1(int a, double b) {...}
}
class B
{
    delegate int D2(int c, double d);
    public static int M1(int f, double g) {...}
    public static void M2(int k, double l) {...}
    public static int M3(int g) {...}
    public static void M4(int g) {...}

     void test()
     {
          D1 del1;
          D2 del2;
          del1 = A.M1;
          del2 = A.M1;
          del1 = M1;
          del2 = M1;
          del1 = M2;  //error
          int x = del2(2, 6);

     }
}
```

Delegacje – przykład 2

```
delegate void D(int x);
class C
{
   public static void M1(int i) {...}
   public static void M2(int i) {...}
}
class Test
{
   static void Main() {
      D cd1 = new D(C.M1); // M1
      D cd2 = new D(C.M2); // M2
      D cd3 = cd1 + cd2;   // M1 + M2
      D cd4 = cd3 + cd1;   // M1 + M2 + M1
      D cd5 = cd4 + cd3;   // M1 + M2 + M1 + M1 + M2
   }
}
```

Delegacje – przykład 3

```
delegate void D(int x);
class C
{
   public static void M1(int i) {...}
   public void M2(int i) {...}
}
class Test
{
   static void Main() {
      D cd1 = new D(C.M1);  // metoda statyczna
      Test t = new C();
      D cd2 = new D(t.M2);  // metoda obiektu
      D cd3 = new D(cd2);   // delegacja
   }
}
```

Delegacje – przykład 4

```
delegate void D(int x);
class C{
   public static void M1(int i) {/*...*/}
   public static void M2(int i) {/*...*/}
   public void M3(int i) {/*...*/}
}
class Test{
   static void Main() {
      D cd1 = new D(C.M1);
      cd1(-1);                  // M1
      D cd2 = new D(C.M2);
      cd2(-2);                  // M2
      D cd3 = cd1 + cd2;
      cd3(10);                  // M1 i M2
      cd3 += cd1;
      cd3(20);                  // M1, M2 i M1
      C c = new C();
      D cd4 = new D(c.M3);
      cd3 += cd4;
      cd3(30);                  // M1, M2, M1 i M3
      cd3 -= cd1;               // usunięcie ostatniego M1
      cd3(40);                  // M1, M2 i M3
      cd3 -= cd4;
      cd3(50);                  // M1 i M2
}
```

Delegacje – przykład 5

```
public delegate void Del(string message);

public static void DelegateMethod(string message)
{
    System.Console.WriteLine(message);
}

Del handler = DelegateMethod;

handler("Hello World");


public void MethodWithCallback(int param1,
   int param2, Del callback)
{
    callback("The number is: " +
     (param1 + param2).ToString());
}

MethodWithCallback(1, 2, handler);
```

Zdarzenia 1

- Sygnalizują zajście określonych zmian
- Są deklarowane przy użyciu delegacji
- Kroki:
  - deklaracja delegacji. Definiuje ona jakie argumenty są przekazywane do metody obsługującej zdarzenie. Możliwe są różne argumenty, ale specyfikacja .NET wymaga argumentów `Object sender` i `EventArgs e`. Można wykorzystać wbudowaną delegację `EventHandler`
  - deklaracja zdarzenia – podobna do deklaracji pola typu delegacji, ale poprzedzona słowem kluczowym `event`
  - wywołanie zdarzenia – tak jak wywołanie delegacji. Należy sprawdzić czy nie jest `null`. Wywołanie możliwe jest tylko z klasy deklarującej zdarzenie

Zdarzenia 2

- Dołączanie się do zdarzenia: zdarzenie wyglądają z zewnątrz jak pole, ale możliwe są tylko operacje $+=$ i $-=$

Zdarzenia – przykład 1

```
public delegate void ChangedEventHandler(object sender, EventArgs e);
public class ListWithChangedEvent: ArrayList
{
   public event ChangedEventHandler Changed;
   protected virtual void OnChanged(EventArgs e)
   {
      if (Changed != null)
         Changed(this, e);
   }
   public override int Add(object value)
   {
      int i = base.Add(value);
      OnChanged(EventArgs.Empty);
      return i;
   }
}
class EventListener
{
   private ListWithChangedEvent List;
   public EventListener(ListWithChangedEvent list)
   {
      List = list;
      List.Changed += new ChangedEventHandler(ListChanged);
   }
   private void ListChanged(object sender, EventArgs e)
   {
      Console.WriteLine("This is called when the event fires.");
   }
   public void Detach()
   {
      List.Changed -= new ChangedEventHandler(ListChanged);
      List = null;
   }
}
```

Zdarzenia – przykład 1c.d.

