Reťazce a polia

(a iné odlišnosti Java a C++)

Peter Borovanský
KAI, I-18

borovan 'at' ii.fmph.uniba.sk
http://dai.fmph.uniba.sk/courses/JAVA/

Konverzie, reťazce, polia

dnes bude:

- **operátory** &&, &, ||, | , preťažovanie operátorov
- **konverzie** základných číselných typov
- **reťazce** (trieda String) a práca s nimi,
  - triedy StringBuilder, StringBuffer
  - **regulárne výrazy** - regexp
- **polia** (pohľad C++ programátora)
- **testovanie** (prvý JUnit test – asi na cvičení)

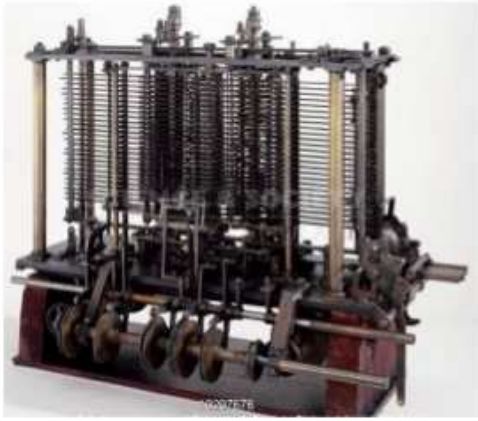
cvičenia:

- programy s poľami, testovanie a ladenie (debugger)
- manipulácia s reťazcami

literatúra:

- Thinking in Java, 3rd Ed. (http://www.ibiblio.org/pub/docs/books/eckel/TIJ-3rd-edition4.0.zip) – 3:Controlling Program Flow, 4:Initialization & Cleanup,
- Naučte se Javu – úvod
  - http://interval.cz/clanky/naucte-se-javu-operatory-a-ridici-prikazy/,
  - http://interval.cz/clanky/naucte-se-javu-staticke-promenne-a-metody-balicky/
- Java (http://v1.dione.zcu.cz/java/sbornik/)

Zrnko múdrosti



Charles Babbage and Augusta Ada King, Countess of Lovelace

The designer of the analytical engine and its programmer

Při dvou příležitostech jsem byl členy **parlamentu** dotázán: "Řekněte, pane Babbage, když do toho vašeho stroje zadáme špatné údaje, vypočítá správný výsledek?"

Nejsem schopen pochopit, jaký druh zmatení myšlenek dokáže vyplodit takovou otázku...

Charles Babbage

Donald E.Knuth

(Pozor na chyby v tom kódu; já jsem pouze dokázal, že funguje, nezkoušel jsem ho … Donald Knuth :)

Naše chyby v zadaniach si priznáme, sme radi, ak ich odhalíte čím skôr, a ak sú relevantné (nie typo a gramatika), tak ich aj oceníme bodmi

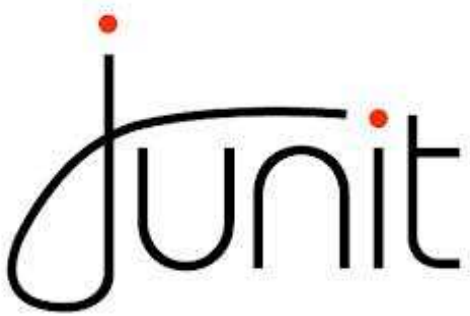
Errata: The Art of the Computing

TEX

- Release October 2016 is 3.14159265.
- upon his death, the version of TeX shall be frozen at

π

Testy
(sú iné ako ste čakali)



- používame techniku štandardných java **junit4 testov**, viac v prednáške
- všeobecne: **dodržiavanie predpísaných mien súborov, tried a metód**
- keďže rekord submitov je > 20, neprezeráme všetky, ale len posledný, preto d
  posledného submit dajte všetky dobré riešenia celej zostavy !!!
- do testov posielajte **.zip** obsahujúci ***.java bez package**

- na cvičení **bude?** súťaž o najlepšieho testera (v písaní junit testov)
- testy **čiastočne zverejňujeme** (okrem autorského riešenia), zdrojáky čítame!
- ak bezradne/dlho ladím a test failuje, v testovanej metóde si **vypíšem vstupy**
- ak to nie je uvedené v zadaní, môžete sa **pýtať na rozsah vstupov**
- **15 s. je timeout** pre každého, ak to nie je inak junit testom upravené

Logické operácie komutatívne?

(vyhodnocovanie zľava doprava - "short-circuit")

- je a&&b je to isté ako b&&a, resp. a||b je to isté ako b||a ?
- **v algebre áno, v programe nie**:

```
public static boolean loop() { for(;;); } // nekonečný cyklus
&&
false && (7/0 > 0)              // false
//(7/0 > 0) && false            // div by zero
||
true || (7/0 > 0)               // true
//(7/0 > 0) || true             // div by zero
&&
false && loop()                 // false
//loop() && false               // zacyklí sa
||
true || loop()                  // true
loop() || true                  // zacyklí sa
```

Súbor: Komutativnost.java

Skutočné logické operácie
(nebolo v C++)

- && , || sú "**skráteným**" súčinom (konjunkciou), súčtom (disjunkciou), vyhodnocujú sa zľava doprava, a len kým treba...
- & , | sú **plnohodnotným** súčinom, súčtom vyhodnocujú oba argumenty

```
&
//false & (7/0 > 0)          // div by zero
//(7/0 > 0) & false          // div by zero
|
//true | (7/0 > 0)           // div by zero
//(7/0 > 0) | true           // div by zero
&
//false & loop()             // zacyklí sa
//loop() & false             // zacyklí sa
|
//true | loop()              // zacyklí sa
//loop() || true             // zacyklí sa
```

Súbor: Komutativnost.java

málo kto pozná a používa...

Skrátený súčet, súčin

```
int i, j, k;
i = 1; j = 2; k = 3;
if (i == 1  ||  ++j == 2)  k = 4;
System.out.println("i = "+ i +", j = "+ j +", k = "+ k);
```

toto sa nevyhodnotí, lebo i==1 a true || hocičo je true...

i = 1, j = 2, k = 4

```
i = 1; j = 2; k = 3;
if (i == 1  |  ++j == 2)  k = 4;
System.out.println("i = "+ i +", j = "+ j +", k = "+ k);
```

teraz sa to vyhodnotí

i = 1, j = 3, k = 4

```
i = 1; j = 2; k = 3;
if (i == 2  &&  ++j == 3)  k = 4;
System.out.println("i = "+ i +", j = "+ j +", k = "+ k);
```

toto sa nevyhodnotí, lebo i!=2

i = 1, j = 2, k = 3

```
i = 1; j = 2; k = 3;
if (i == 2  &  ++j == 3)  k = 4;
System.out.println("i = "+ i +", j = "+ j +", k = "+ k);
```

teraz sa to vyhodnotí, aj keď i!=2

i = 1, j = 3, k = 3

Súbor: Operatory.java

Preťažovanie operátorov

- v Jave existujú preťažené operátory, napr +, *, ...
  - + :: int + int -> int + :: float + float -> float
- ale aj &, |:
  - | :: int | int -> int | :: boolean | boolean -> boolean
  - & :: int & int -> int & :: boolean & boolean -> boolean

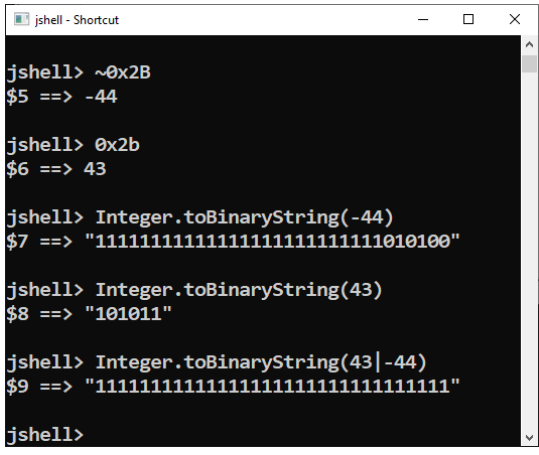
- v Jave používateľ nemôže definovať preťažené operátory... ☺
- ale môže napísať

```
int a = 7, b = 0;
...
a == 0 | b == 0          // true, lebo b == 0
(a | b) == 0             // false, lebo a | b == 7
                         // bitový súčet dvoch intov
```

Súbor: Komutativnost.java

Hamlet in C/Java

	JAVA	C
0x2B | ~0x2B	-1	-1
0x2B | !0x2B	!int	43
0x2B || ~0x2B	int||int	1
0x2B || !0x2B	!int	1



Zvrhlosti

(iné v C++ a Java)

```c
#include <stdio.h>
void main(int argc, char *argv) {
    int a = 0;
    int b = (a++) + (a);
    printf("%d\n",b);
    int i = 0;
    i = i++;
    printf("%d\n",i);
}
```

```
RACDB 1 root@orcl1:~$ gcc x.c
RACDB 1 root@orcl1:~$ ./a.out
0
1
```

