

TYPY GENERYCZNE (GENERICS)

ZAGADNIENIA:

- wprowadzenie,
- konwencje, metody, typy surowe
- parametry ograniczone
- podtypy, dziedziczenie,
- symbole wieloznaczne,
- ograniczenia.

MATERIAŁY:

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/>

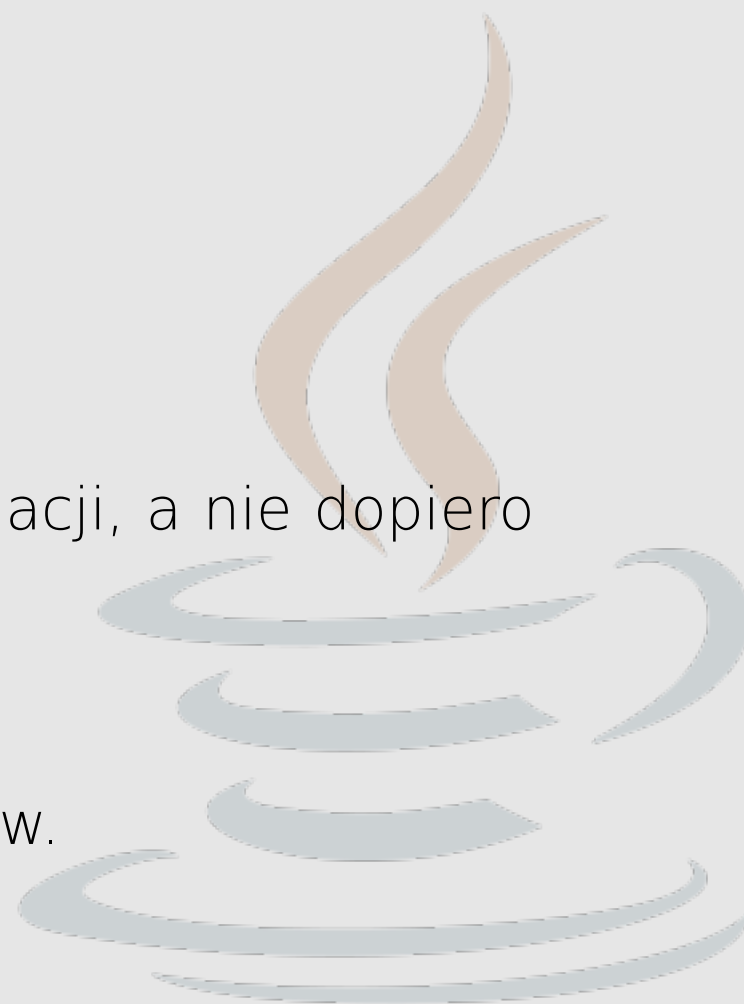


TYPY GENERYCZNE

```
List<String> list = new ArrayList<String>();  
list.add("Ala");  
String s = list.get(0);
```

ZALETY:

- kontrola typów na poziomie kompilacji, a nie dopiero w trakcie działania programu
- brak potrzeby rzutowania,
- konstruowanie ogólnych algorytmów.



PRZYKŁAD

```
public class Box<T> { // T oznacza Typ
    private T t;

    public void set(T t) {
        this.t = t;
    }
    public T get() {
        return t;
    }
}
```

ogólnie:

```
class NazwaKlasy<T1, T2, ..., Tn> {
    ...
}
```



KONWENCJE

- T – typ,
- K – klucz,
- V – wartość,
- E – element (np. kolekcji),
- N – liczba

PRZYKŁAD:

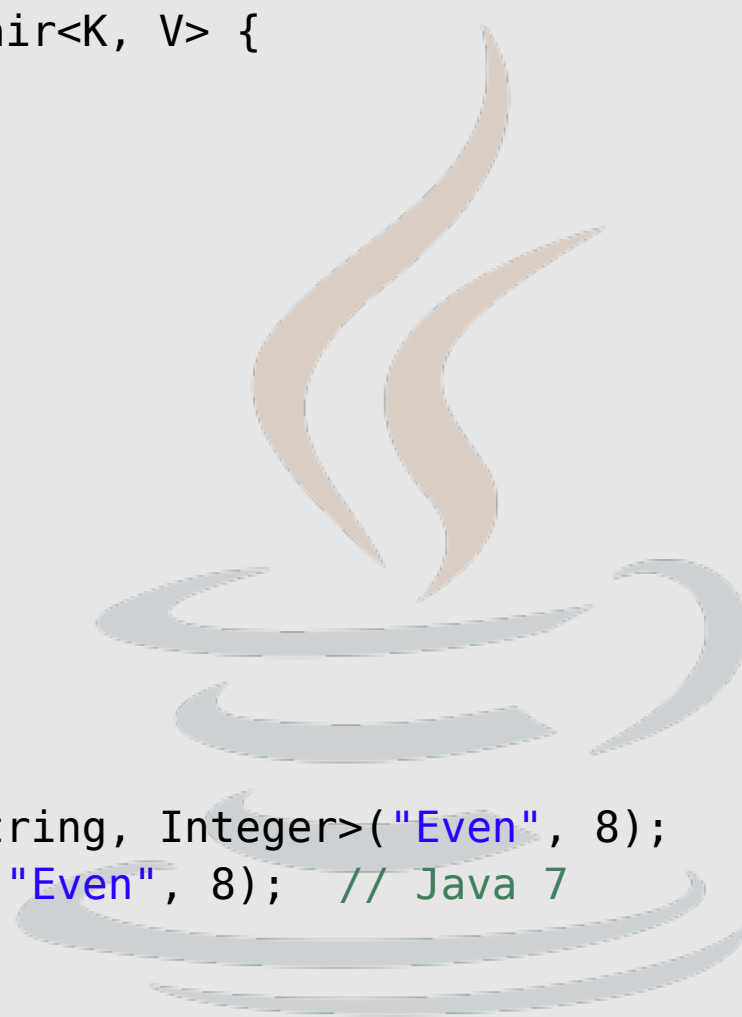
```
public interface Pair<K, V> {  
    public K getKey();  
    public V getValue();  
}
```



PRZYKŁADY

```
public class OrderedPair<K, V> implements Pair<K, V> {  
  
    private K key;  
    private V value;  
  
    public OrderedPair(K key, V value) {  
        this.key = key;  
        this.value = value;  
    }  
  
    public K getKey() { return key; }  
    public V getValue() { return value; }  
}
```

```
Pair<String, Integer> p = new OrderedPair<String, Integer>("Even", 8);  
Pair<String, Integer> p = new OrderedPair<>("Even", 8); // Java 7
```



TYPY SUROWE

```
public class Box<T> {  
    public void set(T t){ ... }  
    ...  
}
```

```
Box<String> typedBox = new Box<String>();  
Box rawBox = new Box(); // typ surowy <=> Box<Object>
```

```
Box rawBox = typedBox;  
rawBox.set(8); // warning: w trakcie działania programu może  
// spowodować RuntimeException
```

Ze względu na możliwość popełnienia błędów, nie zaleca się stosowania typów surowych.

METODY GENERYCZNE

```
public class Util {  
    // Genericzna metoda statyczna  
    public static <K, V> boolean compare(Pair<K, V> p1, Pair<K, V> p2) {  
        return p1.getKey().equals(p2.getKey()) &&  
            p1.getValue().equals(p2.getValue());  
    }  
}
```

wywołanie metody generycznej:

```
Pair<Integer, String> p1 = new Pair<>(1, "jabłko");  
Pair<Integer, String> p2 = new Pair<>(2, "gruszka");  
boolean same = Util.<Integer, String>compare(p1, p2);
```

możliwe również prostsze wywołanie dzięki mechanizmowi wnioskowania typów (type inference).

```
boolean same = Util.compare(p1, p2);
```

