

```

// class version 55.0 (55)
// access flags 0x20
class Main { deklaracja klasy

    // compiled from: Main.java

    // access flags 0x0
    <init>()V
    L0    etykieta pierwszego bloku kodu
    LINENUMBER 3 L0    numer linii kodu źródłowego
    ALOAD 0 ładowanie na stos referencji
    INVOKESPECIAL java/lang/Object.<init> ()V konstruktor
    RETURN
    L1    etykieta bloku kodu
    LOCALVARIABLE this LMain; L0 L1 0 lokalna zmienna
    MAXSTACK = 1 max rozmiar stosu
    MAXLOCALS = 1max liczba lokalnych zmiennych

    // access flags 0x8
    static bubbleSort([I)V
    L0
    LINENUMBER 5 L0
    ALOAD 0
    ARRAYLENGTH długość tablicy ze stosu i na stos
    ISTORE 1 zapisanie wartosci ze stosu czyli dl tablicy
    L1
    LINENUMBER 6 L1
    ICONST_0 stała wartosc 0 na stosie
    ISTORE 2 zapisanie wartosci ze stosu do zmiennej 2
    L2
    FRAME APPEND [I I] do stosu zostały dodane dwie wartości
    ILOAD 2 ładowanie zmiennej lokalnej z danego indeksu
    ILOAD 1
    ICONST_1
    ISUB umieszczenie na stosie odjętych wartości
    IF_ICMPGE L3 przechodzi do L3, jeśli wynik jest większy lub równy
    L4
    LINENUMBER 7 L4
    ICONST_0
    ISTORE 3
    L5
    FRAME APPEND [I]
    ILOAD 3
    ILOAD 1
    ILOAD 2
    ISUB
    ICONST_1
    ISUB
    IF_ICMPGE L6

```

```

// =====MainKt.class
=====
// class version 52.0 (52)
// access flags 0x31
public final class MainKt {

    // access flags 0x19
    public final static bubbleSort([I)V
    // annotable parameter count: 1 (visible)
    // annotable parameter count: 1 (invisible)
    @Lorg/jetbrains/annotations/NotNull;() // invisible,
parameter 0
    L0
    ALOAD 0
    LDC "array"
    INVOKESTATIC
    kotlin/jvm/internal/Intrinsics.checkNotNullParameter
    (Ljava/lang/Object;Ljava/lang/String;)V
    L1
    LINENUMBER 4 L1
    ALOAD 0
    ARRAYLENGTH
    ISTORE 1
    L2
    LINENUMBER 5 L2
    ICONST_0
    ISTORE 2
    ILOAD 1
    ICONST_1
    ISUB
    ISTORE 3
    L3
    LINENUMBER 5 L3
    ILOAD 2
    ILOAD 3
    IF_ICMPGE L4
    L5
    ICONST_0
    ISTORE 4
    ILOAD 1
    ILOAD 2
    ISUB
    ICONST_1
    ISUB
    ISTORE 5
    L6
    LINENUMBER 5 L6
    ILOAD 4