```
    class Test
    {
        // Test the ListWithChangedEvent class.
        public static void Main()
        {
        // Create a new list.
        ListWithChangedEvent list = new ListWithChangedEvent();

        // Create a class that listens to the list's change event.
        EventListener listener = new EventListener(list);

        // Add and remove items from the list.
        list.Add("item 1");
        list.Clear();
        listener.Detach();
        }
    }
}
```

Zdarzenia – przykład 2

```
public class ListWithChangedEvent: ArrayList
{
   public event EventHandler Changed;
   protected virtual void OnChanged(EventArgs e)
   {
      if (Changed != null)
         Changed(this,e);
   }
   public override int Add(object value)
   {
      int i = base.Add(value);
      OnChanged(EventArgs.Empty);
      return i;
   }
}
class EventListener
{
   private ListWithChangedEvent List;
   public EventListener(ListWithChangedEvent list)
   {
      List = list;
      List.Changed += new EventHandler(ListChanged);
   }
   private void ListChanged(object sender, EventArgs e)
   {
      Console.WriteLine("This is called when the event fires.");
   }
   public void Detach()
   {
      List.Changed -= new EventHandler(ListChanged);
      List = null;
   }
}
```

przestrzeń System

- podstawowe klasy i klasy bazowe

Klasy wyjątków

- System.Exception
  - System.SystemException
    - System.ArgumentException
      - System.ArgumentNullException
      - System.ArgumentOutOfRangeException
    - System.ArithmeticException
    - System.FormatException
    - System.IndexOutOfRangeException
    - System.InvalidCastException
    - System.NullReferenceException
  - System.ApplicationException

klasa Exception

- System.Object
  - System.Exception
- `public class Exception : ISerializable`
- Własności:
  - `protected int HResult {get; set;}`
  - `public virtual string Message {get;}`
  - `public virtual string Source {get; set;}`
- Metody:
  - `public Exception();`
  - `public Exception(string message);`
- Domyślny konstruktor ustwia własność Message automatycznie

Klasa Object

- Metody:
  - `public virtual bool Equals(object);`
  - `public virtual int GetHashCode();`
  - `public virtual string ToString();`

Object.Equals

- Domyślna implementacja sprawdza referencje
- Powinna być stosowana do porównania wartości
- Nie może rzucać wyjątków
- Zaleca się również implementację GetHashCode
- Implementacja musi spełniać pewne warunki:
  - x.Equals(x) zawsze zwraca true
  - x.Equals(y) zwraca to samo co y.Equals(x)
  - (x.Equals(y) && y.Equals(z)) zwraca true wtedy i tylko wtedy gdy x.Equals(z) zwraca true
  - x.Equals(null) zwraca false

Operatory równości dla klasy Object

- Nie są składowymi klasy Object
  - `bool operator ==(object x, object y);`
  - `bool operator !=(object x, object y);`
- domyślnie porównują referencję
- nie można porównywać obiektów o których wiadomo w momencie kompilacji że są różne
- zalecane przeładowanie tylko dla typów niemutowalnych
- nie powinny rzucać wyjątków
- powinny być przeładowane oba

operator == - przykład

```
using System;
class Test
{
   public static void Main()
   {
      // Rownosc wartosci: True
      Console.WriteLine((2 + 2) == 4);

      // Rownosc referencji: rozne obiekty, ta sama wartosc: False
      object s = 1;
      object t = 1;
      Console.WriteLine(s == t);

      // lancuch znakowy
      string a = "hello";
      string b = String.Copy(a);
      string c = "hello";

      // porownanie wartosci referencji do literalu i obiektu: True
      Console.WriteLine(a == b);

      // porownanie referencji;
      // a jest referencja do literalu, b do obiektu: False
      Console.WriteLine((object)a == (object)b);

