Komponentní technologie

Ing. Marek Běhálek
Katedra informatiky FEI VŠB-TUO
A-1018 / 597 324 251
http://www.cs.vsb.cz/behalek
marek.behalek@vsb.cz

Obsah kapitoly

- Komponentní technologie
- Java Beans
- Technologie COM a tvorba komponent v C/C++
- Úvod do architektury .NET
- Stručný tutoriál jazyka C#
- Komponenty v .NET implementované v C#

Komponenty - Motivace

- Vývoj
  - Opakovaná použitelnost
  - Snadnost testování
  - Možnost specializace výrobců
- Distribuce
  - Rychle uvedení na trh
  - Nezávislost na dodavateli
- Údržba
  - Snížení nákladů na údržbu
  - Zaměnitelnost – tlak odběratelů na standardizaci

Komponenty - Inspirace z jiných oborů

- Stavebnictví
  - Výstavba z modulů, panely
- Automobilový průmysl
  - Specializace ve výrobě, zaměnitelnost
- Elektronika
  - Základní součástky, moduly, funkční bloky

Komponenty - Aplikace v IT

- Technické vybavení
  - Paměť, procesory, základní desky
  - Periferní zařízení – PnP, ovladače
  - Komunikační prvky
- Programové vybavení
  - Grafické uživatelské rozhraní – Swing
  - Distribuované aplikace – CORBA, EJB, .NET,…
  - Databáze
  - Informační systémy

Komponenty - Vývoj přístupů k tvorbě programů (1)

- Monolitické programy
  - upřednostnění úspornosti kódu na úkor srozumitelnosti a přehlednosti
- Strukturované metody
  - hierarchie, abstrakce
  - dynamické knihovny (DLL)
  - vzdálené volání procedur (RPC)
  - modulární programování (Modula-2)

Komponenty - Vývoj přístupů k tvorbě programů (2)

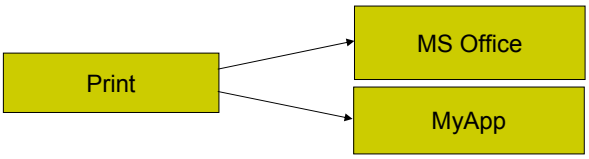
- Objektově orientované technologie
  - zapouzdření – „černá skříňka“
  - dědění
  - polymorfismus
  - znovupoužitelnost
- Komponentní technologie
  - rozhraní
  - standardy

Komponenty - Co je to komponenta? (1)

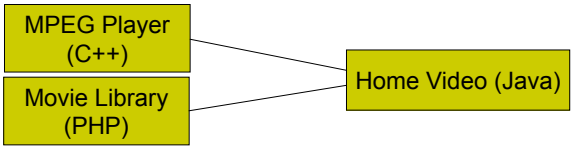
- Stavební jednotka se smluvně definovanými:
  - rozhraními;
  - explicitními kontextovými vazbami

Komponenty - Co je to komponenta? (2)

- Může být použita nezávisle na
  - prostředí, pro které byla vytvořena,



  - prostředí, ve kterém byla vytvořena.



Komponenty - Co je to komponenta? (3)

- Je určena pro integraci třetí stranou
  - Autor komponenty
    - Neví, kdo a k čemu bude jeho komponenty využívat
    - Musí dodržet stanovené rozhraní
  - Autor aplikace
    - Neví, kdo bude dodávat komponenty
    - Komunikuje přes stanovené rozhraní
  - Integrátor
    - Propojí aplikaci s vhodnými komponentami

Komponenty - Požadavky na komponenty

- Úplná dokumentace
- Důkladné testování
- Robustní kontrola platnosti vstupů
- Vracení dostatečných informativních chybových zpráv
- Vycházet s toho, že komponenta bude použita k předem nepředpokládaným účelům.

Komponenty - Specifikace komponenty

- Stav
  - Vlastnosti – čtení, nastavení
- Chování
  - Operace – volání, parametry, výsledek
- Interakce s okolím
  - Události – registrace, oznámení

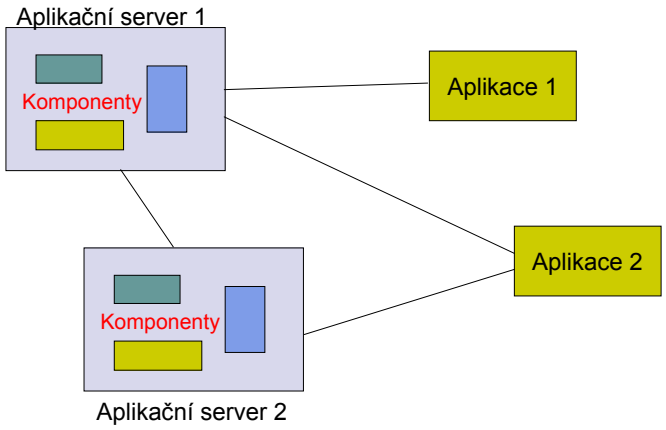
Komponenty - Životní cyklus komponenty (1)

- Tvorba komponenty
  - Standardy – CORBA, COM+, EJB, .NET
  - Binární kompatibilita – nezávislost na jazyce
- Publikace rozhraní
  - Dokumentace – pro člověka
  - Introspekce – součást komponenty, klientská aplikace může číst metadata

Komponenty - Životní cyklus komponenty (2)

- Šíření komponenty
  - registrace komponenty, adresářové služby
  - LDAP, JNDI, UDDI
- Vyhledávání komponenty
  - identifikace komponenty, pozdní vazba
- Tvorba aplikace
  - Podpora IDE – přístup jako k interním objektům

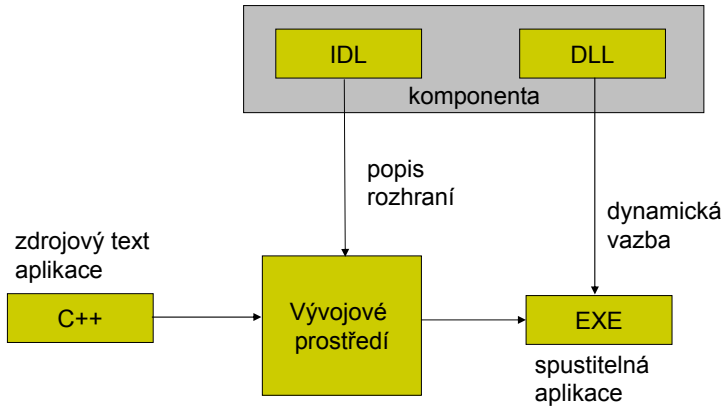
Komponenty - Architektura komponentně orientovaných systémů



Komponenty - Aplikační server

- Prostředí pro běh softwarových komponent
  - Distribuované prostředí
  - Sdílení dat
  - Synchronizace
  - Zabezpečení
- Příklady
  - JBoss, Jakarta Tomcat, BEA Weblogic, Citrix, Meta Frame, IBM WebSphere, Oracle AS, Java Systems Sun AS, …

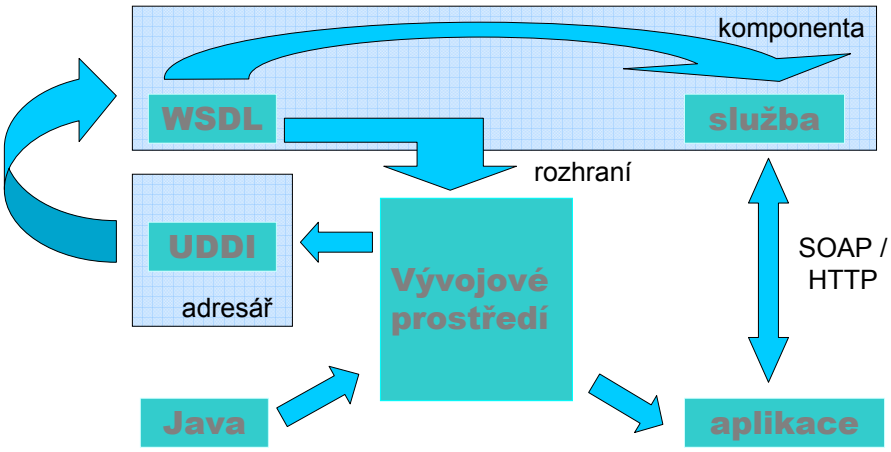
Komponenty - Příklad tvorby aplikací



Komponenty – Webové služby (1)

- **Webové služby** (Web Services)
  - komponenty přístupné přes WWW rozhraní (protokoly HTTP, SOAP)
  - postavené na XML
  - Komponenty pro tvorbu distribuovaných aplikací v prostředí internetu.
- Publikace komponent
  - WSDL – Web Services Description Language
- Vyhledávání komponent
  - UDDI – Universal Description, Discovery and Integration
- Více v předmětu *Vývoj internetových aplikací*

Komponenty – Webové služby (2)



Komponenty – Rozdíly mezi OOP

- OOP se zaměřuje na vztahy mezi třídami, které jsou do jedné spustitelné aplikace (*white box programming*).
- Skládání aplikace z nezávisle pracujících bloků (*black box programming*).
  - Oddělený vývoj aplikace a komponent ze kterých je vytvářena
    - Musí podporovat systém verzí.
  - Oddělení rozhraní od implementace.

