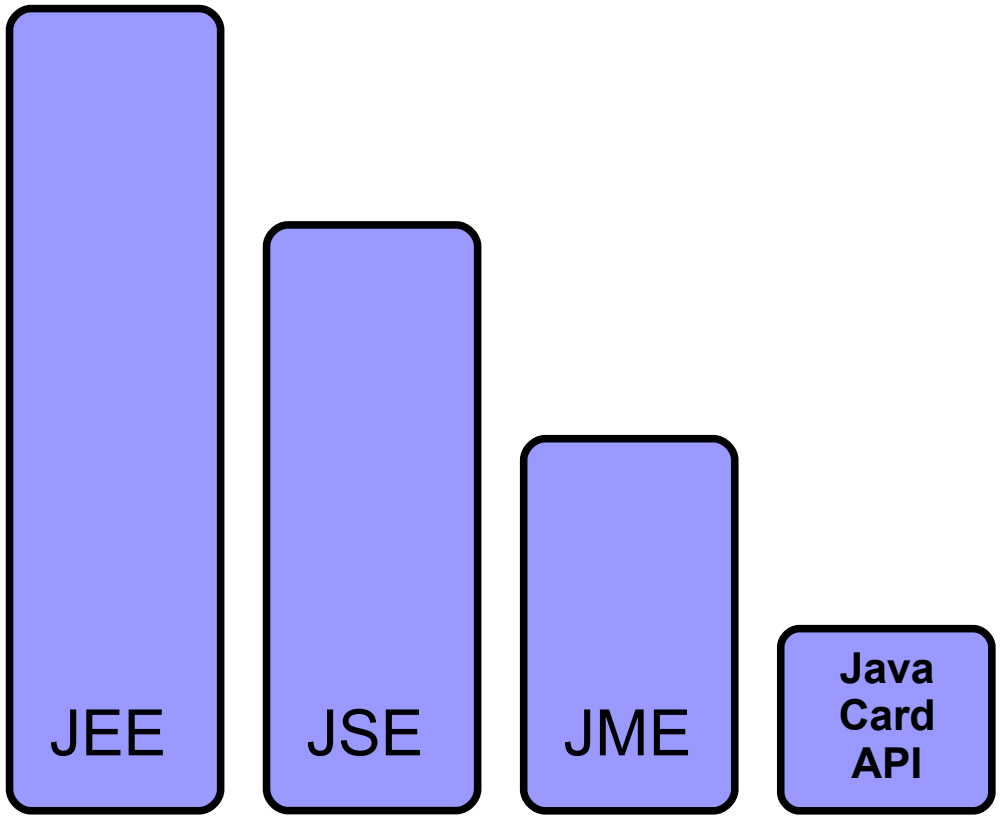
Platformy apod.

Historie

- JDK 1.0 – 1996
- JDK 1.1 – 1997
  - Vnitřní třídy
- Java 2 platform – 2000
  - JDK 1.2, 1.3 – změny pouze v knihovnách
- JDK 1.4 – 2002
  - Assert
- JDK 5.0 – 2004
  - změny v jazyce
    - generické typy
    - anotace
    - . . .
- JDK 6 – 2006
- JDK 7 – 2011 – „malé“ změny v jazyce
- JDK 8 – 2014 – lambdy,…
- JDK 9 – 2017 – moduly
- JDK 10 – 2018 – odvození typu lokálních proměnných (var)
- JDK 11 – 2018 – rozšíření použití var
  - redukce std knihovny!
  - long-term support
- JDK 12 – 2019? – rozšířený switch (použití jako výraz,...)

Java platform

- JSE – standard edition
- JEE – enterprise edition
- JME – micro edition



"Výkon"

- původně (~ JDK 1.1, 1998)
  - Java programy 6x pomalejší než C
- nyní:
  - Just-In-Time (JIT) compilation
    - v rámci spuštění se program přeloží
    - provádí se nativní kód
    - pomalý start, pak rychlé
- výkon ~ srovnatelný s normálními aplikacemi
- velká "spotřeba" paměti

