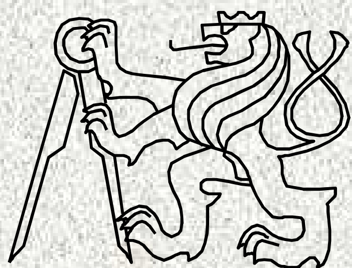
Kolekce



A0B36PR2-Programování 2

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické

Obsah přednášky

- Třída java.util.Arrays
- Kolekce
  - Rozhraní
  - Třídy
  - Algoritmy
- Genericita
- Třída java.util Collections
- Komparátory
- Iterátory
- Hešování, hashCode a equals

Kolekce resp. kontejnery

- Implemetační datové struktury dosud známé
  - **pole** – nevýhody: konečný počet prvků, přístup indexem, řazení není vlastností pole, implemetace datových typů nepružná
  - **seznamy** – nevýhody: jednoúčelové programy, zcela primitivní struktury

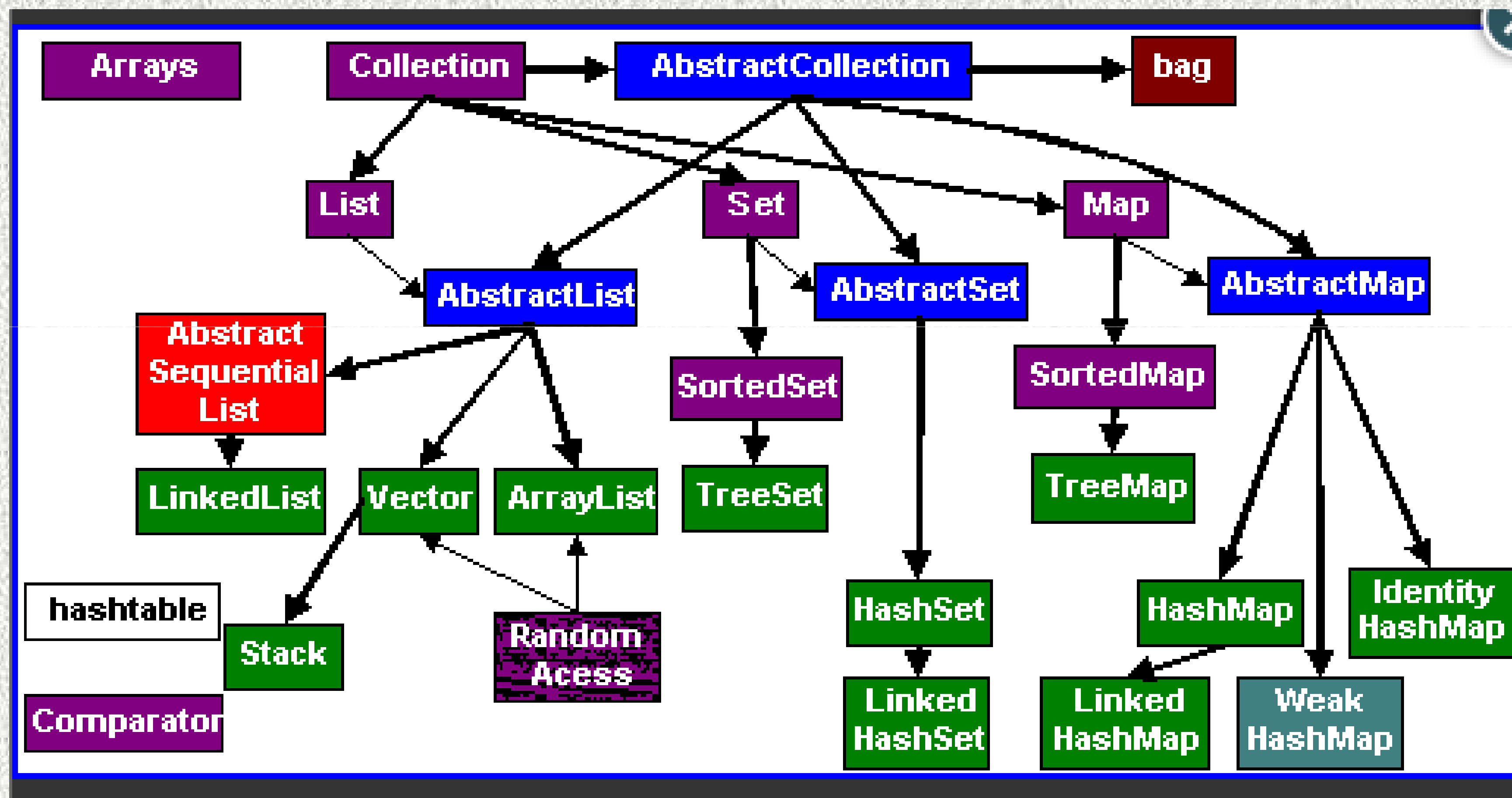
- ***Java Collection Framework*** – jednotné prostředí pro manipulaci se „skupinami" objektů (kolekcemi resp. kontejnery objektů)
  - Jedná se o implementační prostředí datových typů **polymorfního charakteru**
    - Typickými skupinami objektů jsou **abstraktní datové typy:** množiny, seznamy, fronty, tabulky, ..
    - Umožňuje ukládání objektů, jejich získávání a zpracování, dále vypočítat souhrnné údaje, apod.
  - Realizace je pomocí:
    - **Interface**
    - **Třídy** – implementací vlastních algoritmů

Kolekce (kontejnery)

- Výhody
  - Rychlost a kvalita programů, výkonné implementace, možnost přizpůsobení implementace
  - Jednotné API
    - Standardizace API pro další rozvoj
    - Genericita
  - Jednoduchost, rychlé učení, konzistentnost, „jednotný přístup“
  - Podpora rozvoje SW, jeho znovupoužitelnost
  - Odstínění od implementačních podrobností
- Široká Nevýhoda
  - Rozsáhlejší kód
  - nabídka možností

Kolekce

- Java Collection Framework – jednotné prostředí pro manipulaci se „skupinami“ objektů



„Zobecněná pole“ a kolekce

- Pole versus třída **`Arrays`** (poskytne poli služby)
  - Pole má neměnnou velikost a omezené služby
    - řešení třída **`Arrays`** **+** další služby

- Kolekce (rozhraní **`Collection, Map`**) - kontejnery pro ukládání a vyhledávání objektů
  - proměnná velikost
  - efektivnější práce než s poli, jednotný přístup
  - široký výběr možností služeb
  - efektivní implementace
  - vhodné pro implementaci ADT
  - implementované dodatečné funkce – vyhledávání, hashování

Třída `java.util.Arrays`

Tato třída poskytuje řadu statických metod usnadňujících práci s poli (nad polem).

Metody jsou zpravidla přetížené pro různé typy.

- `toString` – výpis pole, převod na řetězec
- `equals` – test ekvivalence, porovnání obsahu dvou polí
- `fill` – vyplnění všech položek danou konstantou
- `binarySearch` – hledání v seřazeném poli či jeho části
- `sort` – vzestupné řazení, případně dle zadaného komparátoru
- `asList` – pro převod do kolekce
- `copyOf, copyOfRange` – kopie pole dle zadané délky

Také pro vícerozměrná pole

- ***`deepEquals`*** *– porovnání hodnot dvou polí*
- ***`deepHashCode`*** *– porovnání kódů dvou polí, viz dále*
- ***`deepToString`*** *- výpis pole i vícedimezionálního*

Třída **java.util.Arrays**

fill, **binarySearch**, **sort**, **asList**,…

java.util.Arrays – přirozené řazení

```
public static void main(String[] args) {
   int[] pole = {3,57,23,-100,1,7,3};
   System.out.println(Arrays.toString(pole));
   System.out.println("Index prvku 57 je " +
       Arrays.binarySearch(pole,57));
   Arrays.sort(pole);
   System.out.println(Arrays.toString(pole));
   System.out.println("Index prvku 57 je " +
       Arrays.binarySearch(pole,57));   }
```

převede pole na formátovaný řetězec

vyhledávání binárním půlením

[3, 57, 23, -100, 1, 7, 3]
Index prvku 57 je -8 .... nenalezeno, - možný index
[-100, 1, 3, 3, 7, 23, 57]
Index prvku 57 je 6 .... tak je to správně