      // porownanie referencji, poniewaz literaly sa identyczne,
      //zostaly 'spakowne' w jeden obiekt: True
      Console.WriteLine((object)a == (object)c);
   }
}
```

True
False
True
False
True

Object.GetHashCode

- Definiuje funkcję mieszającą dla danego typu
- Stosowana w algorytmach mieszających
- Domyślna implementacja jest prawidłowa jeśli Equals operuje na zasadzie porównania referencji
- Nie może rzucać wyjątków
- Musi spełniać następujące warunki:
  - jeśli dwa obiekty tego samego typu mają tę samą wartość, zwraca ten sam kod
  - zwracany kod powinien mieć losowy rozkład

Object.ToString

- Domyślna implementacja zwraca nazwę typu
- W klasach pochodnych zazwyczaj używana do zwracania wartości obiektu, z uwzględnieniem lokalizacji

Klasa Console

- System.Object
  - System.Console
- Własności
  - `public static TextReader In {get;}`
  - `public static TextWriter Out {get;}`
  - `public static TextWriter Error {get;}`
- Metody
  - `public static void SetIn(TextReader newIn);`
  - `public static void SetOut(TextWriter newOut);`
  - `public static void SetError(TextWriter newError);`
  - `public static int Read();`
  - `public static string ReadLine();`
  - `public static void Write(string, params object[]);`
  - `public static void WriteLine(string, params object[]);`

Console.Read, Console.ReadLine

- Read zwraca wczytany znak, lub -1 jeśli nie ma już więcej znaków
- ReadLine zwraca wczytaną linię, bez znaku kończącego, lub null jeśli nie ma więcej znaków

Console.Write, Console.WritteLine

- Wypisują tekst używając formatowania jak w `String.Format`
- Istnieją przeciążone metody dla typów wbudowanych
- `WriteLine` dodaje znak końca linii

klasa Convert

- Umożliwia przeprowadzanie konwersji pomiędzy typami wbudowanymi
- Niektóre konwersje (np z/do typu `Char`) nie są możliwe i powodują wyjątek `InvalidCastException`
- Wyjątek nie jest rzucany przy utracie precyzji, ale jest rzucany `System.OverflowException` jeśli wynik nie mieści się w danym typie
- Metody mają postać `ToNazwaTypu`

struktura DateTime

- System.Object
  - System.ValueType
    - System.DateTime
- Własności:
  - Date, Day, DayOfWeek, DayOfYear, Month etc
- Metody:
  - Add, AddDays, AdMinutes etc.
  - Compare
  - Parse
  - ToLongDateString
  - ToLongTimeString
  - ToString
  - Subtract
- Operatory
  - porównania

struktura DateTime cd

- Przechowuje datę i czas od roku 1 do 9999, z rozdzielczością 100 nanosekund (1 tick)
- Używa struktury TimeSpan do operacji dodawania i odejmowania
- Obliczenia są sensowne tylko dla struktur utworzonych w tej samej strefie czasowej

interfejs ICloneable

- Metody:
  - `object Clone();`
- Zwraca płytką bądź głęboką (bardziej sensowne) kopię obiektu
- Zwracany obiekt musi być tego samego typu co klasa implementująca interfejs
- Do płytkiej kopii można użyć metody MemberwiseClone

interfejs IComparable

- Metody:
  - `int CompareTo(object obj);`
- Zwracana wartość: ujemna jeśli this mniejsze od obj, 0 jeśli rowne, dodatnia jeśli większe
- Zasady podobne do Object.Equals()
- Każdy obiekt jest większy niż null

interfejs IDisposable

- Metody:
  - `void Dispose();`
- Używany do zwolnienie niezarządzanych zasobów
- Musi dopuszczać wielokrotne wywołanie metody

klasa Math

- System.Object
  - System.Math
- Pola:
  - `public const double E;`
  - `public const double PI;`
- Metody:
  - `Abs, Cos, Exp, Log, Log10, Min, Max, Pow, Sqrt` etc.
  - metody są statyczne

klasa Random

- System.Object
  - System.Random
- Metody:
  - `public Random();`
  - `public Random(int Seed);`
  - `public virtual int Next();`
  - `public virtual int Next(int maxValue);`
  - `public virtual int Next(int minValue, int maxValue);`
- Konstruktor domyślny inicjalizuje generator wartością czasu systemowego

klasa Type

- System.Object
  - System.Reflection.MemberInfo
    - System.Type
- Własności:
  - `BaseType, FullName, IsAbstract, IsArray, IsClass, IsEnum, IsInterface, IsPublic, IsSealed, IsValueType` **etc.**
- Metody:
  - `GetConstructor, GetField, GetInterface, GetMember, GetMethod, GetProperty` **etc.**

klasa ValueType

- System.Object
  - System.ValueType
- Obiekt typu wartości może zostać opakowany tak, aby wyglądał jak obiekt typu referencji (boxing). Opakowany obiekt może zostać rozpakowany (unboxing)

boxing - przykład

```
using System;
class TestBoxing
{
    public static void Main()
    {
        int i = 123;
        object o = i;  // niejawne opakowanie
        i = 456;       // zmiana wartości i
        Console.WriteLine
          ("The value-type value = {0}", i);
        Console.WriteLine
          ("The object-type value = {0}", o);
    }
}
```

The value-type value = 456
The object-type value = 123

unboxing - przykład