Komponenty – Hlavní komponentní technologie

- JavaBeans, EJB
  - pouze jazyk Java
  - Komponenty uživatelského rozhraní
  - Enterprise Java Beans – pro rozsáhle systémy
- COM, COM+, DCOM, ActiveX
  - Binárně kompatibilní komponenty
  - Základní technologie pro Windows
- .NET
  - Kompatibilita na jazykové úrovni – C++, C#, Jscript, VB.NET

Java Beans

- “Write once, run anywhere, reuse everywhere”
  - Přidávání funkcí bez nutnosti přepisovat úplně všechno
  - Provádění na všech platformách
  - Použití v různých scénářích – aplikacích, jiných komponentách, dokumentech, www stránkách, nástrojích pro vývoj aplikací, …
- Komponenta jako stavební blok
  - Kontejnery – kombinace komponent do struktur
  - Principy manipulace a komunikace s komponentami z vnějšího prostředí
    - Introspekce
    - Zpracování událostí
    - Persistence

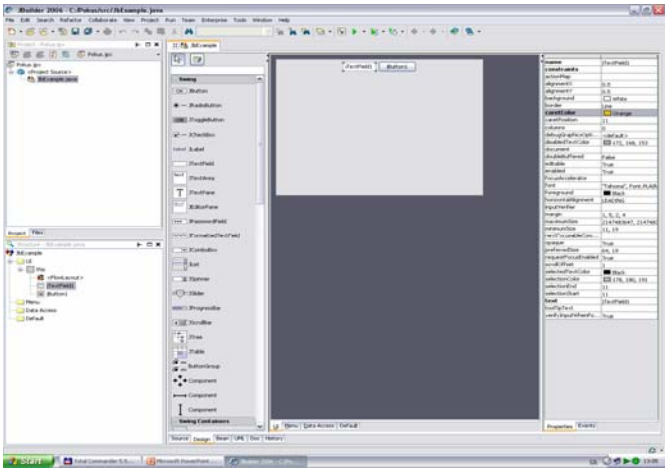
Java Beans – Typy komponent

- Vizuální komponenty
  - Mají vizuální reprezentaci zabírající prostor v okně aplikace
  - Příklad: tlačítko, tabulka, rolovací seznamy
  - Podpora ve vizuálních nástrojích
- Nevizuální komponenty
  - Příklad: časovač, databázové spojení, kontrola pravopisu, …

Java Beans – Scénáře použití (1)

- Využití grafického návrhového prostředí
  - Rozložení komponent v okně aplikace
  - Nastavení vlastností komponent
    - Barva, typ písma, klávesové zkratky, …
    - Využití editorů vlastností (property editor)
  - Propojení komponent a zápis metod pro zpracování událostí
  - Testování
  - Vytvoření instalace aplikace včetně komponent

Java Beans – Scénáře použití (2)



Java Beans – Scénáře použití (3)

- Použití v ručně psaném programu
  - Vytvoření instancí komponent a nastavení jejich rozměrů a pozic
  - Nastavení vlastností komponent
  - Vytvoření metod pro zpracování událostí
  - Registrace metod pro zpracování událostí
  - Testování
  - Vytvoření instalace aplikace včetně komponent

Java Beans – Scénáře použití (4)

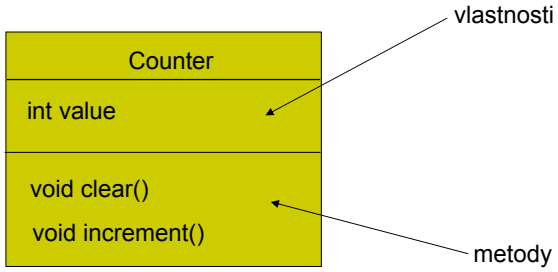
```
private void jbInit() throws Exception {
   jTextField1.setCaretColor(Color.orange);
   jTextField1.setText("jTextField1");
   jButton1.setText("jButton1");
   jButton1.addActionListener(
       new JbExample_jButton1_actionAdapter(this));
   this.add(jTextField1);
   this.add(jButton1);
}

JTextField jTextField1 = new JTextField();
JButton jButton1 = new JButton();
public void jButton1_actionPerformed(ActionEvent e) {
   //TODO: put your code here
}
```

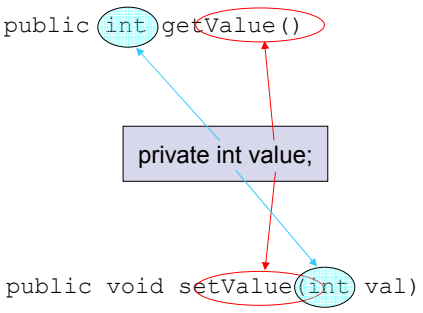

Java Beans – Struktura komponenty

- Vlastnosti (properties)
  - Přístup prostřednictvím *přístupových metod* (čtení, zápis hodnoty), ne přímo
- Metody (methods)
  - Operace nad komponentami
- Události (events)
  - Vazby mezi komponentami

Java Beans – Příklad komponenty *Counter*



Java Beans – Přístupové metody (1)



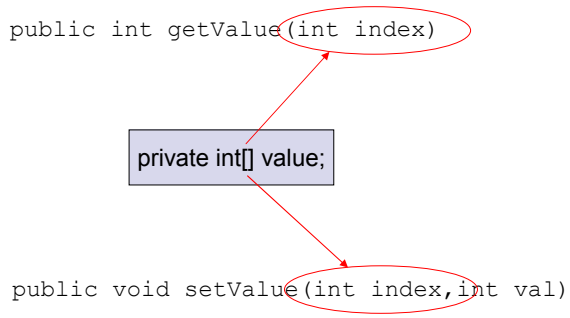
Java Beans – Přístupové metody (2)

```
public class Counter {
  private int value;
  public int getValue()
     return this.value;
  }
  public void setValue(int val) {
     this.value=val;
  }
  …
}
```


Java Beans – Přístupové metody (3)

- Vlastnosti určené pouze pro čtení
  - Mají pouze metodu getXXX()
- Vlastnosti určené pouze pro zápis
  - Mají pouze metodu setXXX()
- Vlastnosti typu boolean
  - Metoda pro čtení se může jmenovat isXXX()
  - `public boolean isEmpty();`

Java Beans – Indexované vlastnosti



Java Beans – Speciální vlastnosti

- Vázané vlastnosti (bound proprties)
  - Generují událost PropertyChange, pokud se mění jejich hodnota
- Vlastnosti s omezením (constrained prop.)
  - Generují událost VetoableChange, pokud se mění jejich hodnota
  - Změna může být zakázaná

Java Beans – Použití vlastností komponent

- Atributy objektů ve skriptovacích jazycích
  - JavaScript, VBScript
- Programový přístup přes veřejné přístupové metody
- Přístup přes formuláře (property sheets) v návrhových prostředích
- Čtení a zápis do perzistentní paměti