java.util.Arrays – příklad III

```
public class ArraysEqualsZakladniDatovePrvky {
 final static int POCET = 10;
 public static void main(String[] args) {
   int[] pole1 = new int[POCET];
   int[] pole2 = new int[POCET * 2];
   int[] pole3 = new int[POCET];
   for (int i = 0; i < pole1.length; i++) {
        pole1[i] = i;}
   System.arraycopy(pole1, 0, pole2, 0, pole1.length);
   System.arraycopy(pole1, 0, pole3, 0, pole1.length);
   System.out.println("Pole 1 a 2 se rovnaji: " +
                                        Arrays.equals(pole1, pole2));
   System.out.println("Pole 1 a 3 se rovnaji: " +
                                        Arrays.equals(pole1, pole3));
   System.out.println("Zmena prvku pole3");
   pole3[3] = 123;
   System.out.println("Pole 1 a 3 se rovnaji: " +
                                        Arrays.equals(pole1, pole3));
 }
}
```

```
Pole 1 a 2 se rovnaji: false
Pole 1 a 3 se rovnaji: true
Zmena prvku pole3
Pole 1 a 3 se rovnaji: false
```

java.util.Arrays – absolutní řazení

- Řazení podle vlastních kritérií – pro objekty.
- Používáme rozhraní **`Comparator`**:

autounboxing Integer->int

```
class PodleAbsHodnotyComparator impleme
                                        Comparator<Integer>{
  //genericita viz dále, seradi podle absolutnich hodnot
  public int compare(Integer o1, Integer o2) {
      return Math.abs(o1) - Math.abs
} }
public class TestPole2 {
  public static void main(String[] args) {
      Integer[] pole = {3,57,23,-100,1,7,-4,-8,-5,-24};
      System.out.println(Arrays.toString(pole));
      Arrays.sort(pole,new PodleAbsHodnotyComparator());
      System.out.println(Arrays.toString(pole));
} }
```

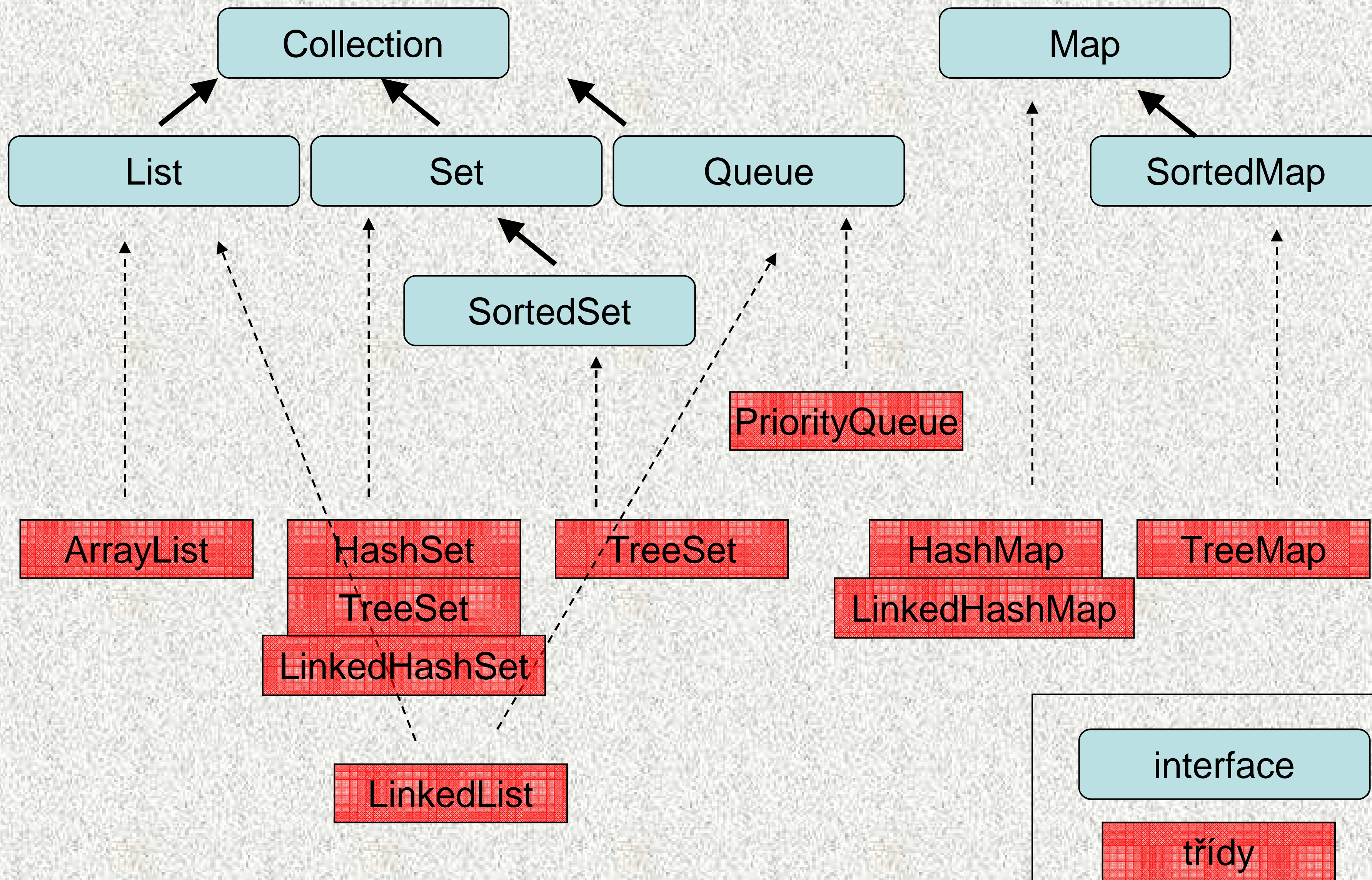
autoboxing int->Integer

[3, 57, 23, -100, 1, 7, -4, -8, -5, -24]
[1, 3, -4, -5, 7, -8, 23, -24, 57, -100]

Kolekce

- Objekty, které slouží k ukládání, načítání, zpracování a přenášení ne konečného prvků stejného typu (umožňuje zpracovat agregovaná (sdružená) data)
- Základní pojmy:
  - **Rozhraní** – definuje množinu abstraktních metod pro zpracování prvků kolekcí, rozhraní (interface) jsou v hierarchii
  - **Třídy**, které implementují (realizují) rozhraní kolekcí
  - **Algoritmy kolekcí** – polymorfní realizace metod tříd a to jak metod rozhraní, tak vlastní metody tříd
- *Výhody:*
  - *Ulehčení programování,*
    - *menší kód,*
    - *rychlejší algoritmy*
    - *„neomezený rozsah" počtu ukládaných objektů*
  - *Zvýšení čitelnosti programů, opakované použití SW*
  - *Lepší přenositelnost, kompatibilita*
  - *Možnost pozdějších úprav, změnou dat či dalšími API*

Kolekce, základní rozhraní a třídy



Genericita

- Původně (i teď) do kolekcí je možné vkládat instance třídy Object a při výběru přetypovávat zpět
  - Nevýhoda – špatná kontrola typu skutečného objektu
  - Chyby až za běhu
- Od JDK1.5 možnost typování kolekcí, tj. je možné určit instance, které třídy lze do kolekce ukládat
- Typ vkládaných objektů se uzavírá do `<>`, příklad

```
public class Clovek {
   …
}
ArrayList <Clovek> ar = new ArrayList <Clovek>();
boolean containsAll( Collection <?> c )
boolean addAll( Collection < ? extends E > c )
```

Zastupuje všechny možné objekty, přístupné rozhraním

Zastupuje všechny možné objekty, přístupné rozhraním a jejích potomky

Genericita, příklad

```
public class GenericitaBox <T> {
   private T t;
   public void pridat(T t){
      this.t=t;
   }
   public T zjistit(){
      return t;
   }

   public static void main(String[] args) {
      GenericitaBox<Integer> obj = new GenericitaBox<Integer>();
      obj.pridat(new Integer(77));
      Integer cele = obj.zjistit();
      System.out.println(" " + cele);
      GenericitaBox<String> objS = new GenericitaBox<String>();
      objS.pridat("gugu");
      String str = objS.zjistit();
      System.out.println(" "+ str);
   }
}
```