```
using System;
public class UnboxingTest
{
   public static void Main()
   {
      int intI = 123;

      // Boxing
      object o = intI;

      try
      {
         int intJ = (short) o; // powinno byc int intJ = (int) o;
         Console.WriteLine("Unboxing OK.");
      }

      catch (InvalidCastException e)
      {
         Console.WriteLine("{0} Error: Incorrect unboxing.",e);
      }
   }
}
```

przestrzeń System.Collections

- klasy:
  - ArrayList
  - Hashtable
  - Queue
  - SortedList
  - Stack
- interfejsy:
  - ICollection
  - IComparer
  - IDictionary
  - IEnumerable
  - IEnumerator
  - IList
- struktury:
  - DictionaryEntry

interfejs IEnumerable

- `public interface IEnumerable`
- Metody:
  - `IEnumerator GetEnumerator();`

interfejs IEnumerator

- `public interface IEnumerator`
- Własności:
  - `object Current {get;}`
- Metody:
  - `bool MoveNext();`
  - `void Reset();`
- Nie może być używany do modyfikowania kolekcji
- Pozycja startowa to tuż przed początkiem kolekcji
- Po przekroczeniu końca kolekcji MoveNext zwraca false
- Zmiany kolekcji niszczą enumerator, wywołanie MoveNext lub Reset rzuca wyjątek

interfejs ICollection

- `public interface ICollection : IEnumerable`
- Własności:
  - `public virtual int Count {get;}`
- Metody:
  - `void CopyTo(Array array, int index);`

interfejs IList

- `public interface IList : ICollection, IEnumerable`
- Własności
  - `public virtual object this[int index] {get; set;}`
- Metody
  - `public virtual int Add(object value);`
  - `public virtual void Insert(int index, object value);`
  - `public virtual void RemoveAt(int index);`
  - `public virtual void Clear();`

interfejs IDictionary

- `public interface IDictionary : ICollection, IEnumerable`
- Własności
  - `public virtual ICollection Keys {get;}`
  - `public virtual ICollection Values {get;}`
  - `Object this [Object key] { get; set; }`
  - `void Add (Object key, Object value)`
  - `void Clear ()`

klasa ArrayList

- System.Object
  - System.Collections.ArrayList
- `public class ArrayList : IList, ICollection, IEnumerable, ICloneable`
- Własności
  - `public virtual int Capacity {get; set;}`
- Metody:
  - `public ArrayList();`
  - `public ArrayList(int capacity);`
  - `public ArrayList(ICollection c);`
  - `public virtual IEnumerator GetEnumerator();`
  - `public virtual void Sort();`

klasa ArrayList - przykład

```
using System;
using System.Collections;
public class SamplesArrayList  {

   public static void Main()  {

      // tworzy nowa ArrayList.
      ArrayList myAL = new ArrayList();
      myAL.Add("Hello");
      myAL.Add("World");
      myAL.Add("!");

      // Wyswietla wlasnosci i wartosci.
      Console.WriteLine( "myAL" );
      Console.WriteLine( "\tCount:    {0}", myAL.Count );
      Console.WriteLine( "\tCapacity: {0}", myAL.Capacity );
      Console.Write( "\tValues:" );
      PrintValues( myAL );
   }

   public static void PrintValues( IEnumerable myList )  {
      System.Collections.IEnumerator myEnumerator =
          myList.GetEnumerator();
      while ( myEnumerator.MoveNext() )
         Console.Write( "\t{0}", myEnumerator.Current );
      Console.WriteLine();
   }
}
```

```
myAL
   Count:    3
   Capacity: 16
   Values:    Hello    World    !
```

klasa Hashtable

- System.Object
  - System.Collections.Hashtable
- `public class Hashtable : IDictionary, ICollection, IEnumerable, ISerializable, IDeserializationCallback, ICloneable`
- Metody:
  - `public virtual void Add(object key, object value);`
  - `public virtual Object this [Object key] { get; set; }`

klasa Hashtable – przykład

```
using System;
using System.Collections;
public class SamplesHashtable  {

   public static void Main()  {

      // tworzy nowa Hashtable.
      Hashtable myHT = new Hashtable();
      myHT.Add("First", "Hello");
      myHT.Add("Second", "World");
      myHT.Add("Third", "!");

