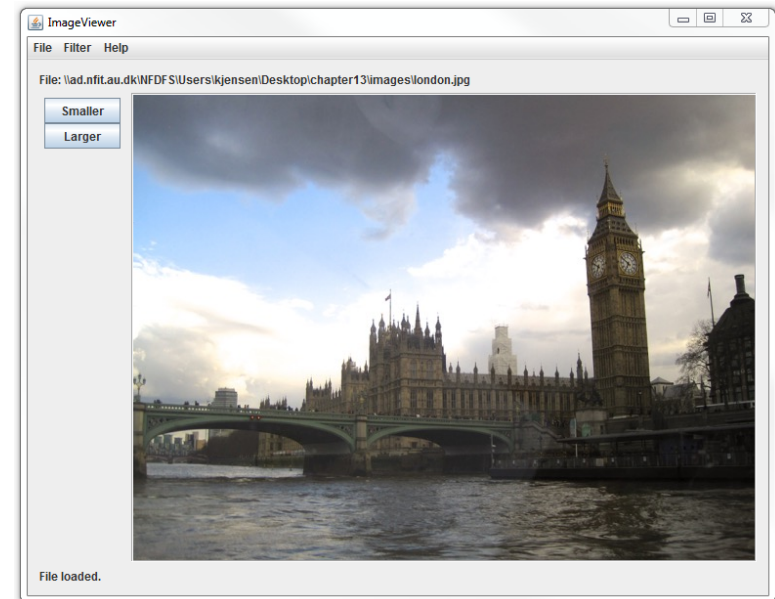


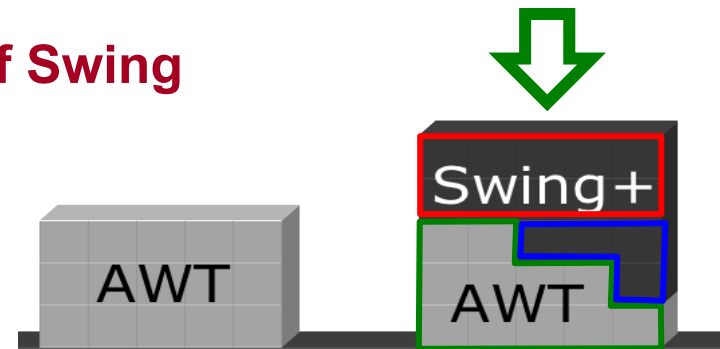
Forelæsning Uge 13

- **Konstruktion af grafiske brugergrænseflader (GUI'er)**
 - Definition af de elementer, der vises på skærmen (vinduer, knapper, menuer, scrollbarer, tekster, osv.)
 - Hvordan reagerer de på input (via mus og tastatur)?
 - Hvordan placeres de i forhold til hinanden (layout)?
- **Anonyme indre klasser**
 - Sprogkonstruktion, der bl.a. er nyttig i forbindelse med visse GUI events
- **Afleveringsopgave: Computerspil 3**
 - Brug af nedarvning og dynamic method lookup



● AWT og Swing

- **Java indeholder tre forskellige biblioteker til konstruktion af GUI'er**
 - Ældste (1995): AWT (Abstract Window Toolkit)
 - Mellemste (2008): Swing (langt bedre på mange punkter)
 - Nyeste (2015): JavaFX
- **Vi vil koncentrere os om brugen af Swing**
 - Mange Swing klasser er helt nye ■
 - Andre erstatter AWT klasser ■
 - Endelig bruger Swing også klasser fra AWT (uden at ændre dem) ■
- **Når der er ækvivalente klasser i AWT og Swing, tilføjer Swing et J foran navnet**
 - Button, Frame og Menu er klasser i AWT
 - JButton, JFrame og JMenu er klasser i Swing



● Vinduer (frames)

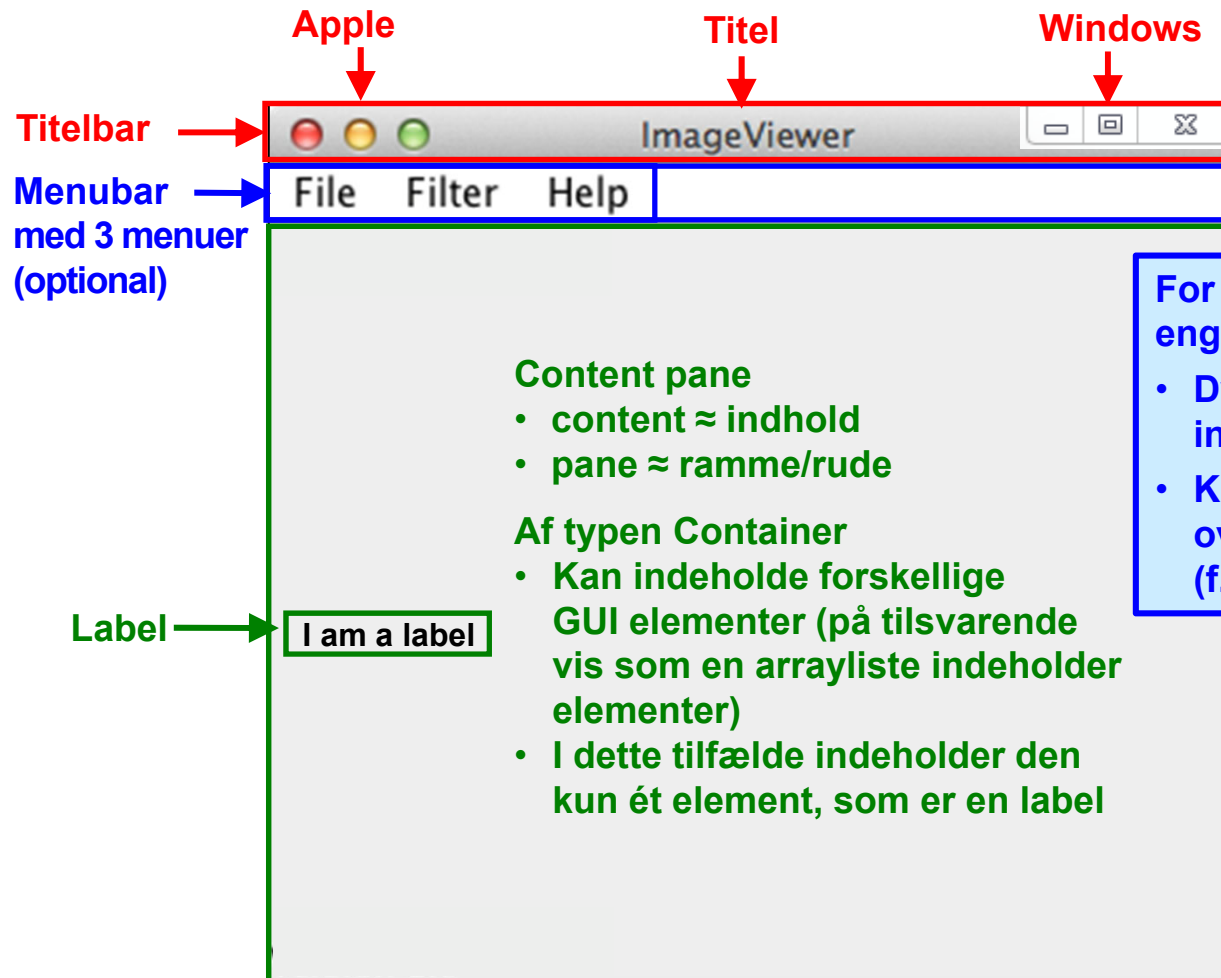
- Lad os starte med at se, hvordan vi kan opbygge et vindue med nedenstående indhold
 - Dette gøres ved hjælp af en **frame** (ramme)
 - Det er **operativsystemet**, der bestemmer, hvordan vinduet vises på skærmen (dvs. om den er øverst, delvist skjult af andre vinduer, eller helt gemt)

Frame →



Terminologi for frames (vinduer)

- Knapper til kontrol af vinduet (minimer, maksimer, luk)
- Udseendet af kontrolknapperne afhænger af operativsystemet



For GUI'er bruger jeg primært engelsk terminologi

- Dvs. content pane (i stedet for indholdsramme).
- Kun danske betegnelser, hvor oversættelsen er helt oplagt (f.eks. vindue, menu og knap)

Content pane

- content ≈ indhold
- pane ≈ ramme/rude

Af typen Container

- Kan indeholde forskellige GUI elementer (på tilsvarende vis som en arrayliste indeholder elementer)
- I dette tilfælde indeholder den kun ét element, som er en label

Java kode for simpel ramme (frame)

The diagram illustrates the Java code for a simple frame, with annotations explaining key parts of the code. A visual representation of the resulting window is shown in the top right corner.