Kód, ktorý vyvoláva pochybnosť/nejednoznačnosť, nie je (v praxi) dobrý kód !!!

```java
3 public class Zvrhlosti {
4       public static void main(String[] args) {
5           int a = 0;
6           int b = (a++) + (a);
7           System.out.println(b);
8           int i = 0;
9           i = i++;
10          System.out.println(i);
11      }
```

Problems Javadoc Declaration Search Console Error Log History Git Stagi

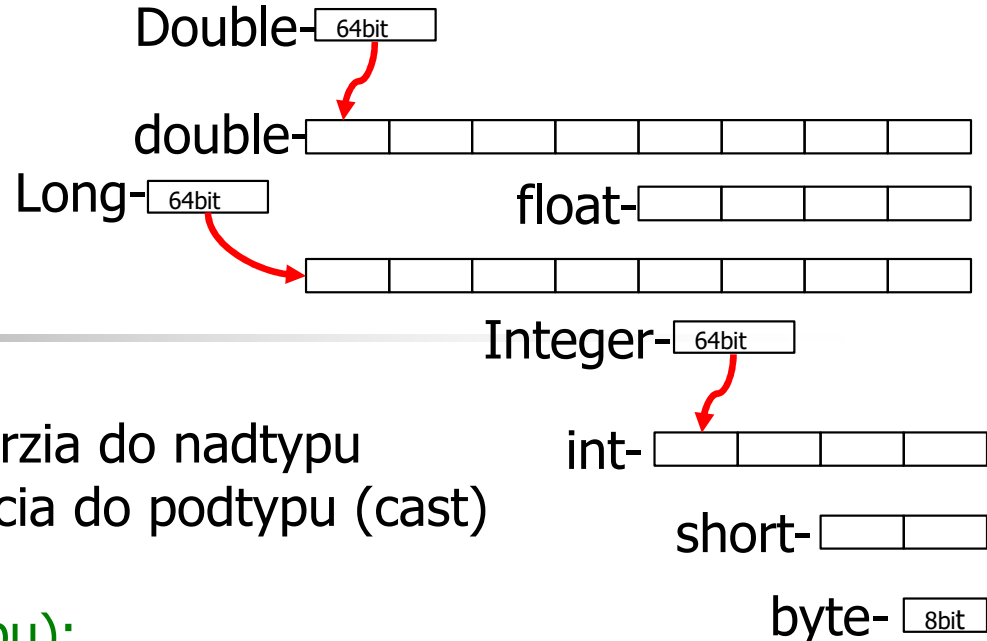
<terminated> Zvrhlosti [Java Application] C:\java8_0_91\bin\javaw.exe (28. 2. 2017, 21:49:39)

```
1
0
```

Správne miesto, kde sa (takto) vyblbnúť, sú prémie v škole, nie tímová programátorská práca…

Súbor: Zvrhlosti.java

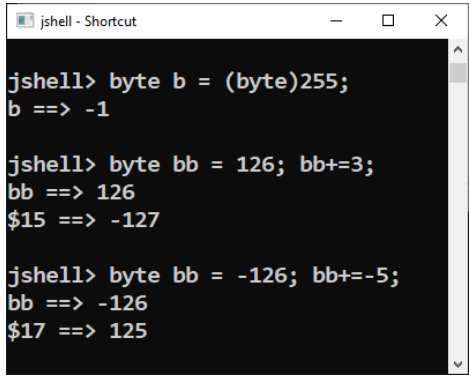
Pretypovanie konverzie




```
char    c = 'A';
int     i = (int) c;        // konverzia do nadtypu
char    d = (char)i;        // redukcia do podtypu (cast)
```

- rozširujúce konverzie (do nadtypu):
  byte->short->int->long->float->double
- zužujúce konverzie (do podtypu):
  double->float->long->int->short->byte

```
short s = 300;                  // 16 bit [2^15-1 .. 2^15]
byte b ;                        // 8 bit [-128..127]

b = (byte) s;                   // s = 300, b = 44
b = (byte) 255;                 // b = -1
byte bb = 126;                  // bb = 126
bb += 3;                        // bb = -127
bb = -126;                      // bb = -126
bb += -5;                       // bb = 125
```



(300-256)

(255-256)

(126+3-256)

(-126-5+256)

Súbor Konvert.java

Príklad statických metód z tried
Integer, String, Double a Boolean

Konverzie z/do String

String -> int

```
Integer.valueOf("123")→Integer
Integer.parseInt("123") →Int

Integer.parseInt("1010", 2)  //10
```

int -> String

```
String.valueOf(123) →String
Integer.toString(123,10) →String
""+123 je String tiež

Integer.toBinaryString(31)      //11111
Integer.toOctalString(15)       // 17
Integer.toHexString(255)        // ff
```

String -> double

```
Double.valueOf("3.1415")
Double.parseDouble("3.1415")
```

double -> String

```
String.valueOf(Math.PI)
Double.toString(Math.PI)
```

String -> Boolean

```
Boolean.valueOf("true")
Boolean.parseBoolean("false")
```

Boolean -> String

```
String.valueOf(true)
Boolean.toString(false)
```

Súbor KonverzieString.java

Reťazce – metódy

```
String s1 = new String("Hello");
String s2 = "World";
-- zreťazenie, indexovanie, vyhľadávanie
String s3 = s1 + ' ' + s2 + "!";
s1.charAt(0) == 'H'
s1.indexOf("ll") == 2
s1.substring(1, 3).equals("el")
-- cyklus s indexom
for (int i = 0; i<s3.length(); i++) {
    s3.charAt(i)
}
-- cyklus bez indexu
char[] charArray = s3.toCharArray();
for (char ch : charArray) {
    ch
}
```

```
String
  t1 = new String("ahoj");
  t2 = new String("ahoi");
  t3 = new String("AHOJ");

  t1.compareTo(t2);                  // 1 >
  t2.compareTo(t1);                  // -1 <
  t1.compareToIgnoreCase(t3);// 0
  t1.equals(t3);                     // false
  t1.equalsIgnoreCase(t3);       // true
```

Reťazce – porovnávanie

"" != null

Prázdny reťazec nie je neinicializovaný reťazec

== porovnáva pointre a nie obsahy reťazcov

väčšinou je to chyba vo vašom programe

ale

.equals(), .compareTo, .equalsIgnoreCase()

porovnávajú skutočné reťazce

s.equals("java") môže padnúť, ak s=null

"java".equals(s)

NIKDY NEPADNE na Null Pointer Exception - NPE

Reťazce (trieda String)

nikdy neporovnávame reťazce s1==s2, ale s1.equals(s2)

```
String ja = "Ja";
String[] p = new String[] {"Jana", "Anna", "Mama"};
for(int i = 0; i < p.length; i++)
   System.out.println(p[i]);                                  Jana\nAnna\nMama\n

String janaString = p[0];
System.out.println(janaString == "Jana");                     true
System.out.println(janaString == "Ja" + "na");                true
System.out.println(janaString == ja + "na");                  false
System.out.println(janaString.equals(ja + "na"));             true
System.out.println((ja + "na").equals(janaString));           true

System.out.println( (janaString.charAt(0) == 'J') );          true
for(int i = 0; i<janaString.length(); i++)
   System.out.print(janaString.charAt(i));                    Jana

char[] poleCharov = janaString.toCharArray();
for(char ch : poleCharov) System.out.print(ch);               Jana
```

Súbor: Retazce.java

Polia

(aby ste sa nenadreli, používajte metódy java.util.Arrays)

```
import java.util.Arrays;          // veľmi šikovná trieda na prácu s poľami

  String[] p = new String[] {"Jana", "Anna", "Mama"};
  System.out.println(Arrays.binarySearch(p,"Jana"));        -3  - nenašiel

  Arrays.sort(p);

 for(String s : p)
     System.out.println(s);                                 Anna\nJana\nMama
  System.out.println(Arrays.binarySearch(p,"Jana"));        1 – našiel na indexe 1
  System.out.println(Arrays.binarySearch(p, "baa"));        -4 - nenašiel

  System.out.println(Arrays.toString(p));                   [Anna, Jana, Mama]

  Arrays.fill(p,"cc");                                      [cc, cc, cc]
  String[] r = Arrays.copyOf(p,3);                          [cc, cc, cc]
  p[0] = "zmena";                                           [zmena, cc, cc]
  System.out.println(r[0]);                                 cc
  System.out.println(p[0]);                                 zmena
```

