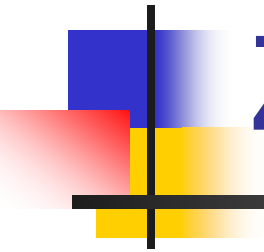
Triedy a objekty

(voľné pokračovanie)

Peter Borovanský
KAI, I-18

borovan 'at' ii.fmph.uniba.sk
http://dai.fmph.uniba.sk/courses/JAVA/

Ladění je dvakrát těžší než psaní kódu.
Takže když napíšete kód dle svých nejlepších znalostí, pak z definice nejste dost schopní na to, abyste jej odladili.
-- Brian W. Kernighan (autor jazyka C)



Zrnká múdrosti

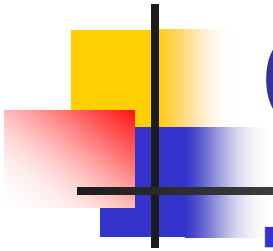
DU2 91 total, 66 plný počet, priemer 2.73

CV3 82 total, 71 plný počet, priemer 1.62

Vždy jsem si přál, aby používání mého počítače bylo tak snadné jako používání mého telefonu.

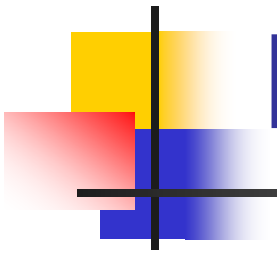
Přání se mi splnilo – už nechápu, jak používat telefon.

-- Bjarne Stroustrup (autor C++)



Quadterm – 1

- bude v pondelok 17.3. 14:00-16:00, H3/H6
- Quadterm je prezenčne
  - Quadterm je forma priebežného hodnotenia, takže študent sa prezentuje pomocou ISIC, v zmysle študijného poriadku
- Quadterm riešite na školských počítačoch
  - overte si, či sa viete prihlásiť, spustiť IntelliJ, ...
- Quadterm s internetom, zákaz používať akékoľvek prostriedky UI
  - nulová tolerancia v prípade
    - akékoľvek modely LLM, napr.chat-gpt, copilot, ...
    - „priateľa na telefóne", či akejkoľvek živej pomoci
- Quadterm sa nedá nahradiť
  - v prípade vážnych (zdravotných) dôvodov sa ozvite vopred
  - bude skupina viac času, študenti majúci nárok na to sa ozvite vopred
- Quadterm pokrýva témy: reťazce, polia, triedy-dedičnosť
- Quadterm bude mať zverejnené šablóny kódov a testy
  - je dobré, s nimi vedieť pracovať tak, aby vám pomohli, inak len zdržia...



Použitie AI - opisovanie

•Pravidlá zo stránky predmetu

•ak študent pri riešení použije netriviálny zdroj z internetu, či akúkoľvek formu AI, musí prevzatému kódu **rozumieť** a **uviesť zdroj v komentári riešenia**.
Inak je to posudzované ako opisovanie,

•prednášajúci môže vyžiadať študenta o **Podanie vysvetlenia** k zdroju cudzej myšlienky, ak má pocit, že študent použitému kódu nerozumie.
Vtedy je iniciatíva na strane študenta, aby niekomu z tímu cudziu prebratú myšlienku vysvetlil v čase riadnych cvičení,

•bodovým postihom pri opisovaní a podvádzaní je to, že celá domáca úloha/zostava oboch opisovačov nie je uznaná - bodový 'zisk', ako keby sa neodovzdala, okrem toho, za opisovanie **je postih ďalšími 100% bodmi** za konkrétnu úlohu, t.j. -3 body pri domácej úlohe, -15 quadterm, ...,

Triedy a objekty

Niektoré dnešné príklady kódov v Jave nemajú hlbší (praktický) zmysel ako ilustrovať (niekedy až do absurdity) rôzne jazykové konštrukcie a princípy.

dnes bude:

- zhrnutie z minulej prednášky (abstrakcia a enkapsulácia)
- kompozícia objektov vs. dedenie
- nemeniteľná (immutable) trieda
- inkluzívny (triedny) polymorfizmus
- interface, typy a podtypy
- balíčkovanie - koncept package
- ukrývanie metódy/premennej: *private, protected, public* v package
- vnorené triedy

literatúra:

- Thinking in Java, 3rd Ed. (http://www.ibiblio.org/pub/docs/books/eckel/TIJ-3rd-edition4.0.zip) – 5: Hiding the Implementation, 7: Polymorphism
- Naučte se Javu – úvod
  - http://interval.cz/clanky/naucte-se-javu-balicky/ ,
  - http://interval.cz/clanky/naucte-se-javu-staticke-promenne-a-metody-balicky/

Dnešné ciele

Daily Coding Problem

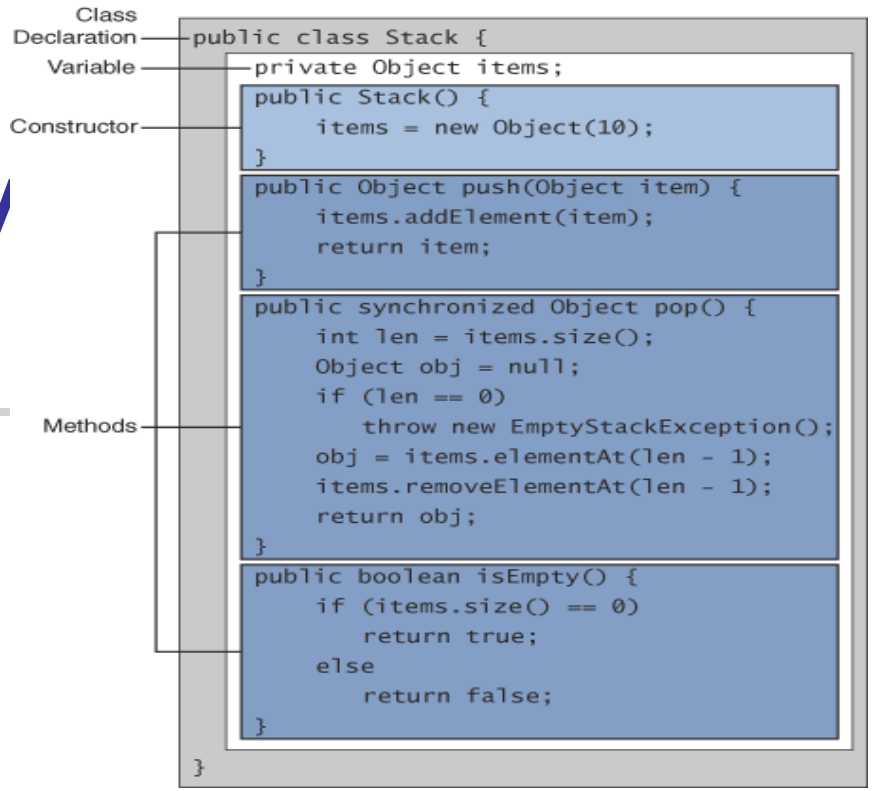
Good morning! Here's your coding interview problem for today.

This problem was asked by Google.

Explain the difference between composition and inheritance. In which cases would you use each?