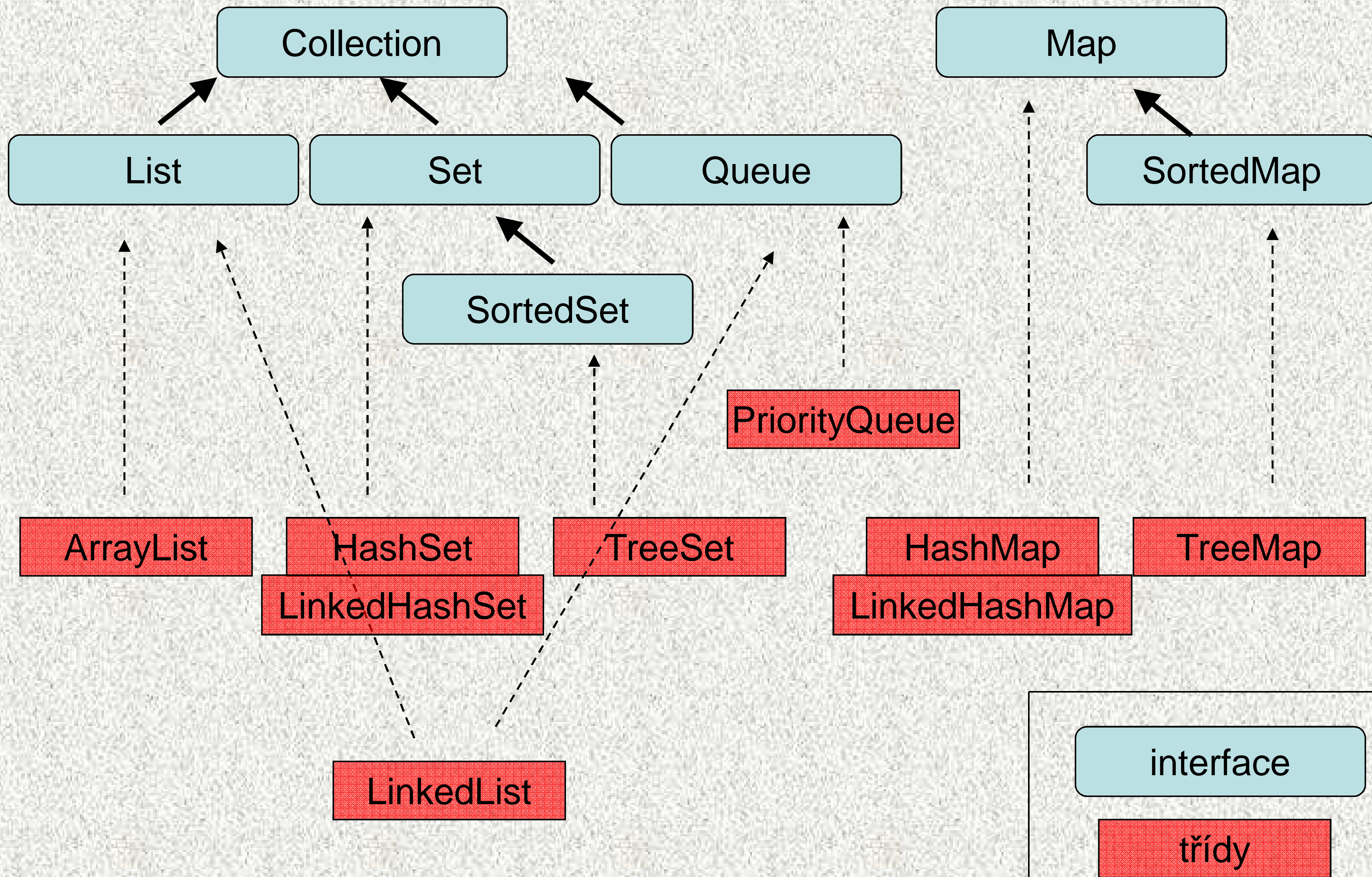
```
77
gugu
```

Genericita, příklad

```
ArrayList seznam = new ArrayList();
seznam.add("Ahoj");
seznam.add("baf");
seznam.add("Ivanka");
seznam.add(new Integer(3));
for (int i = 0; i < seznam.size(); i++) {
  int d = ((String)seznam.get(i)).length();
System.out.println("delka retezce"+seznam.get(i)+"je " + d);


ArrayList<String> seznam = new ArrayList<String>();
seznam.add("Ahoj");
seznam.add("baf");
seznam.add("Ivanka");
//seznam.add(new Integer(3)); // je možné vkládat jen String
for (int i = 0; i < seznam.size(); i++) {
 int d = seznam.get(i).length();
 System.out.println("delka retezce"+seznam.get(i)+"je " + d);
}
```

Kolekce, základní rozhraní a třídy



Kolekce, přehled I

„Skupina objektů“ v operační paměti, organizovaná dle JCF (Java Collection Framework), balíček `java.util` a zahrnuje zejména:

1. Rozhraní:

`Collection<E>`

- nejobecnější rozhraní kolekcí objektů
- společný předek, slouží i k předávání kolekcí
- zajištěn polymorfismus
- není konkrétní implementace!

`List<E>`

- indexovaná sbírka objektů označovaná jako sekvence
- pořadí prvků je významné
- je možné indexovat
- duplicita prvků povolena

`Set<E> (SortedSet <E>)`

- reprezentace množiny, sbírka unikátních objektů (příp. uspořádaná)
- nelze indexovat – pomocné indexování jen pomocí tzv. iterátorů

`Map<K,V> (SortedMap <K,V>)`

- sbírka dvojic (zobrazení) objektů, mapuje klíč na hodnoty
- mapuje „key → (jedinou) value“ (příp. uspořádaná)
- neobsahuje duplicitní klíče

`Queue<E>`

- fronta (FIFO)

`Comparator<T>,  java.lang.Comparable` - pro porovnávání objektů

`Iterator<E>, ListIterator<E>, RandomAccess` - přístup k prvkům

Kolekce, přehled II

2. Třídy implementující `Collection`:

`ArrayList` – „pole proměnné délky“,

`LinkedList` – „spojový seznam“

`HashSet`, `LinkedHashSet` – „reprezentace množiny“

`HashMap`, `LinkedHashMap` – „mapa, klíč~hodnota“

`TreeSet` – „seřazená množina“

`TreeMap` – „seřazená mapa“

3. Algoritmy

pro řazení, přesouvání, doplňování, kopírování a vyhledávání

- ***Další třídy***

`Arrays`, *`Collections`* – *„lepší pole“*

`Vector`, *`Stack`*, *`Hashtable`*, *`Properties`*

`PriorityQueue`, *`ArrayDeque`*

Přehled

Rozhraní Collection<E>

`Collection<E> extends Iterable<E>`

umožňuje jednotlivé i hromadné operace pro dotazy, převody a modifikace.

`boolean add( E o )`

`boolean addAll (Collection < ? extends E > c )`

`void clear( )` – vyloučení všech prvků

`boolean remove( Object o )`

`boolean removeAll(Collection <?> c)` - odstraní všechny patřící do c

`boolean retainAll(Collection <?> c)` - odstraní všechny mimo patřící do c

`int size( )`

`boolean isEmpty( )`

`boolean contains( Object o )`

`boolean containsAll( Collection <?> c )` - true, když všechny prvky c

`Iterator<E> iterator( )` - vrátí objekt pro probírku sbírky

`Object[] toArray( )` - vytvoří pole typu Object

`<T> T [] toArray( T [ ] a )` - vytvoří pole konkrétního typu

Přehled

Rozhraní List <E>

- Indexovaný přístup k prvkům skupiny, uspořádané, označené jako sekvence, mohou být duplicitní prvky,
- rozšiřuje `Collection`

```
boolean addAll (int index, Collection <? extends E> c )
boolean equals (Object o) – porovnání seznamů
E get (int index)
E set (int index, E element)
E remove (int index)
int indexOf (Object o)          - hledání zepředu
int lastIndexOf (Object o)      - hledání zezadu

ListIterator<E>  listIterator ()
ListIterator<E>  listIterator (int index)
List<E> subList (int fromIndex, int toIndex) - pohled
```

Přehled

Rozhraní Set<E>, SortedSet<E>

Set<E>

- v množině nesmějí být duplikované prvky a nanejvýš jedna reference null
- prvky neuspořádané,
- nepřidává další metody k rozhraní `Collection`.

SortedSet<>

- uchovává prvky ve vzestupném přirozeném pořadí
- `SortedSet extends Set`
- přidává metody:

```
Comparator<? super E>  comparator( )
E first( )        - vrací první ( nejmenší ) prvek
E last( )         - vrací poslední ( největší ) prvek
SortedSet<E>  headSet( E toElement )
SortedSet<E>  subSet( E fromElement, E toElement )
SortedSet<E>  tailSet( E fromElement )
```

Rozhraní `Queue<E>`

- reprezentuje FIFO frontu
- rozšiřuje `Collection`

```
boolean add(E o)     -  vrací true, při neúspěchu výjimku, vkládání
    boolean offer(E o) -  vrací true, při neúspěchu false
boolean remove(Object o) – výběr, vrací výjimku, při neúspěchu
    E poll()           - výběr, vrací null, při neúspěchu
E element()            - inspekce (ponechá), vrací výjimku, při neúspěchu
    E peek()           - inspekce (ponechá), vrací null, při neúspěchu
```

Přehled

Rozhraní Map < K, V >

- `Map` znamená zobrazení <keys | values>, tedy klíčů (množinu objektů) na hodnoty (množinu objektů), abstrakce mat. funkce
- nedědí od `Collection`

```
V get (Object key)          – podle klíče hodnotu
int size ()                 – počet prvků
void clear ()               – ruší prvky
boolean isEmpty ()          – test na práznost
V put (K key, V value)      – vložení prvku
Object  remove (Object key)
boolean containsKey (Object key)
boolean containsValue (Object value)
void putAll (Map<? extends K, ? extends V> m) - odjinud
Set <Map.Entry<K,V>> entrySet() –  vrací množinu dvojic
Set<K> keySet()                 -  vrací množinu klíčů
Collection <V> values ( )       -  vrací hodnoty typu V
```