Imports: `import java.awt.*;`
`import java.awt.event.*;`
`import javax.swing.*;`

Class Declaration: `public class ImageViewer {`

Field Declaration: `private JFrame frame;`

Constructor: `public ImageViewer() {
 makeFrame();
}`

Method Declaration: `...
private void makeFrame() {`

Method Body:

- `frame = new JFrame("ImageViewer");`
- `Container contentPane = frame.getContentPane();`
- `JLabel label = new JLabel("I am a label");`
`contentPane.add(label);`
- `frame.pack();`
`frame.setVisible(true);`

Annotations:

- Importer relevante pakker fra AWT og Swing (bemærk x'et)** (points to imports)
- Feltvariabel af type JFrame** (points to `private JFrame frame;`)
- Konstruktør** (points to the constructor)
- Privat metode**
 - Indeholder al kode til konstruktion af rammen
 - Eksempel på god "cohesion"(points to the `makeFrame()` method)
- Initialisering af feltvariablen** (points to `frame = new JFrame("ImageViewer");`)
- Erklæring af lokal variabel af type Container** (points to `Container contentPane = frame.getContentPane();`)
- Skab en label og tilføj den til contentPane** (points to `JLabel label = new JLabel("I am a label");` and `contentPane.add(label);`)
- Rammen pakkes (størrelser og layout) og gøres synlig** (points to `frame.pack();` and `frame.setVisible(true);`)

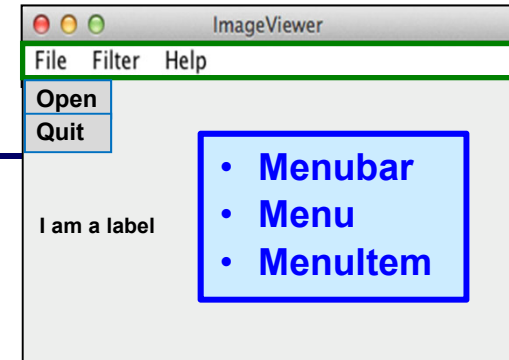
Visual Representation: A window titled "ImageViewer" containing the text "I am a label".

Menuer

```
private void makeFrame() {  
    frame = new JFrame("ImageViewer");  
    ...  
    makeMenuBar(frame);  
    ...  
}
```

Privat metode

- Indeholder al kode til konstruktion af menubaren
- Har rammen (frame) som parameter



Skab en menubar og lad den være menubar for rammen

```
JMenuBar menubar = new JMenuBar();  
frame.setJMenuBar(menubar);
```

Skab en menu med navnet File og tilføj den til menubaren

```
// Create the File menu  
JMenu fileMenu = new JMenu("File");  
menubar.add(fileMenu);
```

Skab en menuindgang med navnet Open og tilføj den til File menuen

```
JMenuItem openItem = new JMenuItem("Open");  
fileMenu.add(openItem);
```

Skab en menuindgang med navnet Quit og tilføj den til File menuen

```
JMenuItem quitItem = new JMenuItem("Quit");  
fileMenu.add(quitItem);
```

```
...  
}
```

● Håndtering af events (actions)

- **Brugerne aktiverer objekterne i GUI'en ved hjælp af mus og tastatur**
 - Man kan trykke på knapper og menuindgange, indtaste tekst i tekstboks, osv.
- **Når et GUI objekt aktiveres af brugeren genereres et **ActionEvent****
 - Dette sendes til alle de objekter, som **abonnerer** på ActionEvents fra det pågældende GUI objekt
- **Man registrerer sig som abonnent via **addActionListener** metoden**
 - Parameteren fortæller, hvad der skal gøres, når et **ActionEvent** **e** modtages
 - I dette tilfælde kaldes den private metode **quit**

```
private void makeMenuBar(JFrame frame) {  
    ...  
    JMenuItem quitItem = new JMenuItem("Quit");  
    fileMenu.add(quitem);  
    quitItem.addActionListener( e -> quit() );  
    ...  
}
```

Vi kan bruge en **lambda**, fordi parameteren er af typen **ActionListener**, som er et funktionelt interface

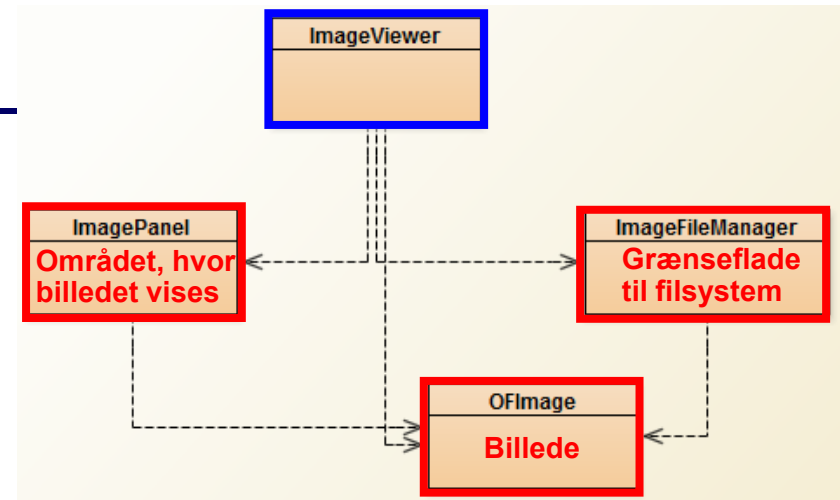
```
private void quit() {  
    System.exit(0);  
}
```

exit metoden i System klassen standser udførelsen af programmet

- Parameterværdien 0 indikerer, at det er en normal terminering

Håndtering af billeder

- Vi introducerer tre nye klasser
- **OImage repræsenterer et billede**
 - OImage modellerer vores interne billedformat (OF ≈ "Objects First")
 - Bruger et 2-dimensionalt array, hvor hver element angiver en farve fra klassen Color
- **ImageFileManger er grænsefladen til filsystemet**
 - Indeholder klassemetoder til at konvertere billeder på en fil til et OImage objekt og tilbage igen
- **ImagePanel implementerer en Swing komponent**
 - Den er en subclasses af JComponent, og er det område i vinduet, hvori billeder kan vises
 - Indeholder en metode **setImage**, hvor parameter værdien er det OImage objekt, der skal vises i vinduet (rammen)



openFile metoden

- **I makeFrame metoden skabes et ImagePanel objekt**
 - Objektet assignes til feltvariablen imagePanel og tilføjes til contentPane

```
private void makeFrame() {  
    ...  
    imagePanel = new ImagePanel();  
    contentPane.add(imagePanel);  
    ...  
}
```