Deklarácia triedy

(rekapitulácia z minulej prednášky)



class *MenoTriedy* {// MenoTriedy.java
TeloTriedy
}

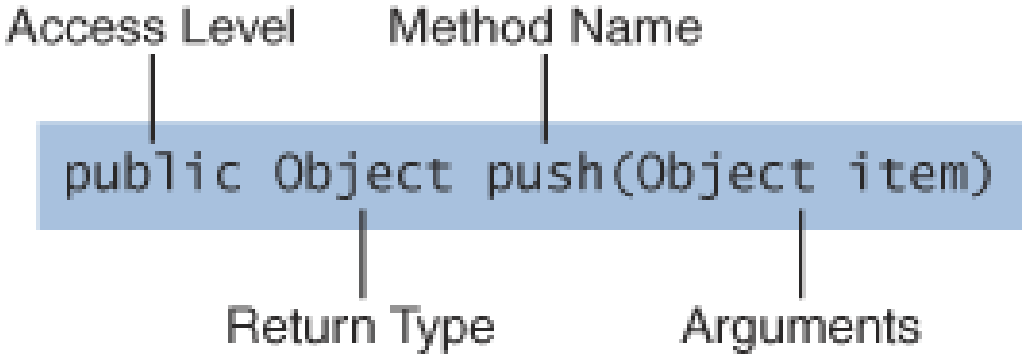
- [**public**] trieda je voľne prístupná, inak je prístupná len v danom package
- [**abstract**] trieda **nemôže byť inštanciovaná** (asi obsahuje abstr.metódu) t.j. neexistuje objekt danej triedy
- [**final**] trieda **nemôže mať podtriedy**, „potomkov"
- [**extends** *supertrieda*] trieda je podtriedou inej triedy, dedičnosť
- [**implements** Interfaces{,}*] Interfaces sú implementované v tejto triede

Deklarácia metódy

(rekapitulácia z minulej prednášky)

typ MenoMetódy(argumenty) {
  telo metódy
}

- [**static**] triedna metóda, existuje nezávisle od objektov triedy
- [**abstract**] metóda, ktorá nie je implementovaná,bude v podtriede
- [**final**] metóda, ktorá nemôže byť predefinovaná, bezpečnosť
- [**native**] metóda definovaná v inom jazyku, „prilinkovaná"
- [**synchronized**] metóda synchronizujúca konkurentný prístup bežiacich threadov, neskôr...
- [**throws**] exceptions metóda produkujúca výnimky



Tony Hoare: Abstraction arises from a recognition of *similarities between certain objects*, situations, or processes in the real world, and the decision to concentrate upon those similarities and to ignore for the time being the differences.

Abstrakcia

(rekapitulácia)

```
abstract public class Polynom {                    // úloha z cvičenia 3
    abstract double valueAt(String[] vars, double[] values);  // hodnota
    abstract Polynom derive(String var);           // derivácia podľa premennej
}
public class Konstanta      extends Polynom {
    double m;                                       // reprezentácia konštanty
    public Konstanta (double m ){ this.m=m ; }          // konštruktor
    public double valueAt(String[] vars, double[] values){ return m ; }
    public Polynom derive(String var){ return new Konstanta(0); }  // derivácia
    public String toString() { return String.valueOf(m);  } // textová reprezent.
}
public class Premenna       extends Polynom { ... }
public class Sucet          extends Polynom { ... }
public class Sucin          extends Polynom { ... }
```

Singleton návrhový vzor
(rekapitulácia)

```
public class Singleton {
    // tento konštruktor sa nedá zavolať zvonku, lebo je private. Načo teda je ?
    private Singleton() { }                    // navyše nič moc nerobí...
    // môžeme ho zavolať v rámci triedy a vytvoríme tak jedinú inštanciu objektu
    private static Singleton instance = new Singleton();

    public static Singleton getInstance() {// vráť jedinú inštanciu
        return instance;
    }
    public String toString() { return "som jedinecny"; }
}
```

```
public static void main(String[] args) {
// v inej triede nejde zavolať Singleton object = new Singleton();
        Singleton object = Singleton.getInstance();
        System.out.println(object);
}
```

Null Pointer Pattern

(návrhový vzor ako príklad abstraktnej triedy)

```
public abstract class AbstractStudent {
     protected String name;
     public abstract boolean isNull();
     public abstract String getName();
}
```

```
public class RealStudent extends
      AbstractStudent {
public RealStudent(String name){
   this.name = name; }
@Override
public String getName() {
   return name; }
@Override
public boolean isNull() {
   return false; } }
```

```
public class NullStudent extends
   AbstractStudent {
@Override
public String getName() {
   return "no name"; }
@Override
public boolean isNull() {
   return true; } }
```

NullPointer Pattern
(použitie)

```
public static AbstractStudent newStudent(String name) {
                                        // vráti Realneho resp. Null študenta
                                        // nikdy nevráti Abstraktného ...
    if (name != null && name.length() > 0)  // napr. podľa mena...
      return new RealStudent(name);
    else
      return new NullStudent();
  }                          // vráti Abstraktný je vlastne zjednotením Realnych a Null štud.
AbstractStudent[] group = {          // pole Realnych resp. Null študentov
   newStudent("Peter"),
   newStudent(""),
   newStudent("Pavel"),
   newStudent(null) };
for (AbstractStudent as : group)
   System.out.println(as.getName());
```

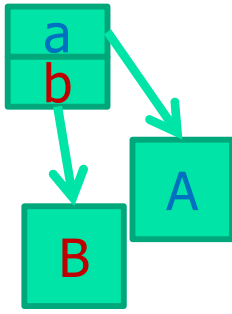
```
Peter
no name
Pavel
no name
```

Kompozícia objektov

(agregácia objektov)

spojenie viacerých objektov do jedného, ktorý poskytuje funkcionalitu všetkých spojených objektov

```
class A {                       // trieda A so svojimi metódami, default.konštruktor
    public void doA() { … } … }
class B {                       // trieda B so svojimi metódami, default.konštruktor
    public void doB() { … }  … }
class C {                       // trieda C spája triedy A + B
    A a = new A();              // vložená referencia (!) na objekt a typu A
    B b = new B();              // vložená referencia (!) na objekt b typu B
}
C c = new C();                  // vytvorený objekt obsahujúci a:A aj b:B
c.a.doA();                      // interné hodnoty a:A, b:B by mali byť skryté v C
c.b.doB();                      // white-box
```



Kompozícia v Jave je vždy cez referenciu,
v C++ je prostredníctvom hodnoty alebo referencie.

Kompozícia objektov

(druhý pokus, krajšie)

```
class A {                          // trieda A so svojimi metódami, default.konštruktor
    public void doA() { … } … }
class B {                          // trieda B so svojimi metódami, default.konštruktor
    public void doB() { … }  … }
class C {                          // trieda C spája triedy A + B
  private A a = new A();           // vložená referencia (!) na objekt a typu A
  private B b = new B();           // vložená referencia (!) na objekt b typu B
  public void doA() { a.doA(); }  // delegovanie z triedy A do C
  public void doB() { b.doB(); }  // delegovanie z triedy B do C
}
C c = new C();                     // vytvorený objekt obsahujúci a:A aj b:B
c.doA();                           // interné hodnoty a:A, b:B sú skryté v C
c.doB();                           // black-box
```

