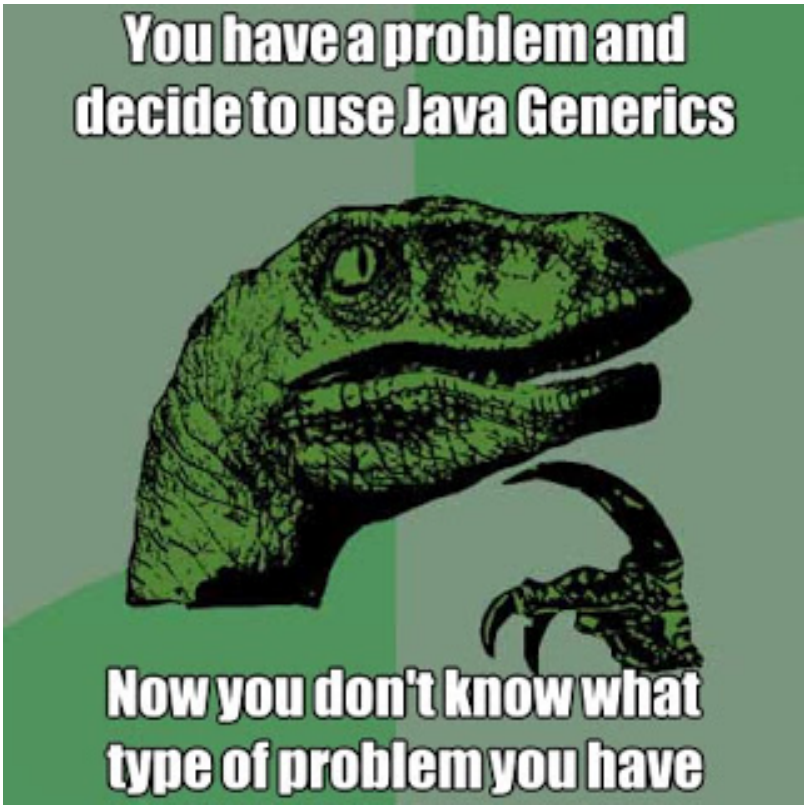
Generické typy

Generické typy

- Generické typy = něco *obecně použitelného, zobecnění*
- Třídy v Javě mají společného předka, třídu `Object`.
- Potřebujeme-li pracovat s nějakými objekty, o kterých neznáme typ, můžeme využít společného předka a pracovat s ním.
- Například do jednoho seznamu prvků `Person` vložíme prvky `Employee` i `Manager` současně.
- Synonymum: generické typy = generika.

Vtip



Deklarace seznamu vs generika

```
// no generics (obsolete)
public interface List { ... }
// generic type E
public interface List<E> { ... }
```

- do špičatých závorek umístíme symbol — seznam bude obsahovat prvky `E` (předem neznámého) typu

- je doporučováno používat velké, jednopísmenné označení typů
- písmeno vystihuje použití — `T` je **t**ype, `E` je **e**lement
- `E` nahradíme jakoukoliv třídou nebo rozhraním

Příklad seznamu lidí

```
class Person { ... }
class Employee extends Person { ... }
class Manager extends Person { ... }

List<Person> people = new ArrayList<>();
// all items are people:
people.add(employee1);
people.add(manager1);
people.add(person1);
```

Jednoduché využití v metodách

```
E get1(int index);
Object get2(int index);
```

- `get1` vrací pouze objekty, které jsou typu `E` — je vyžadován speciální typ
- `get2` vrací libovolný objekt, tj. musíme pak přetypovávat

```
boolean add(E o);
```

- přidává do seznamu prvky typu `E`

Výhody generik

```
List numbers1 = new ArrayList();
numbers1.add(1);
numbers1.add(new Object()); // allowed, unwanted
Integer n = (Integer) numbers1.get(0);

List<Integer> numbers2 = new ArrayList<>();
numbers2.add(1);
numbers2.add(new Object()); // won't compile!
n = numbers2.get(0);
```

- do seznamu `numbers1` lze vložit **libovolný objekt**

- při získávání objektů se spoléháme na to, že se jedná o číslo
- do `numbers2` nelze obecný objekt vložit, je nutné vložit číslo

Motivace

- Chceme seznam různých typů seznamů, tak jej vytvoříme následovně:

```
List<List<Object>> listOfDifferentLists;
```

- Máme problém — seznam čísel není seznamem objektů:

```
List<Number> numbers = new ArrayList<Number>();
List<Object> general = numbers; // won't compile!
List<? super Number> general2 = numbers; // solution
```

Do seznamu, který obsahuje nejvýše čísla lze vkládat pouze objekty, které jsou **alespoň čísly**.

Žolíci (wildcards) I

Generika poskytují nástroj zvaný *žolík* (wildcard) , který se zapisuje jako `<?>`.

```
List<Number> numbers = new ArrayList<Number>();
List<?> general = numbers; // OK
general.add("Not a number"); // won't compile!
```

- `List<?>` říká, že jde o seznam **neznámých** prvků.
- Jelikož nevíme, jaké prvky v seznamu jsou, **nemůžeme do něj ani *žádné* prvky přidávat**.
- Jedinou výjimkou je žádný prvek `null`, který lze přidat kamkoliv.