      // Wyswietla wlasnosci i wartosci Hashtable.
      Console.WriteLine( "myHT" );
      Console.WriteLine( "  Count:    {0}", myHT.Count );
      Console.WriteLine( "  Keys and Values:" );
      PrintKeysAndValues( myHT );
   }
   public static void PrintKeysAndValues( Hashtable myList )  {
      IDictionaryEnumerator myEnumerator = myList.GetEnumerator();
      Console.WriteLine( "\t-KEY-\t-VALUE-" );
      while ( myEnumerator.MoveNext() )
         Console.WriteLine("\t{0}:\t{1}",
          myEnumerator.Key, myEnumerator.Value);
      Console.WriteLine();
   }
}
```

```
myHT
  Count:    3
  Keys and Values:
    -KEY-    -VALUE-
    Third:    !
    Second:    World
    First:    Hello
```

klasa Queue

- System.Object
  - System.Collections.Queue
- `public class Queue : ICollection, IEnumerable, ICloneable`
- Metody:
  - `public virtual void Enqueue(object obj);`
  - `public virtual object Dequeue();`
  - `public virtual object Peek();`

Klasa Queue - przykład

```
using System;
using System.Collections;
public class SamplesQueue  {

   public static void Main()  {
      Queue myQ = new Queue();
      myQ.Enqueue( "The" );
      myQ.Enqueue( "quick" );
      myQ.Enqueue( "brown" );
      myQ.Enqueue( "fox" );
      Console.Write( "Queue values:" );
      PrintValues( myQ, '\t' );
      Console.WriteLine( "(Dequeue)\t{0}", myQ.Dequeue() );
      Console.Write( "Queue values:" );
      PrintValues( myQ, '\t' );
      Console.WriteLine( "(Dequeue)\t{0}", myQ.Dequeue() );
      Console.Write( "Queue values:" );
      PrintValues( myQ, '\t' );
      Console.WriteLine( "(Peek)   \t{0}", myQ.Peek() );
      Console.Write( "Queue values:" );
      PrintValues( myQ, '\t' );
   }
   public static void PrintValues( IEnumerable myCollection,
         char mySeparator )  {
      System.Collections.IEnumerator myEnumerator =
          myCollection.GetEnumerator();
      while ( myEnumerator.MoveNext() )
         Console.Write( "{0}{1}", mySeparator, myEnumerator.Current );
      Console.WriteLine();
   }
}
```