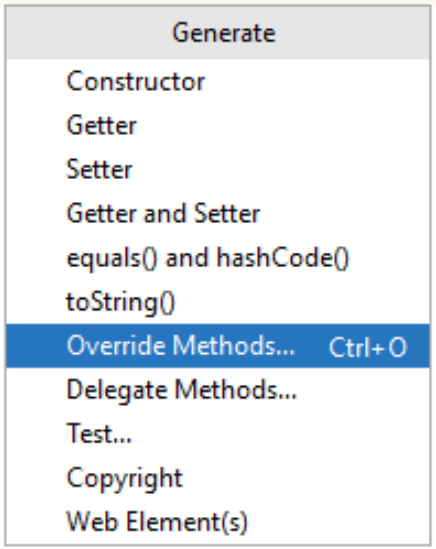
Ak je ich veľa, trochu otravné

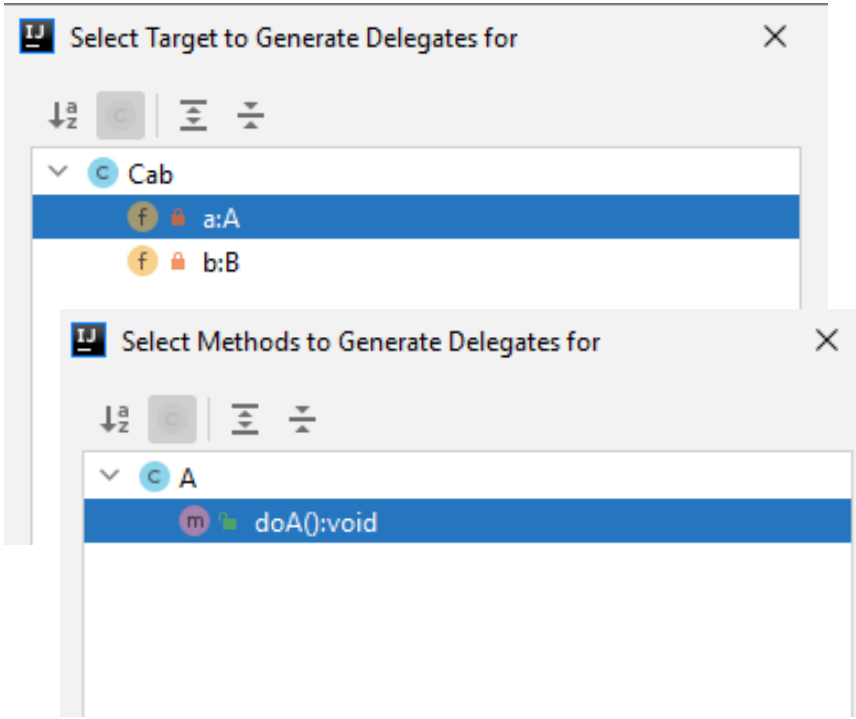
Cc.java , Ccc.java

IntelliJ vám pomôže
(Alt-Insert)

```
class Cab { // trieda C spája
    private A a = new A(); //
    private B b = new B(); //
```

```
public void doA() {
        a.doA();
}

public void doB() {
        b.doB();
}
```





Dedenie vs. Kompozícia

(všetko poznáme, aj tak nás to zaskočí)


```
public class Nadtrieda {
    String[] pole = new String[100];
    int counter = 0;
    public void add(String s) { //pridaj 1
        pole[counter++] = s;
    }
    public void addAll(String[] p) {
        for(String s:p) // pridaj všetky
            add(s);
    }
}
```

?

```
publicclass Podtrieda extends Nadtrieda
    private int addCount = 0;
    @Override
    public void add(String s) { //pridaj 1
        addCount++;
        super.add(s);
    }
    @Override
    public void addAll(String[] c) {// pridaj
        addCount += c.length;      // všetky
        super.addAll(c);
    }
    public int getAddCount() {
        return addCount; }
```

```
public static void main(String[] args) {
    Podtrieda s = new Podtrieda();
    s.addAll(new String[]{"Peter", "Pavol"});
    System.out.println(s.getAddCount());
```

// čo je výsledok ??? 2 alebo 4 ? Podtried.java

To isté s kompozíciou

```
public class Kompozicia {                          // „Podtrieda“ z predošlého slajdu
    private Nadtrieda n = new Nadtrieda(); // vložená nadtrieda
    private int addCount = 0;
    //  nie je @Override
    public void add(String s) { //pridaj 1
            addCount++;
            n.add(s);
    }
    //  nie je @Override
    public void addAll(String[] c) {
            addCount += c.length;
            n.addAll(c);
    }
    public int getAddCount() {
            return addCount; }
```

```
public static void main(String[] args) {
    Kompozicia s = new Kompozicia();
    s.addAll(new String[]{"Peter", "Pavol"});
    System.out.println(s.getAddCount());
}
// čo je výsledok ???    2 alebo 4 ???
```

Kompozicia.java

Dedenie vs. Kompozícia

- pri dedení je nadtrieda *zovšeobecnením*, obsahuje len spoločné metódy a atribúty všetkých podtried
- podtrieda je *konkretizáciou* s rozšírením o nové metódy, triedy a o novú funkcionalitu všeobecných metód

\+ nadtrieda sa ľahko modifikuje, dopĺňa, ...

\- z podtriedy často vidíme detaily nadtriedy, a môžeme ich modifikovať, prepísať

Riešenie: poznaj a používaj

`final` – metóda nemôže byť prepísaná v podtriede

`private` – metóda/atribút nie je vidieť v podtriede

- prístup ku skomponovaným objektom je len cez interface (alias delegované metódy) nadtriedy,

  ...teda, ak komponované objekty neurobíte public ☺ ale private

\+ interné metódy/atribúty skomponovaných podtried sú dobre ukryté

\- je náročnejšie definovať interface pre skomponované objekty, ako pri dedení (to je zadarmo)

Dedenie vs. Kompozícia

```
public class QueueUsingInheritance<E>
      extends ArrayList<E> {

   public void enqueue(E e) {}
   public E dequeue() { return null; }
```

- front nie je podtyp zoznamu, preto nemá prečo byť od neho podedený
- podtyp, podtrieda je niečo užšie, špecializovanejšie, viac metódami
- podedený front disponuje metódami zoznamu, get, remove, čo by nemal

```
class Zloduch1<E> extends
QueueUsingInheritance<E> {

   public static void main(String[] args) {
      QueueUsingInheritance queue =
         new QueueUsingInheritance<String>();
      queue.enqueue("Jano");
      queue.remove(17);
```

```
public class QueueUsingComposition<E> {
   private List<E> q = new ArrayList<>();

   public void enqueue(E e) {}
   public E dequeue() { return null; }
```

Ak to urobíte takto, moc ste si nepomohli

```
public class QueueUsingCompositionZLE<E> {
   public List<E> q = new ArrayList<>();
   protected List<E> q = new ArrayList<>();
             List<E> q = new ArrayList<>();
   public void enqueue(E e) {}
   public E dequeue() { return null; }
```

```
class Zloduch2<E> extends
QueueUsingCompositionZLE<E> {

   public static void main(String[] args) {
      QueueUsingCompositionZLE queue =
         new QueueUsingCompositionZLE<String>();
      queue.enqueue("Jano");
      queue.q.remove(17);
```

Immutable object

(nemeniteľná trieda – v prednáške .py)

- objekt, ktorého hodnotu (stav) nemôžeme zmeniť

```
public class Mutable {              // tento asi nebude immutable :-)
    private int x;
    public Mutable(int x) { this.x = x; }          // konštruktor
    public int getX() { return x; }                // getter
    public void setX(int x) { this.x = x; }        // setter
    @Override
    public String toString() { return "Mutable [x=" + x + "]";}
}
Mutable obj1 = new Mutable(77);
Mutable obj2 = obj1; // reference sharing, najväčšia katastrofa po NPE
System.out.println(obj1);                          Mutable [x=77]
System.out.println(obj2);                          Mutable [x=77]
obj1.setX(999);
System.out.println(obj1);                          Mutable [x=999]
System.out.println(obj2);                          Mutable [x=999]
```