Súbor: Retazce.java

Kvíz - 1

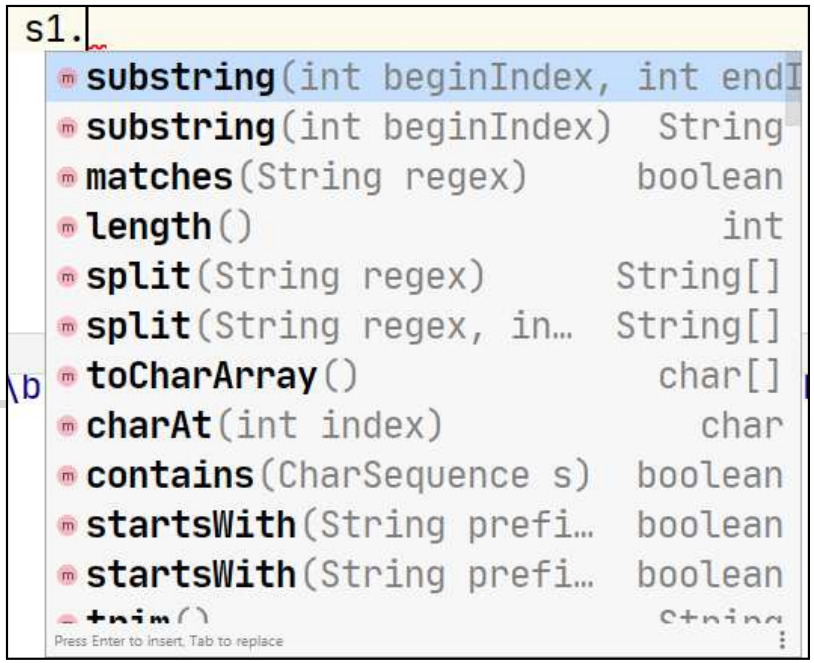
```
static String s1;
static String s2 = null;
static String s3 = "";
```

```
System.out.println(s1 == s2);          true
System.out.println(s1 == s3);          false
                                                    (NPE)
System.out.println(s1.length()); java.lang.NullPointerException
System.out.println(s2.length()); java.lang.NullPointerException
System.out.println(s3.length()); 0
```

Kvíz - 2

```
static String s4 = "java";
static String s5 = new String("java");
static String s6 = "ja"+"va";
static String s7 = "ja";

System.out.println(s4 == s5);          false
System.out.println(s4 == s6);          true
s7 += "va";
System.out.println(s4 == s7);          false

System.out.println(s4.equals(s5));     true
System.out.println(s4.equals(s6));     true
System.out.println(s4.equals(s7));     true
```

Metódy



niet nad kontextový help...

```
s1.toLowerCase()          // ahoj
s1.toUpperCase()          // AHOJ
s1 + s2                   // ahojahoi
s1.concat(s2)             // ahojahoi
s1.replace('h', 'H')      // aHoj
s1.substring(2)           // oj
s1.substring(2,3)         // o
s1.charAt(2)              // o
s1.indexOf('o')           // 2
-- zreťazenie volania metód
s1.trim().toUpperCase().substring(2).indexOf('O');
```

- používajte kontextový help
- naučte sa používať JDK API, search
- prestavu o existujúcich metódach

Súbor: Retazce.java

Reťazce – metódy

```
String s = "male a VELKE";
int  i = s.indexOf('a');                  // prvé 'a'
int i = s.indexOf('a', i + 1);            // ďalšie 'a'
i = s.lastIndexOf('a');                   // posledné 'a'
i = s.lastIndexOf('a', i - 1);            // predposledné 'a'
i = s.lastIndexOf("VEL");                 // podreťazec

String a[] = {"Peter", "Marek" };
String s = String.format("Ahoj %s, tu je %s", a);

Character.isDigit('1')                    // true
char b= '1'; if (b >= '0' && b <= '9') ...if (b >= 48 && b <= 58) ...
Character.isLetter('A')                   // true
Character.isLowerCase('b')                // true
for(char chr = 'a'; chr <= 'z'; chr++) { ... }

Character.digit('5', 10)                  // 5
Character.digit('F', 16)                  // 15
```

Súbor: Retazce.java

StringBuffer/StringBuilder

(o tragédii na quadterme 2016)

```
long start = System.currentTimeMillis();
String s = "";
for(int i = 0; i<1000000; i++) s += "a";
System.out.println("elapsed time:"+(System.currentTimeMillis()-start)/1000);
```

elapsed time: 698 s.

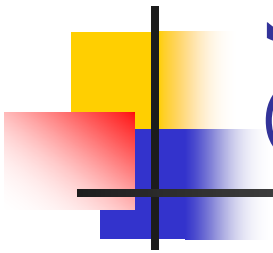
- pri prireťazení hoc aj jedného znaku sa naalokuje nový reťazec, prekopíruje, ...
- preto dostaneme kvadratickú zložitosť s kvadratickým garbage ☹
- ak to v rámci testu na staručkom L.I.S.T.e odpálilo 60 študentov pri vrcholiacom quadterme, katastrova bola jasná ☹ ☹ ☹
- no a chyba je v príklade, teste, alebo v programátoroch ? (nepríjemná hádka, 2016)
- ako je to v Pythone ?

```
long start = System.currentTimeMillis();
StringBuffer ss = new StringBuffer();
for(int i = 0; i<1000000; i++) ss.append("a");
String s = ss.toString();
System.out.println("elapsed time: " + (System.currentTimeMillis()-start)/1000);
```

elapsed time: 0 s. !!!

Súbor: Quadterm2016.java

String in Java
(StringBuilder, StringBuffer)

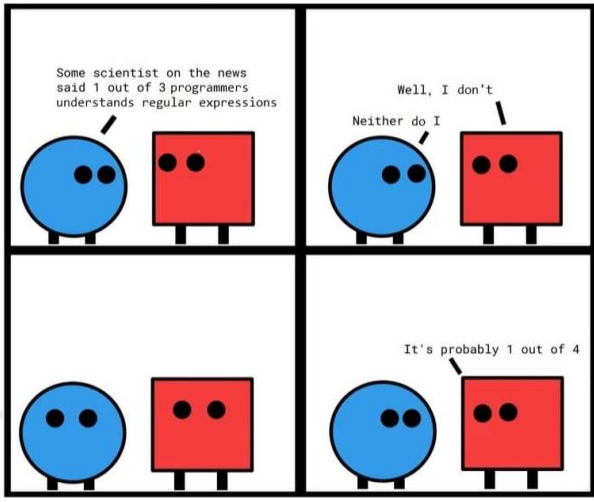


- String v Jave nie je char* v C++
- String je **nemenný** (immutable) – ak chcete modifikovať reťazec, musíte ho vytvoriť (naalokovať) znova, to stojí čas aj pamäť
- StringBuffer/StringBuilder sú modifikovateľné reprezentácie reťazcov vytvorené na heape

  napr. StringBuffer.**setCharAt**(int index, char ch)
- implementácia StringBuffer je najbližšie tomu, čo boli reťazce v Pythone
- StringBuffer je thread safe
- StringBuilder nie je thread safe, preto je trochu rýchlejší

Regulárne výrazy

poznáte z linuxu



[abc]	a, b, c
[^abc]	okrem a, b, c
[a-zA-Z]	a..z,A..Z (interval)
[a-d[m-p]]	[a-dm-p] (zjednotenie)
[a-z&&[def]]	d, e, f (prienik)
[a-z&&[^bc]]	[ad-z] (rozdiel')
[a-z&&[^m-p]]	[a-lq-z] (rozdiel')
19|20	19 alebo 20 (alebo)

X?	raz či vôbec X
X*	viackrát X
X+	aspoň raz X
X{n}	n krát X
X{n,}	aspoň n krát X
X{n,m}	n až m krát X

.	l'ub.znak
\\d	[0-9]
\\D	[^0-9]
\\s	[\t\n\x0B\f\r]
\\S	[^\s]
\\w	[a-zA-Z_0-9]
\\W	[^\w]
^	zač.riadku
$	koniec riadku
\\b	hranica slova
\\A	zač.vstupu
\\Z	koniec vstupu

[-+]?([0-9]*\.[0-9]+|[0-9]+)

(19|20)\\d\\d[- /.](0[1-9]|1[012])[- /.](0[1-9]|[12][0-9]|3[01])