PARAMETRY OGRANICZONE

```
public class Box<T> {  
    ...  
    public <U extends Number> void inspect(U u){  
        System.out.println("T: " + t.getClass().getName());  
        System.out.println("U: " + u.getClass().getName());  
    }  
  
    public static void main(String[] args) {  
        Box<Integer> integerBox = new Box<Integer>();  
        integerBox.set(new Integer(10));  
        integerBox.inspect("some text"); // error: String to nie Number  
    }  
}
```

inny przykład

```
public class NaturalNumber<T extends Integer>
```


PARAMETRY OGRANICZONE

wielokrotne ograniczenia:

```
<T extends B1 & B2 & B3>
```

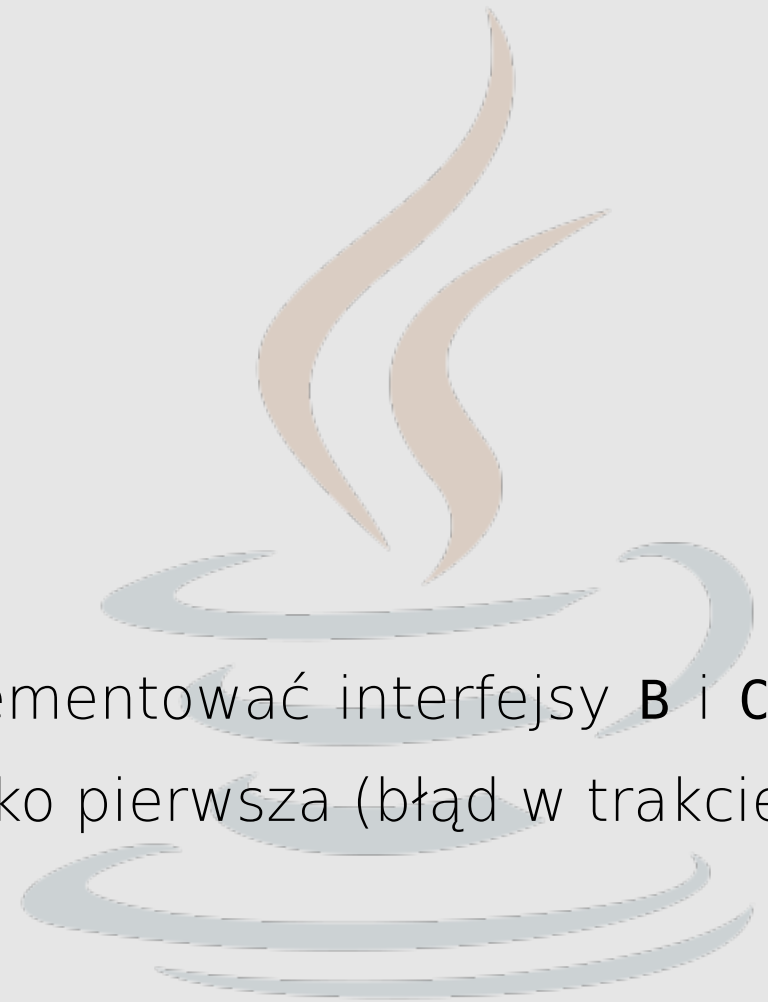
przykład:

```
class A { /* ... */ }  
interface B { /* ... */ }  
interface C { /* ... */ }
```

```
class D <T extends A & B & C> { /* ... */ }
```

typ **T** musi rozszerzać klasę **A** i implementować interfejsy **B** i **C**.

UWAGA: **A** musi być zadeklarowana jako pierwsza (błąd w trakcie kompilacji)