Mutable.java

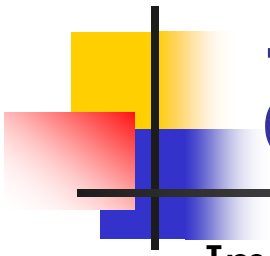
Immutable object
(druhý pokus)

- objekt, ktorého hodnotu (stav) nemôžeme zmeniť

```
final class Immutable {// trieda je final, nemožno vytvoriť jej podtriedu
    private final int x;// stavovú premennú nemožno zmeniť, dostane
    public Immutable(int x) { this.x = x; }     // hodnotu v konštruktore
    public int getX() { return x; }       // má len getter, nie setter
    @Override
    public String toString() { return "Immutable [x=" + x + "]"; }
}
Immutable obj1 = new Immutable(77);
Immutable obj2 = obj1;
System.out.println(obj1);
System.out.println(obj2);
obj1 = new Immutable(999);  // inak sa obj1 nedá zmeniť
System.out.println(obj1);
System.out.println(obj2);
```

```
Immutable [x=77]
Immutable [x=77]
Immutable [x=999]
Immutable [x=77]
```

Mutable.java



Immutable object
(zhrnutie)

Immutable object:

- je z `final` triedy, aby nebolo možné zmeniť stav z objektu podedenej triedy
- triedne premenné sú `final`, ergo konštanty, získajú hodnotu v konštruktore
- logicky neponúka settery…

Používanie Immutable objects má svoje:

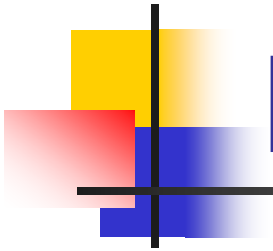
- výhody
  - patrí to medzi „best practices“
  - pri konkurentných výpočtoch (vláknach/threads) potrebujeme synchronizované dátové štruktúry, inak thread-safe, žiadne vlákno nemôže hodnotu zmeniť len skopírovať-a-zmeniť
- aj nevýhody
  - alokovanie/upratovanie pamäte je relatívne najdrahšia operácia VM

Vždy zvážte podľa konkrétnej aplikácie:

- nepatrné spomalenie v run-time vám môže ušetriť hodiny v debug-time...

Príklad: String, ...

Dedenie je jedna z foriem polymorfizmu



Polymorfizmus je keď hodnota premennej môže patriť viacerým typom

- **univerzálny**

  funkcia narába s (potenciálne) nekonečným počtom súvisiacich typov

  - inkluzívny, dedenie, class-inheritance (dnes)
    - **objekt podtriedy sa môže vyskytnúť tam, kde sa čaká objekt nadtriedy**
  - parametrický (na budúce)
    - generics: public class ArrayStack<E> implements Stack<E>

- **ad-hoc**

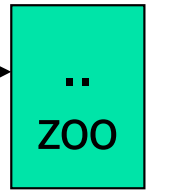
  funkcia narába s konečným počtom (zväčša nesúvisiacich) typov

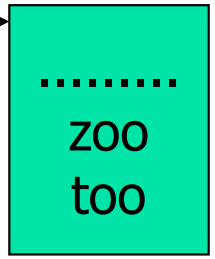
  - preťažovanie (overloading) (už bolo dosť...)
    - void foo(int x), void foo(float x)
  - pretypovávanie (cast)

Inkluzívny polymorfizmus

Mantra:**objekt podtriedy môže byť tam, kde sa čaká objekt nadtriedy**

```
public class Superclass {
        public void zoo() { }
}
public class Subclass extends Superclass {
        public void too() { }
}
public static void foo(Superclass x) { }
public static void goo(Subclass x) { }

public static Superclass choo() { return new Superclass(); }
public static Subclass hoo() { return new Subclass(); }
```





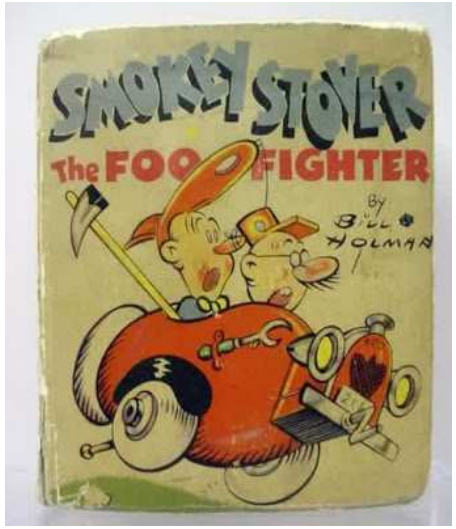

```
foo(new Subclass());
goo(new Superclass());   ☹
Superclass supcl = hoo();
Subclass subcl =choo();   ☹
```

```
hoo().too();
hoo().zoo();
choo().too();   ☹
choo().zoo();
```

superclass.java, subclass.java, test.java

foo: /foo/ Term of disgust.

- Used very generally as a sample name for absolutely anything, esp. programs and files (esp. scratch files).
- When ‘foo’ is used in connection with ‘bar’ it has generally traced to the WWII-era Army slang acronym *FUBAR* (‘Fucked Up Beyond All Repair’ or ‘Fucked Up Beyond All Recognition’), later modified to *foobar*.
- "Foo" and "bar" as metasyntactic variables were popularized by MIT and DEC, the first references are in work on LISP and PDP-1 and Project MAC from 1964 onwards.



Interface

- je súbor metód, ktoré objekt danej triedy pozná, ... musí !
- ak trieda implementuje interface, t.j. každá jej inštancia pozná všetky metódy z inteface

Príklad: java.lang.Comparable

```
public interface Comparable<T> { // kto che byť Comparable
    int compareTo(T o);              // musí poznať compareTo
}
public class Student implements Comparable<Student> {
private String name;          // chýbajú gettery a settery
private int age;
public int compareTo(Student o) {
   if (this.age > ((Student) o).getAge()) return 1;
    else if (this.age < ((Student) o).getAge()) return -1;
    else return 0;
} }
```

Student.java

Interface ako typ

Iný príklad: implementujte haldu pomocou poľa, aby spĺňala:

```
interface HeapStringInterface {   // reprezentujte Max-heap
   public String first();         // vráti najväčší
   public String remove();        // odstráni najväčší
   public void insert(String str);// pridá prvok
}
```

- interface na rozdiel od triedy nemá inštancie, nejde urobiť new Comparable
- interface zodpovedá tomu, čo poznáme pod pojmom T Y P

```
interface Car {
   int speed = 50;// in km/h
   public void distance();
}
```

```
interface Bus {
   int distance = 100;// in km
   int speed = 40;// in km/h
   public void speed();
}
```

- interface teda môže obsahovať premenné, ale sú automaticky static a final, aj keď ich tak nedeklarujeme... ☹ škoda, čistejšie by bolo, keby to kompilátor vyžadoval, teda `final static int speed = 50;`

Car.java, Bus.java

Viacnásobný interface

(náhrada za chýbajúce viacnásobné dedenie)

- trieda preto môže implementovať (spĺňať) viacero rôznych interface

```
class Vehicle implements Car, Bus {
    public void distance() {// ale musí implementovať všetky
        System.out.println("distance is " + distance);
    }
    public void speed() {  // predpísané metódy zo všetkých
        System.out.println("car speed is " + Car.speed);
        System.out.println("bus speed is " + Bus.speed);
    }
Car c1 = this; // this je Vehicle, takže bude aj Car,
Bus b1 = this; //                              aj Bus
Bus b2 = c1;   ????
Vehicle v = new Vehicle();
System.out.println(v.speed);                ????
System.out.println(((Car)v).speed);
System.out.println(v.distance);
```