Abstraktní třída `Number` reprezentuje numerické primitivní typy (`int`, `long`, `double`, ⋯)

Žolíci (wildcards) II

- Ze seznamu neznámých objektů můžeme prvky číst.
- Každý prvek je alespoň instancí třídy `Object`:

```
public static void printList(List<?> list) {
  for (Object e : list) {
    System.out.println(e);
```

```
  }
}
```

Žolíci a polymorfismus I

Nasledující metoda dělá sumu ze seznamu čísel:

```
public static double sum(List<Number> numbers) {
  double result = 0;
  for (Number e : numbers) {
    result += e.doubleValue();
  }
  return result;
}
...
List<Number> numbers = List.of(1,2,3);
sum(numbers); // it works
List<Integer> integers = List.of(1,2,3);
sum(integers); // won't compile!
```

Žolíci a polymorfismus II

- `Integer` je `Number` a přesto seznam `List<Integer>` nelze použít!
- Nechceme `List<Number>`, řešením je **seznam neznámých prvků, které jsou nejvýše čísly**.

```
public static double sum(List<? extends Number> numbers) { ... }
```

- Toto použití žolíku má uplatnění i v rozhraní `List<E>`, např. v metodě `addAll`:

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

- Uvědomte si následující — žolík je zkratka pro neznámý prvek rozšiřující `Object`.

Žolíci a dědičnost

Další použití žolíků:

- Parametrem metody je instance třídy, která je **v hierarchii mezi třídou specifikovanou naším obecným prvkem `E` a třídou `Object`**.
- Například chceme setřídit množinu celých čísel.
- Existuje třídění podle:
  - hodnoty metody `hashCode()` — na úrovni třídy `Object`

    - čísla — na úrovni třídy `Number`
    - celého čísla — na úrovni třídy `Integer`
- Konstruktor stromové setříděné mapy:

```
public TreeSet(Comparator<? super E> c);
```

Žolíci a více typů

- Deklarace obecného rozhraní setříděné mapy:

```
public interface SortedMap<K,V> extends Map<K,V> { ... }
```

- Je-li třeba použít více nezávislých obecných typů, zapíšeme je do zobáčků jako seznam hodnot oddělených čárkou.
- `K` je **key**, `V` je **value**.
- Je možné použít i žolíků, viz následující příklad konstruktorů stromové mapy:

```
public TreeMap(Map<? extends K, ? extends V> m);
public TreeMap(SortedMap<K, ? extends V> m);
```

Generické metody

- Pro používání generik a žolíků v metodách platí stále stejná pravidla.
- Generická metoda = metoda **parametrizována alespoň jedním obecným typem**.
- Obecný typ nějakým způsobem váže typy proměnných a/nebo návratové hodnoty metody.
- Příklad statické metody, která přenese prvky z pole do seznamu (pole i seznam musí mít stejný typ):

```
static <T> void arrayToList(T[] array, List<T> list) {
  for (T o : array)  list.add(o);
}
```

- Ve skutečnosti nemusí být seznam `list` **téhož typu** — stačí, aby jeho **typ byl nadtřídou** typu pole `array`.
- Např. `Integer[] array` a `List<Number> list`
    - prvky z pole do seznamu se dají kopírovat (i když typy nejsou stejné!), protože `Integer` je `Number`

Generics metody vs. wildcards

- Chceme, aby typ u generické metody spojoval parametry nebo parametr a návratovou hodnotu.
- Ne úplně správné (funkční) použití generické metody:

```
static <T, S extends T> void copy(List<T> destination, List<S> source);
```

- Lepší zápis, `T` spojuje dva parametry metody a přebytečné `S` je nahrazené žolíkem:

```
static <T> void copy(List<T> destination, List<? extends T> source);
```

Metody jsou `public`, viditelnost je vynechána kvůli lepší přehlednosti.

Pole

- Pro pole nelze použít parametrizovanou třídu.
- Při vkládání prvků do pole runtime systém kontroluje pouze *typ vkládaného prvku*.
- Do pole řetězců bychom pak mohli vložit pole čísel a pod.

```
// generic array creation error
public <T> T[] returnArray() {
  return new T[10];
}
```

- Jde však použít třídu s žolíkem, který není vázaný:

```
List<?>[] pole = new List<?>[10];
```

Vícenásobná vazba generik I

- Uvažujme následující metodu, která vyhledává maximální prvek kolekce.

```
static Object max(Collection<T> c);
```

- Prvky kolekce musí implementovat rozhraní `Comparable`, což není syntaxí vůbec podchyceno.
  - Zavolání této metody proto může vyvolat výjimku `ClassCastException`!
- Chceme, aby prvky kolekce implementovali rozhraní Comparable.

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

```
// if generics are removed
static Comparable max(Collection c); // does not return Object!
```

Vícenásobná vazba generik II

- Signatura metody se změnila — má vracet `Object`, ale vrací `Comparable`!
  - Metoda musí vracet `Object` kvůli zpětné kompatibilitě.
- Využijeme tedy **vícenásobnou vazbu**:

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

- Po výmazu má metoda správnou signaturu, protože v úvahu se bere první zmíněná třída.
- Obecně lze použít více vazeb, například když je obecný prvek implementací více rozhraní.

Závěr

- Generiky mají i další využití, například u reflexe.
- Tohle však již překračuje rámec začátečnického seznamování s Javou.
- Slidy vychází z materiálů
  - Javy firmy Sun
  - *Generics in the Java Programming Language* od Gilada Brachy