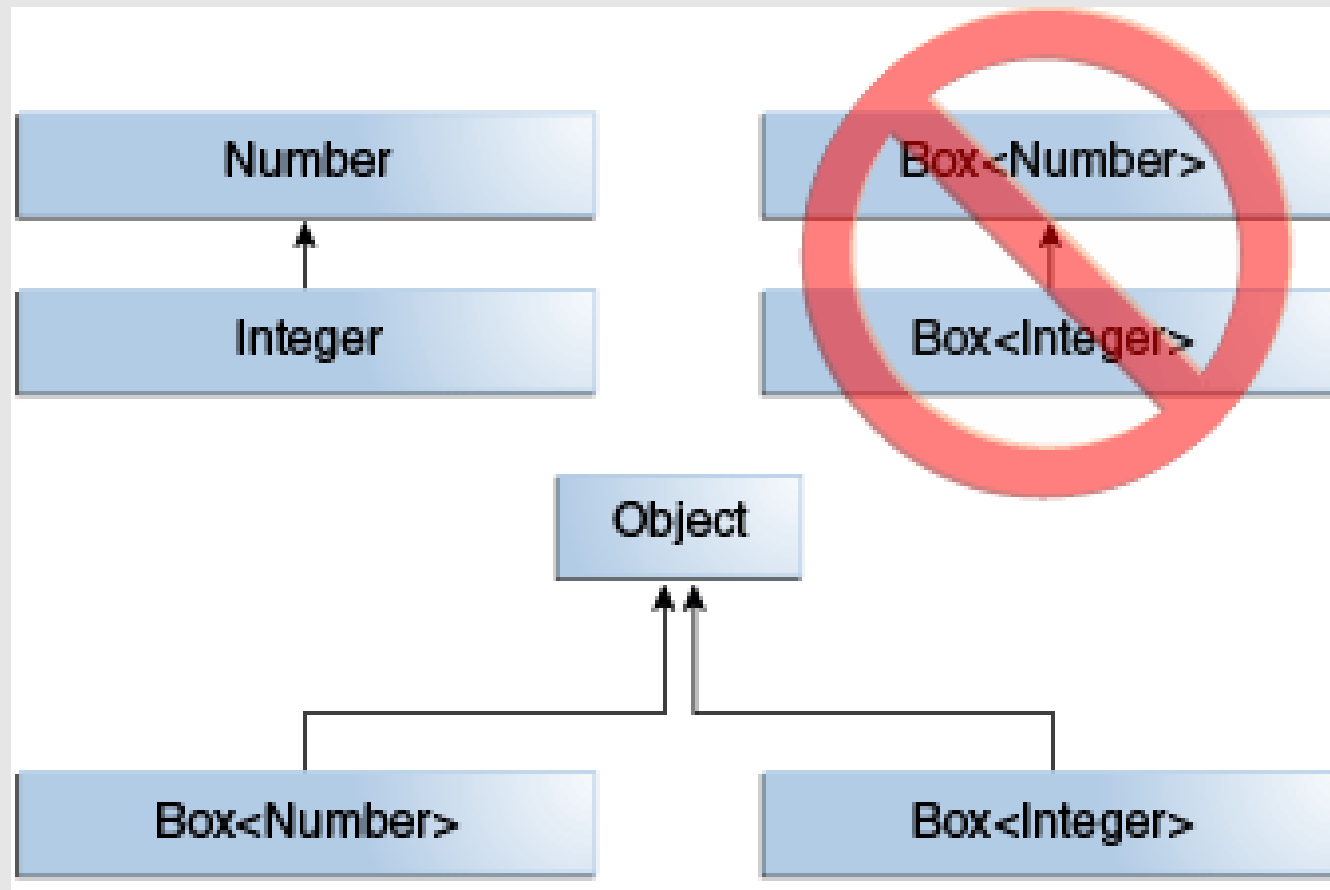
PRZYKŁAD

```
public static <T> int countGreaterThan(T[] anArray, T elem) {  
    int count = 0;  
    for (T e : anArray)  
        if (e > elem) // błąd kompilacji. Co oznacza '>'?  
            ++count;  
    return count;  
}
```

poprawnie:

```
public static <T extends Comparable<T>> int countGreaterThan(T[] anArray,  
                                                             T elem) {  
    int count = 0;  
    for (T e : anArray)  
        if (e.compareTo(elem) > 0)  
            ++count;  
    return count;  
}
```

PODTYPY, DZIEDZICZENIE



<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/figures/java/generics-subtypeRelationship.gif>

