Programiranje 1

Poglavje 10: Vsebovalniki

Luka Fürst

Vsebovalnik

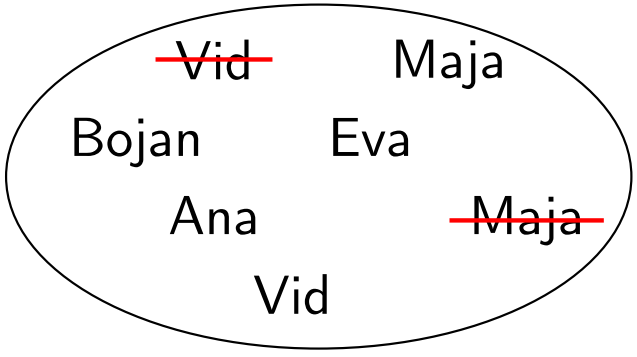
- podatkovna struktura, namenjena hranjenju elementov
- hierarhija vmesnikov in razredov v paketu `java.util`
- vsi vmesniki in razredi v hierarhiji so generični
  - tipni parameter = tip elementov v vsebovalniku
- tabela je tudi vsebovalnik, a ne pripada omenjeni hierarhiji

Osnovni tipi vsebovalnikov

- seznam
  - položaj elementa je določen z indeksom
  - elementi se lahko podvajajo

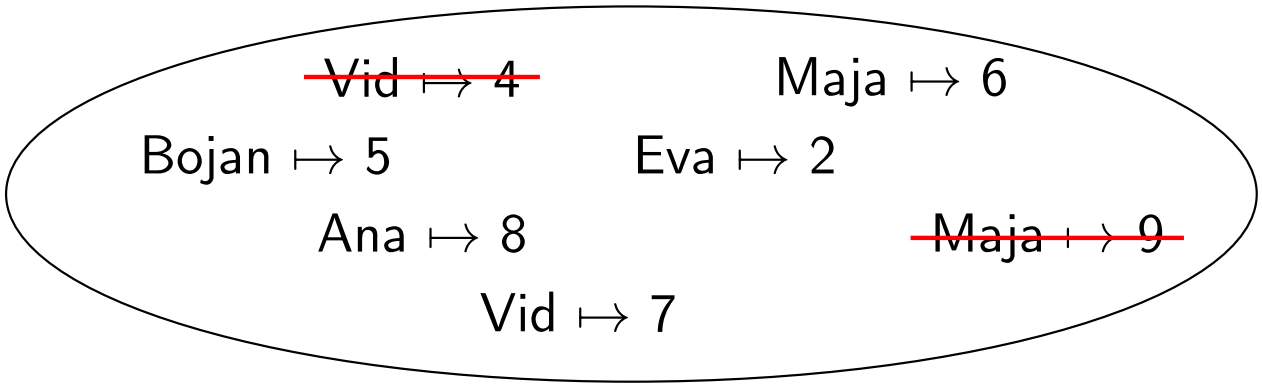
Ana	Vid	Maja	Eva	Bojan	Maja	Vid

- množica
  - položaj elementa ni določen (delna izjema: `TreeSet`)
  - elementi se ne morejo podvajati

