

# GUI v Javě a událostmi řízené programování

Jiří Vokřínek

Katedra počítačů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 6

**B0B36PJV – Programování v JAVA**

# Obsah přednášky

GUI v Javě (připomínka)

Návrhář GUI

Příklad aplikace

MVC – Model-View-Controller

Události

Vnitřní třídy

# Základní prvky grafického rozhraní

- **Komponenty** – tlačítka, textová pole, menu, posuvníky, ...
- **Kontejnery** – komponenty, do kterých lze vkládat komponenty  
*Například pro rozdělení plochy a volbu rozmístění*
- **Správce rozvržení** (*Layout manager*) – rozmísťuje komponenty v ploše kontejneru
- Interakce s uživatelem dále zpravidla vyžaduje mechanismus událostí a jejich zachytávání

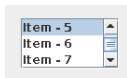
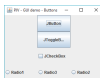
## Swing Toolkit

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing>

# Základní komponenty

## ■ Komponenty a dialogové prvky

- Tlačítka, text, textová pole, seznamy, přepínače



javax.swing

## ■ Kontejnery (v oknech, která zpravidla řeší prostředí OS)

javax.swing

- Komponenty obsahují komponenty

*Komponenty musí být umístěny v kontejneru*

- Kontejnery se vkládají do oken
- **JFrame** – obecný kontejner – okno
- **JPanel** – kontejner pro jednoduché komponenty

# „Návrhář formulářů“

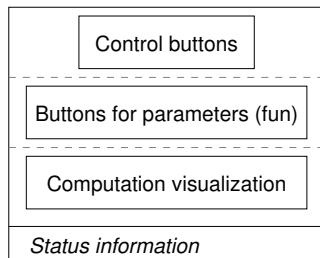
The screenshot displays the Java Swing Designer interface. On the left, the 'Design' tab is active, showing a visual representation of a GUI component named 'MainPanel.java'. The design consists of a light green rectangular area with a thin border, and two buttons labeled 'Btn1' and 'Btn2' positioned at the top center. On the right, the 'Properties' tab is active, showing a list of properties for the selected component, which is identified as '[JPanel]'. The properties are organized into two sections: 'Properties' and 'Other Properties'. The 'Properties' section includes attributes like 'background', 'border', 'foreground', and 'toolTipText'. The 'Other Properties' section includes attributes like 'UIClassID', 'alignmentX', 'alignmentY', 'autoscrolls', 'baselineResizeBehavior', 'componentPopupMenu', 'cursor', 'debugGraphicsOptions', 'doubleBuffered', 'enabled', 'focusCycleRoot', 'focusTraversalPolicy', 'focusTraversalPolicyProvided', 'focusable', 'font', 'inheritsPopupMenu', 'inputVerifier', 'insets', 'maximumSize', and 'minimumSize'. The 'enabled' and 'focusable' properties are checked. The 'font' property is set to 'Dialog 12 Plain'. The 'UIClassID' is set to 'PanelUI'. The 'background' property is set to a color with RGB values [238, 238, 238]. The 'border' property is set to '(No Border)'. The 'foreground' property is set to a color with RGB values [51, 51, 51]. The 'insets' property is set to [0, 0, 0, 0]. The 'maximumSize' property is set to [32767, 32767]. The 'minimumSize' property is set to [0, 0].

Property	Value
background	[238, 238, 238]
border	(No Border)
foreground	[51, 51, 51]
toolTipText	
<b>Other Properties</b>	
UIClassID	PanelUI
alignmentX	0.5
alignmentY	0.5
autoscrolls	<input type="checkbox"/>
baselineResizeBehavior	OTHER
componentPopupMenu	<none>
cursor	Default Cursor
debugGraphicsOptions	NO_CHANGES
doubleBuffered	<input checked="" type="checkbox"/>
enabled	<input checked="" type="checkbox"/>
focusCycleRoot	<input type="checkbox"/>
focusTraversalPolicy	<none>
focusTraversalPolicyProvided	<input type="checkbox"/>
focusable	<input checked="" type="checkbox"/>
font	Dialog 12 Plain
inheritsPopupMenu	<input type="checkbox"/>
inputVerifier	<none>
insets	[0, 0, 0, 0]
maximumSize	[32767, 32767]
minimumSize	[0, 0]