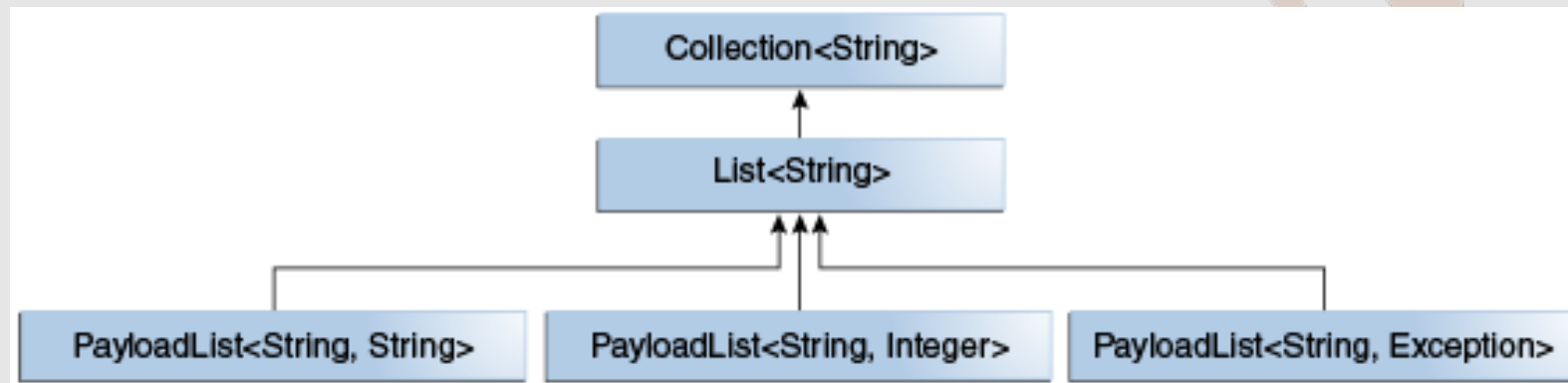
DZIEDZICZENIE PRZYKŁAD

```
Box<Integer> boxInteger;  
Box<Number> boxNumber;  
Box box;
```

```
box          = boxInteger; // ok  
box          = boxNumber; // ok  
boxNumber    = box;        // warning: Unchecked Conversion;  
boxInteger   = box;        // warning: Unchecked Conversion;  
boxInteger   = boxNumber; // błąd kompilacji  
boxNumber    = boxInteger; // błąd kompilacji
```

PODTYPY, DZIEDZICZENIE

```
interface PayloadList<E,P> extends List<E> {  
    void setPayload(int index, P val);  
    ...  
}
```



<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/figures/java/generics-payloadListHierarchy.gif>

SYMBOLE WIELOZANCZNE

```
public static double sumOfList(List<? extends Number> list) {  
    double s = 0.0;  
    for (Number n : list)  
        s += n.doubleValue();  
    return s;  
}
```

Znak '?' ogranicza 'od góry' rodzaj parametru.

UWAGA: deklaracja / definicja metody

```
public static double sumOfList(List<T extends Number> list)
```

jest niepoprawna (składnia). Taka składnia jest douszczalna dla deklaracji klas lub wartości zwracanych (por. parametry ograniczone).