```

L7

LINENUMBER 8 L7

ALOAD 0

ILOAD 3

IALOAD ładuje wartość z tablicy o indeksie podanym na stosie na stos

ALOAD 0

ILOAD 3

ICONST_1

IADD dodaje dwie wartości ze stosu i wynik na stos

IALOAD

IF_ICMPLE L8 przechodzi do L8, jeśli wynik jest mniejszy lub równy

L9

LINENUMBER 9 L9

ALOAD 0

ILOAD 3

IALOAD

ISTORE 4

L10

LINENUMBER 10 L10

ALOAD 0

ILOAD 3

ALOAD 0

ILOAD 3

ICONST_1

IADD

IALOAD

IASTORE zapisuje wartość do tablicy o indeksie ze stosu

L11

LINENUMBER 11 L11

ALOAD 0

ILOAD 3

ICONST_1

IADD

ILOAD 4

IASTORE

L8

LINENUMBER 7 L8

FRAME SAME ramka stosu pozostaje niezmieniona

IINC 3 1 inkrementuje wartość lokalnej zmiennej

GOTO L5 skok - przechodzi do L5

L6

LINENUMBER 6 L6

FRAME CHOP 1 ramka stosu zostaje skrócona o 1

IINC 2 1

GOTO L2 skok

L3

LINENUMBER 13 L3

FRAME CHOP 1

RETURN

ILOAD 5

IF_ICMPGE L7

L8

ALOAD 0

ILOAD 4

IALOAD

ALOAD 0

ILOAD 4

ICONST_1

IADD

IALOAD

IF_ICMPLE L9

L10

LINENUMBER 6 L10

ALOAD 0

ILOAD 4

IALOAD

ISTORE 6

L11

LINENUMBER 7 L11

ALOAD 0

ILOAD 4

ALOAD 0

ILOAD 4

ICONST_1

IADD

IALOAD

IASTORE

L12

LINENUMBER 8 L12

ALOAD 0

ILOAD 4

ICONST_1

IADD

ILOAD 6

IASTORE

L9

LINENUMBER 5 L9

IINC 4 1

L13

GOTO L6

L7

IINC 2 1

L14

GOTO L3

L4

LINENUMBER 10 L4

RETURN

L15

L12 (dół) lokalne zmienne w kodzie i zakres ich ważności

LOCALVARIABLE temp I L10 L8 4

LOCALVARIABLE j I L5 L6 3

LOCALVARIABLE i I L2 L3 2

LOCALVARIABLE array [I L0 L12 0

LOCALVARIABLE size I L1 L12 1

MAXSTACK = 5 max głębokość stosu

MAXLOCALS = 5

// access flags 0x9

public static main([Ljava/lang/String;)V

L0

LINENUMBER 15 L0

ICONST_5

NEWARRAY T_INT tworzy nową tablicę

DUP duplikuje wartość na szczycie stosu

ICONST_0

BIPUSH -20 umieszcza na stosie stałą wartość

IASTORE

DUP

ICONST_1

SIPUSH 459 wczytuje na stos wartość

IASTORE

DUP

ICONST_2

SIPUSH -1000

IASTORE

DUP

ICONST_3

BIPUSH 11

IASTORE

DUP

ICONST_4

BIPUSH -9

IASTORE

ASTORE 1

L1

LINENUMBER 16 L1

ALOAD 1

INVOKESTATIC Main.bubbleSort ([I)V wywołuje metodę

L2

LINENUMBER 17 L2

GETSTATIC java/lang/System.out :

Ljava/io/PrintStream;

LDC "Posortowane:"

INVOKEVIRTUAL java/io/PrintStream.println

(Ljava/lang/String;)V

L3

LINENUMBER 18 L3

LOCALVARIABLE temp I L11 L9 6

LOCALVARIABLE j I L8 L13 4

LOCALVARIABLE i I L5 L14 2

LOCALVARIABLE size I L2 L15 1

LOCALVARIABLE array [I L0 L15 0

MAXSTACK = 5

MAXLOCALS = 7

// access flags 0x19

public final static main([Ljava/lang/String;)V

// annotable parameter count: 1 (visible)

// annotable parameter count: 1 (invisible)

@Lorg/jetbrains/annotations/NotNull;() // invisible,
parameter 0

L0

ALOAD 0

LDC "args"

INVOKESTATIC

kotlin/jvm/internal/Intrinsics.checkNotNullParameter
(Ljava/lang/Object;Ljava/lang/String;)V

L1

LINENUMBER 13 L1

ICONST_5

NEWARRAY T_INT

DUP

ICONST_0

BIPUSH -20

IASTORE

DUP

ICONST_1

SIPUSH 459

IASTORE

DUP

ICONST_2

SIPUSH -1000

IASTORE

DUP

ICONST_3

BIPUSH 11

IASTORE

DUP

ICONST_4

BIPUSH -9

IASTORE

ASTORE 1

L2

LINENUMBER 14 L2

ALOAD 1

INVOKESTATIC MainKt.bubbleSort ([I)V

```

GETSTATIC java/lang/System.out :
Ljava/io/PrintStream; statyczna referencja do obiektu
  ALOAD 1
  INVOKESTATIC java/util/Arrays.toString
([I)Ljava/lang/String; wywołuje statyczną metodę
  INVOKEVIRTUAL java/io/PrintStream.println
(Ljava/lang/String;)V wywołuje metodę "println"
  L4
  LINENUMBER 19 L4
  RETURN zwraca wartość z metody i kończy jej wykonanie
  L5
  LOCALVARIABLE args [Ljava/lang/String; L0 L5 0
  LOCALVARIABLE data [I L1 L5 1
  MAXSTACK = 4
  MAXLOCALS = 2
}