## Příklad návrhu aplikace – BarComp

*Naším cílem je vytvořit jednoduchou aplikaci s dvěma sadami tlačítek pro ovládání výpočtu s vizualizací postupu výpočtu a stavu aplikace.*

- Aplikace má 4 základní komponenty
  1. Hlavní ovládací tlačítka
  2. Tlačítka pro nastavení
  3. „Progress bar”
  4. Stavový řádek



*Aplikaci použijeme pro demonstraci zpracování událostí a ukázkou dílčích konceptů.*

## Struktura aplikace – BarComp

- Aplikace se skládá z výpočetního modelu [Model](#), grafických komponent [MyBarPanel](#) a spouštěcí třídy [DemoBarComp](#)

```
public class DemoBarComp {  
  
    void start() { ... }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        DemoBarComp demo = new DemoBarComp();  
        demo.start();  
  
    }  
}
```

lec06/DemoBarComp

## Struktura aplikace – DemoBarComp – start

```
void start() {  
    JFrame frame = new JFrame("PJV - lec06 - Demo  
    Progress Bar of the Computation");  
    frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.  
    EXIT_ON_CLOSE);  
    frame.setMinimumSize(new Dimension(480, 240));  
  
    MyBarPanel myBarPanel = new MyBarPanel();  
  
    frame.getContentPane().add(myBarPanel);  
    frame.pack();  
    frame.setVisible(true);  
  
    myBarPanel.setComputation(new Model());  
}
```

lec06/DemoBarComp



## MyBarPanel – základní struktura

```
public class MyBarPanel extends JPanel {
    JTextField status;
    JProgressBar bar;

    Model computation;

    public MyBarPanel() {
        computation = null;
        createComponents();
    }
    public void setComputation(Model computation) {
        this.computation = computation;
    }
    private void createComponents() { ... }
}
```

lec06/MyBarPanel

## MyBarPanel – createComponents

```
private void createComponents() {  
    // 1st row of the control buttons  
    JPanel controlButtonsPanel = new JPanel();  
    createControlButtons(controlButtonsPanel);  
  
    // 2nd row of the buttons  
    JPanel buttonsPanel = new JPanel();  
    createButtons(buttonsPanel);  
  
    // 3rd row with the progress bar  
    bar = new JProgressBar(0, 100); // 0-100%  
    JPanel progressPanel = new JPanel();  
    createProgress(progressPanel, bar);  
  
    // 4th row with the status bar  
    status = createStatusBar("Waiting for your commands");  
  
    // Set layout and add the rows  
    setLayout(new BorderLayout(this, BorderLayout.Y_AXIS));  
    add(controlButtonsPanel);  
    add(buttonsPanel);  
    add(progressPanel);  
    add(status);  
}
```

lec06/MyBarPanel

## MyBarPanel – createControlButtons

```
private JPanel createControlButtons(JPanel panel) {  
    JButton btnCompute = new JButton("Compute");  
    JButton btnStop = new JButton("Stop");  
    JButton btnQuit = new JButton("Quit");  
  
    panel.add(btnCompute);  
    panel.add(btnStop);  
    panel.add(btnQuit);  
    return panel;  
}
```

lec06/MyBarPanel

## MyBarPanel – createButtons

```
private JPanel createControlButtons(JPanel panel) {
    JButton btnCompute = new JButton("Compute");
    JButton btnStop = new JButton("Stop");
    JButton btnQuit = new JButton("Quit");

    btnQuit.addActionListener(new ActionListener() {
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            System.out.println("Force quit");
            System.exit(0);
        }
    });
    panel.add(btnCompute);
    panel.add(btnStop);
    panel.add(btnQuit);
    return panel;
}
```

lec06/MyBarPanel

## MyBarPanel – createProgress

```
private JPanel createProgress(JPanel panel,
    JProgressBar progress) {
    TitledBorder border = BorderFactory.
        createTitledBorder("Computations");
    panel.setBorder(border);
    panel.add(progress);
    return panel;
}
```