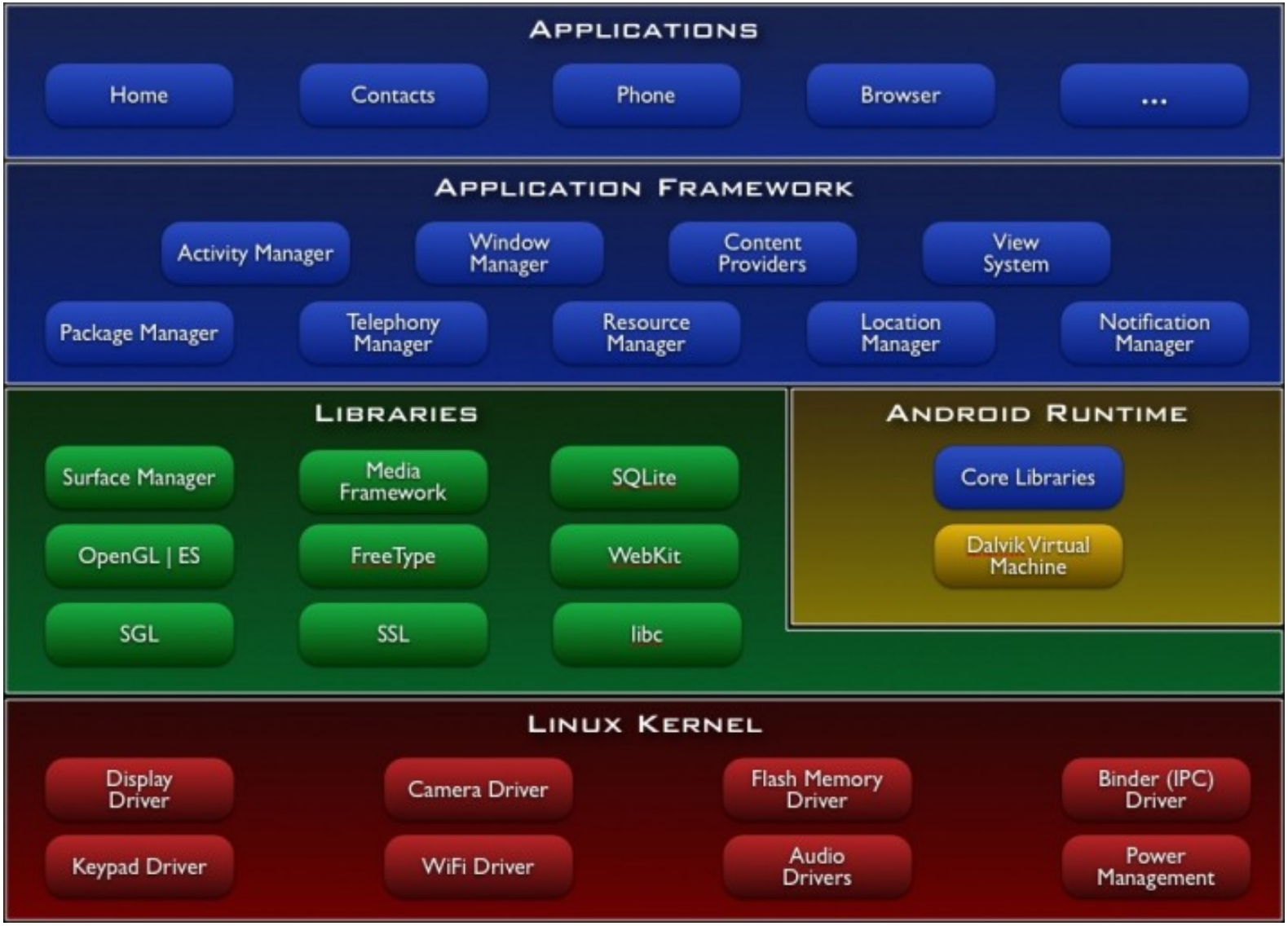
Implementace Javy

- Oracle
  - "oficiální" implementace
  - Windows, Solaris, Linux, macOS
- OpenJDK
  - http://openjdk.java.net/
  - open-source
  - podporováno Oracle
  - oficiální implementace vychází z OpenJDK
- IBM
  - IBM JDK
  - 2017 => Eclipse OpenJ9 – open-source

Implementace Javy

- Jikes RVM
  - Research Virtual Machine
  - open-source
  - pro testování různých rozšíření
  - napsáno v Javě
    - "self-hosting"
      - nepotřebuje k běhu jinou JVM
    - boot-image writer
      - Java program, spustí se pod existující JVM
    - boot-image loader
      - program v C++
  - nepodporuje celé Java API

Android



zdroj: http://developer.android.com/

Bck2brwsr

- http://wiki.apidesign.org/wiki/Bck2Brwsr
- Java běžící v prohlížeči
- Cíle projektu
  - „Create small Java capable to boot fast and run in 100% of modern browsers including those that have no special support for Java.
  - Demonstrate that Java has benefits over JavaScript when creating larger HTML5 applications“
  - ...