Vehicle.java

Abstract vs. Interface

(rekapitulácia – tentokrát už v Jave)

aký je rozdiel medzi abstraktnou triedou a interface:

- abstract class XXX { … foo(…) ; } a interface XXX {… foo(…) ; }

1. trieda **dedí** od abstraktnej triedy, pričom trieda **implementuje** interface
2. rovnako **nejde urobiť new** od abstraktnej triedy ani od interface
3. abstraktná trieda môže predpísať defaultné správanie v neabstraktných metódach
4. abstraktná trieda vás donúti v podtriedach dodefinovať správanie abstraktných metód
5. trieda môže zároveň **implementovať viac interface**, ale nemôže dediť od viacerých

abstraktná trieda	**interface**
môže mať abstraktné aj neabstraktné metódy	len abstraktné public, takže **public abstract** ani nepíšeme
dve abstraktné triedy nemôžeme podediť do jednej	**interface** podporuje viacnásobné dedenie
môže mať final/non-final, static/non-static premenné	len static a final, takže k nim **static final** ani nepíšeme
môže mať statické metódy (napr. main), aj konštruktor	~~… nič z toho~~
abstraktná trieda môže implementovať interface	Interface nie je implementáciou abstraktnej triedy

Interface a dedenie

- podtrieda dedí z nadtriedy metódy a atribúty (dedenie = class inheritance)
- interface sa tiež môže dediť (z typu dostaneme jeho podtyp)
- hodnota podtypu je použiteľná všade tam, kde sa čaká nadtyp

ALE:

trieda implementujúca podtyp nie je podtriedou triedy implementujúcej nadtyp

- interface má len final a static premenné

```
interface NadInterface { // nadtyp

interface PodInterface extends NadInterface {// podtyp

 // trieda implementujúca nadtyp
 class NadInterfaceExample implements NadInterface

 // trieda implementujúca podtyp
 class PodInterfaceExample implements PodInterface
```

NadInterface.java, PodInterface.java

Interface vs. class inheritance

```
public interface NadInterface {
  public void add(String s);
  int aa = 9;
```

```
public interface PodInterface
        extends NadInterface {
  public void addAll(String[] p);
  int bb = 10;
```

```
public class NadInterfaceExample
  implements NadInterface {
  public void add(String s) { }
  public int a;
```

```
public class PodInterfaceExample
  implements PodInterface {
  public void add(String s) { }
  public void addAll(String[] p) {}
  public int b;
```

NadInterfaceExample a PodInterfaceExample nie sú podtriedy

```
NadInterfaceExample nie1 = nie;   ☺
NadInterfaceExample nie2 = pie;   ☹
PodInterfaceExample pie1 = nie;   ☹
PodInterfaceExample pie2 = pie;   ☺
```

NadInterfaceExample.java, PodInterfaceExample.java

Interface vs. class inheritance

```
NadInterfaceExample nie = new NadInterfaceExample();
PodInterfaceExample pie = new PodInterfaceExample();

pie.addAll(null);  ☺
nie.addAll(null);  ☹
```

NadInterfaceExample a PodInterfaceExample nie sú podtriedy

```
NadInterfaceExample nie1 = nie;   ☺
NadInterfaceExample nie2 = pie;   ☹
PodInterfaceExample pie1 = nie;   ☹
PodInterfaceExample pie2 = pie;   ☺

System.out.print(pie.b);   ☺
System.out.print(pie.a);   ☹
System.out.print(pie.bb);  ☺
System.out.print(pie.aa);  ☺
```

```
public interface NadInterface {
  public void add(String s);
  int aa = 9;
```

```
public interface PodInterface
        extends NadInterface {
  public void addAll(String[] p);
  int bb = 10;
```

```
public class NadInterfaceExample
  implements NadInterface {
  public void add(String s) { }
  public int a;
```

```
public class PodInterfaceExample
  implements PodInterface {
  public void add(String s) { }
  public void addAll(String[] p) {}
  public int b;
```

InterfaceExample.java

Interface vs. class inheritance

```
NadInterface ni = new NadInterfaceExample(); // nie
PodInterface pi = new PodInterfaceExample(); // pie
```

NadInterface je nadtyp PodInterface

```
NadInterface nie1 = ni;  ☺
NadInterface nie2 = pi;  ☺
PodInterface pie1 = ni;  ☹
PodInterface pie2 = pi;  ☺
```

Uffff.....

```
public interface NadInterface {
  public void add(String s);
  int aa = 9;
```

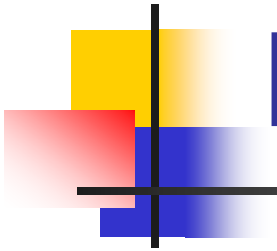
```
public interface PodInterface
        extends NadInterface {
  public void addAll(String[] p);
  int bb = 10;
```

```
public class NadInterfaceExample
  implements NadInterface {
  public void add(String s) { }
  public int a;
```

```
public class PodInterfaceExample
  implements PodInterface {
  public void add(String s) { }
  public void addAll(String[] p) {}
  public int b;
```

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

InterfaceExample.java



Package

z vašej C++ prednášky viete, že:
„Čím viac sa program rozrastá, tým viac pribúda globálnych premenných. Je rozumné ich deliť do akýchsi rodín, spájať logicky zviazané premenné jedným priezviskom – **namespace**"

Package je adekvátny koncept v Jave.
Definícia:

```
package balicek;      // subor Trieda.java patrí
  public class Trieda {       // do balíka balicek
    int sirka;
    int dlzka;
  }
```

Použitie balíčka:

```
import balicek.Trieda; // použi Trieda z balicek
alebo
import balicek.*;    // ber všetky triedy z balicek
... // a potom v programe ...
... Trieda o = new Trieda();
... o.dlzka = o.dlzka;
```

Nepoužitie balíčka:

```
balicek.Trieda o = new balicek.Trieda();
```

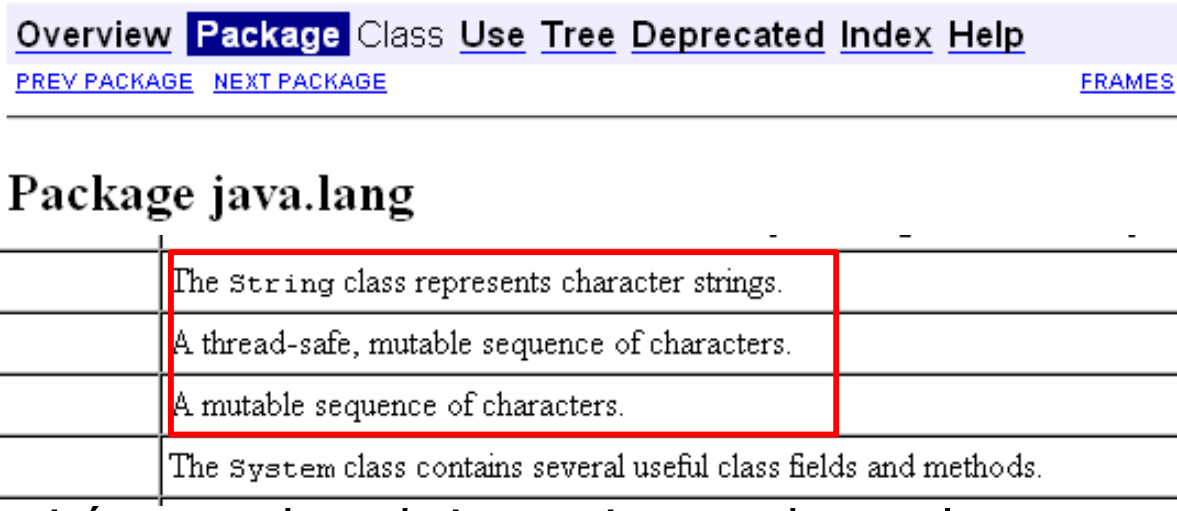
definícia:

```
namespace rozmery {
  int sirka;
  int dlzka;
}
```

použitie:

```
rozmery::sirka alebo
using namespace rozmery;
```

Balíčkovanie



- v prostredí Eclipse existujú tri úrovne abstrakcie: project-package-class,
- project nemá podporu v jazyku Java,
- **package** je zoskupenie *súvisiacich typov:* napr. tried, interface, ...