^.*\\b(one|two|three)\\b.*$

Príklady reg.výrazov

string.**matches**(regexp) vráti true false

Regexp:	string->true:	string->false:	
"java"	"java"	"_java "	// totálna zhoda
".*java.*"	"python java kotlin"	"python ja_va kotlin"	// niekde v reťazci
"^java.*"	"java python kotlin"	"_java python kotlin"	// na začiatku riadku
"[a-z0-9]+"	"java9"	""	// malé pismena, cifry, >=1x
"[^python]+"	"java9"	"kotlin"	// okrem p,y,t,h,o,n
"[A-F[0-9]]+"	"FF00FF"	"ff00ff"	// A-F zjednotenie 0-9
"[A-Q&&[K-Z]]+"	"KLM"	"SWISS"	// A-Q prienik K-Z
"[A-Z&&[^F-H]]+"	"KLM"	"FRANCE"	// A-Q rozdiel K-Z
"\\d{3}"	"158"	"1234"	// tri cifry
"(\\d)\\1\\d"	"558"	"123"	// xxd - rovnaké prvé 2cifry
"(\\d\\d\\d)\\1"	"567567"	"567576"	// xyzxyz–dve rovnaké trojice
"[A-Z][a-zA-Z]*"	"Peter"	"peter"	// meno začína veľkým písm.
"\\d{3}\\s\\d{2}"	"821 06"	"82106"	// PSČ
"09\\d{2}\\s\\d{3}\\s\\d{3}"	"0905 819 123"	"4212 777 333"	// mobil
"[0]\\d+[/-]\\d+"	"02/2517293"	"02 2517293"	// pevná
"(muz|zena)"	"muz"	"dieta"	// pohlavie
"[a-zA-Z0-9_.]+[@][a-zA-Z0-9_.]+"	"jano.mrkva@.com"	"jano/mrkva@com"	// ≈email
"(19|20)\\d\\d[- /.](0[1-9]|1[012])[- /.](0[1-9]|[12][0-9]|3[01])"			// yyyy-mm-dd
	"1982-12-26"	"26.12.1982"	
	"2021-02-29" ☹		

Súbor: RegExp.java

Grupy

Grupy v regexpe zatvoríme do (...)

```
String regexp = "(\\d{4})(\\d{2})(\\d{2})/(\\d{4}|\\d{3})";
Pattern pattern = Pattern.compile(regexp);
Matcher matcher = pattern.matcher("20200225/123");
if (matcher.matches()) {
   if (matcher.groupCount() > 0) {
      for (int g = 0; g <= matcher.groupCount(); g++) {
         System.out.println("group " + g + " is " + matcher.group(g));
      }
   }
}
```

```
group 0 is 20200225/123
group 1 is 2020
group 2 is 02
group 3 is 25
group 4 is 123
```

- grupa 0 je vždy celý reťazec

matcher.groupCount() podgrúp

```
for (int g = 0; g <= matcher.groupCount(); g++)
```

Súbor: RegExp.java

Billion-dollar mistake

Tony Hoare

String (či akýkoľvek objekt) môže mať hodnotu **null** má na Svedomí Tony Hoare (okrem iných vecí: QuickSort, CSP,...) , ktorý tak riešil nedokonalosť typového systému Algol→Pascal→C→C++→Java

Sú na tom aj horšie: Javascript má dve hodnoty pre nedefinovanú hodnotu **null** a **undefined**, total chaos...

Moderné jazyky (Scala, Swift, Kotlin) to riešia typmi String (never null), String? (nullable).

Aj v Jave existuje Optional, málokto pozná a používa (asi lebo prišlo až v Jave 8)

2009, he apologised for inventing the null reference:[20]

I call it my billion-dollar mistake.

It was the invention of the null reference in 1965. At that time, I was designing the first comprehensive type system for references in an object oriented language (ALGOLW). My goal was to ensure that all use of references should be absolutely safe, with checking performed automatically by the compiler. But I couldn't resist the temptation to put in a null reference, simply because it was so easy to implement. This has led to innumerable errors, vulnerabilities, and system crashes, which have probably caused a billion dollars of pain and damage in the last forty years.

Polia jednorozmerné

- *typ*[] – je typ 1-rozmerného poľa
- **new** *typ*[size] – vytvorenie/alokácia
- pole.length – dĺžka poľa
- pole[i] – indexovanie poľa
- polia majú VŽDY indexy 0..N-1

```
public class Jednoduche {

 public static void main(String[] args) {
 final int MAX = 20;                                  // konštanta – veľkosť poľa

 // int[] poleInt;                                    // definícia poľa
 // poleInt = new int[MAX];                           // vytvorenie poľa
 int[] poleInt = new int[MAX];                        // definícia poľa s vytvorením
   for (int i = 0;  i < poleInt.length;  i++) {       // i < MAX
     poleInt[i] = i + 1;                              // inicializácia poľa
     System.out.print(poleInt[i] + "  ");
   } // for
  }  // main
} // class
```

typ elementu poľa

Súbor: Jednoduche.java

Dobré rady

(kuchárka začiatočníka)

Napriek tomu, že následujúce rady sú kus za okrajom samozrejmosti, dovoľujem si ich uviesť (pre vaše dobro).

- ak je len trochu možné, vytvorte/alokujte pole ZÁROVEŇ s jeho deklaráciou. Predpokladá to, že v mieste deklarácie poľa poznáte jeho veľkosť. Ušetrite si chyby, keď píšete do nevytvoreného poľa.
  inak: deklarácia ***int[] prvocisla*** žiadne pole nevytvorí. Jediné, čo urobí, že existuje null-referencia/smerník ***prvocisla***, ktorý by chcel ukazovať na pole.

- ak to je možné, inicializujte pole hneď, ako ho deklarujete. Bonusom je, že sa vám aj automaticky vytvorí, príklad
  int[] prvocisla = { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 19 }; // má dĺžku 7, indexy 0..6

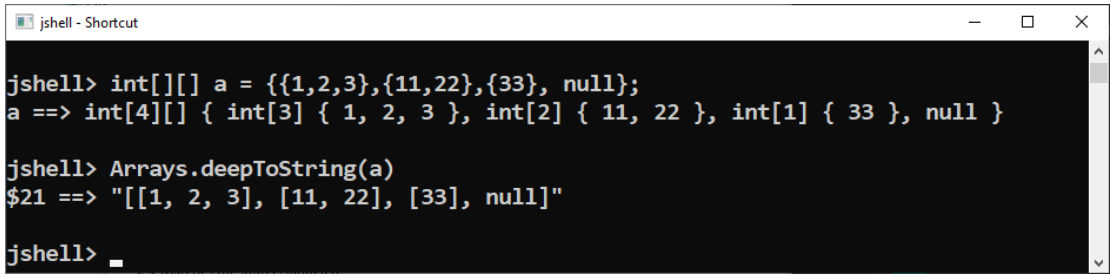
- pole dĺžky N nikdy nebude mať iné indexy ako 0..(N-1).
  ešte inak: pole[pole.length] vždy skončí s ArrayIndexOutOfBoundsException.

- najprirodzenejší cyklus pre pole je for(int i=0; i<pole.length; i++) …
  ešte inak: pascalistický zlozvyk for(int i=1; i<=pole.length; i++) je kandidátom na ArrayIndexOutOfBoundsException

Polia v Java vs. C++

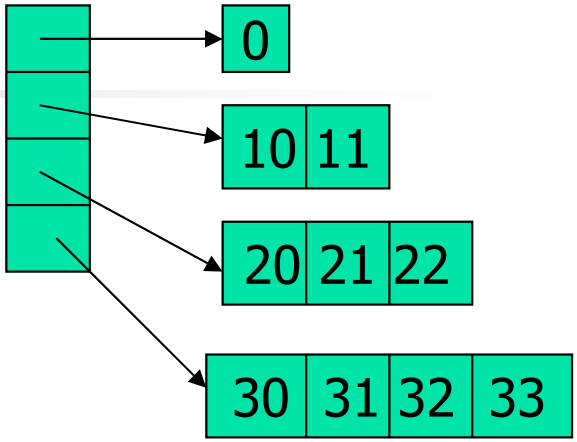
(porovnanie pre C++ programátora)

- v C++ po deklarácii poľa `int P[100]` sa vám pole automaticky naalokuje
- v Jave toto `int[] P` je deklarácia a toto `P = new int[100]` alokácia
- v Jave aj C++ pole inicializujete podobne `int P[] = { 1,2,3,4 }`, `int[] P = { 1,2,3,4 }`
- v Jave sa vytvorené pole inicializuje hodnotami
  - 0 pre číselné typy, '\u0000' pre char, false pre boolean, null iné
- v Jave sa nedá indexovať za hranice poľa, kontroluje hranice
- pole je referenčný typ v Jave aj C++
- pole1 = pole2; je priradením referencií nie kopírovanie polí
- ak potrebujeme kopírovať poľe:
  - C++: `void*`**`memcpy`**`(void *dest, void *source, size_t num)`
  - Java: `System.`**`arraycopy`**`(`*`src,srcPos,dst,dstPos,count`*`)`
  - Java: `Arrays.`**`copyOf`**`(src, len)`
- ak potrebujeme vypísať poľe:
  - `Arrays.`**`deepToString`**`(src)`



- *typ*[][] – je typ 2-rozmerného poľa,
- pole[i,j] píšeme ako pole[i][j],
- new *typ*[M][N] vytvorí pole MxN