Java Beans – Metody

- Za metody komponenty se považují všechny veřejné (public) metody třídy

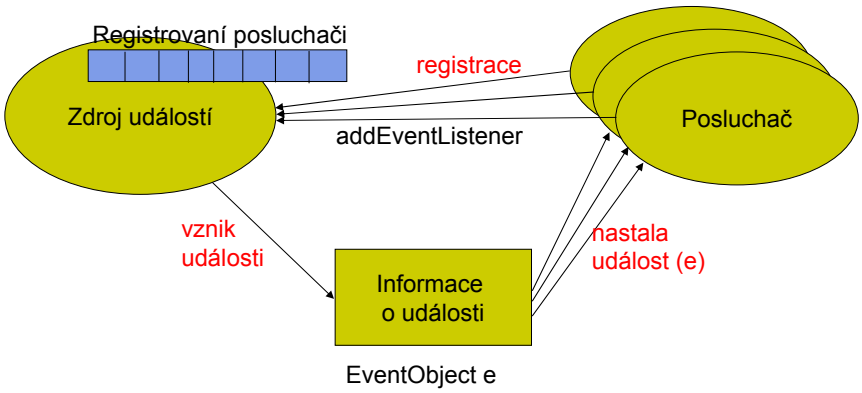
```
public void clear() {
  val=0;
}

public void increment() {
  val++;
}
```

Java Beans – Události (1)

- Zdroj událostí
  - Objekt, který generuje události
  - Spravuje seznam registrovaných posluchačů
- Posluchač (listener)
  - Objekt, který chce být o události informován
  - Musí být registrován u zdroje událostí
  - Musí implementovat dohodnuté rozhraní

Java Beans – Události (2)



Java Beans – Zpracování událostí

1. Posluchač se zaregistruje u zdroje událostí (např. u tlačítka, na jehož stisknutí čeká)
2. Uživatel stiskne tlačítko – vznikne událost
3. Zdroj události (tlačítko) projde seznam registrovaných posluchačů a každému z nich oznámí vznik události:
   - Zavolá dohodnutou metodu rozhraní posluchače
   - Metodě předá informace o události (podtřída `java.util.EventObject`)

Java Beans – Informace o události

```
//Objekt přenášející informace i vygenerované
//události
public class CounterEvent extends EventObject {

  public CounterEvent(Counter source) {
    super(source);
  }

  public Counter getCounter() {
    return (Counter)source;
  }

}
```

Java Beans – Posluchač (1)

```
public interface CounterEventListener
  extends EventListener
{
  //byla překročena maximální hodnota
     void limitReached(
          CounterEvent event);

  //čítač byl vynulován
  void reset(CounterEvent e);
}
```


Java Beans – Posluchač (2)

```
class MyListener
  implements CounterEventListener
{
  public void limitReached(CounterEvent event){
      System.out.println("Čítač vynulován");
  }
  public void reset(CounterEvent e) {
      System.out.println("Překročen limit!");
  }
  …
}
```

Java Beans – Registrace posluchače (1)

```
public class Counter {

   …

   public void addCounterEventListener(
       CounterEventListener listener)
   {
             //registrace posluchačů
   }
   public void removeCounterEventListener(
       CounterEventListener listener)
   {
             //zrušení registrace posluchače
   }
}
```


Java Beans – Registrace posluchače (2)

```
class MyListener
   implements CounterEventListener {

   void run() {
       Counter counter = new Counter();
       counter.addCounterListener(this);
       counter.clear();
       …
   }
   …
   public void limitReached(CounterEvent event){…}
   public void reset(CounterEvent e) {…}

}
```

Java Beans – Adaptér (1)

- Rozhraní EventListener pro konkrétní komponentu může obsahovat mnoho metod
- Chceme-li reagovat jen na některé události:
  1. Musíme buď implementovat prázdné reakce na ostatní události
  2. Nebo použijeme *adaptér* jako bázovou třídu a implementujeme jen zvolené metody
- *Adaptér* implementuje implicitní odezvu na všechny události

Java Beans – Adaptér (2)

```
class CounterAdapter
  implements CounterEventListener {

  public void reset(CounterEvent e)
  {}
  public void limitReached(
     CounterEvent e)
  {}
}
```

Java Beans – Adaptér (3)

```
Counter counter = new Counter();

//použití anonymní vnitřní třídy
counter.addCounterListener(
  new CounterAdapter {
     public void reset(CounterEvent e) {
          System.out.println("Reset");
     }
  });
```

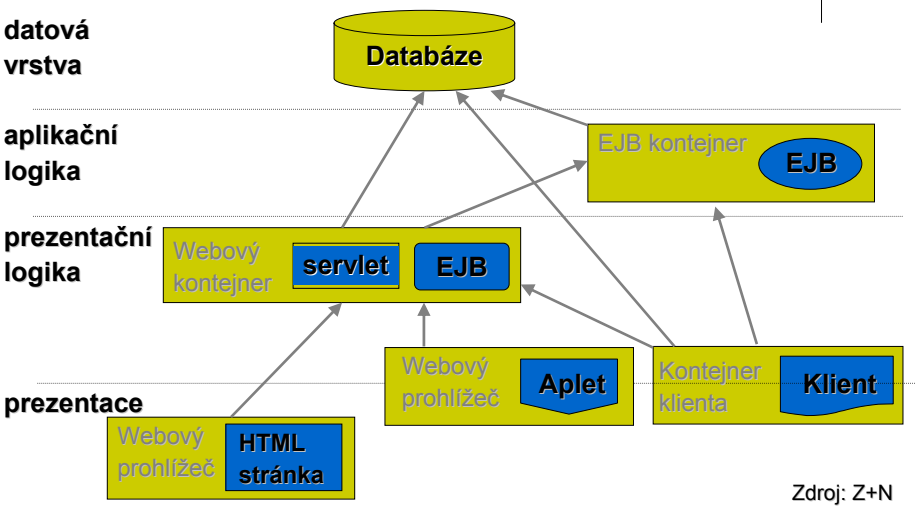

Java Beans – Enterprise Java Beans (EJB)

- *Specifikace architektury pro vývoj a nasazení distribuovaných transakčních objektových komponent na straně serveru*
- Konvence + sada rozhraní (EJB API)
- Cíl = zajištění kompatibility mezi produkty různých výrobců
  - komponenty
  - kontejner

Java Beans – EJB kontejner

- prostředí, v němž běží komponenty
  - vzdálený přístup
  - bezpečnost
  - transakce
  - souběžný přístup
  - přístup ke zdrojům a jejich sdílení
- izolace komponent od aplikací
  - nezávislost na dodavateli kontejneru
  - zjednodušení tvorby aplikací

Java Beans – Aplikační komponenty v J2EE



Zdroj: Z+N

Java Beans – Typy komponent EJB

- Session Beans
  - bezstavové služby
  - stavové objekty v rámci sezení
- Entity Beans
  - perzistentní objekty spravované uživatelem (BMP)
  - perzistentní objekty spravované kontejnerem (CMP)
- Message-Driven Beans
  - bezstavové služby volané asynchronně

Java Beans – Další informace

- Využívají se např. v informačních systémech
- Odkazy na domovské stránky k Java Beans
  - http://java.sun.com/products/javabeans/
- Více informací o technologii EJB bude v předmětu Tvorba informačních systémů.

COM – Historie (1)

- 1990 – OLE 1.0 (Object Linking and Embedding) – strukturované dokumenty
  - Příklad: vložení grafu z Excelu do Wordu
- 1991 – Visual Basic 1.0 - VBX
- 1993 – OLE 2.0, COM (Component Object Model)
  - Použito ve Windows 3.1, základ pro Windows 95
- 1994 – OLE controls (OCX)
- 1996 – ActiveX, DCOM (Distributed COM)

COM – History (2)

- 2000 – COM+ (Windows 2000)
  - Distribuované komponenty
  - „Farmy komponent“ – MTS (MS Transaction Server)
- 2002 – .NET Framework
  - Zachovaná návaznost na COM+

COM – Aplikace ve Windows

- Každá aplikace má oddělený adresový prostor.
  - Virtuální paměť
    - Překlad logických adres na fyzické.
  - Běh více aplikací
- Ve Windows máme možnost použít:
  - Samostatné aplikace - .EXE soubory
  - Dynamicky linkované knihovny - .DLL soubory
    - Obsahují spustitelný kód, nedají se ovšem spustit přímo.

COM – Component Object Model (1)

- COM je specifikace pro tvorbu komponent.
- COM je technologie, která implementuje část této specifikace.
- COM je postaven na třech základních principech.
  - Při vytváření aplikace programátoři využívají rozhraní.
  - Zdrojový kód komponenty není staticky připojen, spíše nahrán na požádání za běhu aplikace.
  - Programátoři implementující COM objekty deklarují požadavky a systém zajistí, že tyto požadavky budou splněny.