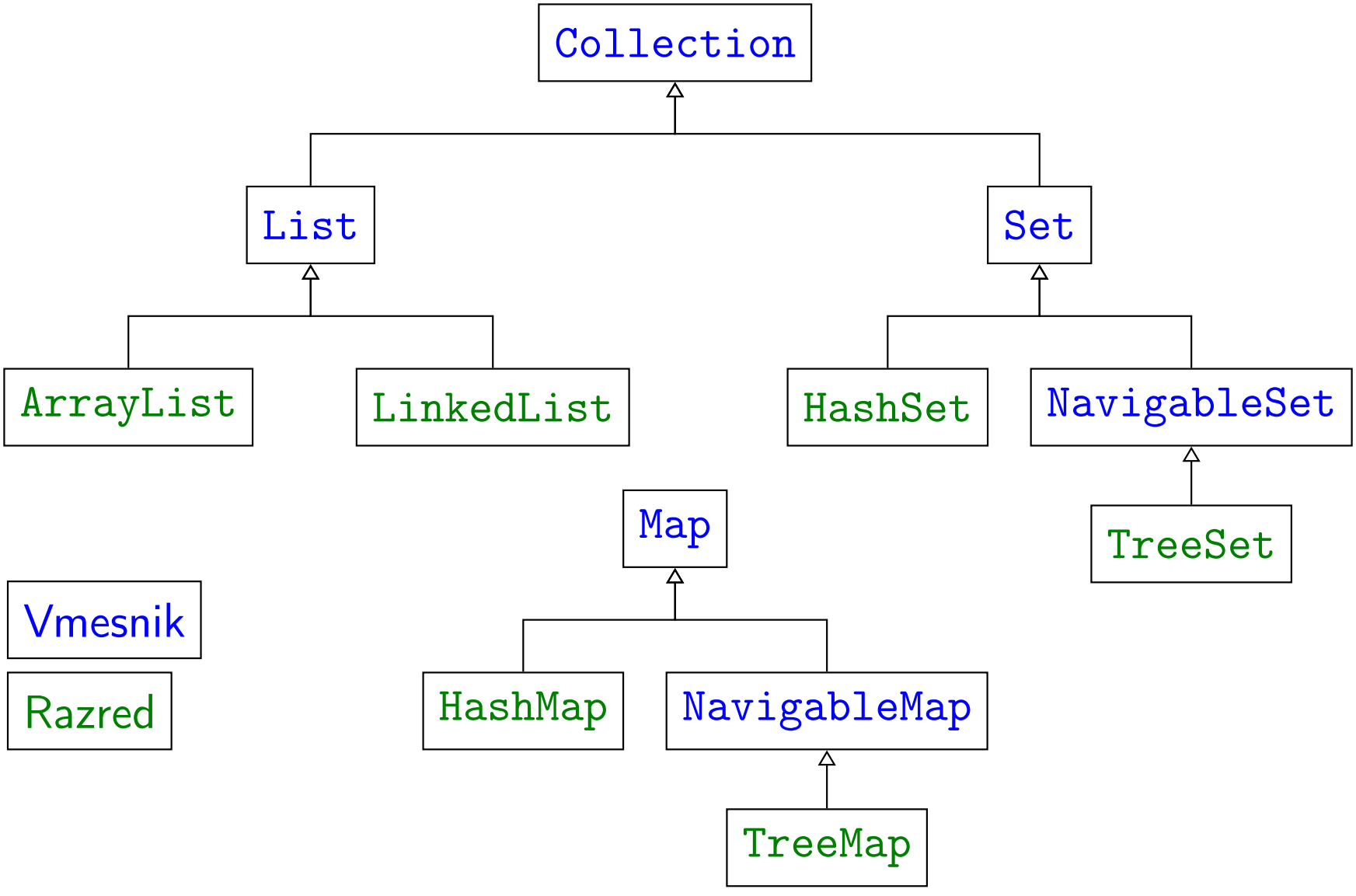


Osnovni tipi vsebovalnikov

- slovar
  - množica parov ključ-vrednost
  - ključi se ne morejo podvajati, vrednosti pa se lahko
  - vrednosti so dostopne prek ključev



Hierarhija vsebovalnikov



Vmesnik `Collection`

- skupni vmesnik za zbirke
  - zbirka: seznam ali množica, ne pa tudi slovar
- v vmesniku `Collection` je deklarirana množica metod, predpisano pa je tudi njihovo privzeto obnašanje
- podvmesniki/podrazredi lahko obnašanje redefinirajo
  - `Collection`: `add` pomeni »dodaj element (kamorkoli)«
  - `List`: `add` pomeni »dodaj element na konec«

Izbor metod vmesnika `Collection`

- `boolean add(T element)`

  Doda podani element v zbirko `this`.
- `boolean addAll(Collection<T> collection)`

  Doda vse elemente iz zbirke `collection` v zbirko `this`.
- `boolean contains(T element)`

  Vrne `true` natanko v primeru, če zbirka `this` vsebuje element `x` z lastnostjo `x.equals(element)`.
- `boolean containsAll(Collection<T> collection)`

  Vrne `true` natanko v primeru, če v zbirki `this` za vsak element iz zbirke `collection` obstaja element `x` z lastnostjo `x.equals(element)`.