SYMBOLE WIELOZNACZNE

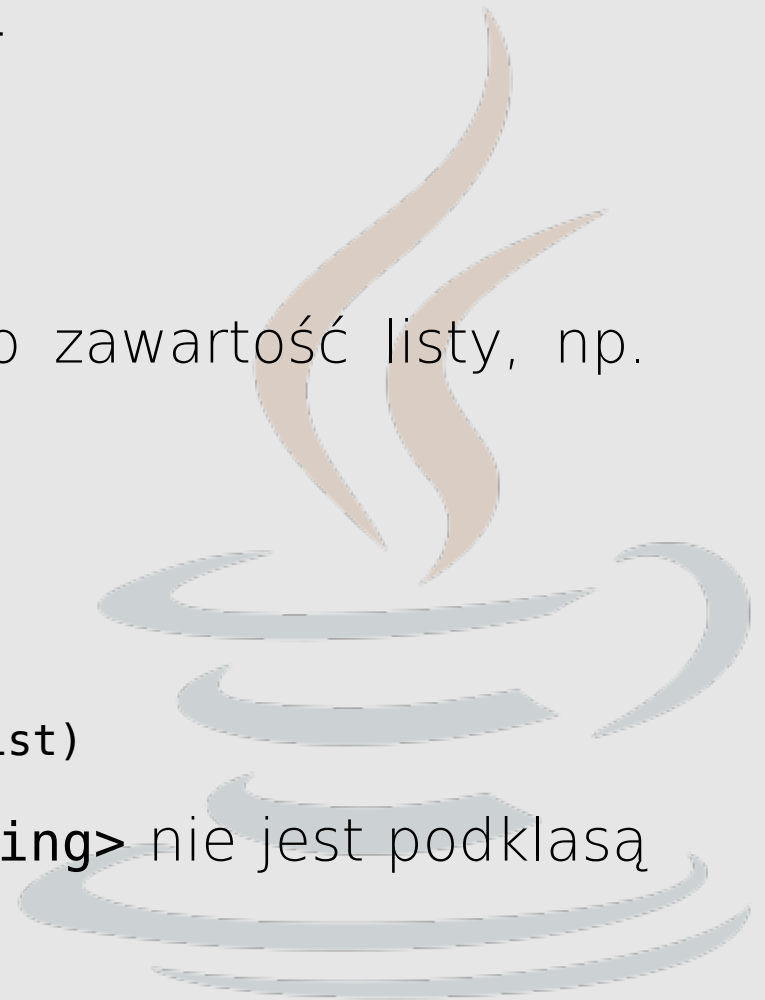
```
public static void printList(List<?> list) {  
    for (Object elem: list)  
        System.out.print(elem + " ");  
    System.out.println();  
}
```

Znak '?' dopuszcza dowolny typ jako zawartość listy, np. `List<String>`, `List<Integer>`, itd.

UWAGA: Metoda

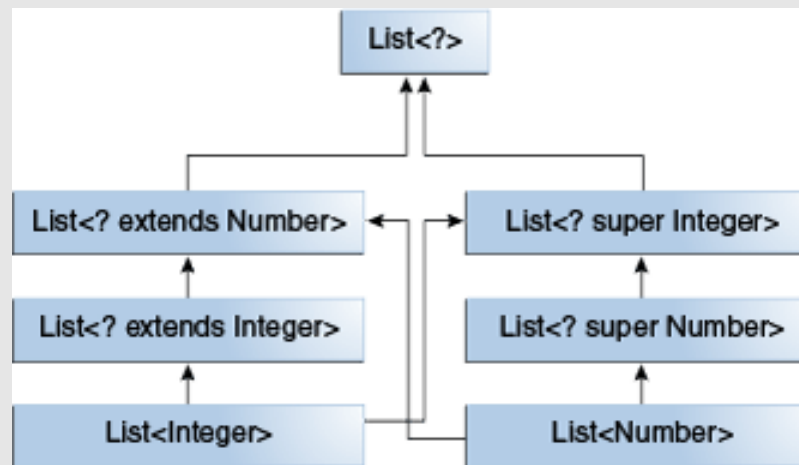
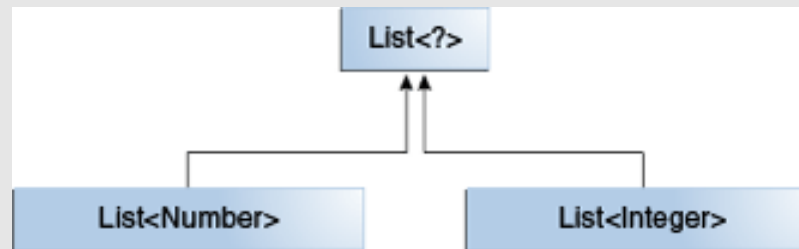
```
public static void printList(List<Object> list)
```

nie obsłuży `List<String>` bo `List<String>` nie jest podklasą `List<Object>`.