lec06/MyBarPanel

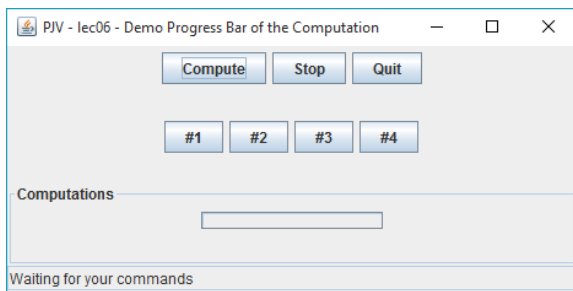
## MyBarPanel – createStatusBar

```
private TextField createStatusBar(String initMessage
    ) {
    TextField statusBar = new TextField();
    statusBar.setEditable(false);
    statusBar.setText(initMessage);
    statusBar.setHorizontalAlignment(TextField.LEFT);
    statusBar.setMaximumSize(
        new Dimension(
            Integer.MAX_VALUE,
            statusBar.getPreferredSize() .height
        ));

    return statusBar;
}
```

lec06/MyBarPanel

## MyBarPanel – grafické rozhraní



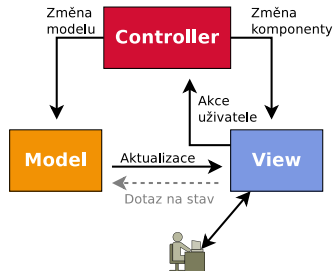
Pro „oživení“ tlačítek musíme vytvořit reakce na události a propojit grafické rozhraní s modelem výpočetní části.

# Model-View-Controller (MVC)

- Architektura pro návrh aplikace s uživatelským rozhraním

- Rozděluje aplikaci na tři základní **nezávislé** komponenty

- Datový model aplikace
- Uživatelské rozhraní
- Řídicí logika



- **Nezávislé** – ve smyslu, že změna některé komponenty má minimální vliv na komponenty ostatní

<http://www.oracle.com/technetwork/articles/javase/index-142890.html>

[youtube – Elementary Model View Controller \(MVC\) by Example](#)

[https://www.youtube.com/watch?v=LiBdzE\\_DJn4](https://www.youtube.com/watch?v=LiBdzE_DJn4)



## MVC – Obecný princip

- **Model** – datová reprezentace, se kterou aplikace pracuje
- **View** (pohled)– zajišťuje vizualizaci dat aplikace do podoby vhodné k prezentaci
- **Controller** (řadič) – zajišťuje změny dat nebo vizualizace na základě událostí (typicky od uživatele)

**Oddělení modelu od vizualizace je klíčové**

*Umožňuje sdílení kódu a jeho snadnou údržbu*

## MVC – Příklad průběhu

1. Uživatel stiskne tlačítko v GUI
2. Řadič (controller) je informován o události
3. Řadič provede příslušnou akci a přistoupí k modelu, který modifikuje
4. Model zpracuje požadavek od řadiče
5. Pohled (view) provede zobrazení aktualizovaného modelu  
*Např. použitím návrhového vzoru **Observer** nebo notifikací od řadiče.*
6. Uživatelské rozhraní čeká na další akci uživatele

## Zpracování událostí

- Událost je **objekt**, který vznikne změnou stavu zdroje
  - Důsledek interakce uživatele s řídicími elementy GUI
- Událost vznikne
  - kliknutím na tlačítko
  - stiskem klávesy
  - posunem kurzoru (myši)
- Události jsou produkovány tzv. **producenty** což jsou
  - tlačítka, rámy, grafické prvky
- Na události reagují posluchači událostí což jsou metody schopné zpracovat událost