Přehled

Rozhraní **SortedMap<K,V>**

- SortedMap extends Map
  - –uchovává dvojice uspořádané v přirozeně vzestupném pořadí:

Analogie **SortedSet**

K firstKey() - vrací první (nejmenší) klíč

K lastKey() - vrací poslední (největší) prvek

```
SortedMap<K,V> headMap(Object toKey)
SortedMap<K,V> subMap(K fromKey, K toKey)
SortedMap<K,V> tailMap(K fromKey)
```

Přehled

Třída `ArrayList`

- ArrayList – kolekce reprezentující seznam, prvky jsou indexovány, jeden prvek může být v kolekci vícekrát (na rozdíl od množiny)
- Implementuje i rozhraní `List`
- `new ArrayList();`
  - konstruktor, který vytvoří prázdný seznam s počáteční kapacitou 10
  - po pokusu o vložení 11 prvku dojde ke změně velikosti vnitřního pole (na 1,5 násobek předchozí velikosti) a překopírování dat
  - průměrná složitost vložení jednoho prvku je konstantní

Zobecněné „pružné “pole

ArrayList – příklad

```
public static void main(String[] args) {
   ArrayList seznam = new ArrayList();
   seznam.add(new Integer(5));
   seznam.add("Petr");
   seznam.add("Pavel");
   seznam.add(new Integer(25));
   System.out.println("Seznam: " + seznam);
}
```

- do kolekce se vkládají objekty – potomci třídy Object
- to může být komplikace při vybírání prvků
- starý způsob (před Javou 1.5)
- slabá typová kontrola

Seznam: [5, Petr, Pavel, 25]

Typované kolekce - bez typů

```
public static void main(String[] args) {
   ArrayList seznam = new ArrayList();
   seznam.add("Ahoj");
   seznam.add("baf");
   seznam.add("Ivanka");
   seznam.add(new Integer(3));
   for (int i = 0; i < seznam.size(); i++) {
    int d = ((String)seznam.get(i)).length();
    System.out.println("delka" + seznam.get(i) +"je"+ d);
   }
}
```

Do kolekce mohu vkládat jakékoli **Object**y

- seznam.get(i) vrací Object, před použitím jako String je nutné přetypování

Exception in thread "main" java.lang.ClassCastException: java.lang.Integer cannot be cast to java.lang.String

Typované kolekce - s typem

- moderní způsob (od Javy 1.5)
- silná typová kontrola, bezpečné

```
public static void main(String[] args) {
   ArrayList<String> seznam = new ArrayList<String> ();
   seznam.add("Ahoj");
   seznam.add("baf");
   seznam.add("Ivanka");
   seznam.add(new Integer(3));
   for (int i = 0; i < seznam.size(); i++) {
     int d = seznam.get(i).length();
     System.out.println("delka" + seznam.get(i) +"je"+ d);
   }
}
```

Do kolekce mohu vkládat **Stringy**(a potomky, pokud by String nebyl final), chyba odhalena již při překladu

- seznam.get(i) vrací String, před použitím jako String není nutné přetypování

Nic nehrozí, jsou tam řetězce

Seznam versus množina

Seznam

- prvky se mohou opakovat

```
List l = new ArrayList();
l.add("Pepa");
l.add("Jana");
l.add("Pepa");
l.add("Jana");
System.out.println(l);
```

[Pepa, Jana, Pepa, Jana]

Množina

- prvky jsou unikátní, neopakují se

```
Set m = new HashSet();
m.add("Pepa");
m.add("Jana");
m.add("Pepa");
m.add("Jana");
System.out.println(m);
```

[Jana, Pepa]

Během zjišťování, zda je prvek v množině se využívá metoda equals!!

Třídy ArrayList<E> a LinkedList<E>

- Třída `ArrayList` uchovává reference objektů v poli, možno „indexovat".
  - Operace **`size(), isEmpty(), get(), set(), add(), iterator(), a listIterator()`** **probíhají v konstantním čase**, ostatní v lineárním.
  - **Nevhodná** pro časté změny seznamu, pro implementaci zásobníku, fronty

- Třída `LinkedList implements Queue` (také) - fronta
  - Kolekce objektů je realizována technikou **obousměrného spojového seznamu. Příslušné operace mají tedy lineární časovou složitost.** Rychlejší vkládání na začátek kolekce.
  - Rozhodnutí o použití **`ArrayList`** či **`LinkedList`** můžeme oddálit typem **`interface`**, všechny proměnné, parametry metod typujeme na List, pouze na jediném místě programu bude

```
List list = new ArrayList();
List list = new LinkedList();
```

Příklad na třídu LinkedList, fronta

```
public class FrontaLinkedList {
  public static void main(String[] args) {
    Queue<String> fifoFronta = new LinkedList<String>();
    fifoFronta.add("5");
    fifoFronta.add("1");
    fifoFronta.add("3");
    System.out.println(fifoFronta);

    fifoFronta.add("2");
    fifoFronta.add("4");
    System.out.println(fifoFronta);

    System.out.println("Na cele je: " + fifoFronta.element());

    while (fifoFronta.isEmpty() == false) {
      System.out.print(fifoFronta.remove() + ", ");
    }
  }
}
```

remove z interface Queue

element z interface Queue

[5, 1, 3]
[5, 1, 3, 2, 4]
Na cele je: 5
5, 1, 3, 2, 4,

Příklad na třídu LinkedList - zásobník

```
class Zasobnik<E> {
  private LinkedList<E> zasob = new LinkedList<E>();

  public void add(E elem) {
    zasob.addFirst(elem);
  }

  public E remove() {
    return zasob.removeFirst();
  }

  public E get() {
    return zasob.getFirst();
  }

  public boolean isEmpty() {
    return zasob.isEmpty();
  }
}
```

remove nutno dodefinovat (removeFirst)

Příklad na třídu LinkedList, zásobník

```
public class PouzitiZasobniku {
  public static void main(String[] args) {
    Zasobnik<String> zs = new Zasobnik<String>();
    zs.add("prvni");
    zs.add("druhy");
    zs.add("treti");
    System.out.println(zs.get());
    while (zs.isEmpty() == false) {
      System.out.print(zs.remove() + ", ");
    }

    System.out.println();
    Zasobnik<Integer> zi = new Zasobnik<Integer>();
    zi.add(new Integer(8));
    zi.add(new Integer(9));
    while (zi.isEmpty() == false) {
      System.out.print(zi.remove() + ", ");
    }
  }
}
```

```
treti
treti,
druhy,
prvni,

9,
8,
```

Třídy HashSet a TreeSet

- Implementace rozhraní **`Set`** resp. **`SortedSet`**
- **`HashSet`** neudržuje prvky seřazené na rozdíl **`od TreeSet`**
- Vkládání do **`TreeSet`** pomalejší
- Rychlost práce s **`HashSet`** závisí na kvalitě funkce **`hashCode()`**
- Indexovaný přístup do množin jen přes iterátory, viz dále
- Existuje **`LinkedHashSet,`** kombinace předchozích

Příklad na třídy HashSet a TreeSet

```
public class HashSetATreeSet {
  public static void naplneniATisk(Set<String> st) {
    st.add("treti");
    st.add("prvni");
    st.add("druhy");
    // pokus o vlozeni stejneho prvku
    if (st.add("treti") == false) {
      System.out.println("'treti' podruhe nevlozen");
    }
    System.out.println(st.size() + " " + st);
    for (String s: st) {
      System.out.print(s + ", ");
    }
    if (st.contains("treti") == true) {
      System.out.println("\n'treti' je v mnozine");
    }
    st.remove("treti");
    System.out.println(st);
    st.clear();
  }
```

Příklad na třídu HashSet

```
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("HashSet:");
    naplneniATisk(new HashSet<String>());
    System.out.println("TreeSet:");
    naplneniATisk(new TreeSet<String>());
 }
```

```
HashSet:
'treti' podruhe nevlozen
3 [prvni, treti, druhy]
prvni, treti, druhy,
'treti' je v mnozine
[prvni, druhy]

TreeSet:
'treti' podruhe nevlozen
3 [druhy, prvni, treti]
druhy, prvni, treti,
'treti' je v mnozine
[druhy, prvni]
```

Třídy HashMap a TreeMap

- Implementace rozhraní **`Map`** resp. **`SortedMap`**
- **`HashMap`** neudržuje dvojice seřazené na rozdíl **`od TreeMap`**
- Položka klíč je unikátní
- Vkládání do **`TreeMap`** pomalejší
- Rychlost práce s **`HashMap`** závisí na kvalitě funkce **`hashCode(),`** viz dále
- Indexovaný přístup do map jen přes iterátory, viz dále
- Existuje **`LinkedHashMap,`** kombinace předchozích