Klassemetode i ImageFileManager

- Åbner en dialogboks, hvori brugeren vælger en fil
- Filens billede returneres som et OFImage objekt

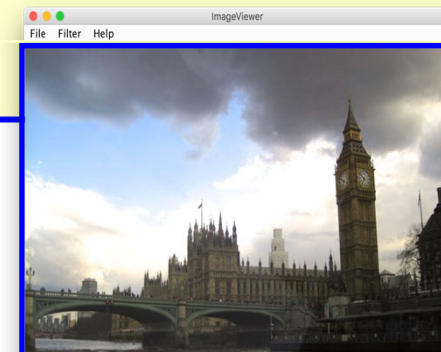
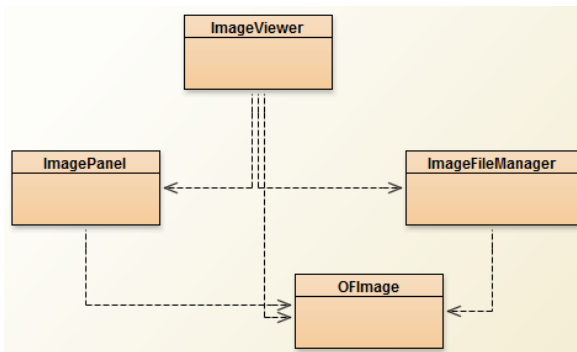
- **Når brugeren vælger Open i File menuen kaldes openFile metoden**

```
openItem.addActionListener( e -> openFile());
```

Det indlæste OFImage objekt tilknyttes imagePanel objektet

```
private void openFile() {  
    OFImage image = ImageFileManager.getImage();  
    imagePanel.setImage(image);  
    frame.pack();  
}
```

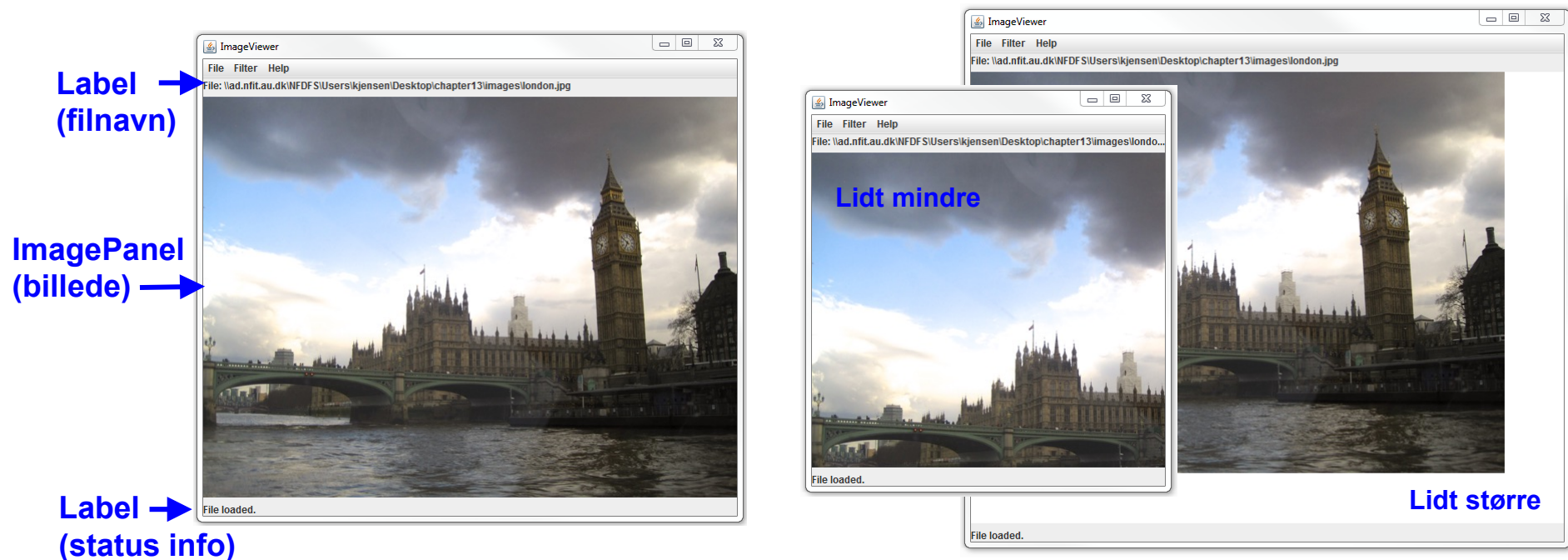
Rammen pakkes, idet imagePanel objektet har skiftet indhold og dermed størrelse



← imagePanel

● Layout managers

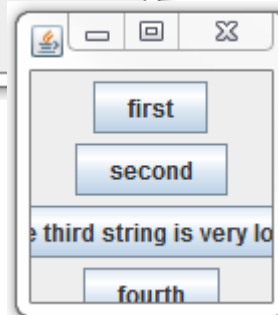
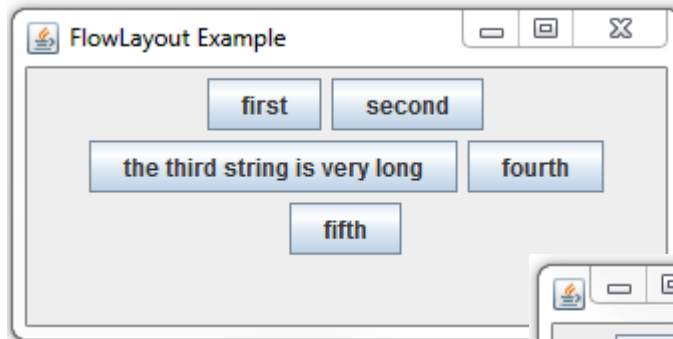
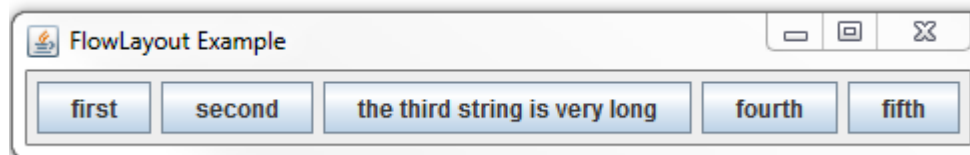
- **Swing bruger layout managers til at bestemme, hvordan de enkelte elementer i en frame placeres i forhold til hinanden**
 - Det er en layout manager, der sørger for, at de to labels i nedenstående vindue placeres hhv. over og under billedet, og at de er venstrejusteret



- Det er også layout manageren, der bestemmer, hvad der sker med de tre elementer, når billedet gøres mindre eller større
- Der er mange forskellige layout managers, som vi nu vil studere (nogle af)

Flow layout

- **Elementerne placeres efter hinanden fra venstre mod højre**
 - Om nødvendigt begyndes på en eller flere nye linjer
 - Elementernes størrelse ændres ikke, når vinduet skaleres
 - Den horisontale og vertikale afstand mellem elementerne er fast
 - Hver linje centrerer horisontalt



Her vil vi kun se på layout managerens "standard" opførsel

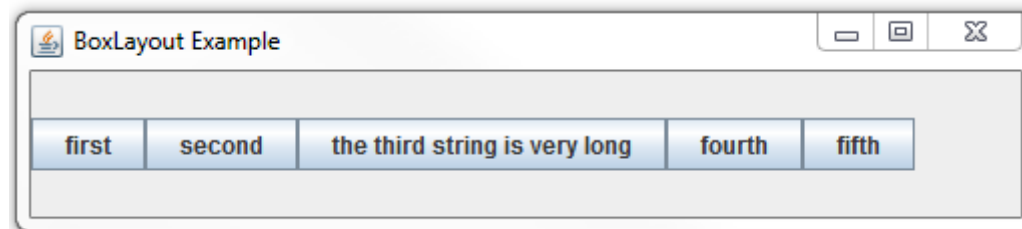
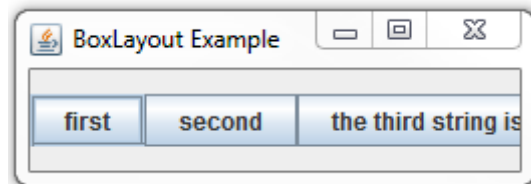
Alle layout managers har parametre, der bestemmer deres detaljerede opførsel

- Venstre mod højre / højre mod venstre
- Vertikalt / horisontalt
- Afstand mellem elementerne
- Alignment, osv.