*Posluchači se registrují u producentů pro odběr zpráv*

**Java obsahuje promyšlený a konzistentní koncept vzniku a zpracování událostí**

# Sekvenční vs událostmi řízené programování

- **Sekvenční** programování – kód je vykonáván postupně dle zadaného pořadí
  - Program začíná voláním `main` a pokračuje sekvenčně podle větvení v řídicích strukturách (`if`, `while`, ...)
  - Uživatelský vstup blokuje aplikaci dokud není zadán
  - Neumožňuje čekat na vstup z více zdrojů (např. klávesnice a myši)
- **Událostmi řízené programování** (**Event-driven programming**) – kód je vykonáván na základě aktivace nějakou událostí
  - Systém čeká na akci uživatele
  - Událost spouští odpovídající akci
  - Událostmi řízené programování řeší
    - Jak současně čekat na události z více zdrojů
    - Co dělat pro konkrétní událost

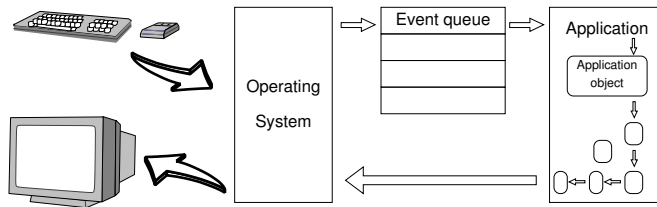
## Event-driven programming – základní koncept

- Základní koncept je postaven na frontě zpráv
- Operační systém spolu se správcem oken zpracovává vstupní události z připojených zařízení

*Pohyb myši, stisk klávesy*

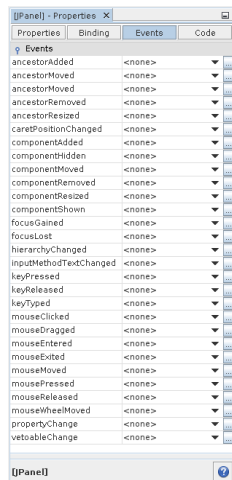
- Správce oken identifikuje příslušné okno a aplikace, které patří událost a přešle ji do aplikace

*Aplikace (Swing) používá podobný mechanismus pro identifikaci, která komponenta obdrží příslušnou zprávu*



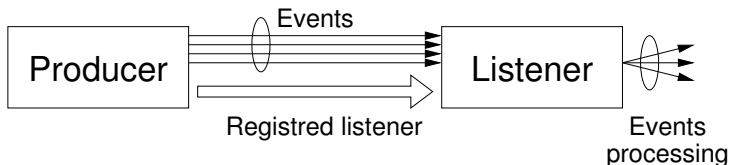
## Zpracování událostí – koncepce

- Informace o události (zdroj události, poloha kurzoru, atd.) jsou shromážděny v objektu jehož třída určuje charakter události:
  - `ActionEvent` – událost generovaná tlačítkem
  - `WindowEvent` – událost generovaná oknem
  - `MouseEvent` – událost generovaná myší
- Všechny třídy událostí jsou následovníky třídy `ActionEvent` a jsou umístěny v balíku `java.awt.event`.



## Základní princip zpracování události

- Události jsou **generovány zdroji** událostí
  - Jsou to **objekty** nesoucí informaci o události
- Události jsou **přijímány** ke zpracování **posluchači** událostí
  - **Objekty** tříd s metodami schopnými událost zpracovat
- Zdroj události rozhoduje o tom, který posluchač má reagovat
  - Registruje si svého posluchače



## Model šíření událostí

- Události jsou předávány posluchačům, které **nejprve musí producent zaregistrovat**
  - Například `addActionListener()`, `addWindowListener()`, `addMouseListener()`
  - Producent vysílá událost **jen těm posluchačům, které si sám zaregistroval**
- Posluchač musí implementovat některé z **rozhraní** posluchačů (tj. schopnost naslouchat)
  - `ActionListener`, `WindowListener`, `MouseListener`
- Zatímco událost **producenta** je typicky objekt některé knihovnické třídy (např. tlačítka), **posluchač** je objekt, jehož třída je deklarována v aplikaci
  - Registrace metodou `add*?Listener()`
  - Registrovaná třída musí implementovat rozhraní `*?Listener`



## Příklad posluchače

- Registrujeme obsluhu události tlačítka #3
- Využijeme k tomu anonymní vnitřní třídu (odvozenou od `ActionListener`)
- Třidu (objekt) posluchače registrujeme metodou `addActionListener`

```
btn3.addActionListener(new ActionListener() {  
    @Override  
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {  
        btn3.setText("clicked");  
    }  
});
```