Příklad na třídu HashMap

```
class Vaha {
  double vaha;
  Vaha(double vaha) { this.vaha = vaha; }

  public String toString() {
    return "" + vaha;
  }

  public boolean equals(Object o) {
    if (o == this)
      return true;
    if (o instanceof Vaha == false)
      return false;
    boolean stejnaVaha = (vaha == ((Vaha) o).vaha);
    return stejnaVaha;
  }

  public int hashCode() {
    return (int) vaha;
  }
}
```

Příklad na třídu HashMap

```
public class HashMapZakladniPouziti {
  public static void main(String[] args) {
    HashMap<String, Vaha> hm = new HashMap<String, Vaha>();
    System.out.println("Mapa je prazdna: " + hm.isEmpty()
                        + " a obsahuje prvku: " + hm.size());
    hm.put("Pavel", new Vaha(85));
    hm.put("Venca", new Vaha(105));
    hm.put("Karel", new Vaha(85));
    System.out.println("Mapa je prazdna: " + hm.isEmpty()
                        + " a obsahuje prvku: " + hm.size());
    System.out.println("Mapa: " + hm);
    hm.remove("Karel");
    System.out.println("Mapa: " + hm);
    hm.put("Karel", new Vaha(70));
    System.out.println("Mapa: " + hm);
    Vaha v = hm.get("Venca");
    System.out.println("Venca vazi: " + v);
    if (hm.containsKey("Pavel")) {
      System.out.println("Pavel vazi: " + hm.get("Pavel"));
    }
    if (hm.containsValue(new Vaha(105)) == true) {
      System.out.println("Nekdo vazi 105 kg");
    }
```

Příklad na třídu HashMap

```
    hm.get("Pavel").vaha += 10;  // Pavel ztlousnul
    System.out.println("Lidi: " + hm.keySet());
//    ArrayList ar = (ArrayList) hm.values();  // nelze
//    HashSet hs = (HashSet) hm.values();      // nelze
    Collection<Vaha> col = hm.values();
    Iterator<Vaha> it = col.iterator();
    it.next().vaha += 7;       // nekdo ztlousnul
    System.out.println("Vahy: " + col);
    System.out.println("Mapa: " + hm);

    double[] poleVah = new double[col.size()];
    int i = 0;
    for (Vaha va : col) {
      poleVah[i] = va.vaha;
      i++;
    }
    System.out.print("Pole vah: ");
    System.out.println(Arrays.toString(poleVah));
  }
}
```

Výsledek příkladu na třídu HashMap

Mapa je prazdna: true a obsahuje prvku: 0

Mapa je prazdna: false a obsahuje prvku: 3

Mapa: {Pavel=85.0, Venca=105.0, Karel=85.0}

Mapa: {Pavel=85.0, Venca=105.0}

Mapa: {Pavel=85.0, Venca=105.0, Karel=70.0}

Venca vazi: 105.0

Pavel vazi: 85.0

Nekdo vazi 105 kg

Lidi: [Pavel, Venca, Karel]

Vahy: [77.0, 95.0, 105.0]

Mapa: {Pavel=95.0, Venca=105.0, Karel=77.0}

Pole vah: [77.0, 95.0, 105.0]

Třída java.util Collections

- Třída pro práci s kolekcemi, obdoba třídy **`Arrays`** pro pole
- Implementuje rozhraní **`Collection`**

`int binarySearch(List, Object)` - vyhledávání, předpokládá seřazení

`void copy(List, List)` - kopie prvků jednoho seznamu do druhého

`void fill(List, Object)` – všechny prvky seznamu budou nahrazeny hodnotou specifikovanou jako 2. parametr

`Object max(Collection, Comparator)` min – Maximum, minimum

`void reverse(List)` – otočení seznamu

`void shuffle(List)` – zamíchání

`void sort(List)` – přirozené řazení

`void sort(List, Comparator)` – řazení s pomocí porovnávače

- **...**

Třída java.util Collections - příklad

```
List l = new ArrayList();
Collections.addAll(l, 1, 2, 3, 4, 5, 2, 3, 4); //pridej
   prvky
System.out.println(l);
Collections.shuffle(l); //zamichej
System.out.println(l);
Collections.replaceAll(l,3,232);  // nahrad
System.out.println(l);
Collections.sort(l); //serad
System.out.println(l);
System.out.println(
   "Číslo 4 se opakuje " + Collections.frequency(l, 4));
```

```
[1, 2, 3, 4, 5, 2, 3, 4]
[2, 1, 2, 3, 5, 3, 4, 4]
[2, 1, 2, 232, 5, 232, 4, 4]
[1, 2, 2, 4, 4, 5, 232, 232]
Číslo 4 se opakuje 2
```

Kolekce a řazení

Přirozené řazení (podle jednoho kriteria)

- prvky kolekce musí implementovat rozhraní `Comparable`
  - třídy String, Integer, Double, ... jej implementují
- jediná metoda `int compareTo(T e)`
    - `this > e` … 1, `this < e` … -1, `this = e` … 0
- Pro objekty musíme napsat, jediný atribut pro porovnání

Absolutní řazení (možné vybrat si kritérium pro porovnání)

- prvky kolekce musí implementovat rozhraní `Comparator`
- metody
  - `int compare(T1 e1, T2 e2)`
  - `boolean equals(T e)`
- Implementuje se mimo kolekci

Pro řazení kolekcí používáme metody:

- `void sort(List)` – přirozené řazení
- `void sort(List, Comparator)` – absolutní řazení

Přirozené řazení – řazená třída

```
class Zbozi implements Comparable<Zbozi> {
   int cena; String nazev;
   public Zbozi(int cena, String nazev) {
       this.cena = cena; this.nazev = nazev;
   }
   public int compareTo(Zbozi o) {
       return cena - o.cena;
   }
   @Override
   public String toString() {
       return nazev + " " + cena + ",- Kc";
   }
}
```

Budu se umět porovnat s jiným objektem typu Zbozi. Parametrem metody compareTo bude Zbozi, nikoli Object

Přirozené řazení – main

```
public class TestPrirozeneRazeni {
   public static void main(String[] args) {
    List l = new ArrayList();
    Collections.addAll(l, new Zbozi(120, "obed"),
       new Zbozi(2, "rohlik"), new Zbozi(10, "nanuk"));
    Collections.sort(l);
    System.out.println(l);
   }
}
```

- metoda sort používá vylepšený quickSort
- metoda sort volá compareTo třídy Zbozi
- výsledek: [rohlik 2,- Kc, nanuk 10,- Kc, obed 120,- Kc]

Absolutní řazení s komparátorem

Komparátor je třída implementující rozhraní `Comparator`

- metoda `compare(Object o1, Object o2)`
- metoda `boolean equals(T t))`

- každá třída může mít jeden způsob přirozeného řazení a kolik chceme komparátorů

```
class PodleNazvu implements Comparator<Zbozi2>{
  public int compare(Zbozi2 o1, Zbozi2 o2) {
      return o1.nazev.compareTo(o2.nazev);
}}
class PodleCeny implements Comparator<Zbozi2>{
  public int compare(Zbozi2 o1, Zbozi2 o2) {
      return o1.cena - o2.cena;
}}

class Zbozi2{
   int cena;
   String nazev;
... //stejné jako u Zbozi
}
```

Porovnávám Zbozi2

Název je typu String a ty se umí porovnávat – deleguji práci na ně.