Se Java API'en for øvrige detaljer

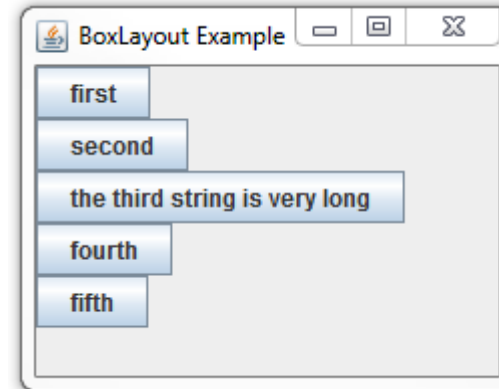
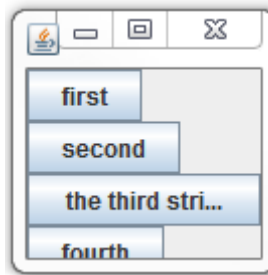
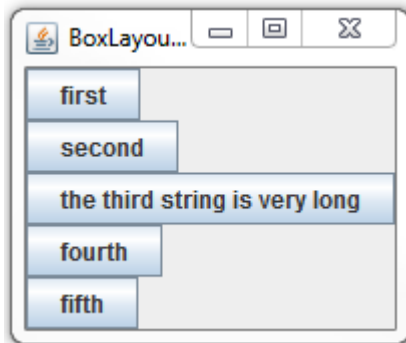
Horisontalt box layout

- **Ligner flow design, men opfører sig anderledes, når vinduet skales**
 - Elementerne placeres fra venstre mod højre på én enkelt linje
 - Elementernes størrelse ændres ikke, når vinduet skales
 - Den horisontale afstand mellem elementerne er fast
 - Linjen er venstrejusteret og centreret vertikalt



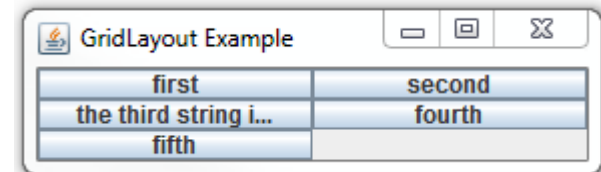
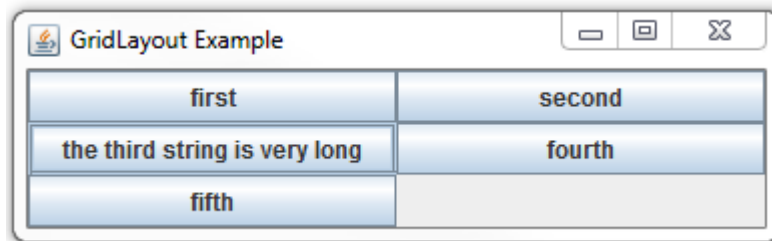
Vertikalt box layout

- **Elementerne placeres under hinanden fra top mod bund**
 - Elementernes størrelse ændres ikke, når vinduet skaleres
 - Den vertikale afstand mellem elementerne er fast
 - Elementerne er venstrejusteret
 - Om nødvendigt forkortes nogle af teksterne



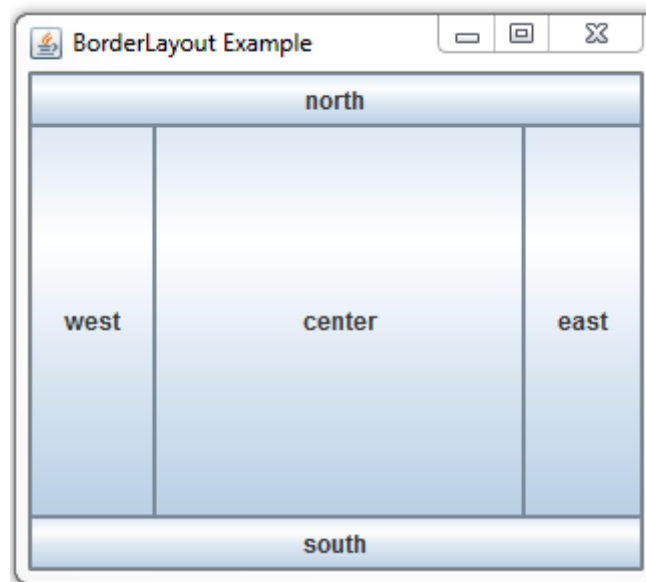
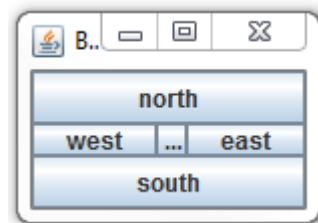
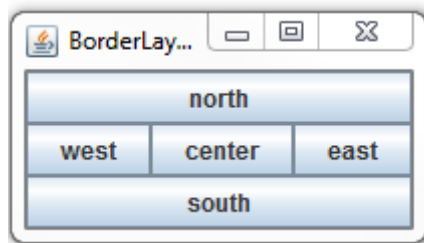
Grid layout

- **Elementer placeres i en grid (gitter)**
 - Elementernes har ens størrelse, og denne tilpasses, så vinduet fyldes ud
 - Om nødvendigt forkortes nogle af teksterne
 - Der kan være ubrugte pladser i gitteret



Border layout

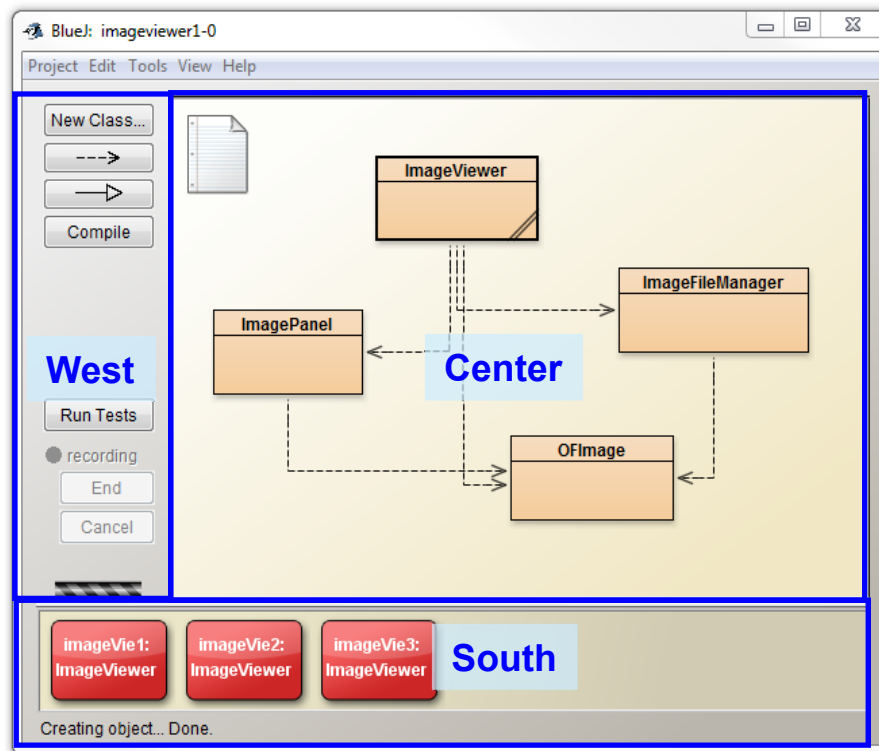
- **Der er fem elementer (hvoraf et eller flere kan udelades)**
 - Når vinduet skales er det primært størrelsen på center elementet, der ændres
 - Vestlige og østlige element har fast bredde
 - Nordlige og sydlige element har fast højde