Príklady už používaných balíčkov sme videli:

balík java.lang obsahuje o.i. triedy java.lang.Math, java.lang.System, ...

- použitie deklarujeme pomocou konštrukcie import:
  - použitie jednej triedy z balíčka **import** java.lang.Math;
  - všetkých tried z balíčka **import** java.lang.*;
  - statické metódy/konštanty z triedy z balíčka **import static** java.lang.Math;

Prečo balíčkovať:

- aby súvisiace veci boli pokope (v adresári),
- aby v adresári bolo len rozumne veľa .java, .class súborov,
- aby sme si nemuseli vymýšľať stále nové unikátne mená tried,
- aby Java chránila prístupu dovnútra balíčka (uvidíme),
- príprava pre vytvorenie archívneho .jar súboru

http://java.sun.com/docs/codeconv/html/CodeConvTOC.doc.html

Konvencie (nielen balíčkovania)

Triedy, napr.: *class Raster; class ImageSprite*; package C

- meno triedy je podstatné meno, každé podslovo začína veľkým písmenom (mixed case), celé meno začína veľkým písmenom.

Balík, napr.: package java.lang;

- malým písmenom.

Metódy, napr.: *run(); runFast(); getBackground();*

- mená metód sú slovesá, začínajú malým písmenom.

Premenné, napr. *int i; char c; float myWidth*;

- začínajú malým písmenom, mixed case, nezačínajú _ resp. $ Jednopísmenkové mená sú na dočasné premenné.

Konštanty, napr. *static final int MIN_WIDTH = 4; static final int MAX_WIDTH = 999; static final int GET_THE_CPU = 1*;

- Veľkými, slová oddelené ("_").

Vytvorenie balíčka

- pre pomenovanie balíčka sa používa inverzná doménová konvencia:
  - **package** sk.fmpi.prog4.java_04;
- triedy balíčka sú potom organizované v jednom adresári:
  - <workspace>\sk\fmpi\prog4\java_04\...
  - <workspace>/sk/fmpi/prog4/java_04/...
- štandardné balíčky JavaSE začínajú s java. a javax.
- balíčky môžu mať podbalíčky, napríklad:
  - **package** sk.fmpi.prog4.java_04.One;
  - **package** sk.fmpi.prog4.java_04.Two;
- import sk.fmpi.prog4.java_04.*; sprístupní triedy balíčka, ale nie podbalíčkov – import nie je rekurzívny

```
package sk.fmpi.prog4.java_04;
import sk.fmpi.prog4.java_04.*;
public class Test {
  public static void main(String[] args) {
    Alpha nad = new Alpha();       // chyba
```

Súbor: Test.java

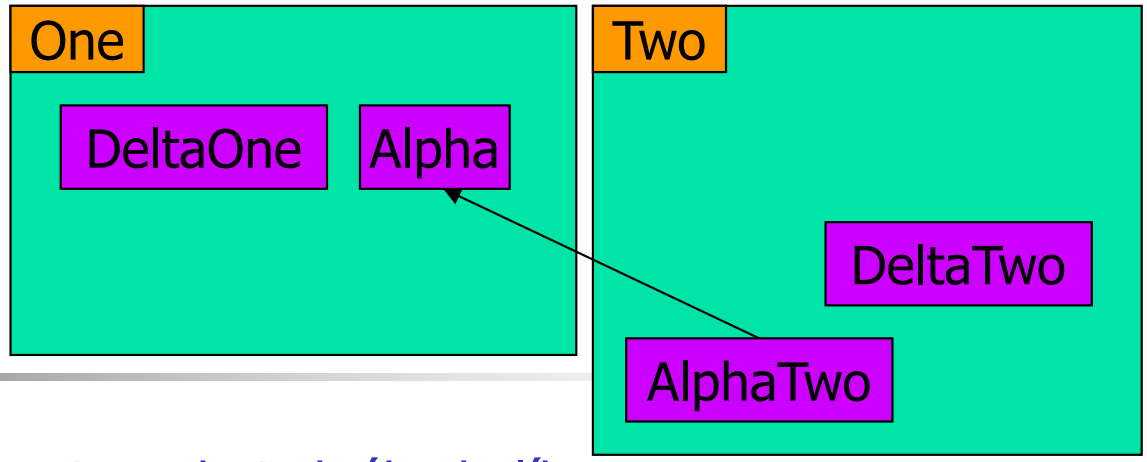
Viditeľnosť metód/premenných

	Trieda	Package	Podtrieda	Inde
private	+	-	-	-
nič	+	+	-	-
protected	+	+	+	-
public	+	+	+	+

Príklady:

```
public final int MAX = 100;          // deklarácia viditelnej konštanty
protected double real, imag;         // lokálne premenné
void foo() { }                       // metódu vidno len v balíčku
private int goo() { }                // najreštriktívnejšie-fciu je len v triede
```

Prístup na úrovni triedy




```
package One;      // definuje triedy patriace do jedného balíka

public class Alpha {
    private         int iamprivate = 1;
                    int iampackage = 2;
    protected       int iamprotected = 3;
    public          int iampublic = 4;

   private void privateMethod() {}
              void packageMethod() {}
   protected void protectedMethod() {}
   public     void publicMethod() {}
```

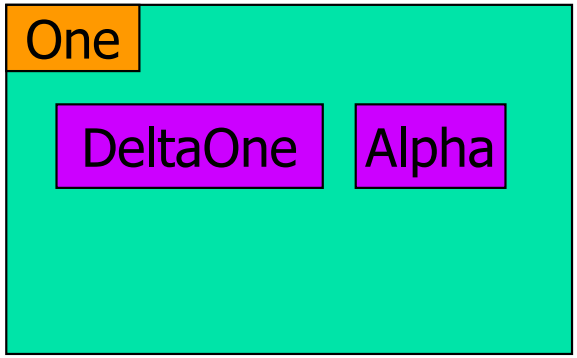
```
   public static void main(String[] args) {
        Alpha a = new Alpha();
       // v rámci triedy vidno všetko
        a.privateMethod();
        a.packageMethod();
        a.protectedMethod();
        a.publicMethod();

            a.iamprivate
            a.iampackage
            a.iamprotected
            a.iampublic
    }
}
```

Public method can be accessed from any other class.