```
Queue values:   The   quick   brown   fox
(Dequeue)   The
Queue values:   quick   brown   fox
(Dequeue)   quick
Queue values:   brown   fox
(Peek)      brown
Queue values:   brown   fox
```

klasa Stack

- System.Object
  - System.Collections.Stack
- `public class Stack : ICollection, IEnumerable, ICloneable`
- Metody:
  - `public virtual void Push(object obj);`
  - `public virtual object Pop();`
  - `public virtual object Peek();`

przestrzeń System.IO

- klasy:
  - BinaryReader
  - BinaryWriter
  - BufferedStream
  - Directory
  - DirectoryInfo
  - File
  - FileInfo
  - FileStream
  - Path
  - Stream
  - StreamReader
  - StreamWriter
  - StringReader
  - StringWriter
  - TextReader
  - TextWriter
  - wyjątki

klasa Stream

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.Stream
- `public abstract class Stream : MarshalByRefObject, IDisposable`
- Reprezentuje sekwencję bajtów
- Można czytać ze strumienia, pisać do strumienia, zmieniać pozycję

klasa Stream 2

- Własności:
  - `public abstract bool CanRead {get;}`
  - `public abstract bool CanWrite {get;}`
  - `public abstract bool CanSeek {get;}`
  - `public abstract long Length {get;}`[1]
  - `public abstract long Position {get; set;}`[1]
- Metody:
  - `protected Stream();`

[1]Rzucają wyjątek `NotSupportedException` jeśli operacja nie jest obsługiwana przez strumień

metody odczytu

- `public virtual int ReadByte();`
- `public abstract int Read(byte[] buffer, int offset, int count);`
- `public virtual IAsyncResult BeginRead(byte[] buffer, int offset, int count, AsyncCallback callback, object state)`
- pierwsza czyta jeden bajt i go zwraca, lub -1 jeśli koniec strumienia
- druga czyta `count` bajtów i wstawia do `buffer` począwszy od `offset` znaku. Zwraca liczbę odczytanych znaków
- trzecia wykonuje operacje asynchronicznie, umożliwia podanie funkcji która będzie wywołana po zakończeniu odczytu (`callback`) oraz obiektu identyfikującego dany odczyt (`state`)

metody zapisu

- `public virtual void WriteByte(byte value);`
- `public abstract void Write(byte[] buffer, int offset, int count)`
- `public virtual IAsyncResult BeginWrite(byte[] buffer, int offset, int count, AsyncCallback callback, object state)`

inne metody

- `public abstract long Seek(long offset, SeekOrigin origin);`
- `public abstract void Flush();`
- `public virtual void Close();`
- pierwsza zmienia pozycję o `offset` w stosunku do `origin` (`Begin`, `Current`, `End`)
- druga powoduje przesłanie zawartości bufora do miejsca docelowego
- trzecia zamyka strumień (wywołując wcześniej `Flush`)

klasa BufferedStream

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.Stream
      - System.IO.BufferedStream
- `public sealed class BufferedStream : Stream`
- metody:
  - `public BufferedStream(Stream stream);`
  - `public BufferedStream(Stream stream, int bufferSize);`
- zapewnia automatyczne buforowanie operacji odczytu i zapisu strumienia

klasa FileStream

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.Stream
      - System.IO.FileStream
- `public class FileStream : Stream`
- `public FileStream(IntPtr handle, FileAccess access);`
- `public FileStream(string path, FileMode mode);`
- `public FileStream(string path, FileMode mode, FileAccess access);`
- `handle`: uchwyt OS, `path`: ścieżka bezwzględna lub względna, `FileMode`: `Append, Create, CreateNew, Open, OpenOrCreate, Truncate`, `FileAccess`: `Read, ReadWrite, Write`

klasa FileStream 2

- Własności:
  - `public virtual IntPtr Handle {get;}`
  - `public string Name {get;}`
- Metody:
  - `public virtual void Lock(long position, long length);`
  - `public virtual void Unlock(long position, long length);`
- `Lock` i `Unlock` blokują/odblokowują możliwość modyfikacji fragmentu (od `position` do `position + length`) strumienia. Nie ograniczają możliwości odczytu.

klasa File

- System.Object
  - System.IO.File
- `public sealed class File`
- Metody:
  - `public static FileStream Create(string path);`
  - `public static FileStream Create(string path, int bufferSize);`
  - `public static void Delete(string path);`
  - `public static bool Exists(string path);`
  - `public static FileStream Open(string path, FileMode mode);`
  - `public static FileStream Open(string path, FileMode mode, FileAccess access);`
  - `public static FileAttributes GetAttributes(string path);`
  - `public static DateTime GetCreationTime(string path);`
  - `public static void SetAttributes(string path, FileAttributes fileAttributes);`
  - `public static void SetCreationTime(string path, DateTime creationTime);`

klasa File - przykład

```
using System;
using System.IO;
using System.Text;

class Test
{
    public static void Main()
    {
        string path = @"c:\temp\MyTest.txt";

        // usuwamy plik jesli istnieje.
        if (File.Exists(path))
        {
            File.Delete(path);
        }

        // Tworzymy plik.
        using (FileStream fs = File.Create(path, 1024))
        {
            Byte[] info = new UTF8Encoding(true).GetBytes("Some text");
            // Dodajemy dane do pliku.
            fs.Write(info, 0, info.Length);
        }

        // Otwieramy strumien i czytamy.
        using (StreamReader sr = File.OpenText(path))
        {
            string s = "";
            while ((s = sr.ReadLine()) != null)
            {
                Console.WriteLine(s);
            }
        }
    }
}
```

klasa FileInfo

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.FileSystemInfo
      - System.IO.FileInfo
- `public sealed class FileInfo : FileSystemInfo`
- Własności:
  - `public DirectoryInfo Directory {get;}`
  - `public string DirectoryName {get;}`
  - `public override bool Exists {get;}`
  - `public long Length {get;}`
  - `public override string Name {get;}`

klasa File Info 2

- Metody:
  - `public FileInfo(string fileName);`
  - `public FileStream Create();`
  - `public StreamWriter CreateText();`
  - `public override void Delete();`
  - `public FileStream Open(FileMode mode, FileAccess access);`
  - `public StreamReader OpenText();`
  - `public FileInfo CopyTo(string destFileName);`

klasa FileInfo – przykład 1

```
using System;
using System.IO;

class Test
{
    public static void Main()
    {
        string path = @"c:\temp\MyTest.txt";
        FileInfo fi1 = new FileInfo(path);

        if (!fi1.Exists)
        {
            //Tworzymy plik.
            using (StreamWriter sw = fi1.CreateText())
            {
                sw.WriteLine("Hello");
                sw.WriteLine("And");
                sw.WriteLine("Welcome");
            }
        }