- **Umiddelbart kan man tro, at border layoutet er for specielt til at være nyttigt, men det er ingenlunde tilfældet**

Border layout (fortsat)

- BlueJ's vinduer er Border layouts



The BlueJ IDE window titled 'ImageViewer - imageviewer1-0' displays the source code of the 'ImageViewer' class. The code is organized in a BorderLayout. At the top (North), there is a menu bar with 'Class', 'Edit', 'Tools', and 'Options', and a toolbar with 'Compile', 'Undo', 'Cut', 'Copy', 'Paste', and a 'Source Code' dropdown. The main area (Center) contains the source code of the 'ImageViewer' class, which includes imports for 'java.awt.*', 'java.awt.event.*', 'java.awt.image.*', 'javax.swing.*', and 'java.io.File'. It also includes a multi-line comment describing the class and its purpose, and the start of the 'public class ImageViewer' definition. On the right (East), there is a sidebar showing a list of classes in the project. At the bottom (South), there is a toolbar with a 'saved' button.

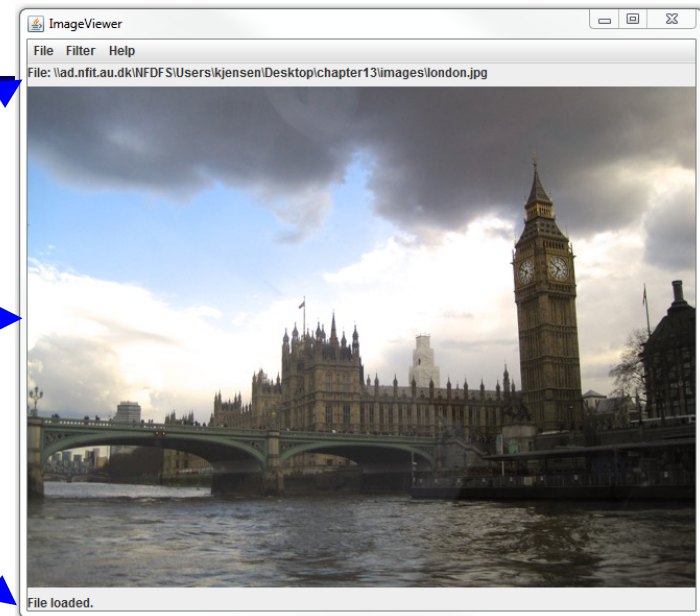
Border layout (fortsat)

- **Vores vindue med billedet er også et border layout**
 - De to labels er placeret i henholdsvis North og South, mens billedet er placeret i Center
 - West og East er tomme

Label

Billede

Label



Feltvariablen `contentPane` sættes til at pege på rammens content pane

Sæt layoutet til Border

Skab første label og placér den i NORTH

Skab et `ImagePanel` og placér det i CENTER

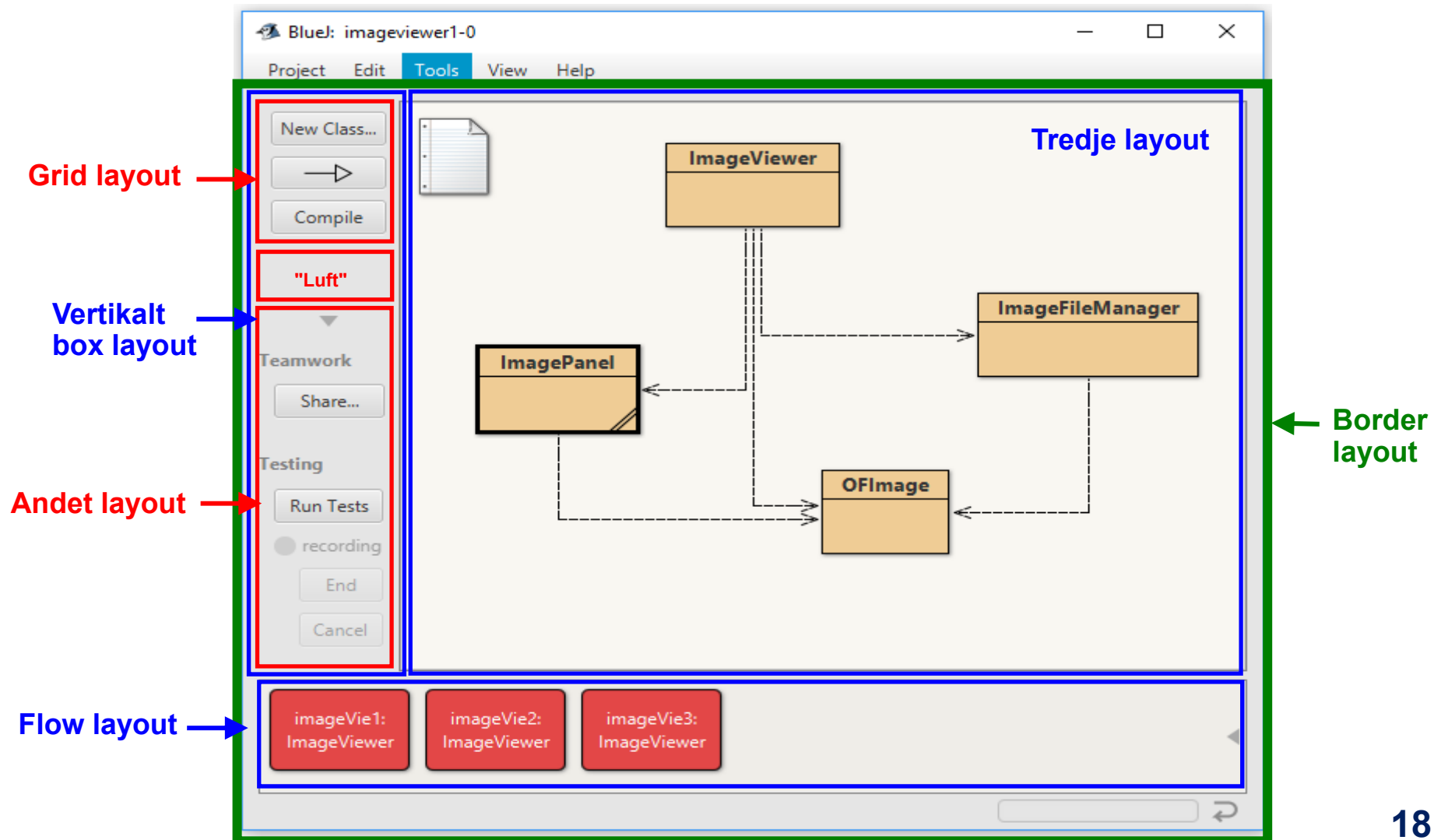
Skab anden label og placér den i SOUTH

```
private void makeFrame() {  
    ...  
    Container contentPane = frame.getContentPane();  
    contentPane.setLayout(new BorderLayout(6, 6));  
    filenameLabel = new JLabel();  
    contentPane.add(filenameLabel, BorderLayout.NORTH);  
    imagePanel = new ImagePanel();  
    contentPane.add(imagePanel, BorderLayout.CENTER);  
    statusLabel = new JLabel();  
    contentPane.add(statusLabel, BorderLayout.SOUTH);  
    ...  
}
```