COM – Component Object Model (2)

- **COM rozhraní** je kolekce abstraktních operací, které mohou být provedeny objektem.
  - Musí rozšiřovat rozhraní IUnknown
  - Identifikován UUID – IID (použití GUID)
  - Z hlediska implementace jde o abstraktní třídu s čistě virtuálními metodami.
  - Jazyk pro popis rozhraní je (M)IDL
- **COM třídy**
  - konkrétní implementace jednoho nebo více rozhraní.
  - Nelze ztotožňovat například s třídou v jazyce C++ (třída v C++ může být COM třídou…)
  - Identifikován UUID – CLSID (použití GUID)

COM – Component Object Model (3)

- **COM Objekt**
  - je instancí nějaké třídy
  - COM objekty jsou registrovány v databázi komponent
  - Nemají identitu.
- **Komponenta**
  - Binární soubor obsahující výkonný kód.
  - Jedna nebo více zapouzdřených jednotek (COM tříd), které mohou využívat klienti.

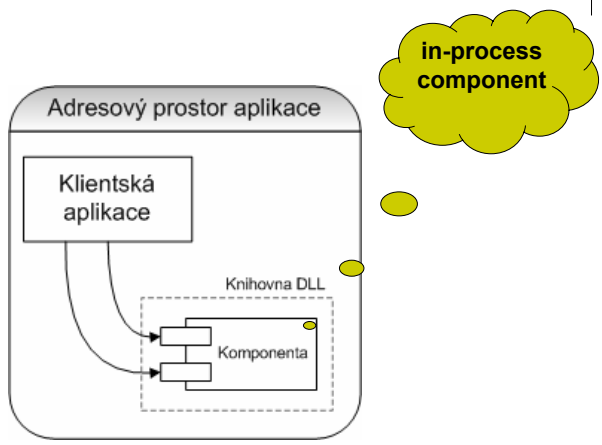
COM – Global component and interface ID

- Globální identifikace komponent a jejich rozhraní (Global component and interface ID - GUID)
  - 16 byte – 10^{19} kombinací)
  - {3F2504E0-4F89-11D3-9A0C-0305E82C3301}
  - Algoritmus již nezahrnuje MAC adresu (bylo možné vystopovat autora dokumentu – červ Melissa)
  - Utility přímo v systému GUIDGEN.EXE (generátor součástí například Visual Studia).
  - Obvykle se používá jako konstanta
    - const IID IID_IRandom = {0x771853E0,0x78D1,0x11d7,{0xBF,0xB4,0xED,0x72,0x61,0xDE,0xA8,0x3D}};

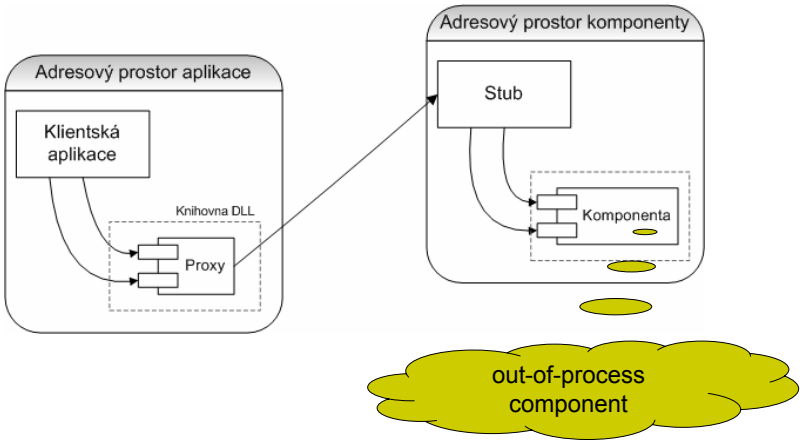
COM – Typy komponent

- **in-process**
  - běží ve stejném adresovém prostoru a na stejném procesoru jako aplikace (.DLL)
- **out-of-process**
  - běží v samostatném adresovém prostoru nebo na samostatném serveru(.EXE)
  - vyžadují zajištění přenosů požadavků a výsledků (marshalling, serialization)
  - komunikace s komponentou prostřednictvím zástupce (proxy, stub)
- COM umožňuje použití komponent na jednom počítači, ale v rámci různých adresových prostorů
- DCOM – Distributed COM

COM – Komunikace s komponentami (in-process)



COM – Komunikace s komponentami (out-of-process)



COM – Rozhraní IUnknown

- Rozhraní identifikováno IID.
- Jak získat přístup ke konkrétnímu rozhraní?
  - Každá COM komponenta implementuje rozhraní IUnknown (přímo nebo nepřímo)
- Metody:
  - QueryInterface – vrátí adresu implementace rozhraní se zadaným GUID
  - AddRef – zvýší počítadlo referencí
  - Release –sníží počítadlo a případně může uvolnit s paměti

COM – Příklad komponenty (1)

```
// File IRandom.h
#pragma once
#include "unknwn.h"

// {CB8DF8CB-3F6C-4c02-A587-18566C28487B}
DEFINE_GUID(IID_IRandom, 0xcb8df8cb,
0x3f6c,0x4c02,0xa5,0x87,0x18,0x56,0x6c,0x28,0x48,0x7b);

interface IRandom : IUnknown {
  virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE Start(
     int seed) = 0;
  virtual HRESULT STDMETHODCALLTYPE Next(
     int *val) =0;
};
```

COM – Příklad komponenty (2)

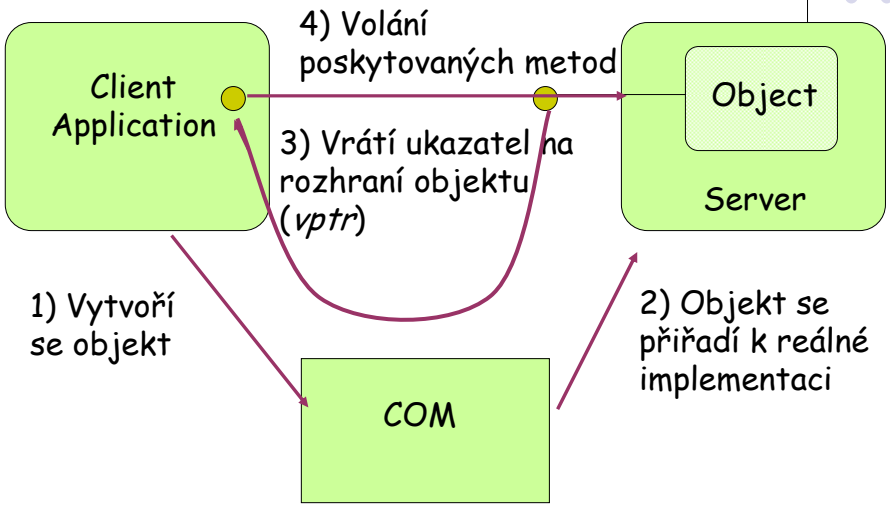
```
#pragma once
#include "IRandom.h„

class CRandomImpl : public IRandom {
public:
  // IUnknown
  STDMETHODIMP QueryInterface(REFIID, void **);
  STDMETHODIMP_(ULONG) AddRef(void);
  STDMETHODIMP_(ULONG) Release(void);

  // IRandom
  STDMETHODIMP Start(int seed);
  STDMETHODIMP Next(int* result);

private:
  ULONG m_refCnt;
  ULONG m_seed;
};
```


COM – Použití COM komponenty (1)



COM – Použití COM komponenty (2)

```
#define INITGUID
#include "IRandom.h"
#include <iostream>
using namespace std;

void main(int argc, char** argv) {
  // initialize COM
  HRESULT hr = CoInitialize(NULL);
  if (FAILED(hr)) { ... }
  // create component instance
  IRandom *pRnd = NULL;
  hr = CoCreateInstance(CLSID_RandomImpl, NULL,
        CLSCTX_ALL, IID_IRandom, (void **)&pRnd);
  if (FAILED(hr)) { ... }
  // use the component
  pRnd->Start(1234);
  // release the komponent
  pRnd->Release();
  // COM finalization
  CoUninitialize();
}
```


COM – Použití COM komponenty (3)

1. Je nutné inicializovat systém funkcí CoInitialize (COMPOBJ.DLL).
2. Je zavolána funkce CoCreateInstance. Jako argument je předán CLSID použitého objektu. Funkce:
   - Použije registry k tomu, abychom identifikovali komponentu, kterou chceme vytvořit.
   - Je vytvořena požadovaná instance komponenty.
     - Třetí argument určuje, kde se komponenta vykonává (ve stejném adresovém prostoru, v jiném, na jiném počítači).
     - Je volána ClassFactory (jde i jinak, získat příslušny „factory“ objekt a volat přímo).
   - Obdrží ukazatel na požadované rozhraní.