Polia dvojrozmerné



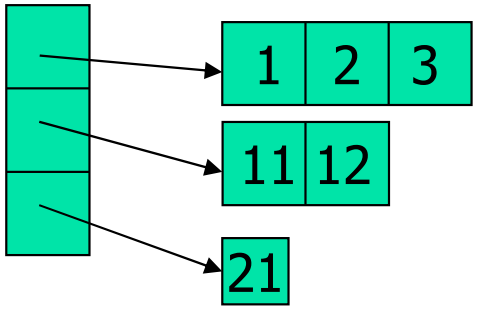
- java nemá klasické viacrozmerné polia (matice),
- viacrozmerné polia môžu byť "zubaté" (jagged)

```
public class Dvojite {

  public static void main(String[] args) {
    int[][] a = new int[4][];                    // hlavné pole
    for (int i = 0;  i < a.length;  i++) {
      a[i] = new int[i + 1];                     // podpole

      for (int j = 0;  j < a[i].length;  j++) {
        a[i][j] = i * 10 + j;
        System.out.print(a[i][j] + "  ");
      } // for
      System.out.println();
    } // for
  } // main
} // class
```

```
0
10  11
20  21  22
30  31  32  33
```

Súbor: Dvojite.java

Inicializácia poľa
(jagged array – štrbavé pole)



- inicializácia dvojrozmerného poľa

```
int[][] a = { {1, 2, 3},
              {11, 12},
              {21} };
```

a[0][0] = 1; a[0][1] = 2; a[0][2] = 3; a[0].length == 3
a[1][0] = 11; a[1][1] = 12; a[1].length == 2
a[2][0] = 21; a[2].length == 1
a.length == 3

- vytvorenie 3-rozmernej matice matice 5x5x5

```
int[][][] d = new int [5][5][5];          // definícia s vytvorením
```

- vytvorenie 2-rozmernej matice "matice" 5x5, ktorej prvky sa vytvoria neskôr

```
int [][][] e = new int[5][5][];
e[0][1] = new int [8];                    … ok
```

- nesprávne vytvorenie

```
int[][][] f = new int[5][][5]             …. Chyba - nemôžem vytvoriť "maticu", ktorej
f[0]?[1] = new int[8]                     …. druhý rozmer nepoznám ale tretí poznám
```

pascalistu poznáš podľa ArrayIndexOutOfBoundsException: N, kde N je dĺžka jeho poľa

Polia a cykly

Najčastejšie chyby s poľami:
- pole nie je vytvorené len deklarované (chýba new)
- index mimo rozsahu – a[100] s indexom 100 (neostrá podmienka v cykle)

```
final static int MAX = 100;
public static void main(String[] args) {
    char[] poleChar = new char[MAX];
```

- `for (int i = 0;  i < poleChar.length;  i++) { . . . }` // for-to-do
- `for (int i = MAX-1;  i >= 0;  i--) { . . . }` // for-downto-do

-
```
int j=MAX;
while (j-- > 0) { . . . }
```
// while

-
```
int i=0;
do { . . .
} while (++i < MAX);
```
// do-while

- `for (char ch:poleChar)  System.out.println(ch);` // for-each

`for (`*typPrvkuPola* prvokPola:pole) *tu vidím prvokPola, neviem jeho index*
// prechádza postupne prvky poľa bez toho, aby sme vedeli ich index

Súbor: PoleCyklus.java

null nie je:

- **new String[0]**
- **new String[]{}**

Kvíz - nájdite rozdiely

String [] p1;	p1.length == ?	NullPointerException
String [] p2 = null;	p2.length == ?	NullPointerException
String [] p3 = new String[0];	p3.length == ?	0
String [] p4 = new String[]{};	p4.length == ?	0
String [] p5 = new String[]{""};	p5.length == ?	1
	p5[0].length() == ?	0
String [] p6 = new String[]{null};	p6.length == ?	1
	p6[0].length() == ?	NullPointerException

Daň za Billion Dollar Mistake:

Skôr než napíšem

```
a.blabla
```

otestujem, či

```
if (a != null) {
        a.blabla
}
```

```
zretaz(null);              NPE
zretaz(new String[]{null});   O.K.
spocitaj(new String[]{null});   NPE O.K.
spocitaj(new String[]{new String()});
                           O.K.
```

Ako na pole

- Ľubovoľné pole daného typu, napr. String[]

```
public class AkoNaPole {
    public static String zretaz(String[] a) {
        StringBuffer sb = new StringBuffer();
        if (a != null)
            for(int i = 0; i < a.length; i++) sb.append(a[i]);
        return sb.toString();
}
public static int spocitaj(String[] a) {
    int vysl = 0;
    if (a != null)
        for(int i = 0; i < a.length; i++)
            if (a[i] != null)
                vysl += a[i].length();
return vysl;
}
```

Upozornenie:
tento slajd nie je v Jave

Kvíz pre C++ programátora

Čo spraví nasledujúci program

```
#include <stdio.h>
void main() {
  int a[][] = { { 1,2,3 }, { 11, 12 }, { 21 }}; }
> gcc test.c
test.c:4: error: array type has incomplete element type
```

a čo tento:

```
#include <stdio.h>
void main() {
  int a[][3] = { { 1,2,3 }, { 11, 12 }, { 21 }};
  printf("%d\n",sizeof(a[0])/sizeof(int));
  printf("%d\n",sizeof(a[1])/sizeof(int));
  printf("%d\n",sizeof(a[2])/sizeof(int));
> gcc test.c
> a.out
3
3
3
```

Poučenie:
medzi poliami v C++ a Jave
sú subtilné rozdiely

Bubble sort

Bubble sort je bezpochyby najobľúbenejší triediaci algoritmus medzi študentami.
•ale aj ten možno pokaziť, viď Chyba1, Chyba2, Chyba3, ...

```
public class BubbleSort {                                                    1

  public static void main(String[] args) {                                  2
     int[] a = {4,5,2,12,1,2,3};                                             2
     for (int i = 0; i < a.length ; i++) {        // cyklus for-to-do        3
        for (int j = a.length-1; j>i ; j--) {     // cyklus for-downto-do    4
           if (a[j-1] > a[j]) {                                              5
              int temp = a[j];                                               12
              a[j] = a[j-1];
              a[j-1] = temp;
           } // if
        } // for
     } // for
     for (int elem:a)                             // cyklus for-each-element
           System.out.println(elem);
  }
}
```

Súbor: BubleSort.java

Sú collections lepšie ?

(a môžeme ich už používať?)

```
public static void bubleSortuj(int[] a) {
   for (int i = 0; i < a.length ; i++) {
     for (int j = a.length-1; j>i ; j--) {
       if (a[j-1] > a[j]) {
          int temp = a[j];
          a[j] = a[j-1];
          a[j-1] = temp;
        }
     }
   }
 }
```

10^4 - elapsed time:141 milis.

10^5 - elapsed time:14s.

10^6- elapsed time: ???

```
public static void
        bubleSortuj(ArrayList<Integer> a) {
    for (int i = 0; i < a.size() ; i++) {
      for (int j = a.size()-1; j>i ; j--) {
        if (a.get(j-1) > a.get(j)) {
           Integer temp = a.get(j);
           a.set(j,a.get(j-1));
           a.set(j-1,temp);
        }
      }
    }
  }
```

10^5 - elapsed time:33 s. – 2.35x pomalšie

Súbor: SortObama1.java, SortObama2.java

Je Python lepší ?

```
import random
import datetime
def bubbleSort(alist):
    for passnum in range(len(alist)-1,0,-1):
        for i in range(passnum):
            if alist[i]>alist[i+1]:
                temp = alist[i]
                alist[i] = alist[i+1]
                alist[i+1] = temp
alist = random.sample(range(100000000), 10000)
start = datetime.datetime.now()
bubbleSort(alist)
now = datetime.datetime.now()
print(alist)
print(now-start)
```

Verzia ADŠ (http://struct.input.sk/07.html#triedenia):

```
def bubble_sort(pole):
    for i in range(1, len(pole)):
        for j in range(len(pole)-i):
            if pole[j] > pole[j+1]:
                pole[j], pole[j+1] = pole[j+1], pole[j]
```

10^4 - elapsed time:15 s. - 106x pomalšie...
10^5 - elapsed time: 28m05s - 120x pomalšie...

http://interactivepython.org/courselib/static/pythonds/SortSearch/TheBubbleSort.html

QuickSort

	ADŠ quicksort	.sort() builtin
10^6	7.81s	0.88s
10^6	102.3s	16.2s

v Jave:

10^5 - elapsed time: 23ms. (608x)

10^6- elapsed time: 120ms

10^7- elapsed time: 1.2s

10^8- elapsed time: 12.31s

10^9- elapsed time: 123.8s

builtin, Arrays.*sort:*

10^5 - elapsed time:39ms.