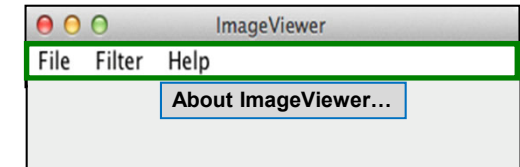
filenameLabel, imagePanel og statusLabel er feltvariabler

Indledning af layout managers

- De forskellige layout managers kan bruges inde i hinanden



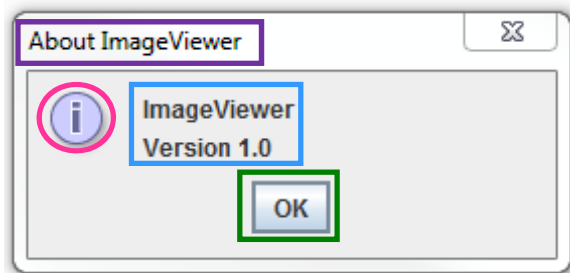
● Dialogbokse og knapper



- Vi vil nu lave en menuindgang der åbner en dialogboks

Skab Help menu og tilføj den til menubaren

Skab menuindgang, tilføj den til Help menuen og fortæl, at den skal aktivere showAbout metoden



```
private void makeMenuBar() {  
    ...  
    Jmenu helpMenu = new JMenu("Help");  
    menubar.add(helpMenu);  
  
    JMenuItem aboutItem =  
        new JMenuItem("About ImageViewer...");  
    helpMenu.add(aboutItem);  
    aboutItem.addActionListener(e -> showAbout());  
    ...  
}
```

Klassemetode i JOptionPane, hvor parametrene angiver

- Rammen som den tilknyttes
- Teksten, der skal vises
- Titlen, der skal vises øverst
- Message typen
 - INFORMATION_MESSAGE
 - ERROR_MESSAGE
 - WARNING_MESSAGE
 - QUESTION_MESSAGE
 - PLAIN_MESSAGE

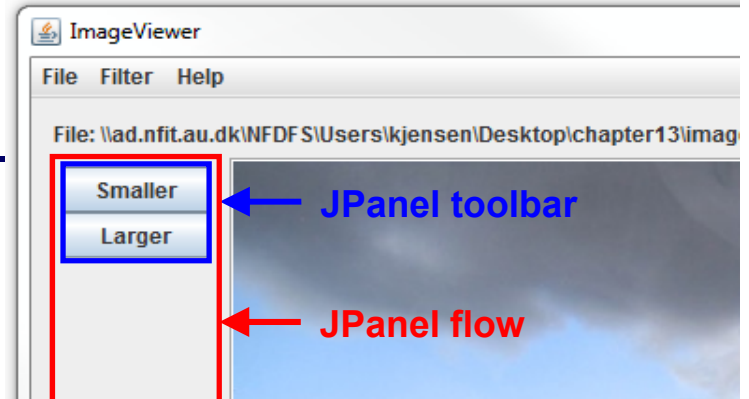
```
private void showAbout() {  
    JOptionPane.showMessageDialog(frame,  
        "ImageViewer\n" + VERSION,  
        "About ImageViewer",  
        JOptionPane.INFORMATION_MESSAGE);  
}
```

Forskellige slags dialogbokse

- MessageDialog: OK button
- ConfirmDialog: Yes, No, Cancel button
- InputDialog: Tekstfelt til input + nogle knapper

Knapper

- Vi vil nu tilføje et par knapper, der kan ændre billedets størrelse



Skab nyt panel og sæt dets layout manager til GridLayout

Skab den første knap og tilføj den til panelet

Skab den anden knap og tilføj den til panelet

Skab et nyt panel og læg det første panel derind i

Det yderste panel placeres i border layoutets vestlige del

```
private void makeFrame() {  
    ...  
    JPanel toolbar = new JPanel();  
    toolbar.setLayout(new GridLayout(0, 1));  
    smallerButton = new JButton("Smaller");  
    toolbar.add(smallerButton);  
    smallerButton.addActionListener(e -> makeSmaller());  
    largerButton = new JButton("Larger");  
    toolbar.add(largerButton);  
    largerButton.addActionListener(e -> makeLarger());  
    JPanel flow = new JPanel();  
    flow.add(toolbar);  
    contentPane.add(flow, BorderLayout.WEST);  
    ...  
}
```

0 ≈ nødvendige antal rækker

antal søjler

smallerButton og
largerButton er feltvariabler

- JPanels har FlowLayout som default layout manager
- Tilføjelsen af det yderste panel sikrer at knapperne ikke skaleres i højden (så de fylder hele West)

● Andre GUI elementer

- I denne forelæsning har vi kun set på nogle af de vigtigste elementer, der kan indgå i en grafisk brugergrænseflade
- Der er masser af andre
 - Scrollbarer (klassen Scrollbar) 
 - Checkbokse (klassen Checkbox) 
 - Radiobuttons (klassen JRadioButton) 
 - Lister hvor en/flere indgange kan være selekteret (klassen JList)
 - Dropdown lister, hvor én indgang er selekteret (klassen JComboBox)
 - Billeder (klassen ImageIcon)
 - Kanter/rammer (interfacet Border og dets implementerende klasser)
 - Usynlige elementer som påvirker layoutet (Box klassen)
- Fremgangsmåden er hele tiden den samme
 - Skab GUI objekterne og tilføj dem til rammer, paneler og andre Container objekter
 - Tilknyt en passende LayoutManager til containeren (eller brug default)
 - Abonnér på de ActionEvents, der sendes fra GUI objektet og angiv, hvilken metode, der skal udføres, når GUI objektet aktiveres af brugeren

Gode råd omkring GUI konstruktion

- **Cohesion og læsbarhed**

- Placer GUI elementerne samlet (i en enkelt eller nogle få klasser) og adskilt fra de ting, der beskriver programmets øvrige funktionalitet
- Opdel i et antal private metoder (f.eks. makeFrame og makeMenubar)
- De lambda'erne, man bruger som parametre til addActionListener metoden bør være korte og letlæselige (f.eks. et metodekald til en privat metode, hvori den egentlige kode så placeres)

- **Lad andre gøre arbejdet**

Pause

- Brug de predefinerede GUI objekter i Swing og AWT
- Mange af disse kan identificere brugerevents og videregiver dem til lyttere (event listeners)

- **Der findes værktøjer, hvor man kan lave en GUI via "plug and play"**

- Elementerne i vinduer, dialogbokse, menuer og lignende skabes via byggeklodser, der tilpasses og placeres på rette position
- Herefter kan værktøjet selv generere den nødvendige Java kode – med "huller" til den kode, der skal udføres ved modtagelsen af de forskellige GUI events
- Anvendelsen af sådanne værktøjer falder uden for rammerne af dette kursus