Řazení s komparátorem - main

```
public class TestRazeniSKomparatorem{
 public static void main(String[] args) {
   List l = new ArrayList();
   Collections.addAll(l, new Zbozi2(120, "obed"),
      new Zbozi2(2, "rohlik"), new Zbozi2(10, "nanuk"));
   Collections.sort(l, new PodleNazvu());
   System.out.println(l);
   Collections.sort(l, new PodleCeny());
   System.out.println(l);
 }
}
```

Výsledek:

- [nanuk 10,- Kc, obed 120,- Kc, rohlik 2,- Kc]
- [rohlik 2,- Kc, nanuk 10,- Kc, obed 120,- Kc]

Iterátory

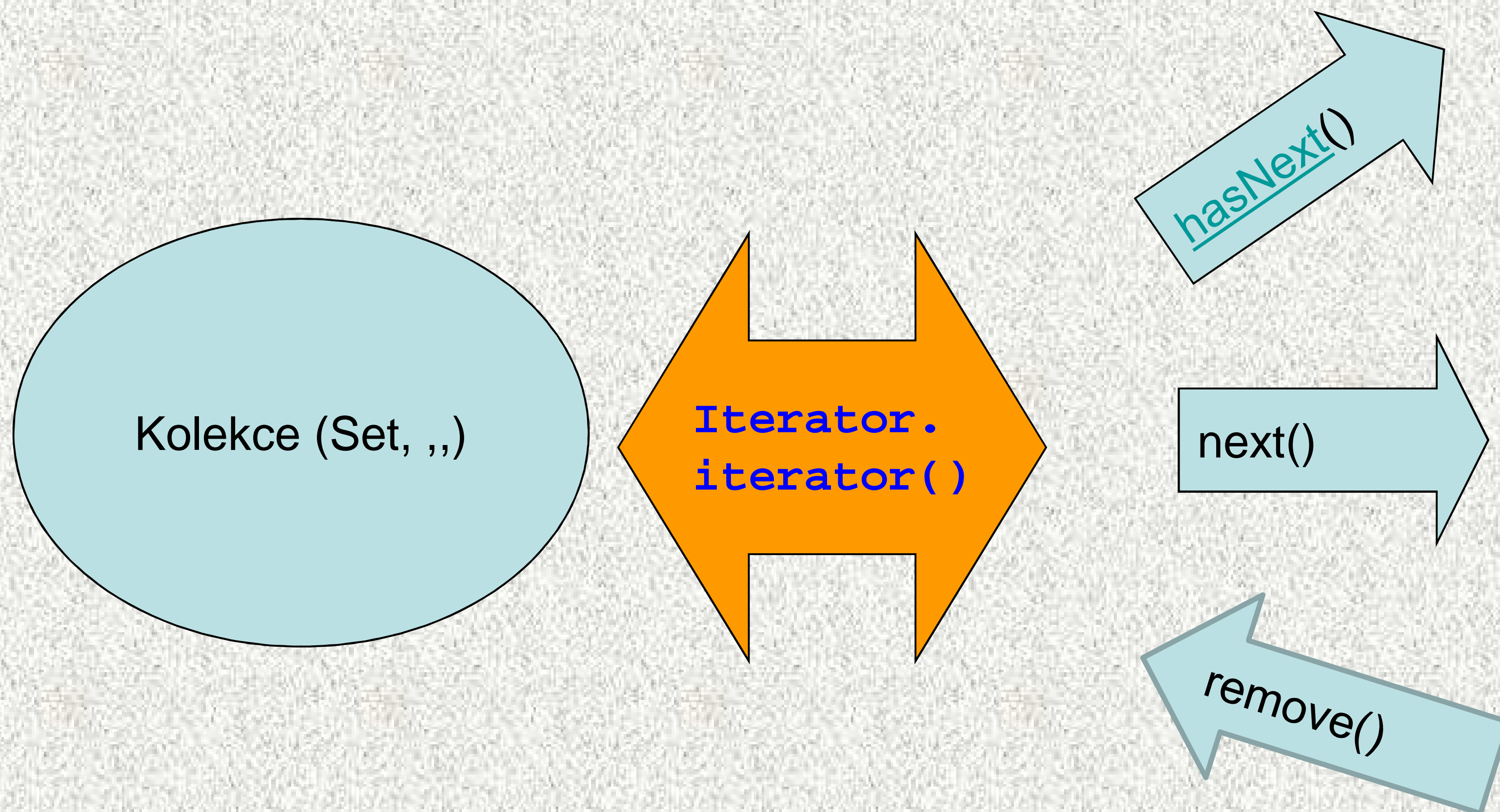
- Třídy, které umožní postupný přístup ke všem prvkům kolekce (i k množinám, které to v principu nepřipouští)
  - **Iterátory neumožní indexaci, ale postupné procházení**
  - Použijeme např. po převodu kolekce na množinu

```
Collection<Typ> c = new ArrayList<Typ>();
Collection<Typ> c = new HashSet<Typ>();
```

- Například množiny (`Set`) nemají možnost iterace, tj. procházení všemi prvky (metoda typu ***`E get (int index)`***)
  - Řešení – iterátor, zobecnění indexu

- Dva typy iterátoru – „zobecnění indexu“
  - jednoduchý iterátor **`for-each`**
  - Objekt třídy **`Iterator`**
    - každá třída kolekcí vrací **`Iterator iterator()`**
    - je to „index“ do kolekce, zobecnění indexu

Iterátory



Iterátor for-each

- Iterátor pro procházení kolekcí, vrací jednotlivé objekty

```
for (TypObjektuVKolekci refPromenna: kolekce) {
     <zpracování objektu s refPromenna>
   }
```

```
public class TypickyForEach {
  public static void main(String[] args) {
    ArrayList<Integer> ar = new ArrayList<Integer>();
    ar.add(new Integer(1));
    ar.add(new Integer(2));
    for (Integer i : ar) {
      System.out.print(i.intValue() + ", ");
    }
  }
}
```

1, 2,

```
int[] pole = {5, 6, 7, 8, 9};

for (int hodnota : pole) {
  System.out.print(hodnota + ", ");
}
```

Rozhraní Iterator<E> a ListIterator<E>

- Metoda `iterator()` vrací objekt, který je schopen „iterovat“, procházet kolekci

- `Iterator` požaduje metody pro objekt, kterým lze probírat skupinu:

```
boolean hasNext ()  -  testuje zda jsou ještě další prvky
E next()            - podá další prvek
void remove()       - odstraní prvek ze sbírky, odkazovaný next()
```

- `ListIterator extends Iterator` s dodatečnými požadavky pro sekvenční přístup, přidávání, změny a indexování prvků metodami:

```
boolean hasNext ()      -  testuje zda jsou ještě další prvky
E previous()            - dodá předchozí prvek
int nextIndex()         - vrátí index dalšího prvku
int previousIndex()     - vrátí index předchozího prvku
void set(E e)           - změní prvek
void add(E e)           - přidá prvek před aktuální prvek
```

Příklad na Iterator

```
class ZboziX {
  private int cena;
  ZboziX(int cena) { this.cena = cena; }
  public String toString() { return "" + cena; }
  public void tisk() { System.out.print(cena + ", "); }
}
```

Příklad na `Iterator`

```
public class IteratorZakladniPouziti {
  public static void main(String[] args) {
    ArrayList<ZboziX> kosHrusek = new ArrayList<ZboziX>();
    for (int i = 0;  i < 10;  i++) {
      kosHrusek.add(new ZboziX(i + 20));
    }
    for (Iterator<ZboziX> it = kosHrusek.iterator();
                                       it.hasNext(); ) {
      System.out.print(it.next() + ", ");
    }
    System.out.println();
    Iterator<ZboziX> it = kosHrusek.iterator();
    while (it.hasNext()) {
      it.next().tisk();
    }
    System.out.println();
  }
}
```

```
20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,
20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,
```

Příklad na ListIterator

```
public class TestListIterator {
 public static void main(String[] argv) {
  String[] tmp = {"1", "2", "3", "4", "5"};
  List<String>list = new
                ArrayList<String>(Arrays.asList(tmp));
  System.out.println("Seznam:            " + list);
  System.out.print("Seznam pozpatku: [");
// vrací objekt, který je schopen iterovat, procházet list
for(ListIterator<String> it = list.listIterator(list.size());
it.hasPrevious(); )
   {
       System.out.print(it.previous() + ", ");
   }
  System.out.println("]");
 }
}
```

Hešování

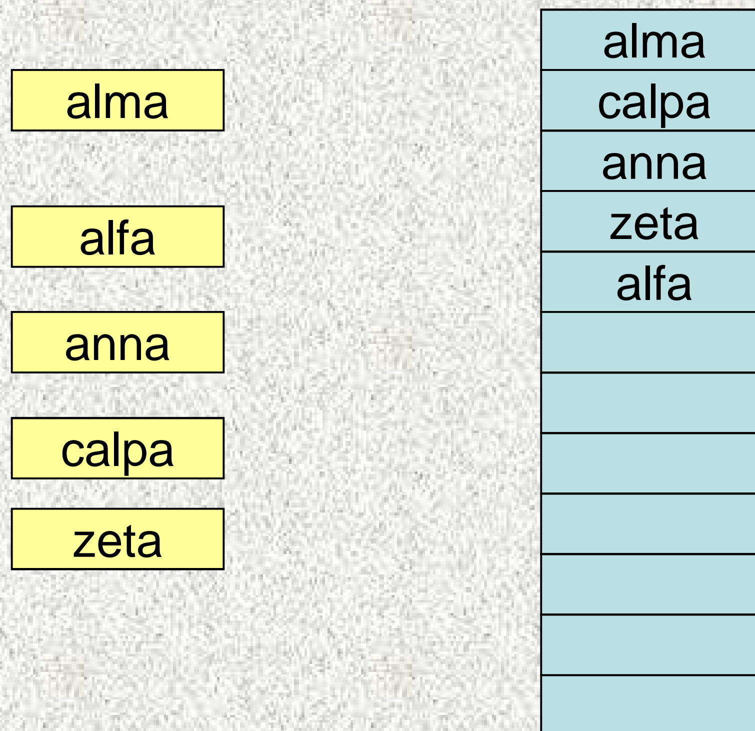
- Technika, která v ideálním případě zaručí vložení, odebrání, zjištění přítomnosti prvku v konstantním čase
- Hešovací funkce
  - zajišťuje mapování prvků kolekce na int, který slouží k výpočtu indexu do kolekce
  - ideálně pro dva různé prvky vytvoří metoda **`hashCode()`** dvě různé hodnoty
  - mnohdy to nejde, např. **`String`**, počet různých řetězců výrazně převyšuje int:

```
System.out.println("AT " + new String("AT").hashCode());
System.out.println("B5 " + new String("B5").hashCode());
```