Historie a budoucnost

Změny v jazyce od Java 5

- static import
- auto-boxing a auto-unboxing
- nový **for** cyklus
- generické typy
- výčtový typ **enum**
- metody s proměnným počtem parametrů (printf)
- anotace (metadata)

Java 7

- změny
  - změny v syntaxi
  - podpora dynamických jazyků (nová instrukce v bytekódu)
  - změny v NIO
  - Nimbus (Swing LaF)
  - nová verze JDBC
  - ...

Java 7 – změny v syntaxi

- zápis konstant
  - binární konstanty
    - `0b010101`
  - oddělení řádu v konstantách pomocí podtržítek
    - `1_000_000`
- String v switch příkazu

```
String month;
...
switch (month) {
  case "January":
  case "February":
  ...
}
```

Java 7 – změny v syntaxi

- operátor **<>**
  - zjednodušená vytváření generických typů
  - typ u **new** se automaticky odvodí
  - př.

```
List<String> list = new ArrayList<>();
List<List<String>> list = new ArrayList<>();
List<List<List<String>>> list =
                                  new ArrayList<>();
Map<String, Collection<String>> map =
                              new LinkedHashMap<>();
```

- otázka
  Proč není **new** bez **<>** ? Tj. např.

```
List<String> list = new ArrayList();
```

Java 7 – změny v syntaxi

- interface **`AutoClosable`** a rozšířený **`try`**
  - př:

```
class Foo implements AutoClosable {
   ...
   public void close() {  …  }
}

try ( Foo f1 = new Foo(); Foo f2 = new Foo() ) {
    ...
} catch (…) {
    ...
} finaly {
    ...
}
```

  - při ukončení try (normálně nebo výjimkou) se vždy zavolá close() na objekty z deklarace v try
    - volá se v opačném pořadí než deklarováno

Java 7 – změny v syntaxi

- rozšíření **`catch`** na více výjimek
  - př:

```
try {
   ...
} catch (Exception1 | Exception2 ex) {
   ...
}
```

- lepší typová kontrola výjimek při re-**`throw`**

Je tento kód správně

```
private void foo(int i) throws Ex1, Ex2 {
  try {
    if (i < 0) {
      throw new Ex1();
    } else {
      throw new Ex2();
    }
  } catch (Exception ex) {
    throw ex;
  }
}
```