Izbor metod vmesnika `Collection`

- `boolean remove(T element)`

  Iz zbirke `this` odstrani element `x` z lastnostjo `x.equals(element)`.
- `boolean removeAll(Collection<T> collection)`

  Iz zbirke `this` odstrani vse elemente `x`, za katere v zbirki `collection` obstaja element `y` z lastnostjo `x.equals(y)`.
- `boolean retainAll(Collection<T> collection)`

  V zbirki `this` ohrani samo tiste elemente `x`, za katere v zbirki `collection` obstaja element `y` z lastnostjo `x.equals(y)`.
- `void clear()`

  Odstrani vse elemente iz zbirke `this`.

Izbor metod vmesnika `Collection`

- `boolean isEmpty()`

  Vrne `true` natanko v primeru, če je zbirka `this` prazna.
- `int size()`

  Vrne število elementov v zbirki `this`.
- `Iterator<T> iterator()`

  Vrne iterator po elementih zbirke `this`.
- `String toString()`

  Vrne vsebino zbirke v obliki niza `[`e_1`, ..., `e_n`]`.
- `Object[] toArray()`

  Izdela in vrne tabelo z elementi zbirke `this`.

Primer

```
Collection<Integer> zbirka = new HashSet<>();
zbirka.add(10);
zbirka.add(20);
zbirka.addAll(List.of(30, 40, 50));
System.out.println(zbirka);   // [50, 20, 40, 10, 30]

zbirka.remove(20);
System.out.println(zbirka.contains(20));   // false
System.out.println(zbirka.containsAll(Set.of(40, 10)));
                                                  // true
zbirka.retainAll(List.of(30, 50, 60));
System.out.println(zbirka);              // [50, 30]
System.out.println(zbirka.size());   // 2

for (Integer element: zbirka) {
    System.out.println(element);      // najprej 50, potem 30
}
```

Vmesnik `List`

- skupni vmesnik za sezname
- `interface List<T> extends Collection<T>`
- poleg metod vmesnika `Collection` ponuja tudi metode, ki sprejemajo indeks
- obnašanje nekaterih metod je redefinirano
  - npr. metoda `add` doda element na konec seznama, ne zgolj »nekam« v seznam

Izbor dodanih metod vmesnika `List`

- `void add(int index, T element)`

  Vstavi podani element na podani indeks.
- `T get(int index)`

  Vrne element na podanem indeksu.
- `int indexOf(Object obj)`

  Vrne indeks prvega elementa `x`, za katerega velja `x.equals(obj)`, oziroma -1, če takega elementa ni.
- `T remove(int index)`

  Odstrani element na podanem indeksu. Vrne odstranjeni element.

Izbor dodanih metod vmesnika `List`

- `void sort(Comparator<T> comp)`

  Uredi seznam glede na primerjalnik `comp`. Če je `comp` enak `null`, uredi seznam glede na naravno urejenost (implementacijo vmesnika `Comparable<T>`).
- `static <T> List<T> of(T... elements)`

  Ustvari nespremenljiv seznam s podanimi elementi.

Primer

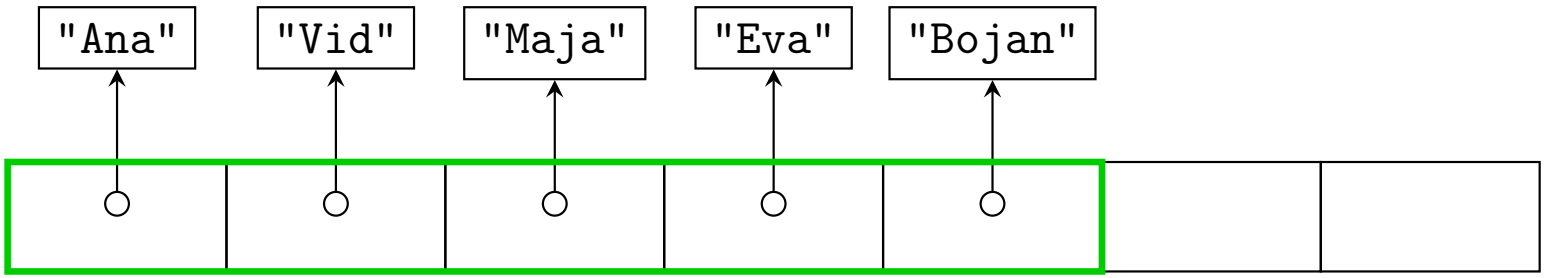
```
List<Cas> seznam = new LinkedList<>();
seznam.add(new Cas(10, 35));
seznam.add(new Cas(4, 55));
seznam.add(0, new Cas(15, 10));
seznam.add(1, new Cas(21, 20));
System.out.println(seznam); // [15:10, 21:20, 10:35, 4:55]

seznam.remove(1);
System.out.println(seznam); // [15:10, 10:35, 4:55]
System.out.println(seznam.size()); // 3

System.out.println(seznam.indexOf(new Cas(10, 20))); // -1
System.out.println(seznam.indexOf(new Cas(4, 55)));  // 2
```