SYMBOLE WIELOZNACZNE

Dziedziczenie a symbole wieloznaczne



<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/figures/java/generics-wildcardSubtyping.gif>

SYMBOLE WIELOZNACZNE

Przechwytywanie symboli wieloznacznych (wildcard capture):

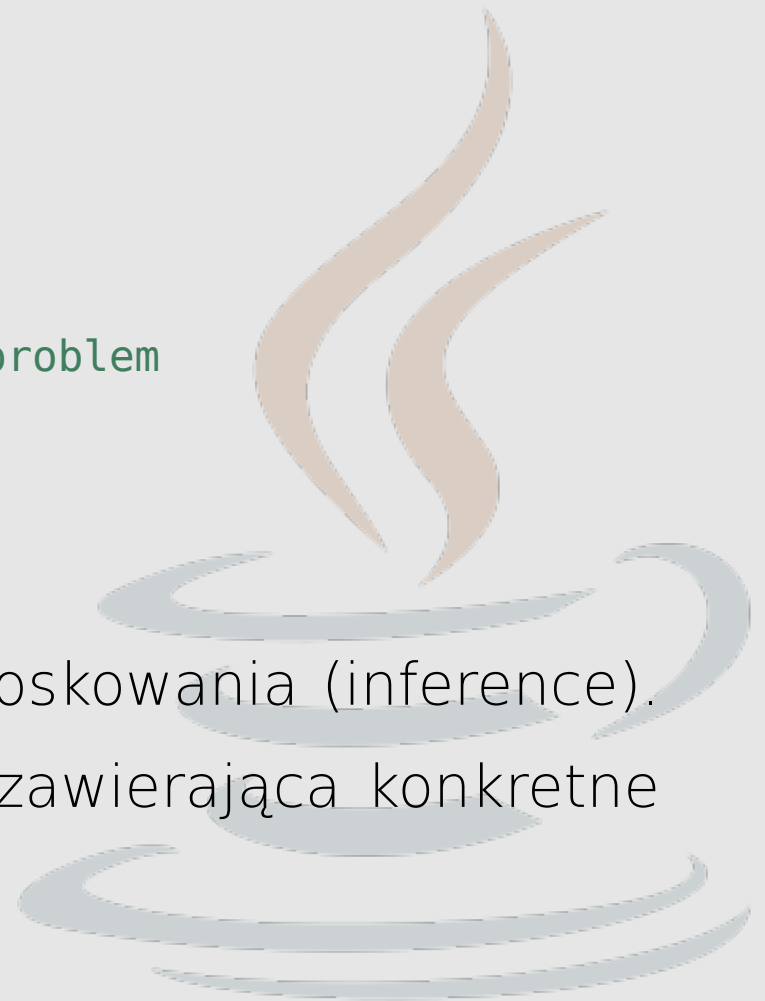
```
public class WildcardError {  
  
    void doSomething(List<?> l) {  
        l.set(0, l.get(0)); // bład kompilacji  
    }  
}
```

Kompilator traktuje `l` jako listę dowolnych obiektów, podczas gdy wywołanie metody `l.set()` wstawia do listy konkretny obiekt, który niekoniecznie musi do niej pasować.

SYMBOLE WIELOZNACZNE

```
public class WildcardFixed {  
  
    void foo(List<?> l) {  
        fooHelper(l);  
    }  
  
    // metoda pomocnicza, która rozwiązuje problem  
    private <T> void fooHelper(List<T> l) {  
        l.set(0, l.get(0));  
    }  
}
```

Metoda wykorzystuje mechanizm wnioskowania (inference).
Tutaj lista jest procesowana jak lista zawierająca konkretne
elementy (typu **T**).