https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/accesscontrol.html

Súbor: Alpha.java

Prístup na úrovni package



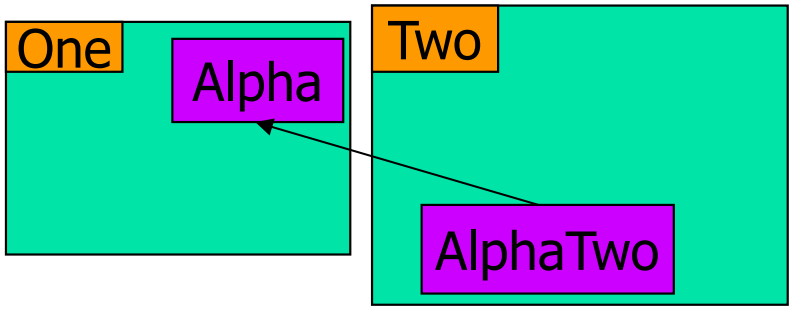

```
package One;      // ďalšia trieda z balíka One

public class DeltaOne {

    public static void main (String[] args) {
        Alpha a = new Alpha();

        //a.privateMethod();  // nevidno, lebo je private v triede Alpha
        a.packageMethod();
        a.protectedMethod();
        a.publicMethod();


            //  a.iamprivate    // nevidno, lebo je private v triede Alpha
            a.iampackage
            a.iamprotected
            a.iampublic
    }
}
```

Package method can be accessed from any other class in the same package.

https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/accesscontrol.html

Súbor: DeltaOne.java

Prístup z podtriedy



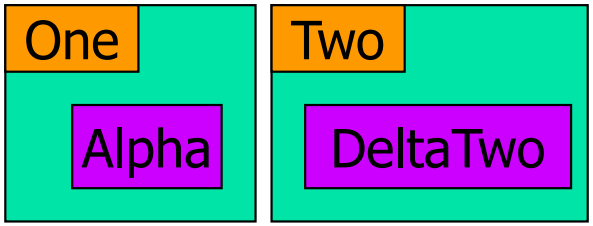

```
package Two;                    // iný balíček
import One.*;                   // import.všetky triedy z One( Alpha a DeltaOne)

public class AlphaTwo extends Alpha { // podtrieda triedy Alpha
    public static void main(String[] args) {
        Alpha a = new Alpha();                  // Alpha nie je podtrieda
        //a.privateMethod();     // nevidno, lebo je private v triede Alpha
        //a.packageMethod();     // nevidno, lebo sme v package Two
        //a.protectedMethod(); // nevidno, aj keď sme v podtriede AlphaTwo,
                               // lebo a:Alpha nie je podtrieda AlphaTwo
        a.publicMethod();
        // a.iamprivate +
        //  a.iampackage +
        //  a.iamprotected + // to isté
        a.iampublic;
                               // protected v AlphaTwo možno aplikovať len na
        AlphaTwo a2 = new AlphaTwo();   // AlphaTwo, alebo jej podtriedu
        a2.protectedMethod();
        r = a2.iamprotected;
    }
```

Protected method declared in a superclass can be accessed only by the subclasses in other package or any class within the package of the protected members' class

https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/accesscontrol.html

Súbor: AlphaTwo.java

Prístup z okolitého sveta




```
package Two;                    // iný balíček
import One.Alpha;               // importuj len triedu Alpha z balíčka One

public class DeltaTwo {                 // nemá nič s Alpha, AlphaTwo
    public static void main(String[] args) {

        Alpha a = new Alpha();

       //a.privateMethod();
       //a.packageMethod();
       //a.protectedMethod();
        a.publicMethod();

     int r =//   a.iamprivate +
            //   a.iampackage +
            //   a.iamprotected +
            a.iampublic;
    }
}
```

public – použiteľná pre každého
private – použiteľná len vo vnútri def.triedy
protected – len vo vnútri triedy a v zdedených triedach

https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/accesscontrol.html

Súbor: DeltaTwo.java

python™

```
>>> Whoops = _ #Magic Happens
```

Ako to bolo v Python

Enkapsulácia je základný princíp OOP (Rosumie tomu každý, až na G.Rossuma)

- všetko je public by default (katastrofa)

- protected – začínaju jedným _ / ale to je len konvencia

prefix _ znamená, že nepoužívaj ma mimo podtriedy (doporučenie…)

- private – začínajú dvomi __ / to nie je konvencia

```
class Bod:
    _totoJeProtectedVariable = ...
    __totoJePrivateVariable = ...
bod = Bod()
bod._totoJeProtectedVariable
bod.__totoJePrivateVariable
bod._Bod__totoJePrivateVariable
```

niekto mi to zakáže ??? ☹

niekto mi to zakáže ??? ☺

niekto mi to zakáže ???

Nevnorené triedy

- v definícii triedy sa može nachádzať definícia inej triedy, ak ...
- ale to znamená, že súbor sa nemôže volať ako *Trieda*.java - lebo sú dve☺
- aj preto toto nemôžeme urobiť:

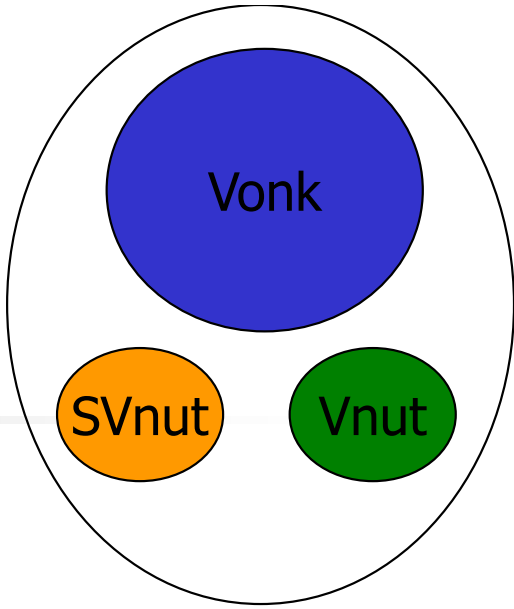
```
public class DveNevnoreneTriedy {
}
public class Druha {  // Druha musí byť definovaná vo vlastnom súbore
}
```

- ale ak nie sú public (ale private, protected, nič, final, abstract), tak to je správne:

```
class Tretia {
}
abstract class Stvrta {
}
final class Piata {
}
```

Súbor: DveNevnoreneTriedy.java

Vnorené triedy



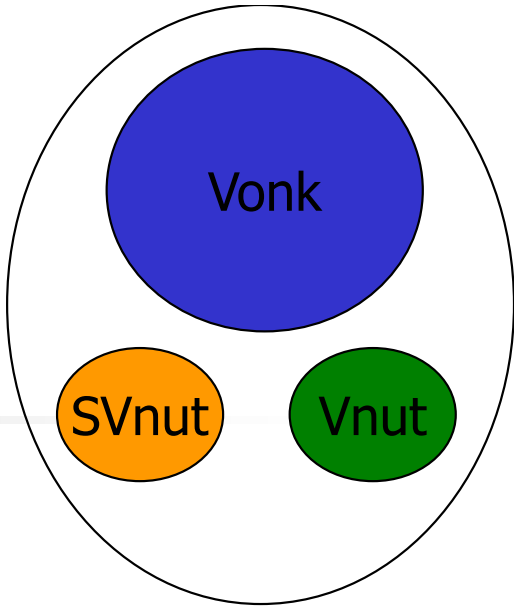

```
public class Vonkajsia {
    public int a = 1;
    public static int stat = 2;

    public class Vnutorna {          // vnorená trieda môže byť public
        public int b = a;            // protected, private aj nič
    }
    public static class StatickaVnutorna {   // aj statická
        public int c =  stat+a+b;             // chyba: nevidno ani a, ani b
    }
}
```

Do každej triedy dáme jej implicitný konštruktor:

```
    public ...() {
            System.out.println("Vytvaram: "+getClass().getName());
    }
```