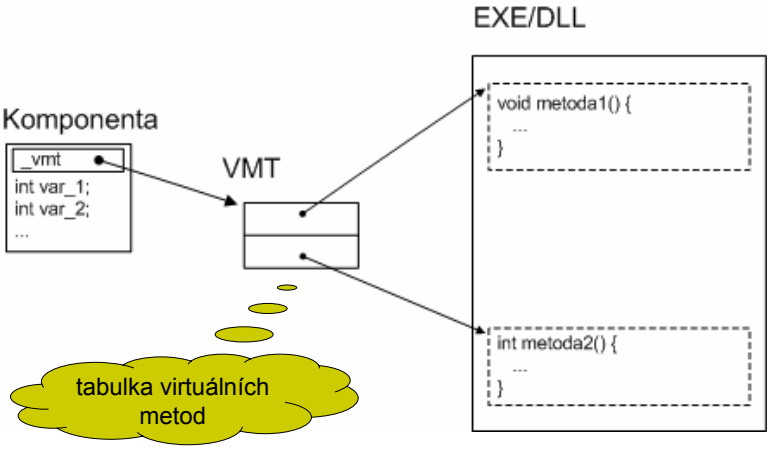
COM – Použití COM komponenty (4)

3. Získané rozhraní je určitě typu IUnknown.
   - Můžeme požít QueryInterface k přístupu k dalším rozhraním.
   - `HRESULT QueryInterface(REFIID riid, void** ppv);`
4. Použijeme metody Addref a Release k řízení životního cyklu komponenty.
5. Můžeme volat metody komponety.
6. Ukončíme voláním CoUninitalize.

COM – Binární kompatibilita

- COM komponenty jsou kompatibilní na binární úrovni.
- Standardní způsob jak:
  - uložit v paměti virtuální tabulku funkcí (*vtable*);
  - volat funkce prostřednictvím *vtable*.
- Každý jazyk (C, C++, Small Talk, Ada, and dokonce Basic) který může volat funkce prostřednictvím ukazatelů, může být využit k realizaci komponent.
- Ty pak mohou spolupracovat s ostatními komponentami, které používají stejný binární standard.

COM – Tabulka virtuálních metod



COM – Znovupoužití komponent

- Component containment
  - komponenta *používá* nějakou vnitřní komponentu
  - Obě mají vlastní implementaci `IUnknown`
- Component aggregation
  - Komponenta *zpřístupňuje* nějakou vnitřní komponentu
  - Obě komponenty sdílí jednu implementaci `IUnknown`

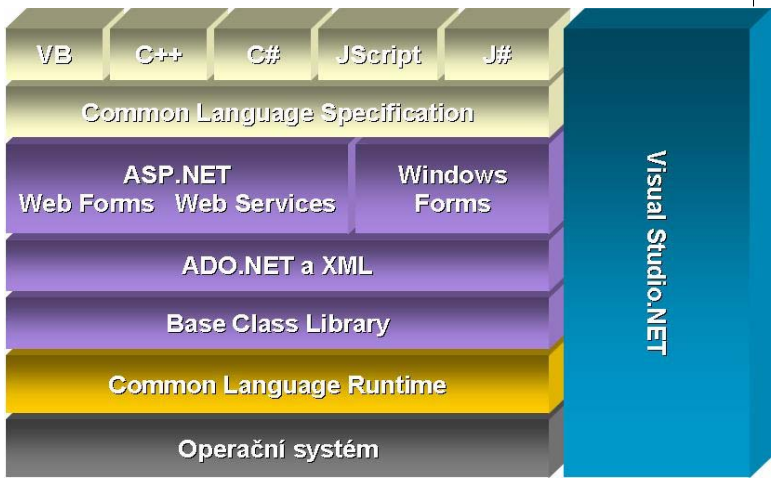
COM – COM+ (1)

- Zachovává vlastnosti COM/DCOM. Navíc přináší:
  - Konfigurované komponenty
  - Aplikační služby
    - Automatické transakce- možnost nastavit konfigurací
    - Just-in-time aktivace – je využit *kontextový* objekt
    - Object pooling – možnost odložit nepotřebný objekt, uvolnit jej z paměti (stav je uložen do perzistentní paměti)
    - Fronty volání
    - Události

COM – COM+ (2)

- Konfigurované komponenty
  - Krom informací v registry přidán i **katalog**.
  - Můžeme nastavovat vlastnosti komponenty.
    - Například které aplikační služby má podporovat.
    - Konfigurovaná komponenta je ta, která má záznam v katalogu…
- Zaveden nový pojem **kontext**.
  - Kontext je seskupení objektů se shodně nakonfigurovanými vlastnostmi.
  - V rámci jednoho kontextu spolu mohou komunikovat COM objekty přímo, jinak musí použít *proxy*.
  - Kontextový objekt
    - Objekt reprezentující daný kontext.

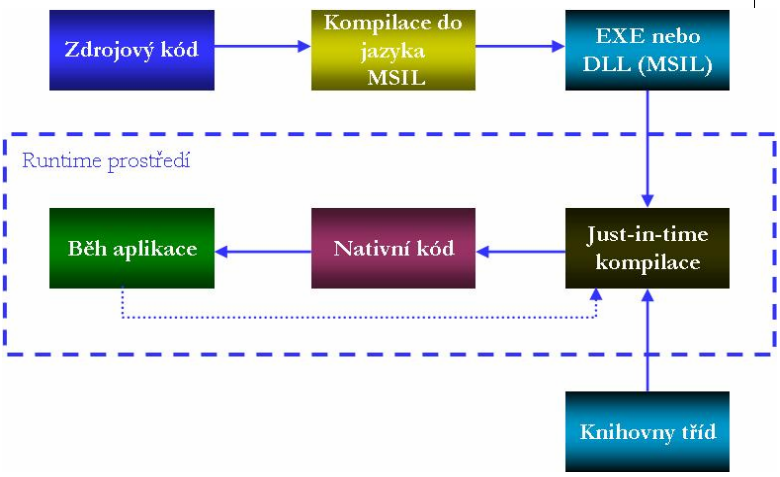
.NET - Architektura .NET



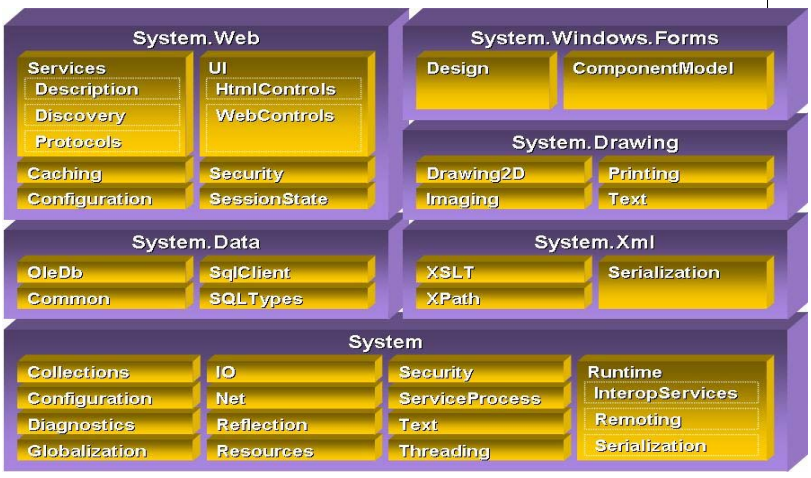
.NET - Součástí .NET Framework

- **CLR** – společné běhové prostředí
- **ADO.NET** – přístup k datům
- **ASP.NET** – webové aplikace
- **Windows Forms** – uživatelské rozhraní
- **CLS** – společné vlastnosti jazyků
  - CTS – společné typové prostředí
- **Programovací jazyky** – C#,…