*Musíme implementovat všechny metody abstraktní třídy. S výhodou můžeme využít automatického generování vývojového prostředí.*

## Příklad posluchače jako vnitřní třídy

```
public class MyBarPanel extends JPanel {
    ...
    private class SimpleButtonListener implements
        ActionListener {
        final String msg;

        public SimpleButtonListener(String msg) {
            this.msg = msg;
        }
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            status.setText(msg);
        }
    }
    ...
}
```

## Příklad – Instancí třídy posluchače můžeme vytvořit více

```
private JPanel createButtons(JPanel panel) {  
    ...  
    btn1.addActionListener(new SimpleButtonListener(  
        "Button #1 pressed"));  
    btn2.addActionListener(new SimpleButtonListener(  
        "Button #2"));  
    ...  
}
```

# Implementace modelu událostí

- Posluchač události musí implementovat příslušné rozhraní
  - Implementovat příslušné **abstraktní metody** rozhraní
- Pro **každý druh události je definována abstraktní metoda handler**, která událost ošetřuje
  - `actionPerformed`, `mouseClicked`, `windowClosing`, ...
- *Handlery* jsou deklarovány v rozhraní – posluchači
  - `ActionListener`, `MouseListener`, `WindowListener`, ...
- Předání události posluchači ve skutečnosti znamená vyvolání činnosti handleru,
  - Objekt události je předán jako skutečný parametr handleru

# Registrace posluchače

- Producent registruje posluchače zavoláním registrační metody:
  - `addActionListener`, `addMouseListener`, `addWindowListener`,  
...
- Vazba mezi producentem a posluchačem je vztah N:M
  - Jeden posluchač může být registrován u více producentů
  - U jednoho producenta může být registrováno více posluchačů
- Událost se předá všem posluchačům, avšak pořadí zpracování není zaručeno

## Příklad – Posluchač může mít svůj vlastní stav

```
private class ToggleButtonListener implements
    ActionListener {
    final String msg;
    boolean state;
    public ToggleButtonListener(String msg) {
        this.msg = msg;
        state = false;
    }
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        state = !state;
        status.setText(
            msg + " " + (state ? "On" : "Off")
        );
    }
}
```

*MVC?*

## Příklad – Zdroj může mít více posluchačů

```
...  
btn1.addActionListener(new SimpleButtonListener(  
    "Button #1 pressed"));  
btn2.addActionListener(new ToggleButtonListener(  
    "Button #2"));  
  
ButtonListener buttonListener = new ButtonListener();  
  
btn1.addActionListener(buttonListener);  
btn4.addActionListener(buttonListener);  
...
```

- Událost se předá všem posluchačům, pořadí však není zaručeno

## Příklad – Více zdrojů téže události a jeden posluchač

```
private class ButtonListener implements ActionListener {
    int count = 0;
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        count += 1;
        JButton btn = (JButton) e.getSource();
        System.out.println("BtnLst: event: " + e);
        System.out.println("BtnLst e.getSource: "
            + e.getSource());

        System.out.println("ActionCommand: " +
            e.getActionCommand());

        status.setText("BtnLst: received new event " +
            count + " from " + btn.getText());
    }
}
...
ButtonListener buttonListener = new ButtonListener();
btn1.addActionListener(buttonListener);
btn4.addActionListener(buttonListener);
...
```

*Zdroj události můžeme rozlišit podle textu nebo podle objektu (přetypování).  
Výhodnější je však vytvořit individuální posluchače.*



## Události myši

```
progress.addMouseListener(new MouseListener() {
    @Override
    public void mouseEntered(MouseEvent e) {
        border.setTitle("Mouse entered to the bar area");
        panel.repaint(); // force update titledborder
    }
    @Override
    public void mouseExited(MouseEvent e) {
        border.setTitle("Computations");
        panel.repaint(); // force update titledborder
    }
    @Override
    public void mouseClicked(MouseEvent e) { }
    @Override
    public void mousePressed(MouseEvent e) { }
    @Override
    public void mouseReleased(MouseEvent e) { }
});
```