        //Open the file to read from.
        using (StreamReader sr = fi1.OpenText())
        {
            string s = "";
            while ((s = sr.ReadLine()) != null)
            {
                Console.WriteLine(s);
            }
        }
```

klasa FileInfo – przykład 2

```
        try
        {
            string path2 = path + "temp";
            FileInfo fi2 = new FileInfo(path2);

            //Upewniamy sie ze plik docelowy nie istnieje.
            fi2.Delete();

            //Kopiujemy plik.
            fi1.CopyTo(path2);
            Console.WriteLine("{0} skopiowano do {1}.", path, path2);

            //Usuwamy nowy plik.
            fi2.Delete();
            Console.WriteLine("{0} zostal usuniety.", path2);

        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine("Blad: {0}", e.ToString());
        }
    }
}
```

klasa Directory

- System.Object
  - System.IO.Directory
- `public sealed class Directory`
- Metody:
  - `public static DirectoryInfo CreateDirectory(string path);`
  - `public static void Delete(string path, bool recursive);`
  - `public static bool Exists(string path);`
  - `public static DirectoryInfo GetParent( string path);`
  - `public static string[] GetDirectories(string path, string searchPattern);`
  - `public static string[] GetFiles(string path, string searchPattern);`
  - `public static void Move(string sourceDirName, string destDirName);`

klasa Directory - przykład

```
using System;
using System.IO;

class Test
{
    public static void Main()
    {
        try
        {
            // Tylko podkatalogi zaczynajace sie od "p."
            string[] dirs = Directory.GetDirectories(@"c:\", "p*");
            Console.WriteLine("Liczba katalogow zaczynajacych sie
                od p wynosi {0}.", dirs.Length);
            foreach (string dir in dirs)
            {
                Console.WriteLine(dir);
            }
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine("Blad: {0}", e.ToString());
        }
    }
}
```

klasa DirectoryInfo

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.FileSystemInfo
      - System.IO.DirectoryInfo
- `public sealed class DirectoryInfo : FileSystemInfo`
- Własności:
  - `public override string Name {get;}`
  - `public override bool Exists {get;}`
  - `public DirectoryInfo Parent {get;}`

klasa DirectoryInfo 2

- Metody:
  - `public DirectoryInfo(string path);`
  - `public void Create();`
  - `public void Delete(bool recursive);`
  - `public DirectoryInfo CreateSubdirectory(string path);`
  - `public DirectoryInfo[] GetDirectories(string searchPattern);`
  - `public FileInfo[] GetFiles(string searchPattern);`
  - `public void MoveTo(string destDirName);`

klasa DirectoryInfo - przykład

```
using System;
using System.IO;

class Test
{
    public static void Main()
    {
        try
        {
            DirectoryInfo di = new DirectoryInfo(@"c:\");

            // Tylko podkatalogi zawierajace "p."
            DirectoryInfo[] dirs = di.GetDirectories("*p*");

            Console.WriteLine("Liczba katalogow z p: {0}",
                dirs.Length);