10^6- elapsed time: 129ms

10^7- elapsed time: 1.02s

10^8- elapsed time: 10.5s

10^9- elapsed time: 101.5s

http://www.vogella.com/tutorials/JavaAlgorithmsQuicksort/article.html

Súbor: QuickSort.java, QuickSortTest.java

Kockatí trpaslíci

```
static TreeSet<Integer> delitele(int n) {
        int m = n;
        TreeSet<Integer> res = new TreeSet<Integer>();
        for (int a = 1; (long)a*a <= m; a++) {
            if (m % a == 0) {
                res.add(a);                 // menší z deliteľov
                res.add(n/a);               // väčší z deliteľov, asi...
             }
        }
        return res;
    }
    public static int pocetMoznosti(int n) {
        int count = 0;
        for (Integer a : delitele(n)) {
           for(Integer b : delitele(n/a)) {
                if (b < a) continue;
                 ...
```

Kockatí trpaslíci

```
static Integer[] delitele(int n) {
   int m = n;
   Integer[] res = new Integer[10];  // prvý odhad na počet deliteľov ☺
   int count = 0;
   for (int a = 1; (long)a*a <= m; a++) {          // nie po n, ani n/2, ale odmocninu m
      if (m % a == 0) {
         if (count+2 > res.length) {               // hmmm.... je ich viac, tak realocate
            Integer[] newres = new Integer[res.length*2];  // reallocate na 2*väčšie
            System.arraycopy(res,0,newres,0,count);        // prekopírovanie starého obsahu
            res = newres;                                  // zahodenie starého obsahu
         }
         res[count++] = a;                                 // pridanie menšieho deliteľa
         if (a != n/a)                                     // čo ak sú rovnaké...
            res[count++] = n/a;                            // pridaj, len ak sú rôzne
      }
   }
   res = Arrays.copyOf(res,count);                       // orež výsledné pole
   Arrays.sort(res);                                     // treba to utriediť ???
   return res;
}
```

Náhodné číslo náhodné pole

```
dlzka pola = 9
a[0] = 39
a[1] = 203
a[2] = 402
a[3] = 24
a[4] = 65
a[5] = 144
a[6] = 95
a[7] = 490
a[8] = 108
```

```
import java.util.*; // používame triedu Random

public class NahodnePole {

  public static void main(String[] args) {

    Random rand = new Random();          // inic.generátor náhod.čísiel

    int[] a = new int[rand.nextInt(20)];     // náhodná dĺžka z [0..20)
    System.out.println("dlzka pola = " + a.length);

    for(int i = 0; i < a.length; i++) {
      a[i] = rand.nextInt(500);              // plní náhodnými číslami [0..500)
      System.out.println("a[" + i + "] = " + a[i]);
    }
  }
}
```

Súbor: NahodnePole.java

Pole ako (vstupný) argument

```
public class Sort {
  public static void bubleSortuj(int[] a) {
      for (int i = 0; i < a.length ; i++) {          // cyklus for-to-do
        for (int j = a.length-1; j>i ; j--) {        // cyklus for-downto-do
          if (a[j-1] > a[j]) {
            int temp = a[j];
            a[j] = a[j-1];
            a[j-1] = temp;
           } // if
        } // for
      } // for
  }
  public static void vypis(int[] a) {              // int[7] a – je chyba, lebo
    for (int i:a) System.out.println(i + ",");     // int[7] nie je typ pol'a
    System.out.println();
  }
  public static void main(String[] args) {
       int[] poleInt = {4,5,2,12,1,2,3};
       bubleSortuj(poleInt);
       vypis(poleInt);
  }
}
```

v Jave nenájdete analógiu chaosu
* a & parametrov z C++

Súbor: Sort.java

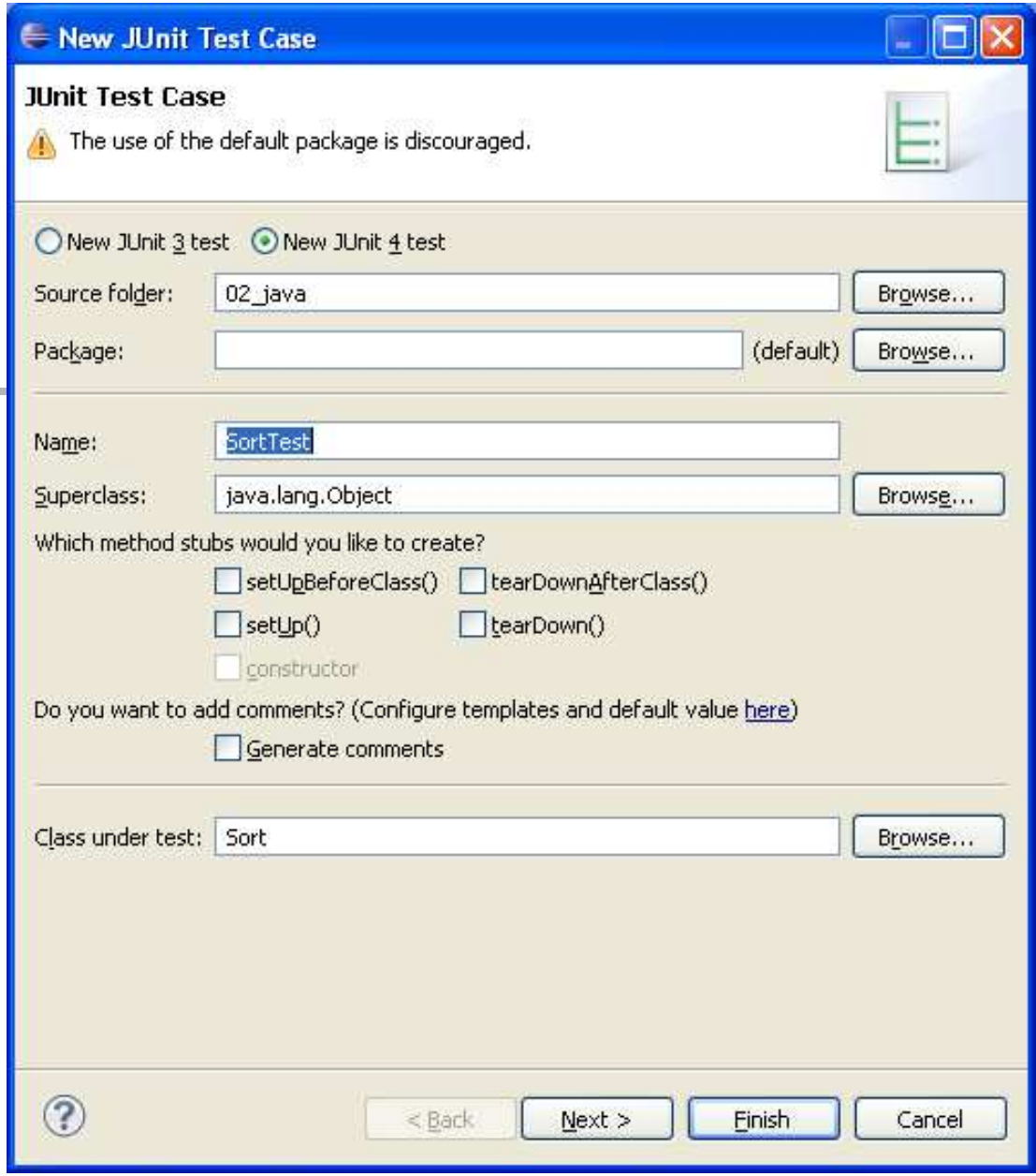
Pole ako výstupná hodnota

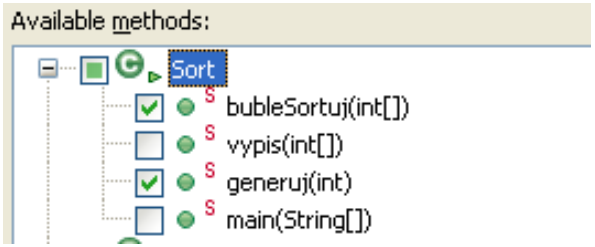
```
public static int[] generuj(int velkost) {      // generuj pole danej veľkosti

   int[] retValue = new int[velkost];           // deklaruj a vytvor lokálne pole
   Random rand = new Random();
   for(int i=0; i<velkost; i++)
       retValue[i] = rand.nextInt(100);         // naplň lokálne pole
    return retValue;                            // vráť referenciu na pole ako
}                                               // výsledok funkcie

public static void main(String[] args) {
     int[] poleInt = generuj(20);               // pri volaní funkcie si definujeme
                                                // premennu, do ktorej uložíme
                                                // referenciu na vytvorené pole
```

Súbor: Sort.java

Testovanie

- testovanie je minimálne rovnako náročné, ako programovanie
- Java poskytuje nástroj/podporu vo forme tzv. JUnit testov, ktoré si postupne predstavíme
- vytvorme prvý JUnit Test SortTest k triede Sort,
- budeme testovať metódy generuj a bubleSortuj