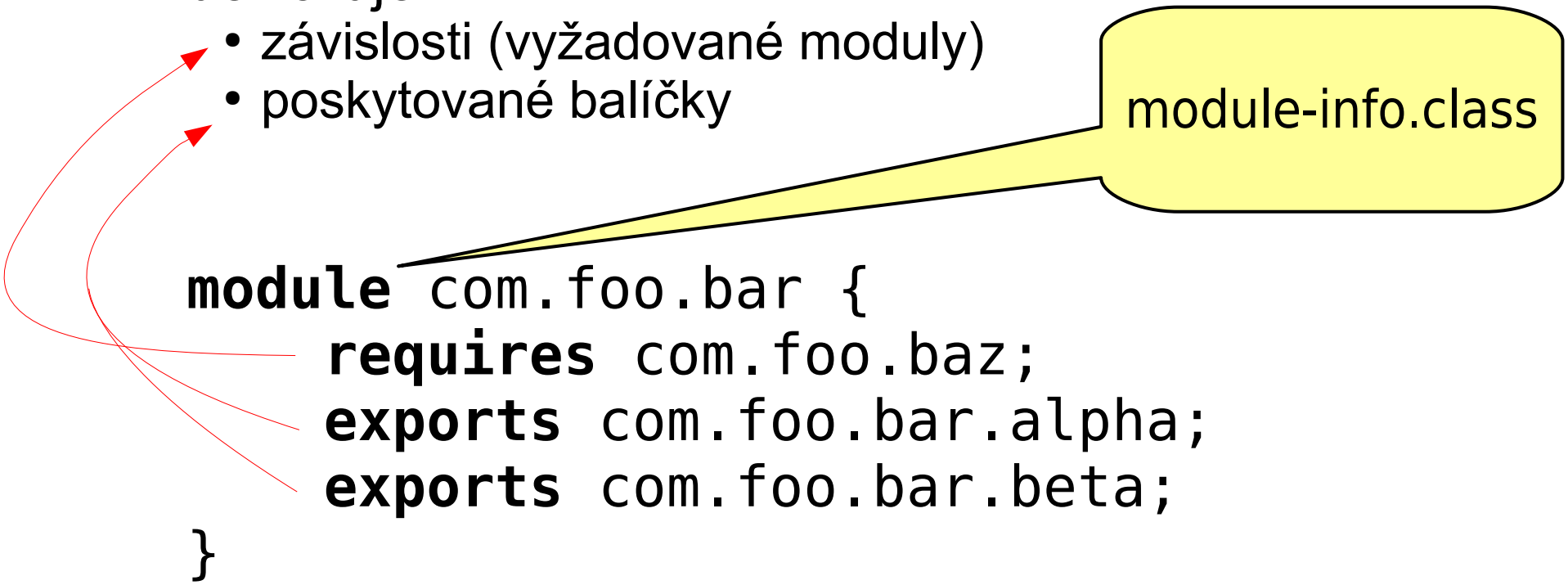
- v Java 7 **ano**
- v Java 6 ne
  - kompilátor vypíše chybu zde

Java 8

- type annotations
  - lze anotovat použití typů
  - opakování stejné anotace
- deafult a static metody v interfacech
- lambda výrazy
- odvození typu u generických typů
- profily
  - „podmnožina“ std knihovny
    - javac -profile ...

Java 9 – moduly

- Modul
  - pojmenovaná a „sebe-popisující“ kolekce balíčků (packages) s typy (třídy,...) a daty
  - deklaruje
    - závislosti (vyžadované moduly)
    - poskytované balíčky



Java 9 – moduly

- JSE platforma – rozdělena na moduly

```
module java.base {
    exports java.io;
    exports java.lang;
    exports java.lang.annotation;
    exports java.lang.invoke;
    exports java.lang.module;
    exports java.lang.ref;
    exports java.lang.reflect;
    exports java.math;
    exports java.net;
    ...
}
```

Java 10

- odvození typu u lokálních proměnných

```
var s = "hello";
var list = new ArrayList<String>();
```

- var – rezervované jméno typu
- není to klíčové slovo

- musí být inicializace

Java 11

- použití var pro parametry lambda výrazů

Java

Různé...

Java

Generické typy

Úvod

- *obdoba* šablon z C#/C++
  - na první pohled
- parametry pro typy
- cíl
  - přehlednější kód
  - typová bezpečnost

Motivační příklad

- bez gen. typů (<=JDK 1.4)

```
List myIntList = new LinkedList();
myIntList.add(new Integer(0));
Integer x = (Integer)myIntList.iterator().next();
```

- JDK 5

```
List<Integer> myIntList = new LinkedList<Integer>();
myIntList.add(new Integer(0));
Integer x = myIntList.iterator().next();
```

- bez explicitního přetypování
- kontrola typů během překladu

Definice generických typů

```
public interface List<E> {
  void add(E x);
  Iterator<E> iterator();
  E get(int i);
}
public interface Iterator<E> {
  E next();
  boolean hasNext();
}
```

- `List<Integer>` si lze představit jako

```
public interface IntegerList {
  void add(Integer x);
  Iterator<Integer> iterator();
}
```

- ve skutečnosti ale takový kód nikde neexistuje
  - negeneruje se kód jako C++

Vztahy mezi typy

- nejsou povoleny žádné změny v typových parametrech

```
List<String> ls = new ArrayList<String>();
List<Object> lo = ls;
```

```
lo.add(new Object());
String s = ls.get(0);
```

chyba – přiřazení `Object` do `String`

- druhý řadek způsobí chybu při překladu
- `List<String>` není podtyp `List<Object>`