● Kursusevaluering

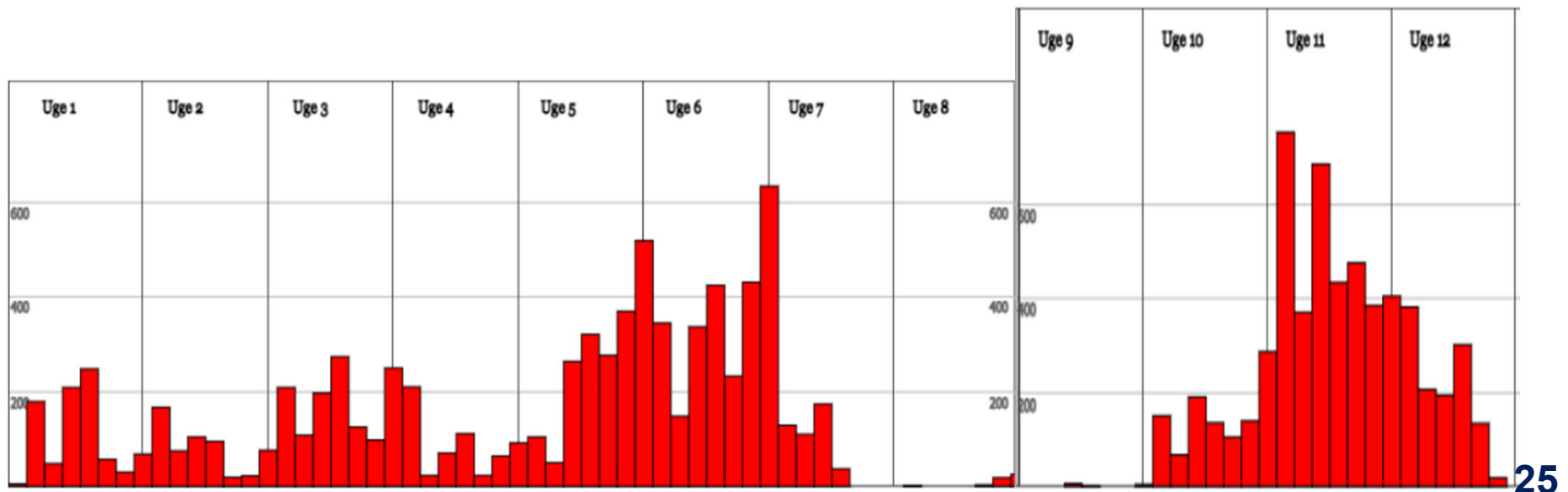
- **Kursusevalueringer er et vigtigt redskab til at forbedre vores kurser**
 - Jeres svar bruges af forelæserne til at forbedre næste års kurser
 - Alle evalueringerne gennemgås af institutledelsen samt formændene for uddannelsesudvalget
 - Dette er medvirkende til at kurserne opretholder deres høje kvalitet
- **For at forbedre svarprocenten har fakultetet besluttet, at der skal afsættes tid ved forelæsningerne til at besvare kursusevalueringen**
 - Derfor vil I nu få 10 minutter at gøre det
 - Resultatet af kursusevalueringen vil blive gennemgået og diskuteret ved den afsluttende forelæsning i uge 15
- **Jeg opfordrer kraftigt til, at I bruger tid på at deltage i denne (og andre) kursusevalueringer**
 - Det er en nem måde at få indflydelse på
 - Det forbedrer forholdene for fremtidige studerende
 - Det hjælper mig (og andre undervisere) med at forbedre indholdet af undervisningen

Forbedringer af kurset

- **Vi forsøger løbende at forbedre kurset ved at lave små justeringer**
 - Til dette formål er den feedback, som I giver os via kommentarerne i kursusevalueringen særdeles nyttige
- **Baseret på kommentarerne i kursusevalueringer, har vi de sidste 2-3 år blandt andet lavet nedenstående ændringer**
 - Lavet en helt ny quiz-server, hvor man får feedback efter hvert svar (tidligere måtte man selv efterfølgende tjekke sine svar)
 - Forbedret testserveren (som nu bruges til næsten alle opgaver)
 - Flyttet forelæsningen om funktionel programmering fra uge 6 til uge 5, hvilket giver mere tid til at læse stoffet, før det anvendes ved øvelserne i uge 6
 - Lavet 4 nye videoer om funktionel løsning af køreprøvesæt (Penguin)
 - Lavet 3 nye videoer om Java uden BlueJ, Brug af IntelliJ og Regression tests
 - Lavet en helt ny opgave om regressiontests og debugging (Raflebæger 4)
 - Udjævnet arbejdsbelastningen ved at flytte udarbejdelsen af den detaljerede dokumentation fra Computerspil 2 til Computerspil 1

Testserveren

- **Testserveren er et stort og komplekst stykke kode (50.000+ linjer)**
 - Det er derfor ikke underligt, at den sommetider indeholder fejl og går ned
 - Nogle nedbrud skyldes upload af kørsler med en uendelig løkke/rekursion
- **Inden man bliver irriteret på testserveren, skal man huske, hvordan situationen ville være, hvis I ikke havde den**
 - Så skulle I selv finde frem til, hvor fejlene er i jeres kode – i stedet for at få at vide, hvilke klasser og metoder, som I skal søge fejlene i
 - Små 15.000 kørsler indtil nu, dvs. knap 100 kørsler pr studerende



● Anonyme indre klasser

- Indtil nu har vi specificeret event håndtering via lambda'er, fx:

```
largerButton.addActionListener(e -> makeLarger());
```

- Dette har været muligt, fordi alle vores events har været af typen **ActionEvent**
 - Disse aktiveres via et kald af addActionListener metoden
 - Parameteren er af typen **ActionListener**, som er et **funktionelt interface**, hvilket medfører at parameterværdien kan være en lambda
- Desværre har Java også en del ældre "lyttere" fra AWT, der ikke er funktionelle
 - Det gælder bl.a. KeyListener, MouseListener og MouseMotionListener
 - Håndtering af sådanne events sker typisk ved, at man for hvert event, der kan modtages, definerer en **ny klasse**, der implementerer det pågældende Listener interface (og udfører de operationer, der skal foretages)
 - Vi får derfor en masse små klasser, hvor vi kun har behov for at skabe **ét enkelt objekt** af hver klasse
 - Denne situation kan håndteres ved brug af **anonyme indre klasser**

Erklæring af anonym indre klasse

- **Vi vil se på, hvordan muse-events kan håndteres**
 - Sådanne events genereres, når brugeren trykker på en museknap (udenfor specifikke kontroller såsom knapper, menuindgange, scrollbarer, osv.)

Tilknyt en
MouseListener
til imagePanel
(det område af
vores vindue, der
indeholder billedet)

```
private void makeFrame () {  
    ...  
    imagePanel.addMouseListener(new MouseAdapter ()  
    {  
        public void mousePressed(MouseEvent e) {  
            handleMousePressed(e) ;  
        }  
    }) ;  
    ...  
}
```

Start på klasseerklæring

Slut på klasseerklæring

- **Interfacet er ikke funktionelt, og vi kan derfor ikke bruge en lambda som parameter**
 - Parameteren skal være et objekt, der implementer **MouseListener** interfacet
 - Objektet skabes på det sted, hvor det bruges (mellem de to røde parenteser)
 - Klassen er en subklasse af **MouseAdapter** klassen, der implementerer **MouseListener** interfacet
- **Den ny klasse har intet navn og er erklæret inde i ImageViewer klassen, hvorfor den siges at være en anonym indre klasse**