SYMBOLE WIELOZNACZNE

Wskazówki:

- zmienne IN – górne ograniczenie **extends**,
- zmienne OUT – dolne ograniczenie **super**,
- zmienne IN, mogące być używane jako obiekty – brak ograniczeń,
- zmienne IN/OUT – nie używamy symboli wieloznacznych,
- nie używamy symboli wieloznacznych jako wartości zwracanych.

Listy zadeklarowane z użyciem symboli wieloznacznych można traktować jako obiekty read-only

SYMBOLE WIELOZNACZNE

```
List<Integer> li = new ArrayList<Integer>();  
List<? extends Number> ln = li; // OK. ( Object obj = new String() )  
ln.add(new Integer(35)); // Bład kompilacji, ( obj.charAt(7) )
```

List<Integer> jest podtypem **List<? extends Number>**. A klasy nie można traktować tak jak podklasy. Jedyne operacje które można wykonać na takiej liście to:

- dodanie null
- wyczyszczenie clear()
- pobranie iteratora i wywołanie remove()
- zapisać elementy odczytane z listy z wykorzystaniem 'wildcard capture'.

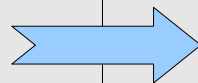
DZIAŁANIE

Typy generyczne zostały wprowadzone aby lepiej kontrolować typy na etapie kompilacji i aby umożliwić programowanie generyczne. W generowanym bytecode otrzymujemy zwykłe klasy i interfejsy. Aby to zrealizować kompilator:

- zastępuje typy przez ich ograniczenia a nieograniczone typy przez **Object**,
- dodaje niezbędne operacje rzutowania,
- tworzy metody pomostowe implementujące polimorfizm w rozszerzonych typach generycznych.

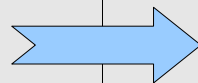
DZIAŁANIE

```
public class Box<T> {  
  
    private T t;  
    public void set(T t) {  
        this.t = t;  
    }  
}
```



```
public class Box {  
  
    private Object t;  
    public void set(Object t) {  
        this.t = t;  
    }  
}
```

```
public class Box<T extends Number> {  
  
    private T t;  
    public void set(T t) {  
        this.t = t;  
    }  
}
```



```
public class Box {  
  
    private Number t;  
    public void set(Number t) {  
        this.t = t;  
    }  
}
```

METODY POMOSTOWE

```
public class MyBox extends Box<String>{
    public void set(String s){
        // jakiś kod
    }
}
```

metoda `set()` w klasie `Box` przyjmuje argument `Object` (wg bytecode wykonywanego przez JVM) podczas gdy metoda w klasie potomnej przyjmuje `String`. To powoduje brak polimorfizmu. Dlatego kompilator automatycznie dodaje metodę pomostową (do `MyBox`):

```
public void set(Object data) {
    set((String) data);
}
```

OGRANICZENIA

- nie można używać typów prymitywnych (**Box<int>**),
- nie można używać operatora **new** (**E e = new E();**),
- nie można deklarować typów statycznych (**private static T v;**)
- typów parametryzowanych (**List<Integer>**) nie można rzutować ani używać jako argument w operatorze **instanceof**,

OGRANICZENIA

- nie można używać tablic typów parametryzowanych (`List<Integer>[] arrayOfLists = new List<Integer>[2]`),
- typ generyczny nie może rozszerzać (bezpośrednio lub pośrednio) **Throwable**,
- nie można przeciążać metod, których argumenty sprowadzają się do tego samego typu.

```
public class Example {  
    public void print(Set<String> strSet) { }  
    public void print(Set<Integer> intSet) { }  
}
```

ĆWICZENIA

Proszę zaimplementować kolejkę priorytetową – strukturę, przechowującą pary (obiekt, priorytet), implementującą operacje:

- **void add(T t, int priority);** // wstawia nowy element do kolejki
- **T get();** // zwraca i usuwa z kolejki element o najwyższym priorytecie. Jeśli w kolejce znajduje się kilka obiektów o najwyższym priorytecie, zwracany jest ten z nich, który został tam wstawiony najwcześniej.

Złożoność czasowa operacji add() i get() powinna być możliwie najmniejsza.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