AT 2099

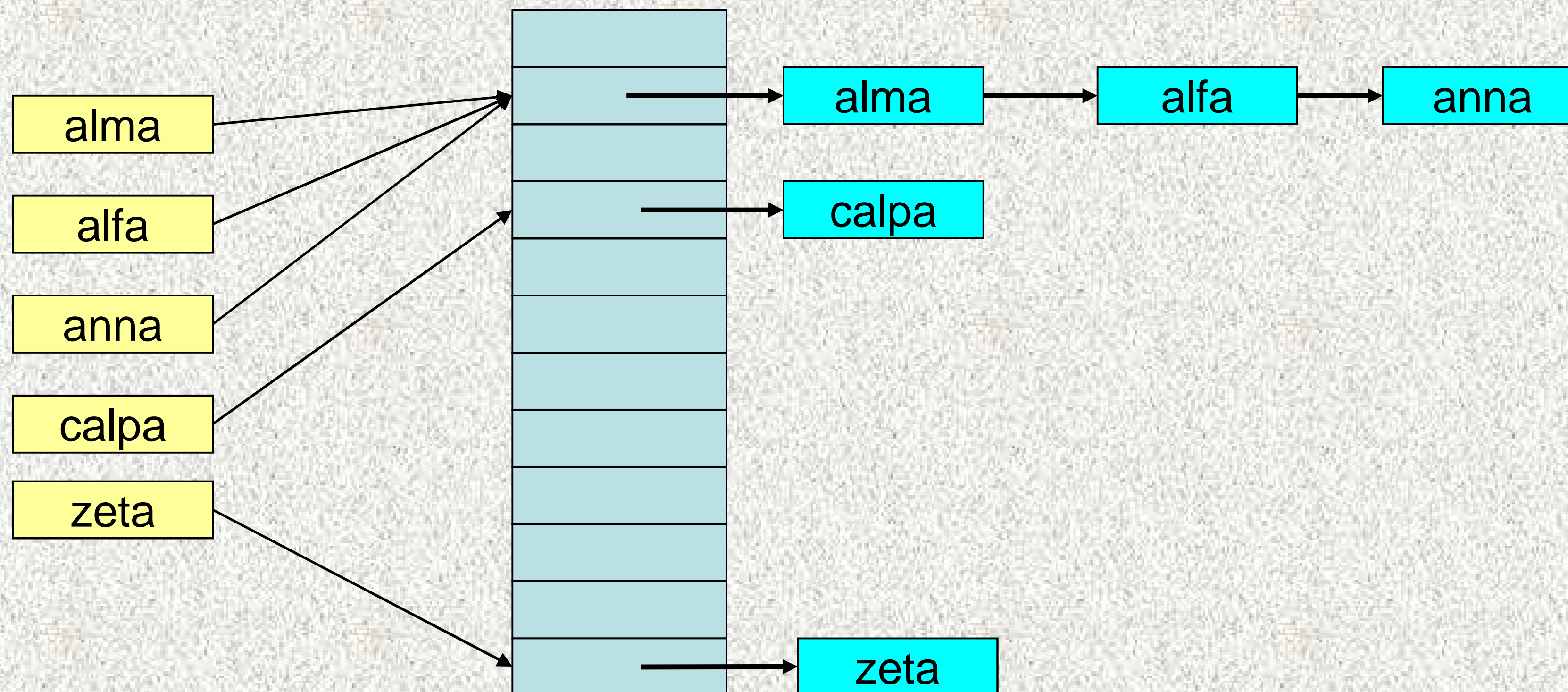
B5 2099

Princip hešování



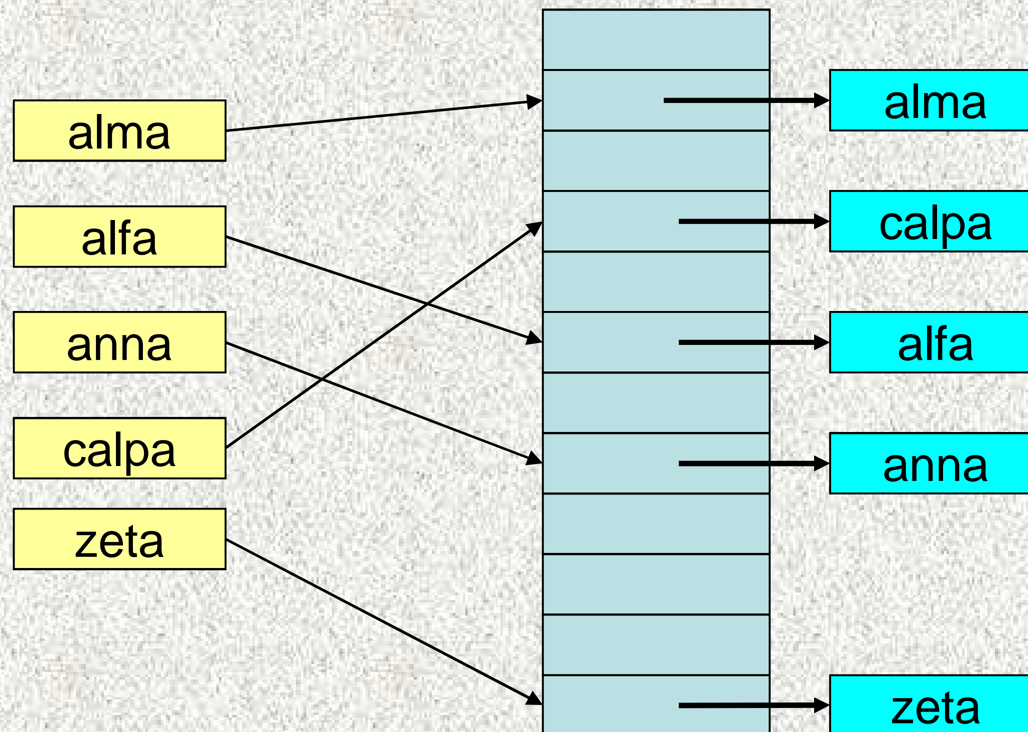
Nalezení alfa trvá 5 přístupů, bez hešování

Princip hešování



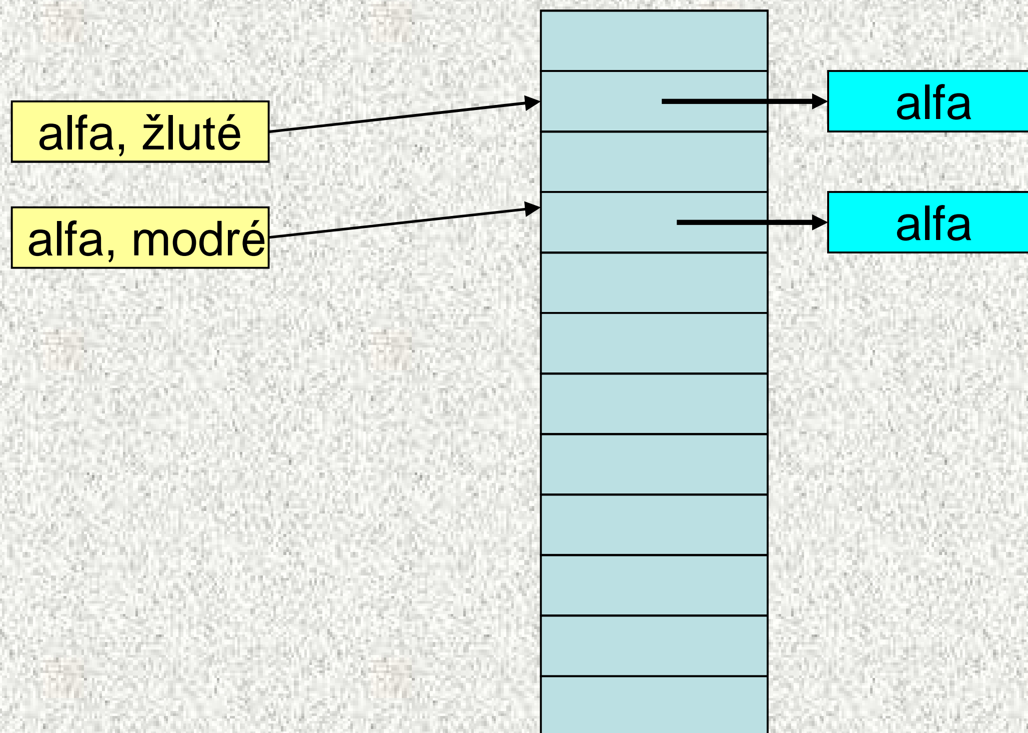
alma, alfa, anna – hešovací kód špatně navržen