.NET - Kompilace v prostředí .NET



.NET - Knihovny .NET



.NET - Historie

- 1998 – první zprávy o novém jazyce COOL
- červen 2000 – uvolnění specifikace C#
- červenec 2000 - .NET Framework SDK
- listopad 2000 – zahájení standardizace
- 13. 12. 2001 – ECMA-334 (C#), 335 (CLI)
- leden 2002 – finální podoba .NET
- Dnes verze 2.x připravuje se 3.0

- Autoři: Anders Hejlsberg (Turbo Pascal, Delphi), Scott Wiltamuth, Peter Golde

C# - Vlastnosti jazyka C# (1)

- Podpora vývoje založeného na komponentách
  - přímá podpora základních konstrukcí (vlastnosti, metody, události)
  - metadata + atributy
  - integrované verzování komponent
  - integrovaná XML dokumentace

C# - Vlastnosti jazyka C# (2)

- Moderní objektově orientovaný jazyk
  - veškeré očekávané vlastnosti
  - delegát – bezpečné předávání funkcí jako parametrů
  - přetěžování operátorů, uživatelské konverze, „obyčejná" pole
  - rozsáhlý systém knihoven tříd
  - jednotný typový systém
    - hodnotové – referenční typy (boxing / unboxing)

C# - Vlastnosti jazyka C# (3)

- Vývoj robustních a trvanlivých aplikací
  - typová bezpečnost
  - automatická správa paměti
  - jednotný systém výjimek
  - možnost nezávislého verzování bázových tříd
  - kontroly rozsahů polí, aritmetické kontroly

C# - Vlastnosti jazyka C# (4)

- Pragmatický přístup
  - žádná „revoluce“ v syntaxi jazyka
  - práce s ukazateli, přetypování, přímé přidělování paměti na zásobníku – nutnost speciálních privilegií
  - spolupráce s existujícími komponentami COM, DLL

C# - Příklad

```
using System;

namespace Priklady
{
   /// <summary>
   /// Summary description for Priklad
   /// </summary>
   class Priklad
   {
        /// <summary>
        /// The main entry point for the application.
        /// </summary>
        [STAThread]
        static void Main(string[] args)
        {
                Console.WriteLine("Hello World!");
        }
    }
}
```

C# - Datové typy (1)

- Hodnotové typy
  - obsahují přímo data – přiřazením vzniká kopie hodnoty
  - sbyte, byte - 10, 3u, 0x00ff
  - short, ushort, int, uint, long, ulong - 1000L
  - char – ‘a’, ‘\x0041’, ‘\n’
  - float, double, decimal - 1.5f, 1e-3m, 6.67e-23d
  - bool – true, false

C# - Datové typy (2)

- struktura (struct)
  - Hodnotový typ
  - Jako třída, ale bez dědičnosti

```
struct Komplex {
  public float real;
  public float imag;
}
```

C# - Datové typy (3)

- Výčtový typ
  - množina pojmenovaných konstant

```
enum DnyTydne {
   Pondeli, Utery, Stredam … };

enum Dny : byte { …};
Dny dnes = Dny.Nedele;
```


C# - Datové typy (4)

- Referenční typy
  - neuchovávají hodnotu, ale odkaz na hodnotu
  - hodnota *null*
  - přiřazením nevzniká kopie hodnoty, ale jen odkazu
  - Typy object, string, třída (class), rozhraní(interface), pole a delegát(delegate)
- Ukazatele

C# - Datové typy (5)

- Pravidelná pole
  - Klasická pole jako v C/C++
  - Stejný počet prvků ve všech řádcích
  - int [,] mat1 = new int[5,10];
  - mat1[2,3] = 15;
- Nepravidelná pole
  - Pole polí jako v Javě
  - int[][] mat2 = new int [5][];
  - mat2[2] = new int[7];
  - mat[2][3] = 15;

C# - Výrazy a příkazy

- Jako C/C++/Java
  - Console.WriteLine("ahoj "+Priklad.f(5*6));
- Příkaz `switch` – nelze přecházet mezi větvemi
- Příkaz `goto`
- Průchod kolekcí nebo polem – příkaz `foreach`

```
foreach(T x in IEnumerable) {…}

IEnumerable ie=coll.GetEnumerator();
while( ie.MoveNext() ) {
    T x=(T)ie.Current();
    …
}
```

C# - Operátory

- Primární - (x) x.y f(x) a[x] x++ x-- new typeof sizeof checked unchecked
- Unární - + - ! ~ ++x --x (T)x
- Multiplikativní - * / %
- Aditivní - + -
- Posuvu - << >>
- Relační - < > <= >= is as
- Rovnosti - == !=
- Logické bitové - & | ^
- Logické spojky - && ||
- Podmínečné - ?:
- Přiřazovací - = += -= *= /= %= &= |= ^= <<= >>=

```
if (someObject is SomeInterface)
{
        return someObject;
} else {
        return null;
}
```


C# - Jmenné prostory

```
using SomeNamesapce;
using AnotherNamesapce;
namespace A {
   class Class1
   {…}
   class Class2
   {…}
}
namespace B {
   namespace C
   {…}
   class Class1
   {…}
 }
```

C# - Třídy a rozhraní

- Obsahuje: položky; metody; vlastnosti; indexery; operátory; události.
- Modifikátory přístupu: `private, protected, internal, public`
- Další modifikátory: `static, sealed, abstract`
- `class, interface`
  - IName - konvence pro pojmenování rozhraní

C# - Třídy

```
class Point {
  private short x, y;   //data
  public short X {      //vlastnost
     get { return x; }
     set { x = value; }
  }
  public short GetY {   //metoda
     return y;
  }
}
```

C# - Indexery

```
class SetOfPoints {
   Point[] points;
   public SetOfPoints(int size) {
        points=new Point[size];
   }
   public Point this[int index] {
        set {
           if (index<points.Length) points[index]=value;
         }
        get {
           if (index<=points.Length) return points[index];
           else return new Point(0,0);
        }
   }
}
```


C# - Přetěžování operátorů

```
class Test
{
  protected string text;
  public string Text
  {
      get { return this.text; }
      set { this.text=value; }
  }
  public static Test operator + (Test t1,Test t2)
  {
      return new Test(t1.Text+","+t2.Text);
  }
}
```

C# - Dědičnost a polymorfismus

```
class A {
  public void SomeMethod() { }
  public virtual void AnotherMethod() { }
}
class B : A {
  public new void SomeMethod()
  {//původní metoda je překryta}
  public override void AnotherMethod() { }
}
```

A a=new B();
a.SomeMethod(); //zpustí původní metodu třídy A
a.AnotherMethod(); //zpustí metodu třídy B

C# - konstruktory a destruktory

- Stejné jméno jako třída
  - `public Bod(int x, int y) {x=0; y=0;}`
- Lze přetěžovat
  - `public SomeName(…):base(…){ … }`
- Statické konstruktory
  - Není zaručeno pořadí volání
  - static A() { …}
- Konstruktor se volá automaticky
- Destruktor se volá při zrušení objektů – garbage collector

C# - Výjimky

```
try
{ … }
catch (System.FileException e)
{ … }
catch (System.Exception e)
{ … }
finally
{ … }
```


C# - Delegáti (1)

- Typově bezpečný ukazatel na funkci
  - call-back metody
- Delegáti se používají jako metody pro událostní programování
- Deklarace:
  - `modifiers delegate type delegatsName (parameter1,...);`
- Před použitím je potřeba delegáta instanciovat – svážeme jej s konkrétní funkcí

C# - Delegáti (2)

```
class Text
{
   string text;
   public Text(string text)
   {
       this.text=text;
   }
   public delegate void SomePrefix();
   public void WriteIt(SomePrefix prefix)
   {
       prefix(); //jako běžná metoda
       Console.WriteLine(text);
   }
}
```


C# - Delegáti (3)

```
class PrefixBuilder
{
  public static void SimplePrefix()
  {
     Console.Write("## ");
  }
  public void NicePrefix() {
     Console.Write(">-how nice-> ");
  }
}
```