Vztahy mezi typy

- příklad – tisk všech prvků kolekci

  <= JDK 1.4

```
void printCollection(Collection c) {
  Iterator i = c.iterator();
  for (k = 0; k < c.size(); k++) {
   System.out.println(i.next());
  }
}
```

  naivní pokus v JDK 5

```
void printCollection(Collection<Object> c) {
  for (Object e : c) {
    System.out.println(e);
  }
}
```

  - nefunguje (viz předchozí příklad)

Vztahy mezi typy

- `Collection<Object>` není nadtyp všech kolekcí
- správně

```
void printCollection(Collection<?> c) {
  for (Object e : c) {
    System.out.println(e);
  }
}
```

- `Collection<?>` je nadtyp všech kolekcí
  - kolekce neznámého typu (collection of unknown)
  - lze přiřadit kolekci jakéhokoliv typu
- pozor - do `Collection<?>` nelze přidávat

```
Collection<?> c = new ArrayList<String>();
c.add(new Object());
```

<= chyba při překladu

- volat `get()` lze - vysledek do typu `Object`

Vztahy mezi typy

- ? - wildcard
- „omezený ?“ (bounded wildcard)

```
public abstract class Shape {
  public abstract void draw(Canvas c);
}
public class Circle extends Shape { ... }
public class Canvas {
  public void drawAll(List<Shape> shapes) {
    for (Shape s:shapes) {
      s.draw(this)
    }
}}
```

- umožní vykreslit pouze seznamy přesně typu `List<Shape>`, ale už ne `List<Circle>`

Vztahy mezi typy

covariantní

- řešení - omezený ?

```
public void drawAll(List<? extends Shape> shapes){
   for (Shape s:shapes) {
      s.draw(this)
}}
```

- do tohoto Listu stále nelze přidávat

```
shapes.add(0, new Rectangle());
```
chyba při překladu

Generické metody

```
static void fromArrayToCollection(Object[] a,
  Collection<?> c) {
  for (Object o : a) {
    c.add(o);
  }
}
```

← chyba při překladu

```
static <T> void fromArrayToCollection(T[] a,
  Collection<T> c) {
  for (T o : a) {
    c.add(o);
  }
}
```

← OK

Generické metody

- použití
  - překladač sám určí typy

```
Object[] oa = new Object[100];
Collection<Object> co = new ArrayList<Object>();
fromArrayToCollection(oa, co); // T → Object
String[] sa = new String[100];
Collection<String> cs = new ArrayList<String>();
fromArrayToCollection(sa, cs); // T → String
fromArrayToCollection(sa, co); // T → Object
```

- i u metod lze použít omezený typ

```
class Collections {
  public static <T> void copy(List<T> dest, List<?
  extends T> src){...}
}
```

Odvození typu

- ne vždy je kompilátor schopen typ určit
  - příklad

```
class Collections {
  static <T> List<T> emptyList();
  …
}
```

  - `List<String> listOne = Collections.emptyList();`
    - OK
  -

```
void processStringList(List<String> s) {
    ..
}
```

```
processStringList(Collections.emptyList());
```

    - nelze přeložit (v Java 7)

Odvození typu

- překladači lze „napovědět“
  - processStringList(Collections.<String>emptyList());

- od Java 8 příklad lze přeložit i bez „nápovědy“
  - zlepšeno odvozování typů

Generické metody a ?

- kdy použít generické metody a kdy "wildcards"

```
interface Collection<E> {
  public boolean containsAll(Collection<?> c);
  public boolean addAll(Collection<? extends E> c);
}

interface Collection<E> {
  public <T> boolean containsAll(Collection<T> c);
  public <T extends E> boolean addAll(Collection<T>
  c);
}
```

- Co je vhodnější?

Generické metody a ?

- kdy použít generické metody a kdy "wildcards"

```
interface Collection<E> {
  public boolean containsAll(Collection<?> c);
  public boolean addAll(Collection<? extends E> c);
}

interface Collection<E> {
  public <T> boolean containsAll(Collection<T> c);
  public <T extends E> boolean addAll(Collection<T>
  c);
}
```

- generické metody – vztahy mezi více typy

Generické metody a ?