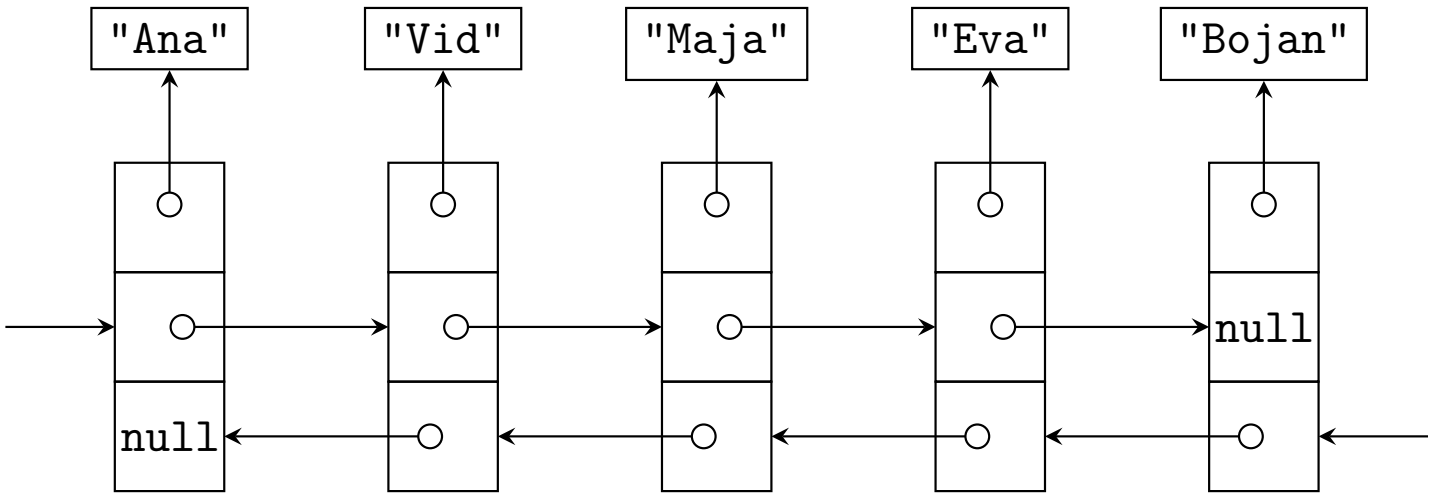
Razreda `ArrayList` in `LinkedList`

- implementaciji vmesnika `List`
- razred `ArrayList`
  - »raztegljiva« tabela (kot naš `Vektor`)
  - učinkovit dostop do elementa na podanem indeksu
  - dodajanje in odvzemanje elementov je učinkovito samo na koncu



Razreda `ArrayList` in `LinkedList`

- razred `LinkedList`
  - veriga elementov, dvosmerno povezana s kazalci
  - dostop do elementa na podanem indeksu ni učinkovit
  - dodajanje in odvzemanje elementov je učinkovito kjerkoli



- `LinkedList` uporabimo, če pričakujemo veliko dodajanj in odvzemanj na poljubnih položajih
- sicer uporabimo `ArrayList`

Vmesnik Set

- skupni vmesnik za množice
- `interface Set<T> extends Collection<T>`
- množica ne vsebuje podvojitev
- preverjanje podvojitev je odvisno od implementacije
  - pri razredu `HashSet` temelji na metodah `equals` in `hashCode`
  - pri razredu `TreeSet` temelji na implementaciji vmesnika `Comparable` ali `Comparator`
- vmesnik `Set` ponuja poleg metod vmesnika `Collection` tudi metodo

  `static <T> Set<T> of(T... elements)`

  ki ustvari nespremenljivo množico s podanimi elementi

Razred `HashSet`

- implementacija množice z zgoščeno tabelo
- razred, ki mu pripadajo elementi, mora implementirati metodi `hashCode` in `equals`
- veljati mora