Súbor: Vonkajsia.java

Vnorené triedy



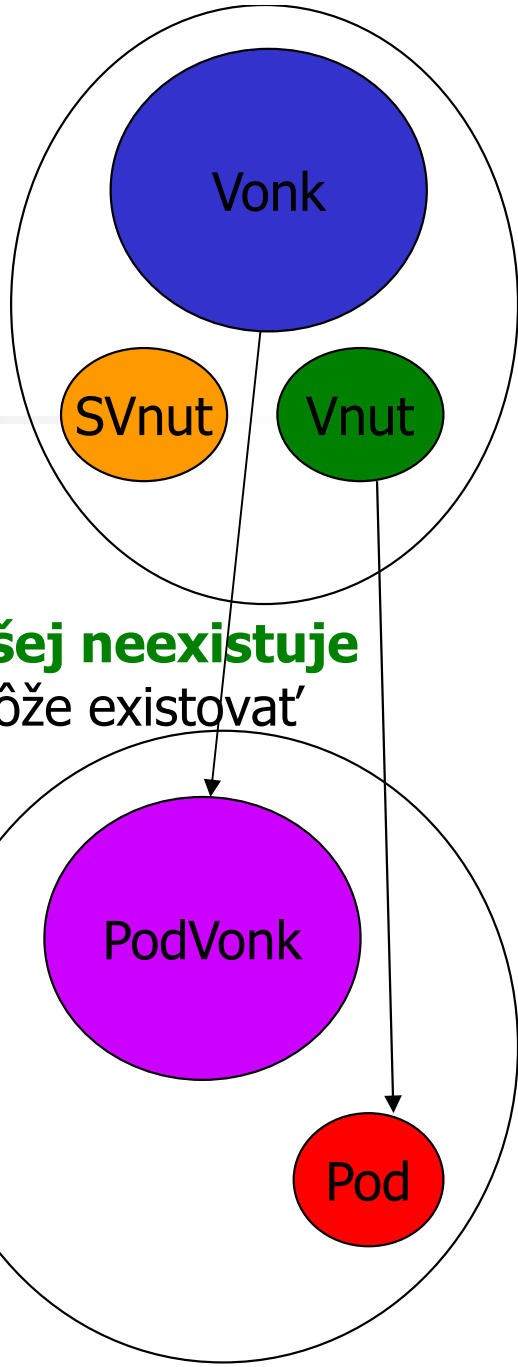

```
public class Vonkajsia {
    public class Vnutorna { }
    public static class StatickaVnutorna { }
}
```

Princíp vnútornej triedy: Vnútorná trieda bez vonkajšej neexistuje

```
Vonkajsia vonk = new Vonkajsia();
                                        Vytvaram: Vonkajsia
// Vnutorna vnut1 = new Vnutorna(); -- chyba:  nepozná Vnutornu triedu
// Vonkajsia.Vnutorna vnut2 = new Vonkajsia.Vnutorna();
                                -- chyba: Vnutorna bez Vonkajsej neexistuje

Vonkajsia.Vnutorna vnut3 = vonk.new Vnutorna();
                                        Vytvaram: Vonkajsia$Vnutorna
Vonkajsia.Vnutorna vnut4 = new Vonkajsia().new Vnutorna();
                                        Vytvaram: Vonkajsia
                                        Vytvaram: Vonkajsia$Vnutorna
```

Súbor: MimoVonkajsej.java

Dedenie s vnorenými




```
public class PodVnutornou extends Vonkajsia.Vnutorna {
}
```

Princíp vnútornej triedy: Vnútorná trieda bez vonkajšej neexistuje

Preto PodVnutornou ako trieda, ktorá nemá Vonkajsiu, nemôže existovať

Ale toto môžeme:

```
public class PodVonkajsou extends Vonkajsia {

    public class PodVnutornou extends Vnutorna {
    }

    PodVonkajsou vonk = new PodVonkajsou();
    PodVnutornou vnut = vonk.new PodVnutornou();
}
```

Súbor: PodVnutornou.java

Súbor: PodVonkajsou.java

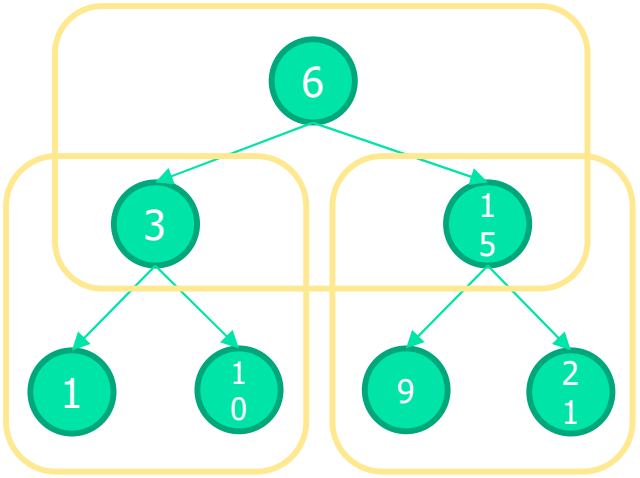
BST

z dielne majstrov :)

```
abstract class Tree {
   abstract boolean isBST();
   ...
class Node extends Tree {
  @Override
   boolean isBST() {
      if (left == null && right == null) return true;
      if (left != null) {
         if (data <= left.root()) return false;
         if (!left.isBST()) return false;
      }
      if (right != null) {
         if (data >= right.root()) return false;
         if (!right.isBST()) return false;
      }
      return true;
} }

class Leaf extends Tree {
  @Override
   boolean isBST() {
      return true;
} }
```

```
Tree c3 = new Node(new Leaf(1), 3, new Leaf(10));
Tree c4 = new Node(new Leaf(9), 15, new Leaf(21));
Tree c5 = new Node(c3, 6, c4);

@Override
boolean isBST() {
  return
    (left == null || left.root() < data     && left.isBST())
     &&
    (right == null || right.root() > data && right.isBST());
}
```

Zlé riešenie, a vieme napísať fungujúce lineárne riešenie ?



BST.java

BST v štýle J17

Sealed class/interface

Zapečatená (sealed) trieda/interface určuje, ktoré **jediné** podtriedy trieda môže mať, resp. ktoré triedy **jediné** implementujú zapečatený interface **(a žiadne iné) – idea zapečatenosti**

```
sealed interface Tree permits Node, Leaf {
  boolean isBST();
}

record Node(Tree left, int value, Tree right) implements Tree {
   @Override
   public boolean isBST() {  // bez zmeny
      return     (left == null || left.root() < value && left.isBST())
              && (right == null || right.root() > value && right.isBST());
      }
}

record Leaf(int value) implements Tree {
  @Override
   public boolean isBST() {
        return true;
}  }
```

BST1.java

BST v štýle J17

patterns

```
static int velkost1(Tree t) {
    return
        switch (t) {        // switch je príkaz !!!
            case Node n ->
                1 +
                ((n.left() == null) ? 0:velkost1(n.left())) +
                ((n.right() == null) ? 0:velkost1(n.right()));
            case Leaf l -> 1;

            // no default... lebo Tree je zapečatený

        };
    }
```

```
// pred Java 17
static int velkost2(Tree t) {
   if (t instanceof Node) {
      Node n = (Node) t;
      return
        1 +
        ((n.left() == null)?0:velkost1(n.left())) +
        ((n.right() == null)?0:velkost1(n.right()));
   } else if (t instanceof Leaf) {
      Leaf l = (Leaf)t;
      return 1;
   } else {
      return 999;
   }
}
```

BST1.java