- lze použít generické metody i "wildcards" najednou

```
class Collections {
  public static <T> void copy(List<T> dest,
                              List<? extends T> src) {....}
}
```

- lze napsat i jako

```
class Collections {
  public static <T, S extends T>
         void copy(List<T> dest, List<S> src) {....}
}
```

- "správně" je první zápis

Pole a generické typy

- pole gen. typů
  - lze deklarovat
  - nelze naalokovat

```
List<String>[] lsa = new List<String>[10];
List<?>[] lsa = new List<?>[10];
```

nelze!

OK + varování

- proč - pole lze přetypovat na Object

```
List<String>[] lsa = new List<String>[10];
Object[] oa = (Object[]) o;
List<Integer> li = new ArrayList<Integer>();
li.add(new Integer(3));
oa[1] = li;
String s = lsa[1].get(0);
```

ClassCastException

„Starý“ a „nový“ kód

- „starý“ kód bez generických typů

```
public class Foo {
  public void add(List lst) { ... }
  public List get() { ... }
}
```

- „nový“ kód používající „starý“

```
List<String> lst1 = new ArrayList<String>();
Foo o = new Foo();
o.add(lst1);    ← OK - List odpovídá List<?>
List<String> lst2 = o.get(); ← varování překladače
```

„Starý“ a „nový“ kód

- „nový“ kód s generickými typy

```
public class Foo {
  public void add(List<String> lst) { ... }
  public List<String> get() { ... }
}
```

- „starý“ kód používající „nový“

```
List lst1 = new ArrayList();
Foo o = new Foo();
o.add(lst1);    ← varování překladače
List lst2 = o.get(); ← OK - List odpovídá List<?>
```

"Erasure"

```
public String loophole(Integer x) {
  List<String> ys = new LinkedList<String>();
  List xs = ys;
  xs.add(x);                ← varování
  return ys.iterator().next();
}
```

- při běhu se tento kód chová jako

```
public String loophole(Integer x) {
  List ys = new LinkedList();
  List xs = ys;
  xs.add(x);
  return (String)ys.iterator().next();   ← běhová chyba
}
```

"Erasure"

- při překladu se vymažou všechny informace o generických typech
  - "erasure"

  - typové parametry se zruší (List<Integer> → List)
  - typové proměnné jsou nahrazeny nejobecnějším typem
  - přidána přetypování

Kód generických tříd

```
List<String> l1 = new ArrayList<String>();
List<Integer> l2 = new ArrayList<Integer>();
System.out.println(l1.getClass() == l2.getClass());
```

- Co vypíše?
  a) true
  b) false

Kód generických tříd

```
List<String> l1 = new ArrayList<String>();
List<Integer> l2 = new ArrayList<Integer>();
System.out.println(l1.getClass() == l2.getClass());
```

- Co vypíše?
  a) true
  b) false

Přetypování, instanceof

```
Collection cs = new ArrayList<String>();
if (cs instanceof Collection<String>)....
```

- nelze

```
Collection<String> cstr = (Collection<String>) cs;
```

- varování
- za běhu nelze zajistit

```
<T> T badCast(T t, Object o) {return (T) o;}
```

- varování

```
<T> T[] makeArray(T t) {
  return new T[100];        ← nelze
}
```

Další vztahy mezi typy

```
class Collections {
  public static <T> void copy(List<T> dest, List<?
  extends T> src){...}
}
```

- ve skutečnosti

```
class Collections {
  public static <T> void copy(List<? super T> dest,
  List<? extends T> src){...}
}
```

- do kolekce **<? super T>** lze přidávat!

Další vztahy mezi typy

- super lze použít jen u gen. metod
- nelze u gen. typů
  - nic by to nepřinášelo

```
class Foo<T super Number > {
    private T v;
    public Foo(T t) { v = t; }
}
```

  - po *erasure*

```
class Foo {
    private Object v;
    public Foo(Object t) { v = t; }
}
```

  - zajistilo by to pouze, že jako parametr lze použít nadtyp Number
  - nezajistilo by to, že v prom. v bude vždy jen instance nadtypu Number

Převod "starého" kódu na nový

```
interface Comparator<T>
  int compare(T fst, T snd);
}

class TreeSet<E> {
  TreeSet(Comparator<E> c)
  ...
}
```