  `x.equals(y)` $\Longrightarrow$ `(x.hashCode() == y.hashCode())`
- čimvečkrat naj velja tudi obratno
- element `y` se obravnava kot dvojnik elementa `x`, če velja `x.equals(y)` (in seveda tudi `x.hashCode() == y.hashCode()`)

Primer

- `CasBrezEquals`
  - različica razreda `Cas` brez metod `equals` in `hashCode`
- `CasZEquals`
  - različica razreda `Cas` z metodama `equals` in `hashCode`

```
Set<CasBrezEquals> mnozica1 = new HashSet<>();
mnozica1.add(new CasBrezEquals(10, 35));
mnozica1.add(new CasBrezEquals(10, 35));
mnozica1.add(new CasBrezEquals(21, 20));
System.out.println(mnozica1); // [21:20, 10:35, 10:35]

Set<CasZEquals> mnozica2 = new HashSet<>();
mnozica2.add(new CasZEquals(10, 35));
mnozica2.add(new CasZEquals(10, 35));
mnozica2.add(new CasZEquals(21, 20));
System.out.println(mnozica2); // [21:20, 10:35]
```

Razred `TreeSet`

- urejena množica, implementirana z dvojiškim iskalnim drevesom
- urejenost temelji na implementaciji vmesnika `Comparable` ali `Comparator`
- če uporabimo konstruktor `TreeSet()`, potem mora razred, ki mu pripadajo elementi, implementirati vmesnik `Comparable`
- če uporabimo konstruktor `TreeSet(Comparator<T> comp)`, potem je urejenost določena z metodo `compare` objekta `comp`
- podvojitve se prav tako preverjajo z metodo `compareTo` oz. `compare`
- `x.compareTo(y) == 0` $\Longrightarrow$ element `y` je podvojitev elementa `x`
- metoda `equals` se ne uporablja!

Razred `TreeSet`

- razred `TreeSet` implementira vmesnik `NavigableSet`, ki poleg metod vmesnika `Set` ponuja še nekatere metode, ki temeljijo na urejenosti
- `T first()`

  Vrne najmanjši element množice.
- `T floor(T element)`

  Vrne največji element množice, ki ni večji od podanega elementa, oziroma `null`, če takega elementa ni.

Razred TreeSet

- `NavigableSet<T> headSet(T element, boolean inclusive)`

  Vrne podmnožico, ki vsebuje elemente, strogo manjše (`inclusive == false`) oziroma manjše ali enake (`inclusive == true`) od podanega elementa. Kasnejše spremembe množice `this` vplivajo na vrnjeno množico (in obratno).
- `T last()`
  `T ceiling(T element)`
  `NavigableSet<T> tailSet(T element, boolean inclusive)`

  Delujejo enako kot `first`, `floor` in `headSet`, le da namesto (naj)manjših elementov izbirajo (naj)večje in obratno.

Primer

```
// razred Cas implementira Comparable<Cas>

NavigableSet<Cas> mnozica = new TreeSet<>();
mnozica.addAll(List.of(
    new Cas(10, 35), new Cas(10, 35), new Cas(6, 50),
    new Cas(5, 15), new Cas(23, 40), new Cas(12, 0)));

System.out.println(mnozica); // [5:15, 6:50, 10:35, 12:00, 23:40]
System.out.println(mnozica.last());  // 23:40
System.out.println(mnozica.floor(new Cas(13, 0)));  // 12:00
Set<Cas> pod = mnozica.headSet(new Cas(12, 0), false);
System.out.println(pod);  // [5:15, 6:50, 10:35]

pod.remove(new Cas(6, 50));
System.out.println(pod);  // [5:15, 10:35]
System.out.println(mnozica);  // [5:15, 10:35, 12:00, 23:40]
```

Vmesnik `Map`

- skupni vmesnik za slovarje
- `interface Map<K, V>`
- `K`: tip ključev
- `V`: tip vrednosti
- ključi se ne podvajajo, vrednosti pa se lahko
- `HashMap`
  - unikatnost ključev glede na `equals`
  - za noben par ključev ne velja `x.equals(y)`
- `TreeMap`
  - unikatnost ključev glede na primerjalnik
  - za noben par ključev ne velja `x.compareTo(y) == 0` oziroma *primerjalnik*`.compare(x, y) == 0`

Izbor metod vmesnika `Map`

- `V put(K key, V value)`

  V slovar doda podani par ključ-vrednost oziroma zamenja vrednost, ki pripada ključu `key`, če ta v slovarju že obstaja.