```

```

L3
LINENUMBER 15 L3
LDC "Posortowane:"
ASTORE 2
L4
ICONST_0
ISTORE 3
L5
  GETSTATIC java/lang/System.out :
  Ljava/io/PrintStream;
  ALOAD 2
  INVOKEVIRTUAL java/io/PrintStream.println
(Ljava/lang/Object;)V
  L6
  L7
  LINENUMBER 16 L7
  ALOAD 1
  INVOKESTATIC java/util/Arrays.toString
([I)Ljava/lang/String;
  ASTORE 2
  L8
  ICONST_0
  ISTORE 3
  L9
  GETSTATIC java/lang/System.out :
  Ljava/io/PrintStream;
  ALOAD 2
  INVOKEVIRTUAL java/io/PrintStream.println
(Ljava/lang/Object;)V
  L10
  L11
  LINENUMBER 17 L11
  RETURN
L12
  LOCALVARIABLE data [I L2 L12 1
  LOCALVARIABLE args [Ljava/lang/String; L0 L12 0
  MAXSTACK = 4
  MAXLOCALS = 4

@Lkotlin/Metadata;(mv={1, 5, 1}, k=2,
d1={"\u0000\u001c\n\u0000\n\u0002\u0010\u0002\u0010\u0000\u0002\u0010\u0002\u0015\n\u0002\u0008\u0002\u0010\u0011\n\u0002\u0010\u000e\n\u0002\u0008\u0002\u001a\u000e\u0010\u0000\u001a\u00020\u0012\u0006\u0010\u0002\u001a\u00020\u0003\u001a\u0019\u0010\u0004\u001a\u00020\u0012\u000c\u0010\u0005\u001a\u0008\u0012\u0004\u0012\u00020\u0007\u0006\u00a2\u0006\u0002\u0010\u0008\u00a8\u0006\u0009"},

```

```
d2={"bubbleSort", "", "array", "", "main", "args", "", "",
"([Ljava/lang/String;)V", "Lab3Kotlin"}}
// compiled from: Main.kt
}
```

```
// =====META-
INF/Lab3Kotlin.kotlin_module =====
```

MainKt" *

Porównując bytecode dla Java z bytecode'em Kotlin, pojawiają się różnice takie jak:

- Adnotacje: W bytecode Kotlin występują adnotacje (np. @Lorg/jetbrains/annotations/NotNull), które są używane do oznaczania parametrów. W przypadku bytecode'u Java takie adnotacje nie są widoczne.

- Instrukcje wczytywania stałych: W bytecode Kotlin używane są instrukcje LDC, które wczytują stałe wartości. W przypadku bytecode'u Java, zwykle używa się instrukcji ICONST_X lub BIPUSH do wczytywania stałych wartości całkowitych na stos.

- Nazwy zmiennych lokalnych: W bytecode Kotlin nazwy zmiennych lokalnych są generowane na podstawie nazw zmiennych w kodzie źródłowym, takich jak np. array, size, temp. W przypadku bytecode'u Java, nazwy zmiennych lokalnych są zastępowane indeksami.

Kotlin

```
LOCALVARIABLE array [I L0 L15 0
```

Java

```
LOCALVARIABLE args [Ljava/lang/String; L0 L5 0
```

- Opis lokalnych zmiennych: W bytecode Kotlin opis lokalnych zmiennych zawiera adnotacje, typy i nazwy zmiennych. W przypadku bytecode'u Java, opis lokalnych zmiennych zawiera tylko indeksy i typy zmiennych.

Kotlin

```
LOCALVARIABLE temp I L11 L9 6
```

Java

```
LOCALVARIABLE data [I L2 L12 1
```