            // Pliki w podkataogach zawierajace "e."
            foreach (DirectoryInfo diNext in dirs)
            {
                Console.WriteLine("Liczba plikow w {0} z e w nazwie
                    wynosi {1}", diNext,
                    diNext.GetFiles("*e*").Length);
            }
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine("The process failed: {0}", e.ToString());
        }
    }
}
```

klasa BinaryReader

- System.Object
  - System.IO.BinaryReader
- `public class BinaryReader : IDisposable`
- Właściwości:
  - `public virtual Stream BaseStream {get;}`
- Metody:
  - `public BinaryReader(Stream input,Encoding encoding);`
  - `public virtual int Read();`
  - `public virtual int Read(byte[] buffer, int index, int count);`
  - `public virtual char ReadChar();`
  - `public virtual char[] ReadChars(int count);`
  - metody dla pozostałych typów wbudowanych

klasa BinaryWriter

- System.Object
  - System.IO.BinaryWriter
- `public class BinaryWriter : IDisposable`
- Metody:
  - `public BinaryWriter(Stream output, Encoding encoding);`
  - `public BinaryWriter(Stream output, Encoding encoding);`
  - `public virtual void Write(char ch);`
  - `public virtual void Write(char[] chars);`
  - metody dla innych typów wbudowanych

klasa TextReader

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextReader
- `public abstract class TextReader : MarshalByRefObject, IDisposable`
- Metody:
  - `protected TextReader();`
  - `public virtual int Read();`
  - `public virtual int Read(char[] buffer, int index, int count);`

klasa TextWriter

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextWriter
- `public abstract class TextWriter : MarshalByRefObject, IDisposable`
- Metody:
  - `protected TextWriter();`
  - `public virtual void Write(char value);`
  - `public virtual void Write(char[] buffer);`
  - metody dla pozostałych typów wbudowanych...

klasy StreamReader i StringReader

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextReader
      - System.IO.StreamReader
- `public class StreamReader : TextReader`
- Właściwości
  - `public virtual Stream BaseStream {get;}`
  - `public virtual Encoding CurrentEncoding {get;}`
- Metody:
  - `public StreamReader(Stream stream);`
- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextReader
      - System.IO.StringReader
- `public class StringReader : TextReader`
- Metody:
  - `public StringReader(string s);`

klasa StreamWriter

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextWriter
      - System.IO.StreamWriter
- `public class StreamWriter : TextWriter`
- Metody:
  - `public StreamWriter(Stream stream);`
  - `public StreamWriter(string path);`
  - `public override void Write(char value);`
  - `public override void Write(char[] buffer);`
  - `public override void Write(string value);`

klasa StringWriter

- System.Object
  - System.MarshalByRefObject
    - System.IO.TextWriter
      - System.IO.StringWriter
- `public class StringWriter : TextWriter`
- Metody:
  - `public StringWriter();`
  - `public StringWriter(StringBuilder sb);`
  - `public override void Write(char value);`
  - `public override void Write(string value);`
  - `public virtual StringBuilder GetStringBuilder();`

klasa Path

- System.Object
  - System.IO.Path
- `public sealed class Path`
- Pola:
  - `public static readonly char DirectorySeparatorChar;`
  - `public static readonly char[] InvalidPathChars;`
  - `public static readonly char PathSeparator;`
  - `public static readonly char VolumeSeparatorChar;`
- Metody:
  - `public static string GetDirectoryName(string path);`
  - `public static string GetDirectoryName(string path);`
  - `public static string GetFileName(string path);`
  - `public static string Combine(string path1, string path2);`

klasa Path - przykład

```
string fileName = @"C:\mydir.old\myfile.ext";
string path = @"C:\mydir.old\";
string extension;

extension = Path.GetExtension(fileName);
Console.WriteLine("GetExtension('{0}') zwraca '{1}'",
    fileName, extension);

extension = Path.GetExtension(path);
Console.WriteLine("GetExtension('{0}') zwraca '{1}'",
    path, extension);
```

klasa Path – przykład 2

```
using System;
using System.IO;

public class ChangeExtensionTest {

    public static void Main() {

         string path1 = "c:\\temp";
         string path2 = "subdir\\file.txt";
         string path3 = "c:\\temp.txt";
         string path4 = "c:^*&)(_=@#'\\^&#2.*(.txt";
         string path5 = "";
         string path6 = null;

         CombinePaths(path1, path2);
         CombinePaths(path1, path3);
         CombinePaths(path3, path2);
         CombinePaths(path4, path2);
         CombinePaths(path5, path2);
         CombinePaths(path6, path2);
    }

    private static void CombinePaths(string p1, string p2) {

       try {
           string combination = Path.Combine(p1, p2);
           Console.WriteLine("Polaczenie '{0}' i '{1}' daje: {2}'{3}'",
                        p1, p2, Environment.NewLine, combination);
       } catch (Exception e) {
           Console.WriteLine("Nie mozna laczyc '{0}' i '{1}' bo: {2}{3}",
                        p1, p2, Environment.NewLine, e.Message);
       }
         Console.WriteLine();
    }
}
```

klasa Path – przykład 2 cd

Polaczenie 'c:\temp' i 'subdir\file.txt' daje:
'c:\temp\subdir\file.txt'

Polaczenie 'c:\temp' i 'c:\temp.txt' daje:
'c:\temp.txt'

Polaczenie 'c:\temp.txt' i 'subdir\file.txt' daje:
'c:\temp.txt\subdir\file.txt'

Polaczenie 'c:^*&)(_=@#'\^&#2.*(.txt' i 'subdir\file.txt' daje:
'c:^*&)(_=@#'\^&#2.*(.txt\subdir\file.txt'

Polaczenie '' i 'subdir\file.txt' daje:
'subdir\file.txt'

Nie mozna laczyc '' i 'subdir\file.txt' bo:
Value cannot be null.
Parameter name: path1

Wyjątki

- System.Object
  - System.Exception
    - System.SystemException
      - System.IO.IOException
        - System.IO.DirectoryNotFoundException
        - System.IO.EndOfStreamException
        - System.IO.FileLoadException
        - System.IO.FileNotFoundException
        - System.IO.PathTooLongException