- `V get(Object key)`

  Vrne vrednost, ki pripada podanemu ključu, oziroma `null`, če slovar ne vsebuje ključa.

- `boolean containsKey(Object key)`

  Vrne `true` natanko v primeru, če slovar vsebuje podani ključ.

- `V remove(Object key)`

  Poišče ključ `x` z lastnostjo `x.equals(key)` ter odstrani ključ `x` in pripadajočo vrednost.

Izbor metod vmesnika `Map`

- `boolean isEmpty()`

  Vrne `true` natanko v primeru, če je slovar prazen.
- `void clear()`

  Izprazni slovar.
- `int size()`

  Vrne število parov ključ-vrednost (= število ključev).
- `Set<K> keySet()`

  Vrne množico ključev.
- `Set<Map.Entry<K, V>> entrySet()`

  Vrne množico parov ključ-vrednost.
- `Collection<V> values()`

  Vrne zbirko vrednosti.

Razreda `HashMap` in `TreeMap`

- enakovredna razredoma `HashSet` in `TreeSet`, če slovar obravnavamo kot množico parov ključ-vrednost
- `HashMap`
  - neurejen slovar
  - unikatnost ključev je določena z metodo `equals`
- `TreeMap`
  - slovar, urejen po ključih
  - urejenost in unikatnost ključev sta določeni z implementacijo vmesnika `Comparable` ali `Comparator`
  - `TreeMap` implementira vmesnik `NavigableMap`, ki ponuja še nekatere metode, temelječe na urejenosti ključev

Primer

```
// v razredu Cas sta redefinirani metodi equals in hashCode
Map<Cas, String> opravki = new HashMap<>();
opravki.put(new Cas(8, 15), "predavanja");
opravki.put(new Cas(11, 10), "govorilne ure");
opravki.put(new Cas(12, 30), "kosilo");
opravki.put(new Cas(14, 0), "sestanek");
opravki.put(new Cas(18, 30), "večerja");
System.out.println(opravki); // {18:30=večerja, 14:00=sestanek, ...}

System.out.println(opravki.get(new Cas(12, 0)));  // null
System.out.println(opravki.get(new Cas(14, 0)));  // sestanek
System.out.println(opravki.containsKey(new Cas(8, 15)));  // true
opravki.remove(new Cas(14, 0));
System.out.println(opravki);
// {18:30=večerja, 11:10=govorilne ure, 12:30=kosilo, 8:15=predavanja}

for (Cas cas: opravki.keySet()) {
    System.out.printf("%s -> %s%n", cas, opravki.get(cas));
}
// 18:30 -> večerja
// 11:10 -> govorilne ure
// ...
```

Še en primer

```
// razred Cas implementira vmesnik Comparable<Cas>
Map<Cas, String> opravki = new TreeMap<>(Map.of(
    new Cas(8, 15), "predavanja",
    new Cas(11, 10), "govorilne ure",
    new Cas(12, 30), "kosilo",
    new Cas(14, 0), "sestanek",
    new Cas(18, 30), "večerja"
));

for (Cas cas: opravki.keySet()) {
    System.out.printf("%s -> %s%n", cas, opravki.get(cas));
}
// 8:15 -> predavanja
// 11:10 -> govorilne ure
// 12:30 -> kosilo
// 14:00 -> sestanek
// 18:30 -> večerja

for (Map.Entry<Cas, String> par: opravki.entrySet()) {
    System.out.printf("%s -> %s%n", par.getKey(), par.getValue());
}
// še en tak izpis
```

Razred Collections

- vsebuje razne statične metode za delo z vsebovalniki
- `static <T> int binarySearch(List<T> list, T key, Comparator<T> comp)`

  S pomočjo dvojiškega iskanja poišče element `key` v seznamu `list`, ki mora biti urejen glede na primerjalnik `comp`. Če element obstaja, vrne njegov indeks, sicer pa vrne $(-p-1)$, kjer je p indeks, kamor bi iskani element sodil.
- `static <T> T max(Collection<T> coll, Comparator<T> comp)`

  Vrne največji element podane zbirke glede na podani primerjalnik.
- `static <T> void shuffle(List<T> list)`

  Naključno premeša elemente podanega seznama.