C# - Delegáti (4)

```
class RunApp {
   static void Main() {
       Text text=new Text("Hello");

       Text.SomePrefix simplePrefix=new
       Text.SomePrefix(PrefixBuilder.SimplePrefix);
       PrefixBuilder prefixBuilder=new PrefixBuilder();
       Text.SomePrefix nicePrefix=new
             Text.SomePrefix(prefixBuilder.NicePrefix);
       text.WriteIt(simplePrefix);
       text.WriteIt(nicePrefix);
   }
}
## Hello
>-how nice-> Hello
```


C# - Kompozice delegátů

- Delegát nemusí být interně spojen jen s jednou metodou
- kompozici provedeme pomocí operátorů + a –.

```
Text.SomePrefix greatPrefix=simplePrefix +
    nicePrefix + simplePrefix;

text.WriteIt(greatPrefix);

greatPrefix-=nicePrefix;
text.WriteIt(greatPrefix);
```

- Výstup programu bude:

```
## >-how nice-> ## Hello
## ## Hello
```

C# - Události (1)

- Zpracování událostí realizováno pomocí delegátů
  - Delegát musí mít dva parametry a oba jsou objekty
  - První udává kdo je zdrojem události
  - Druhý obsahuje informace spojené s konkrétní událostí - třída *EventArgs*
- Definice události je součástí třídy:
  - `event JmenoDelegata JmenoUdalosti;`

C# - Události (2)

```
class InfoEventArgs : EventArgs
{
  private string info;
  public InfoEventArgs(string info)
  {
      this.info=info;
  }
  public string Info
  {
      get {return info;}
  }
}
```

C# - Události (3)

```
class Producer {
   string name;
   public Producer(string name) {
        this.name=name; }
   public string Name {
        get {return name;}      }
   public delegate void WantToKnow(Producer source,InfoEventArgs
   args);

   public event WantToKnow ItemProduced;

   public void Produce(string productName) {
        Console.WriteLine("Production of "+productName+" started.");
        InfoEventArgs info=new InfoEventArgs(productName);
        Console.WriteLine("Production of "+productName+" ended.");
        //vyvolání události
        if (ItemProduced!=null) ItemProduced(this,info);
    }
 }
```


C# - Události (4)

```
class Customer
{
   string name;
   public Customer(string name,Producer producer) {
        this.name=name;
        //registrace
        producer.ItemProduced+=new
               Producer.WantToKnow(NewItemProduced);
   }
   public void NewItemProduced(Producer producer,InfoEventArgs
   info)
   {
        //skutečná obsluha události
        Console.WriteLine(this.name+": "+producer.Name+"
               produce item:"+info.Info);
   }
}
```

C# - Události (5)

```
class RunApp
{
  public static void Main()
  {
      Producer producer=new Producer("Haven inc.");

      Customer marek=new Customer("Marek",producer);
      Customer tom=new Customer("Tom",producer);

      producer.Produce("Ferrari");
      producer.Produce("pencil");
      producer.Produce("cake");
  }
}
```


C# - Události (6)

```
Production of Ferrari started.
Production of Ferrari ended.
Marek: Haven inc. produce item:Ferrari
Tom: Haven inc. produce item:Ferrari
Production of pencil started.
Production of pencil ended.
Marek: Haven inc. produce item:pencil
Tom: Haven inc. produce item:pencil
Production of cake started.
Production of cake ended.
Marek: Haven inc. produce item:cake
Tom: Haven inc. produce item:cake
```

C# - Atributy

- Platforma .NET definuje možnost asociovat libovolné informace (metadata) se zdrojovým kódem aplikace - atributy.
- Tyto metadata jsou pak součástí assembly.
- Tyto metadata jsem v aplikaci schopni získat pomocí mechanismu reflexe.
- Příklad
  - [assembly: AssemblyVersion("1.0.*")]

Komponenty v .NET - Rozdíly mezi COM a .NET

- Neexistuje žádné bázové rozhraní jako *IUnknown*.
- Komponenty se vytvářejí přímo, ne přes *class factory (metoda CoCreateInstance)*.
- Nepoužívají se čítače odkazů.
- Všechny informace o rozhraní jsou obsaženy ve zdrojovém programu, nepoužívá se IDL.
- Identifikace komponent nevychází z GUID, ale z namespace a pro sdílené komponenty i z digitálního podpisu (strong name).

Komponenty v .NET - Distribuce komponent

- Základní jednotka je **assembly**
  - Jednodušší instalace pouhým kopírováním.
  - Jednotka verzování a zabezpečení
- Forma DLL nebo EXE
  - Předchází problémům souhrnně označovaným jako *DLL Hell.*
- Může obsahovat několik fyzických modulů
  - Komponenty – každá třída může být komponentou
  - Další zdroje – ikony, obrázky, řetězce
  - Metadata + manifest
- Assembly Linker – AL.exe

Komponenty v .NET - Manifest Assembly

Manifest je blok metadat obsahující informace

- Identitu – jméno, verze a kultura;
- Seznam souborů + kryptografické zabezpečení;
- Odkaz na další použité assembly + jejich verze;
- Exportované (veřejně viditelné) typy a zdroje;
- Bezpečnostní požadavky:
  - Nutné pro spuštění assembly;
  - Doporučené pro běh;
  - Ty, které by neměly být nikdy přiděleny.

Komponenty v .NET - Instalace .NET aplikací a komponent

- Soukromé assembly
  - Instalace typu XCopy.
  - Manifest obsahuje všechny potřebné údaje.
- Sdílené assembly
  - Nejčastěji instalovány do GAC – Global Assembly Cache.
  - Složitější instalace i odinstalování aplikace.
  - Definuje sdílené jméno – strong name.

Komponenty v .NET - Strong name (1)

- Pojmenování pro podepsanou assembly
- Významný bezpečnostní prvek
- Jen assembly s podepsaným jménem mohou být v GAC
- Politika verzí
- Utilita sn.exe

Komponenty v .NET - Strong name (2)

- Pomocí IDE
  - [assembly: AssemblyKeyFile(<cesta k souboru s podpisem>)]
  - [assembly: AssemblyKeyName(<název klíče v úložišti klíčů>)]
  - [assembly: AssemblyDelaySign(<true|false>)]
- Příkazovou řádkou

```
csc.exe /out:TestSignedAssembly.mod /t:module /r:TestSignedLibrary.dll
        TestSignedAssembly.cs AnotherClass.cs

al.exe /out:TestSignedAssembly.exe /t:exe /win32icon:App.ico
       /main:TestSignedAssembly.TestSignedAssembly.Main
       /keyf:LNavratCert.snk
       /link:obrazek.bmp TestSignedAssembly.mod
```


Komponenty v .NET - Strong name (3)

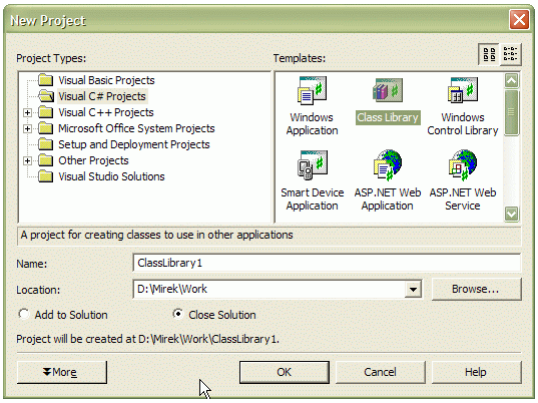
```
.module extern TestSignedAssembly.mod
.assembly extern mscorlib
{
  .publickeytoken = (B7 7A 5C 56 19 34 E0 89 )                        // .z\V.4..
  .hash = (E6 8E F4 00 2B 3C 3C 88 D6 32 F2 72 A3 22 FA C8   // ....+<<..2.r."..
           A7 7B 24 07 )                                     // .{$.
  .ver 1:0:5000:0
}
.assembly extern TestSignedLibrary
{
  .publickeytoken = (45 A3 81 B3 3D EE F2 A7 )                        // E...=...
  .hash = (CD 30 93 40 E6 D3 F9 69 95 E0 81 E0 62 07 07 0E   // .0.@...i%...b...
           B6 09 3E 48 )                                     // ..>H
  .ver 1:0:1697:20437
}
```