JUnit Test čarodejník vytvorí kostru testu, ktorú upravujeme

Prvý JUnit Test

```
import static org.junit.Assert.*;
import org.junit.Test;
public class SortTest {
```

testujeme, či generuj vytvorí pole správnej veľkosti

```
@Test
public void testGeneruj() {
   int testPole[] = Sort.generuj(100);
   if (testPole == null)
      fail("ziadne pole");
   assertNotNull("ziadne pole",testPole);
   assertEquals("velkost pola",
         testPole.length, 100);
   assertTrue("velkost pola",
         testPole.length == 100);
}
```

```
@Test(timeout=10) // ms
public void testBubleSortuj() {
   int testPole[] = Sort.generuj(10000);
   Sort.bubleSortuj(testPole);
   for(int i=0; i+1<testPole.length; i++)
      if (testPole[i] >testPole[i+1])
         fail("neutriedene");
}
```

testujeme, či triedenie utriedi pole v danom časovom limite

Súbor SortTest.java

Čo ponúka JUnit Test

http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit_intro

org.junit.Assert poskytuje metódy:

```
fail("tu to zlyhalo")
assertTrue(n>0)
assertsEquals("test n", n, 100)
assertsEquals("realny test", pi,
    3.14,0.01)
assertNull("null referencia", pole)
assertNotNull("not null referencia", pole)
assertSame("rovnake", pole1, pole2)
assertNotSame("rozne", pole1, pole2)
assertTrue("podmienka", pole.length>0)
```

… a mnoho ďalších

@Anotácie:

```
@Test
@Before
@After
@Ignore
```

… a ďalšie

```
@Test(expected=IndexOutOfBoundsException.class) public
    void testBubleSortuj() {
    // toto nebude dobrý test, lebo
    ignoruje nesprávne indexovanie
```

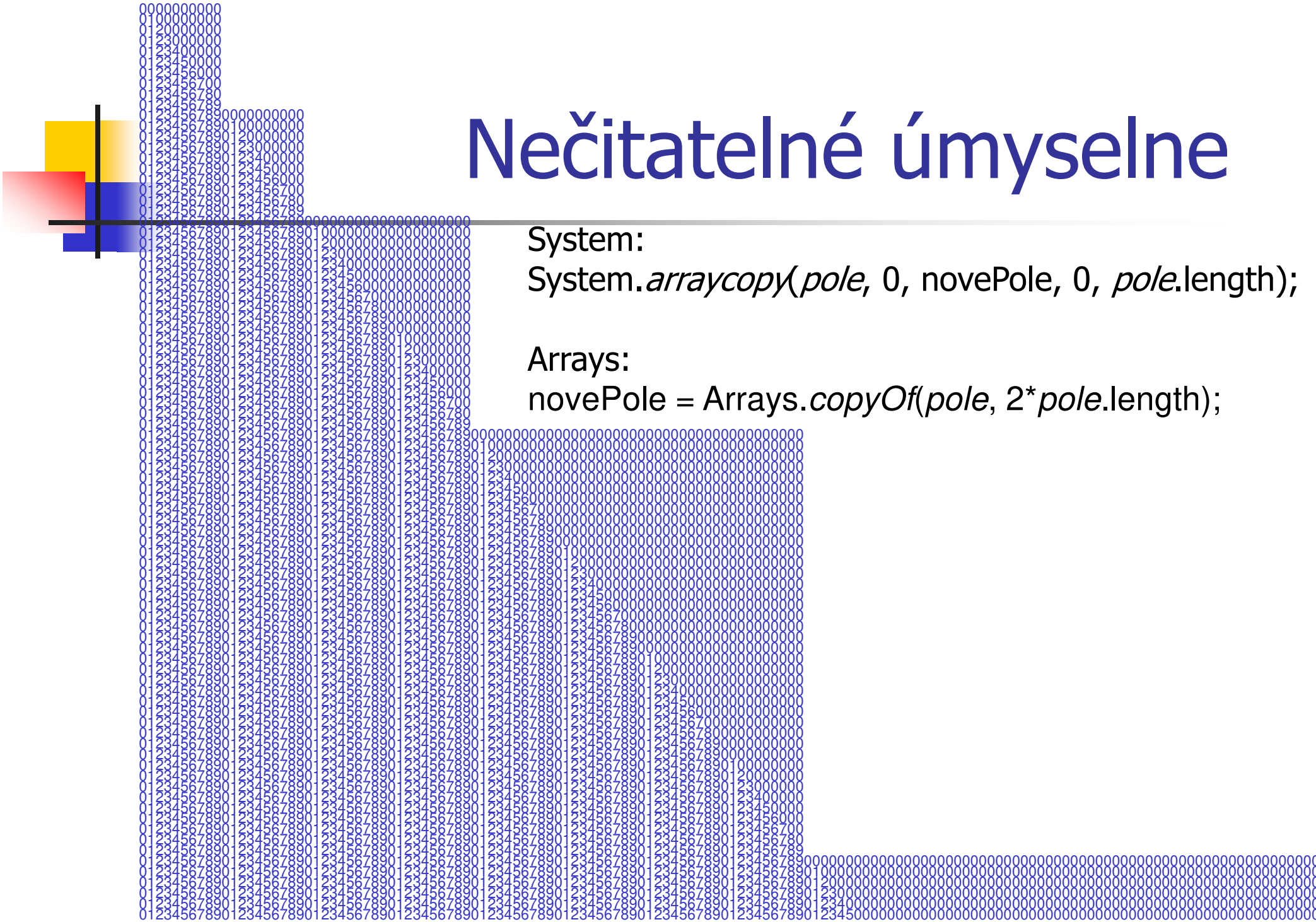

Have a break. Have a KitKat
Time for a Break

Ak postupne pridávame prvky do poľa, ktorého rozmery pri vytvorení sme neodhadli dobre, časom potrebujeme zväčšiť pole – preventívne na 2násobok

Realokácia poľa

```
public class Reallocate {
  static int[] pole = new int[10];        // staticke pole inicializovane na dlzku 10
  static int pocet = 0;                   // pocet zapisanych prvkov v poli

  static void pridajDoPola(int x) {
     if (!(pocet < pole.length)) {        // ak uz je pole plne
       int[] novePole = new int[2*pole.length];    // realouj pole, t.j.
       for(int i=0; i<pole.length; i++)    // vytvor pole dvojnasobnej velkosti
          novePole[i] = pole[i];           // prekopiruj do neho hodnoty stareho pola
       pole = novePole;                    // zahod stare pole
     }
     pole[pocet++] = x;                    // pridaj prvok
  }
  public static void main(String[] args) {
     for(int i=0; i<100; i++) {
        pridajDoPola(i%10);
        for(int elem:pole) System.out.print(elem);
        System.out.println();
     }
  }
```

Súbor: Reallocate.java



Nečitateľné úmyselne

System:
System.*arraycopy*(*pole*, 0, novePole, 0, *pole*.length);

Arrays:
novePole = Arrays.*copyOf*(*pole*, 2**pole*.length);

Súbor: Reallocate1.java, Reallocate2.java

Triedy java.util.Arrays, java.lang.System

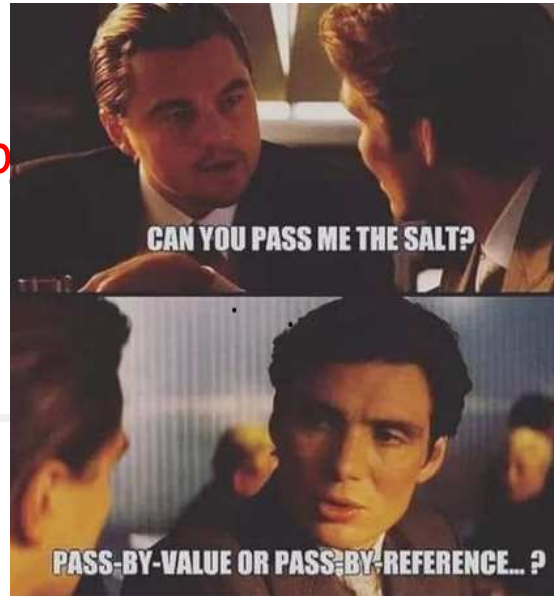
užitočné statické metódy na prácu s poľami

```
import java.util.Arrays;                          // používam triedu z balíka java.utils

int[] a = new int[10];                            // pole primitívneho typu int
Arrays.fill(a, -1);                               // vyplň pole nulami, memset
System.arraycopy(a, 11, b, 3, 7);                 // kópia od a[11]->b[3] 7 prvkov
                                                  // memcpy

String[] s = {"janko","marienka","jozko","mracik"};
String[] s_copy = new String[4];
System.arraycopy(s, 0, s_copy, 0, s.length);      // kópia poľa
Arrays.sort(s);                                   // triedenie poľa
for(String elem:s) System.out.print(elem+",");    // janko,jozko,marienka,mracik,
                                        // binárne vyhľadávanie v utriedenom poli

System.out.println(Arrays.binarySearch(s, "sandokan"));   // nenachádza sa: -5
System.out.println(Arrays.binarySearch(s, "marienka"));   // nachádza sa: 2

Arrays.equals(s, s_copy);                         // porovnanie polí- false
```

Súbor:Array.java

Predávanie argumentov

Základné typy sa
ostatné (polia, ob



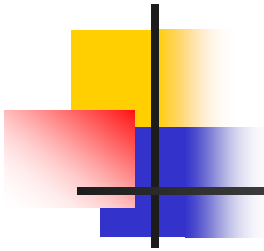

```
public class Test1 {

  static int zmena(int i) {
    i++; return i;
  }

  public static void main(String[] args) {
    int j, k = 4;
    j = zmena(k);
    System.out.println(
     "k=" + k + ", j=" + j);
  }
}
```

k=4, j=5

```
public class Test2 {

  static int[] zmena(int[] x) {
    int[] c = x;
    x[0] = 99;
    return c;
  }

  public static void main(String[] args) {
    int[] a = {0,1,2,3};
    int[] b = zmena(a);
    System.out.println("a="+a[0]+
                       "b="+b[0]);
  }
}
```

a=99, b=99

Súbor: Test1.java, Test2.java



Statické metódy

doposiaľ sme až na pár skrytých prípadov používali len statické metódy, premenné a konštanty.