Princip hešování



alma, alfa, anna – různý hešovací kód, dobře navržen

Princip hešování



<alfa,žluté>, <alfa,modré> – špatně: různý hešovací kód pro ekvivalentní položky „alfa“

Metody `hashCode` a `equals`

- Obě metody spolu úzce souvisí
  - nejprve se hledá podle **`hashCode`**, potom se rozlišuje podle **`equals`**!
  - je-li **`hashCode`** špatně navržen, ukládání a hledání se prodlužuje
- Pokud zastíníme **`equals`** **musíme** zastínit **`hashCode`**
- Správně vytvořený objekt musí splňovat:
  1. Pokud jsou dva objekty stejné (podle **`equals`**) **musí** metoda **`hashCode`** vracet stejnou hodnotu
  2. Naopak to neplatí: dva **různé objekty** (podle **`equals`**), které vracely stejný **`hashCode`**, ale výrazně to může zhoršit výkonnost aplikace
  3. **`hashCode`** by měl být konstantní během existence objektu v kolekci,
     - při změně vlastností vedoucích ke změně hashCode je nutné prvek z kolekce vyjmout, změnit a teprve poté vrátit zpět – *pokud se stěhujete, musíte změnit adresu pro doručování.*

`equals` - implementace relace ekvivalence

- je reflexivní: `x.equals(x)` musí vrátit true, pro každé x (mimo null)
- je symetrická: pro jakékoli x a y musí `x.equals(y)` vrátit true právě tehdy a jen tehdy, když `y.equals(x)` vrátí true.
- je tranzitivní: pro jakékoli x, y a z musí platit, že když `x.equals(y)` vrací true a `y.equals(z)` vrací true, pak `x.equals(z)` musí vrátit true.
- je konzistentní: pro jakékoli odkazové hodnoty x a y musí platit, že buď `x.equals(y)` vrací true nebo stále vrací false za předpokladu, že nedojde ke změně žádných informací použitých v porovnáních equals daného objektu.
- pro všechny odkazové hodnoty x, které nejsou `null`, musí `x.equals(null)` vrátit `false`.

`equals` - příklady, klady, zápory

```
public class Zbozi {
   String nazev;
   int cena;
   @Override
   public boolean equals(Object obj) {
       return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
   }
   @Override
   public boolean equals(Object obj) {
       if(obj == null) return false;
       return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
   }
}
```

Neumí se porovnat s null ! způsobí NullPointerException

Neumí se porovnat s neZbozim DynamicCastException

```
public class Zbozi {
        String nazev;
        int cena;
}
```

equals - příklady, klady, zápory

```
@Override
public boolean equals(Object obj) {
    if(obj == null) return false;
    if(!(obj instanceof Zbozi)) return false;
    return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
}
```

paráda

```
@Override  public boolean equals(Object obj) {
 if (obj == null) {return false;}
 if (getClass() != obj.getClass()) {return false;}
 final Zbozi other = (Zbozi) obj;
 if ((this.nazev == null) ? (other.nazev != null) :
                 !this.nazev.equals(other.nazev)) {
     return false; }
 if (this.cena != other.cena) {return false;}
 return true;}
```

reflexivita

Při obj==null vrací instanceof false

```
public class Zbozi {
      String nazev;
      int cena; }
```

Návod na vytvoření dobré `hashCode`

Zamixuje důležité vlastnosti objektu (zejména s ohledem na equals)

1. Uložte magickou prvočíselnou konstantní nenulovou hodnotu, řekněme 17, v proměnné typu int nazvané **`vysledek`**.
2. Pro každý významný atribut f ve svém objektu (to znamená každý atribut zvažovaný metodou equals), vypočtěte hešovací kód **`pom`** typu int pro daný atribut:
   1. boolean, **`pom = f ? 0 : 1`**
   2. byte, char, short nebo int, **`pom = (int)f`**
   3. long, **`pom = (int)(f ^ (f >>> 32))`**
   4. float, **`pom = Float.floatToIntBits(f)`**
   5. double, vypočtěte **`Double.doubleToLongBits(f)`** a pak viz 2.3.
   6. odkaz na objekt: **`pom = (f ==null)?0:f.hashCode()`**
   7. pole, počítejte **`pom`** pro každý prvek
3. **`vysledek = vysledek * 37 + pom;`**
4. pokračujte dalším atributem a bodem 2
5. vraťte výsledek, pokud již nejsou žádné další důležité atributy

Pro zájemce

hashCode - příklady, klady, zápory

```
@Override
public int hashCode() {
   return 73;
}
```

- formálně správně
- všechny prvky budou v seznamu pod jedním indexem, výhody hešování absolutně potlačeny - všechny operace s kolekcí budou lineární

```
public class Zbozi {
 String nazev;
 int cena;
 public boolean equals(Object obj) {
   if(obj == null)return false;
   if(!(obj instanceof Zbozi))
   return false;
   return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
 }
}
```

hashCode - příklady, klady, zápory

```
@Override
public int hashCode() {
   int hash = 7;
   hash = 47 * hash + this.nazev.hashCode();
   return hash;
}
```

pokud název bude null, dojde k chybě

```
public class Zbozi {
 String nazev;
 int cena;
 public boolean equals(Object obj) {
   if(obj == null)return false;
   if(!(obj instanceof Zbozi))
   return false;
   return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
 }
}
```

hashCode - příklady, klady, zápory

```
@Override
public int hashCode() {
int hash = 7;
hash= 47 * hash + (this.nazev != null?
                                   this.nazev.hashCode():0);
hash = 47 * hash + this.cena;
return hash;
}
```

započítává i cenu,
která není v equals, špatně

```
public class Zbozi {
 String nazev;
 int cena;
 public boolean equals(Object obj) {
   if(obj == null)return false;
   if(!(obj instanceof Zbozi))
   return false;
   return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
 }
}
```

hashCode - příklady, klady, zápory

```
@Override
public int hashCode() {
int hash = 7;
hash = 47 * hash + (this.nazev != null ?
                          this.nazev.hashCode() : 0);
return hash;

}
```

řešení

```
public class Zbozi {
 String nazev;
 int cena;
 public boolean equals(Object obj) {
   if(obj == null)return false;
   if(!(obj instanceof Zbozi))
   return false;
   return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev);
 }
}
```

Použití hešování

Zjistěte zboží, které se dnes prodalo, nezajímá nás cena (registrovaní zákazníci mohou mít různé slevy)

```
public class Zbozi {
  String nazev; int cena;
  public Zbozi(String nazev, int cena) {
    this.nazev = nazev; this.cena = cena; }
  @Override
  public String toString() {
    return nazev + " " + cena + ",- Kč"; }
  @Override
  public boolean equals(Object obj) {
    if(obj == null) return false;
    if(!(obj instanceof Zbozi)) return false;
    return nazev.equals(((Zbozi)obj).nazev); }
  @Override
  public int hashCode() {
    int hash = 7;
    hash = 47 * hash + (this.nazev != null ? this.nazev.hashCode() :0);
    return hash;
} }
```

Použití hešování

```
public class TestHesovani {
   public static void main(String[] args) {
        Set seznam = new HashSet();
        seznam.add(new Zbozi("Ponozky", 15));
        seznam.add(new Zbozi("Triko", 80));
        seznam.add(new Zbozi("Tanga", 55));
        seznam.add(new Zbozi("Ponozky", 25));
        seznam.add(new Zbozi("Stringy", 105));
        seznam.add(new Zbozi("Ponozky", 26));
        System.out.println(seznam);
   }
}
```

[Ponozky 15,- Kč, Triko 80,- Kč, Tanga 55,- Kč, Stringy 105,- Kč]

Užité techniky

interface	*HT*	*RA*	*BT*	*LL*	*HT+LL*
List	-	ArrayList	-	LinkedList	-
Set	HashSet	-	-	-	LinkedHashSet
SortedSet	-	-	TreeSet	-	-
Map	HashMap	-	-	-	LinkedHashMap
SortedMap	-	-	TreeMap	-	-

- *HT - hashTable - rozmítaná tabulka,*
- *RA - resizable array - pole s proměnnou velikostí,*
- *BT - balanced tree - vyvážený strom,*
- *LL - linked list - spojový seznam.*

- *zvolený interface je určen účelem kolekce*
- *implementace ovlivní rychlost práce s kolekcí, nikoli chování*

Závěrečný přehled