MouseAdapter klassen

- **MouseAdapter** klassens implementation af **MouseListener** interfacet er helt trivial
 - Alle otte metoder i interfacet har tomme kroppe i MouseAdaptor klassen
- **Vi skal kun bruge én af metoderne i MouseListener interfacet**
 - Den erklærer vi i den anonyme indre klasse
 - De øvrige syv metoder nedarver vi fra MouseAdapter klassen
 - De har tomme kroppe, men det betyder ikke noget, da vi ikke skal bruge dem
 - På den måde slipper vi for at skulle lave de syv metoder vi ikke bruger

```
private void makeFrame() {  
    ...  
    imagePanel.addMouseListener(new MouseAdapter()  
    {  
        public void mousePressed(MouseEvent e) {  
            handleMousePressed(e);  
        }  
    });  
    ...  
}
```

Start på klasseerklæring

Slut på klasseerklæring

Gentag

- Vi overskriver den "tomme" mousePressed metoden fra MouseAdapter klassen
- Den overskrivende metode kalder blot den private metode handleMousePressed

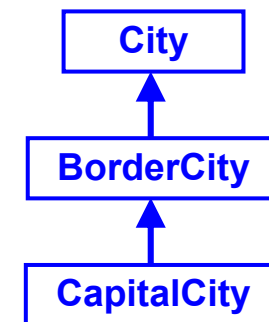
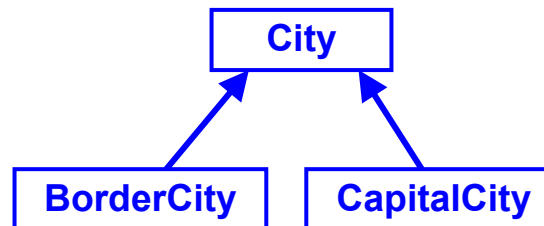
- Parameteren for addMouseListener skal være et objekt, der implementerer MouseListener interfacet
- Det opnår vi ved at bruge en subklasse af MouseAdapter klassen (der implementerer interfacet)

Indre klasser

- **Indre klasser behøver ikke være anonyme**
 - Man kan have en helt almindelig (ikke-anonym) klasse inden i en anden klasse (den indre klasse placeres normalt sidst i den ydre klasse)
 - På den måde kan man opdele en stor og kompleks klasse i flere (nært forbundne) klasser og dermed forbedre læsbarheden (øget cohesion)
 - Ved at bruge indre klasser (i stedet for almindelige klasser) har man adgang til feltvariablerne og metoderne i den omgivende klasse
 - I computerspilsopgaven har GUI klasen en indre klasse, WorldPanel, som implementerer den del af vinduet, der indeholder landkortet
- **Objekter af en indre klasse kan kun eksistere "inde i" objekter af den omgivende klasse**
 - Det indre objekt skabes sammen med det omgivende objekt og dør sammen med det
- **Før introduktionen af funktionelle interfaces i Java 8 skulle man også lave en anonym indre klasse for hvert `ActionEvent`**
 - Nu kan man (som vi har set) i stedet bruge en lambda som parameter
 - Det er meget lettere – både at skrive og forstå

● Computerspil 3

- I den tredje delaflevering skal I bruge nogle af de ting, som I har lært om nedarvning og dynamic method lookup til at strukturere jeres kode
 - I skal indføre flere forskellige slags byer/lande:
 - **BorderCity** repræsenterer en grænseby, hvor man skal betale told, når man ankommer fra udlandet
 - **CapitalCity** repræsenterer en hovedstad, hvor der er mange fristelser, så man (udover at modtage bonus) bruger af sin formue
 - **MafiaCountry** repræsenterer et land (Sverige!), hvor man risikerer at blive overfaldet og frarøvet dele af sin formue



- Herudover skal I
 - rette gamle fejl og mangler
 - holde jeres dokumentation og regression tests opdaterede
 - herunder tilføje dokumentation og regression tests for nye programdele

Regression tests for BorderCity / CapitalCity

- **Testmetoden for arrive metoden i BorderCity kan være næsten identisk med den tilsvarende testmetode i City klassen**
 - Den væsentlige forskel er, at der skal betales told, hvis spilleren kommer fra et andet land, f.eks. fra City E til City C

Skaber en spiller, der ankommer fra City E til City C med en formue på 250 €

Beregn 20% told

Tag hensyn til tolden

```
@Test
public void arriveFromOtherCountry() {
    for(int seed = 0; seed < 1000; seed++) {
        Player player = new GUIPlayer(new Position(cityE, cityC, 0), 250);
        game.getRandom().setSeed(seed); // Set seed
        int bonus = country1.bonus(40); // Remember bonus
        int toll = 250 / 5; // 20% of 250
        game.getRandom().setSeed(seed); // Reset seed
        assertEquals(..., cityC.arrive(player)); // Same bonus
        assertEquals(..., cityC.getValue());
        cityC.reset();
    }
}
```

Disse to byer ligger i forskellige lander

I skal også lave en testmetode, der tjekker, at der ikke betales told, når spilleren kommer fra samme land

- **For CapitalCity klassen laves tilsvarende testmetoder**
 - Nu skal man også tage hensyn til de penge, som spilleren bruger i hovedstaden

Regression test for MafiaCountry

- Testmetoden for bonus metoden i MafiaCountry er analog til den tilsvarende testmetode i Country klassen

I skal tjekke, at

- tabet ved røveriet ligger i intervallet [10,50]
- man bliver røvet ca. 20% af gangene
- tabet i gennemsnit udgør ca. 30 €
- tabet kan antage alle værdier i intervallet [10,50]
- Husk også at tjekke, at bonussen udregnes korrekt, når man **ikke** bliver røvet

```
@Test
public void bonus() {
    for(int seed = 0; seed < 1000; seed++) {
        game.getRandom().setSeed(seed);
        int robs = 0;
        int loss = 0;
        Set<Integer> values = new HashSet<>();
        for(int i = 0; i < 50000; i++) {
            int bonus = country2.bonus(80);
            if(bonus < 0) { // Robbery
                robs++;
                assertTrue( ... );
                loss -= bonus;
                values.add(-bonus);
            }
            else { // No Robbery
                ...
            }
        }
        assertTrue(...);
        assertTrue(...);
        assertEquals(...);
        ...
    }
}
```

Mafialand

Testserveren

- **Testserveren skal også anvendes for Computerspil 3**
 - Her testes kun de **nye klasser**, som I har skrevet i CG3
 - For hver klasse udføres en række **regression tests** for konstruktørerne og metoderne (på tilsvarende vis som i Computerspil 1)
 - Derudover testes det, at jeres **regression tests** er fornuftige, dvs. at de
 - **ikke** finder fejl i et korrekt projekt
 - finder de **fleste** fejl i nogle forkerte projekter
- **Brug Testserveren med omtanke**
 - Når I får en fejlrapport, bør I rette alle de fejl, der rapporteres og kontrollere, at rettelserne er korrekte, **før** I atter forsøger at køre TestServeren

● Opsummering

- **Konstruktion af grafiske brugergrænseflader (GUI'er)**
 - Definition af de elementer, der vises på skærmen (vinduer, knapper, menuer, scrollbarer, tekster, osv.)
 - Hvordan reagerer de på input (via mus og tastatur)?
 - Hvordan placeres de i forhold til hinanden (layout)?
- **Anonyme indre klasser**
 - Sprogkonstruktion, der er nyttig i forbindelse med visse GUI events
- **Afleveringsopgave: Computerspil 3**
 - Brug af nedarvning og dynamic method lookup

Computerspillet GUI klasse indeholder næsten 1000 linjer kode

- Kig evt. lidt på den og find eksempler på nogle af de ting, som jeg har gennemgået i denne forelæsning
- I Computerspil 4 skal I lave nogle simple modifikationer/udvidelser af GUI klassen

Mundtlig præsentationer

- Husk at se den sidste video om den "perfekte" mundtlige præsentation
- Den handler om grafiske brugergrænseflader

Det var alt for nu.....

... spørgsmål