- `TreeSet<String>`
  - lze použít Comparator<String> i Comparator<Object>

→
```
class TreeSet<E> {
  TreeSet(Comparator<? super E> c)
  ...
}
```

Převod "starého" kódu na nový

```
Collections {
  public static <T extends Comparable<T>>
                          T max(Collection<T> coll);
}
```

```
class Foo implements Comparable<Object> {...}
Collection<Foo> cf = ...
Collections.max(cf)
```

nefunguje

- lépe

```
public static <T extends Comparable<? super T>>
                          T max(Collection<T> coll);
```

Převod "starého" kódu na nový

```
public static <T extends Comparable<? super T>>
                                T max(Collection<T> coll);
```

- erasure
  - public static Comparable max(Collection coll)
  - není kopatibilní se "starou" metodou max
    - public static Object max(Collection coll)
- správně

```
public static <T extends Object & Comparable<? super
  T>> T max(Collection<T> coll);
```

  - lze několik typů: T1 & T2 & ... & Tn
  - pro "erasure" se vezme první z nich

- zcela správně

```
public static <T extends Object & Comparable<? super
  T>> T max(Collection<? extends T> coll);
```

Java

Anotace

Přehled

- anotace ~ metadata
  - „data o datech“
  - přídavná informace o části programu, která nemá (přímo) vliv na funkčnost programu
- od JDK 5
- příklady
  - @Deprecated
  - @SuppressWarnings
  - @Override

Motivace pro zavedení anotací

- anotace v podstatě existovaly už před JDK 5
  - ale byly definovány nesystematicky a
  - nešly přidávat (snadno)
  - př:
    - modifikátor **transient**
    - @deprecated element v javadoc komentáři
    - …
- XDoclet
  - http://xdoclet.sourceforge.net/
  - přidávání anotací do „staré“ Javy
  - jako definovatelné tagy v javadoc komentářích
  - lze z nich generovat cokoliv
    - obsahuje mnoho předdefinovaných tagů a transformací
  - původně nástroj pro podporu vývoje EJB komponent

Používání

- anotace lze použít v podstatě na každý element programu
  - třídy
  - interfacy
  - atributy
  - metody
  - konstruktory
  - balíky
  - použití typů (od Java 8)
- obecné pravidlo
  anotaci lze použít tam, kde lze použít nějaký modifikátor
  - výjimka u anotací pro balíky (zapisují se do spec. souboru **`package-info.java`**) a
  - použití typů
- při definici anotace lze omezit, na co půjde použít

Používání

- př:

```
class A {
    @Override public boolean equals(A a) { ... }
    @Deprecated public void myDeprecatedMethod() {
      ...
    }
 }
```

- anotace můžou mít parametry

```
@SuppressWarnings("unchecked") public void foo() {
```

Používání

- anotace použití typů (Java 8)
  - `new @Interned MyObject();`
  - `myString = (@NonNull String) str;`
  - `class UnmodifiableList<T> implements @Readonly List<@Readonly T> { ... }`
  - `void monitorTemperature() throws @Critical TemperatureException { ... }`

Používání

- lze použít mezi modifikátory v jakémkoliv pořadí
  - konvence – použít nejdřív anotace a pak modifikátory
- lze aplikovat libovolné množství anotací na jeden element

- Java 5-7 – nelze aplikovat jednu anotaci vícekrát
  - ani při použití různých parametrů
- Java 8+ lze aplikovat jednu anotaci vícekrát

Definice

- podobně jako interface
  - @interface
  - metody bez implementace

- př.

```
public @interface RequestForEnhancement {
   int  id();
   String synopsis();
   String engineer() default "[unassigned]";
   String date()     default "[unimplemented]";
}
```

Definice

- „speciální“ anotace

- marker
  - bez těla
    - anotace při použití nemá žádné parametry

  - `public @interface Preliminary { }`

- single-member
  - jeden element ***value***
    - typ může být různý
  - při použití se zapíše jen anotace a hodnota parametru

  - `public @interface Copyright { String value(); }`

Definice

- použití našich anotací

```
@RequestForEnhancement(
    id       = 2868724,
    synopsis = "Enable time-travel",
    engineer = "Mr. Peabody",
    date     = "4/1/3007"
)
public static void travelThroughTime(Date destination)
{ ... }

@Preliminary public class TimeTravel { ... }

@Copyright("2002 Yoyodyne Propulsion Systems")
public class OscillationOverthruster { ... }
```