Posledních 8B hash hodnoty z veřejného klíče

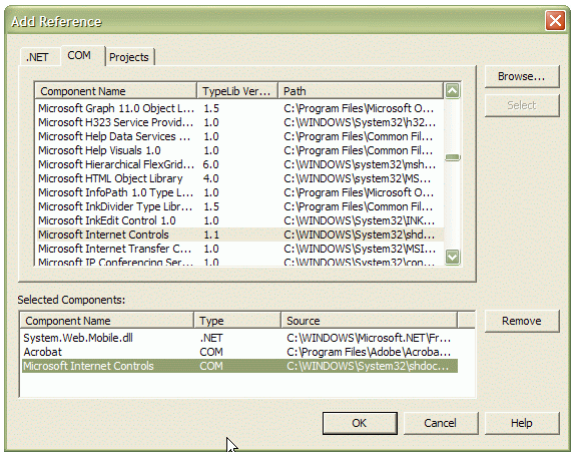
Komponenty v .NET - Komponenty ve Visual Studio (1)

- **Vytváření komponenty**
  - Projekt typu Class Library
- **Použití komponenty**
  - Add Reference – import definice typů a komponent z jiných knihoven (systémových nebo vlastních)
- **Main program**
  - Windows Application – GUI
  - Console Application – příkazový řádek

Komponenty v .NET - Komponenty ve Visual Studio (2)



Komponenty v .NET - Komponenty ve Visual Studio (3)



Komponenty v .NET - Programování založené na rozhraních (1)

- **Rozhraní** = specifikace kontraktu
  - Referenční typ
  - Má pouze veřejné členy
    - metody, vlastnosti, indexery, události
  - Nemá implementaci, konstruktory, a nelze vytvářet instance
- **Class** = implementace kontraktu
  - Může dědit pouze z jedné třídy
  - Může implementovat více rozhraní
  - Může navíc obsahovat proměnné, konstanty, …

Komponenty v .NET - Programování založené na rozhraních (2)

- Implicitní přetypování

```
public interface IMyInterface {
   void Method1();
}
public class MyClass: IMyInterface {
   void Method1() { … }
}

IMyInterface obj =
     (IMyInterface)new MyClass();
obj.Method1();
```


Komponenty v .NET – Příklad (1)

```
using System;
namespace PTE {

  public class Counter {

    // event – maximal value reached
    public event EventHandler LimitReached;

    public Counter(int limit) {
      this.limit = limit;
    }
```

Komponenty v .NET – Příklad (2)

```
    // counter value
    private int val;
    public int Value {
      get { return val; }
      set { val = value; }
    }

    // maximum value
    private int limit;
    public int Limit {
      get { return limit; }
      set { limit = value; }
    }
```

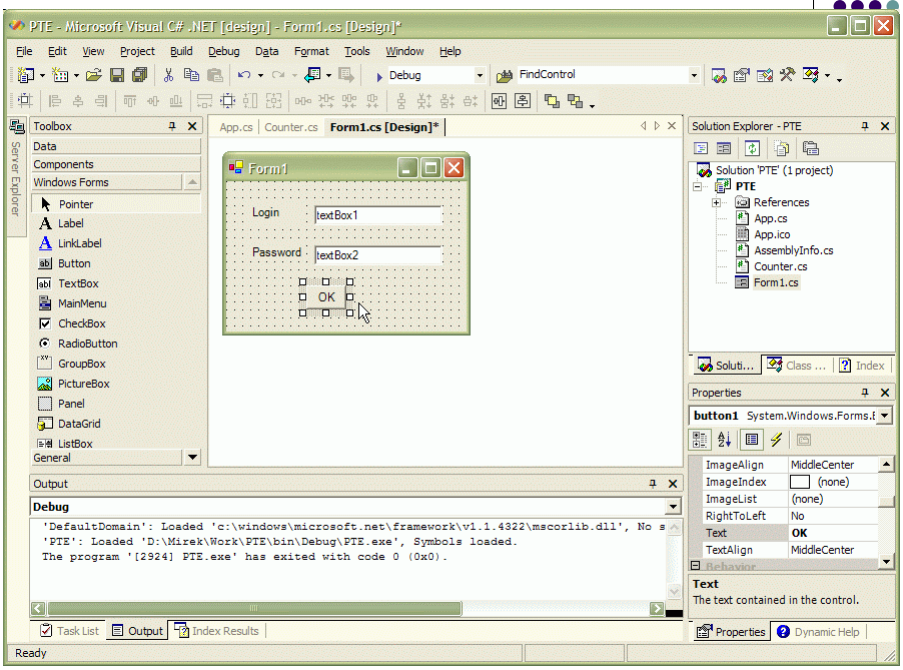

Komponenty v .NET – Příklad (2)

```
    // increment counter and check overflow
    public void increment() {
      val++;
      if( val >= limit ) {
        if( LimitReached != null )
          LimitReached(this, EventArgs.Empty);
        val = 0;
      }
    }

  }
}
```

Komponenty v .NET – Komponenty GUI v .NET (1)

- namespace **System.Windows.Forms**
  - komponenty pro lokální aplikace
  - nahrazuje C++ MFC (MS Foundation Classes)
- namespace **System.Web.UI**
  - komponenty pro webové aplikace
    System.Web.UI.HtmlControls
    System.Web.UI.WebControls
  - součást ASP.NET



Komponenty v .NET – Komponenty GUI v .NET (3)

```
Windows.Forms.Label label1 =
    new Windows.Forms.Label();

label1.Location = new Drawing.Point(24, 24);
label1.Name = "label1";
label1.Size = new Drawing.Size(56, 24);
label1.TabIndex = 0;
label1.Text = "Login";

Controls.add(label1);
```


Komponenty v .NET – Spolupráce s existujícím kódem

- Autoři platformy .NET a jazyka C# umožnili programátorům použít stávající programy. Používáme-li takovéto programy, zříkáme se výhod, které poskytuje CLR. Hovoříme pak o neřízeném kódu.
  - Spolupráce s komponentami modelu COM - schopnost prostředí .NET používat komponenty modelu COM a naopak komponentám modelu COM používat prvky prostředí .NET.
  - Spolupráce s běžnými knihovnami DLL - tyto služby umožňují programátorům v prostředí .NET používat knihovny DLL.
  - Nezabezpečený kód - umožňuje programátorům v jazyce C# používat například ukazatele. Takto vytvořený program není spravován CLR systému .NET.

Komponenty v .NET – COM interoperability (1)

Použití existující COM komponenty v .NET aplikaci.

- Nejprve je nutné COM komponentu registrovat v registry (nástroj regsvr32.exe).
- Vytvoříme nový projekt v jazyce C#. V okně Solution Explorer aplikace Visual Studio vybereme položku Add Reference.
- Najdeme příslušnou COM komponentu.
- Reference na tuto komponentu byla přidána a lze ji normálně používat (tedy instanciovat a pak volat její metody,....).

Komponenty v .NET – COM interoperability (2)

- Řekněme, že máme zaregistrovánu COM komponentu *example.dll*. Tato komponenta je přístupná přes rozhraní *IExample*.
- interface

```
Interface IExample {
  int getNumber();
}
```

Reference na tuto komponentu pak bude:
EXAMPLELib.Example.

```
EXAMPLELib.Example
  example = new EXAMPLELib.Example();
```

Komponenty v .NET – COM interoperability (3)

Použití .NET komponenty na místo COM komponenty.

- Vytvoříme nový C# projekt typu Class Library.
- Komponentu musíme zaregistrovat v Registry. K tomu složí nástroj regasm.exe.
- Pro programy, které pracují s typovanými knihovnami lze vygenerovat potřebny .tlb soubor nástrojem tlbexp.exe
- Pak lze tuto komponentu využívat stejně jako COM komponentu.

Komponenty v .NET – Spolupráce s běžnými knihovnami DLL (1)

- Platform Invocation Services (PInvoke) - tyto služby umožňují řízenému kódu pracovat s knihovnami a funkcemi exportovanými z dynamických knihoven.
- Knihovna DLL je importovaná pomocí atributu DllImport.
- Importované funkce musí být označeny jako externí (klíčové slovo extern).

Komponenty v .NET – Spolupráce s běžnými knihovnami DLL (2)

```
using System;
using System.Runtime.InteropServices;
class RunApp
{
    [DllImport("user32.dll")]
    static extern int MessageBoxA(int hWnd, string msg,string
    caption,int type);

    static void Main(string[] args)
    {
          MessageBoxA(0,"Hello world!","C# is calling!",0);
    }
 }
```