- Události pohybu myši lze naslouchat prostřednictvím rozhraní `MouseMotionListener` s vlastnostmi
  - `mouseDragged` a `mouseMoved`

## Příklad – Aktualizace průběhu výpočtu

```
private void updateProgress() {
    if (computation != null) {
        bar.setValue(computation.getProgress());
    }
}

private JPanel createButtons(JPanel panel) {
    JButton btn1 = new JButton("#1");
    ...
    btn1.addActionListener(new ActionListener() {
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            if (computation != null) {
                computation.setValue(10);
            }
            updateProgress();
        }
    });
}
```

## Příklad – Propojení na model a výpočet

```
private class ComputeListener implements
    ActionListener {
    @Override
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {
        status.setText("Start computation");
        if (computation != null) {
            // computation.compute();
            computation.restartComputation();
            while (!computation.computePart()) {
                updateProgress();
            }
            updateProgress();
        }
        status.setText("Computation done");
    }
}
```

*Pro nezávislý běh výpočtu a vizualizace potřebujeme více vláknovou aplikaci.  
(PJV 7. přednáška)*

## Vnitřní třídy

- Logické seskupení tříd, které se používají jen v jednom konkrétním místě
  - Třídy posluchačů jsou využitelné pro producenty v GUI
  - Efektivita kódu
  - Princip „pomocné” třídy
- Princip zapouzdření (třída B je vnitřní třídou vnější třídy A)
  - Třída B má přístup ke všem členům třídy A, které však mají být nepřístupné jiným třídám (jsou deklarovány jako `private`)
    - Je-li B vnitřní třídou A, pak členy `private` třídy jsou přístupné i třídě B.*
  - Třída B je skryta mimo třídu A
  - Metody třídy A nemají přístup k proměnným a metodám třídy B
- Zvýšení čitelnosti kódu a zlepšení údržby kódu

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/java00/nested.html>

## Příklad vnitřní třídy

```
public class OutClass {  
    ...  
  
    private class InnerClass {  
  
        final String msg;  
  
        public InnerClass(String msg) {  
            this.msg = msg;  
        }  
  
    }  
  
    ...  
}
```

## Vnitřní třídy – přehled

- Prvkem třídy může být jiná třída – **vnořená/vnitřní třída**
  - Třída, která obsahuje vnořenou třídu – **vnější třída**

### Vnitřní třída

- **Statická vnořená třída** – **static**
  - Nemůže přímo přistupovat k instančním členům vnější třídy, musí vytvořit její instanci, přes ni má pak přístup
  - V podstatě se chová jako běžná statická třída, jen přístup je k ním přes jméno vnější třídy
- **Vnitřní třída** (bez static)
  - Má přístup ke všem členům vnější třídy včetně prvků **private**
    - Má své vlastní proměnné a metody
    - Nemá statické členy
- Vnější třída může do vnitřní jen přes její instanci
- Vnitřní třída není přístupná vně definice vnější třídy, jen v rámci vnější třídy

*Pokud nepotřebujeme jméno vnitřní třídy, můžeme použít anonymní vnitřní třídu.*

## Příklad anonymní vnitřní třídy

```
btn3.addActionListener(new ActionListener() {  
    @Override  
    public void actionPerformed(ActionEvent e) {  
        btn3.setText("clicked");  
    }  
});
```

## Final vs. effectively final

- **Vnořená/vnitřní třída** může přistupovat pouze na `final` proměnné vnější třídy
- `final` proměnná je taková, která se po přiřazení již nemění
  
- **Java 8** přináší tzv. „effectively final“ proměnné, tzn. automaticky považuje proměnné, které se v programu nemění za `final`

*Nemusíme je tedy explicitně deklarovat klíčovým slovem `final`, ale při změně obsahu dostaneme chybu.*



# Shrnutí přednášky

## Diskutovaná témata

- GUI v Javě – „návrhář“ a programově definované grafické rozhraní
- Model-View-Controller

*Model-Pohled-Řadič*

- Event-Driven Programming

*Událostmi řízené programování*

- Události v Javě (Swing)
- Vnitřní třída a anonymní třída

- **Příště: Vlákna**