Definice

- stejné jako interface
  - místo deklarace
  - rozsah platnosti
  - rozsah viditelnosti
- nesmějí být generickým typem
- nesmějí obsahovat extends
  - implicitně dědí od **java.lang.annotation.Annotation**
- libovolný počet elementů
- anotace T nesmí obsahovat element typu T
  - přímo i nepřímo

```
@interface SelfRef { SelfRef value(); }
@interface Ping { Pong value(); }
@interface Pong { Ping value(); }
```

Definice

- metody nesmějí mít žádné parametry
- metody nesmějí být generické
- deklarace metod nesmí obsahovat throws
- návratová hodnota musí být:
  - primitivní typ
  - String
  - Class
  - Enum
  - anotace
  - pole předchozích typů

Definice

- při použití musí anotace obsahovat dvojici element-hodnota pro každý element (metodu) z definice
  - neplatí pro elementy s defaultní hodnotou
- hodnota nesmí být **null**

Předdefinované anotace

- anotace pro použití na anotacích
  - ovlivňují možnosti použití anotace
  - v balíku java.lang.annotation
- **@Target**
  - single-member
  - specifikuje, na jakém elementu lze anotaci použít
  - možné hodnoty parametru (enum ElementType)
    - ANNOTATION_TYPE
    - CONSTRUCTOR
    - FIELD
    - LOCAL_VARIABLE
    - PACKAGE
    - METHOD
    - PARAMETER
    - TYPE – použití na třídu, interface, enum, anotaci
    - TYPE_PARAMETER – od Java 8
    - TYPE_USE – od Java 8
    - MODULE – od Java 9

Předdefinované anotace

- **@Retention**
  - single-member
  - specifikuje, kde je anotace použitelná
  - možné hodnoty parametru (enum RetentionPolicy)
    - SOURCE – pouze ve zdrojovém kódu
    - CLASS – v době kompilace
    - RUNTIME – při běhu programu

```
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
public @interface Foo { }
```

Opakované použití anotace

- od Java 8

```
@Schedule(dayOfMonth="last")
@Schedule(dayOfWeek="Fri", hour="23")
public void foo() { ... }
```

- z důvodů kompatibility anotace vloženy automaticky do „kontejneru“
  - kontejner se musí připravit

```
@Repeatable(Schedules.class)
public @interface Schedule { ... }

public @interface Schedules {
    Schedule[] value;
}
```

Získání anotací za běhu

- pomocí Reflection API
- interface `AnnotatedElement`
  - `isAnnotationPresent` – zda je anotace přítomna
  - `getAnnotation` – vrátí anotaci daného typu, je-li přítomna
  - `getAnnotations` – vrátí všechny anotace
  - `getDeclaredAnnotations` – vrátí deklarované anotace (bez zděděných)

Zpracování SOURCE anotací

- anotační procesory
  - specifikují se překladači
  - parametr **`-processor`**
  - **`javax.annotation.processing.Processor`**
  - od Java 6

- Annotation Processing Tool (APT)
  - externí nástroj pro zpracování anotací
  - Java 5
  - od JDK 8 – APT a související API označeno za „deprecated“

Příklad – Unit Testing

```
import java.lang.annotation.*;
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(ElementType.METHOD)
public @interface Test { }
```

```
public class Foo {
    @Test public static void m1() {
        …
    }
    public static void m2() {
        ...
    }
    @Test public static void m3() {
        ...
    }
}
```

Příklad – Unit Testing

```
import java.lang.reflect.*;
public class RunTests {
   public static void main(String[] args)
                                          throws Exception {
      int passed = 0, failed = 0;
      for (Method m :
                Class.forName(args[0]).getMethods()) {
         if (m.isAnnotationPresent(Test.class)) {
            try {
               m.invoke(null);
               passed++;
            } catch (Throwable ex) {
               System.out.printf("Test %s
                        failed: %s %n", m, ex.getCause());
               failed++;
            }
         }
      }
      System.out.printf("Passed: %d,
                              Failed %d%n", passed, failed);
   }
}
```