Statické metódy:

- predstavujú klasické procedúry/funkcie ako ich poznáme z C++,
- existujú automaticky, ak použijeme (importujeme) danú triedu,
- existujú bez toho, aby sme vytvorili objekt danej triedy,
- referencujú sa *menom*, napr. *vypis(pole),* alebo *menom triedy.meno metódy*, konštanty, napr. *Math.cos(fi), Math.PI, Systém.out.println(5),*
- ak aj metóda nemá argumenty, prázdne zátvorky sa do jej definície a do volania aj tak píšu (à la C++), napr. *System.out.println**();***

- syntax deklarácie statickej metódy je
  [**public**] **static** *typ meno***(***argumenty***) {** telo **}**

- ak ide o procedúru (nie funkciu), výstupný typ je **void**

Statické premenné a bloky

statický inicializačný blok

```
public class Prvocisla {

  public static final int MAX = 1000;          // v statickom inic.bloku vidíme len
  public static       int cisla[] = new int[MAX];// statické premenné triedy
  static {                                  // vykoná sa raz, po zavedení triedy do pamäte
    int pocet = 2;
    cisla[0] = 1;
    cisla[1] = 2;

  dalsi:
    for (int i = 3;  pocet < MAX;  i += 2) {
      for (int j = 2;  j < pocet;  j++)
        if (i % cisla[j] == 0)
          continue dalsi;
      cisla[pocet] = i;
      pocet++;
    }
  }

  public static void main(String[] args) {
    for (int i=1;i<Prvocisla.cisla.length; i++)
      System.out.print(cisla[i] + "  ");
  }
}
```

Súbor: Prvocisla.java

Statické metódy vidia len statické premenné a môžu volať len statické metódy (bez vytvorenia objektu).

Rekurzia

```
public class Fibonacci {

  public static void main(String[] args) {
     int N = Integer.parseInt(args[0]);
     while (N-- > 0)
        System.out.println(fib(N));
  }
  public static long fib(int n) {
     //return (n < 2)?1:fib(n-1)+fib(n-2);  // fajnšmekerská verzia
     if (n < 2)
        return 1;
     else
        return fib(n-1)+fib(n-2);
  }
}
```

miesto na výstupný typ metódy
void je "prázdny" typ
t.j.nevracia výstup (procedúra)

výstupný typ metódy

výstupná hodnota metódy

kým sa nedozvieme viac, všetky metódy sú static
inak nerozumieme chybe:
Cannot make a static reference to the non-static method fib(int) from the type Fibonacci

Súbor Fibonacci.java

Globálne a forward deklarácie (neexistujú)

- globálne premenné neexistujú
- oblasť viditeľnosti premennej/metódy je aj pred jej deklaráciou (nepotrebujeme forward deklarácie)

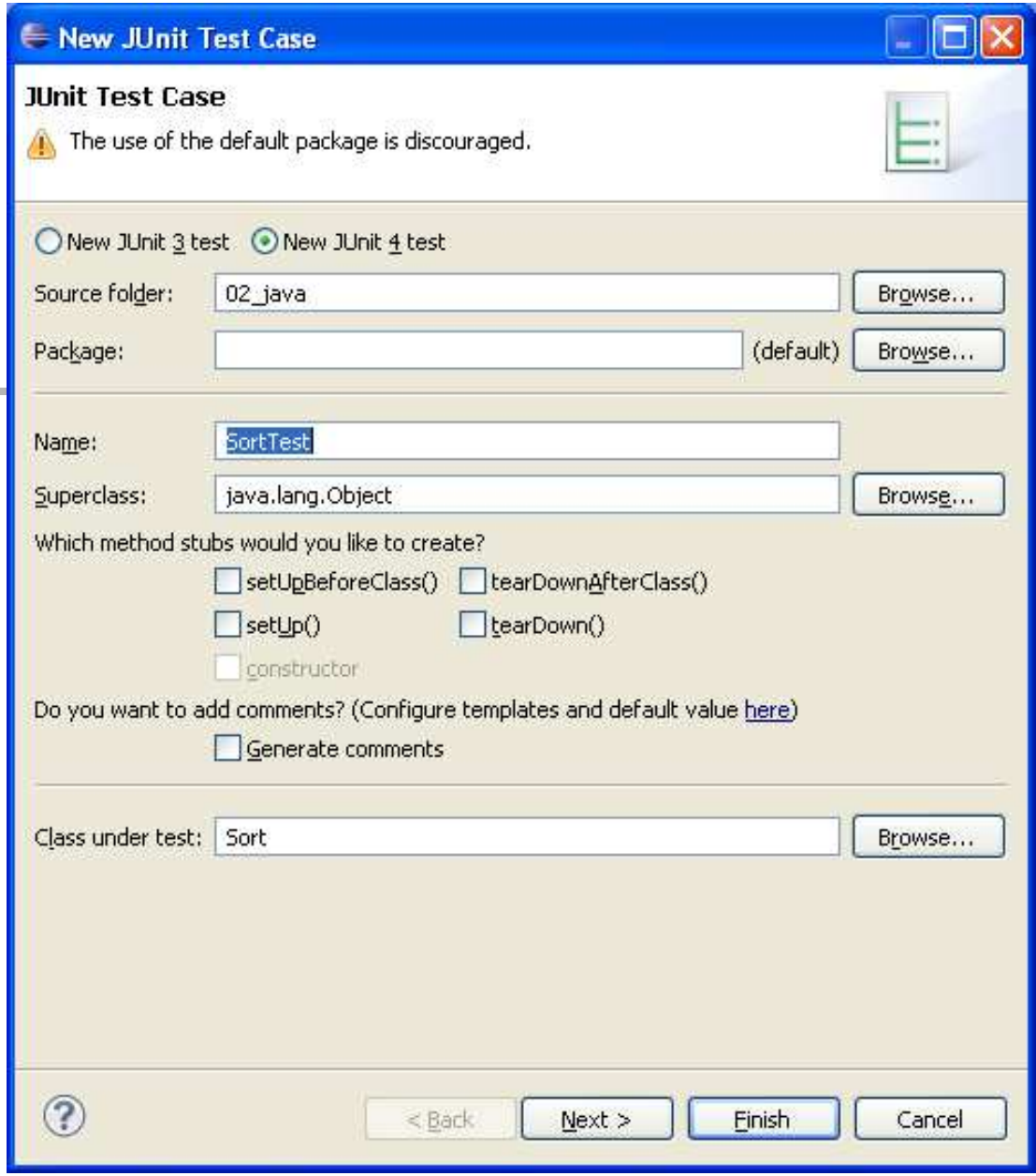
```
public class Metody {
  static void tlac1() {
    System.out.println(i);
  }
  public static void main(String[] args) {
    tlac1();
    tlac2();
  }
  static int i = 5;
  static void tlac2() {
    System.out.println(i);
  }
}
```

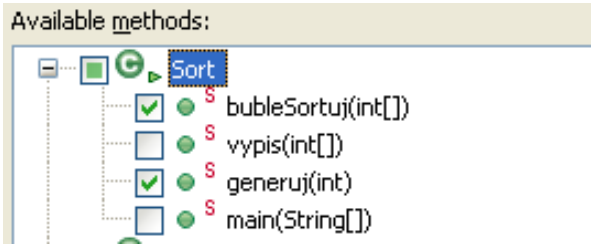
Oblasť viditeľnosti premenných

```
static void tlac() {
   int i = 6; int q;
   System.out.println(i);
   {                                    // vnorený blok
//     int i = 7;                        // chyba - dvojnásobná deklarácia
//     long i = 7;                       // chyba - dvojnásobná deklarácia
     int j = 8;
     System.out.println(j);
   }                                    // koniec vnoreného bloku
//     System.out.println(j);            // chyba - j nie je viditeľná
  }
static void tlac2() {
  int i = 6; int q;
  System.out.println(i);
//   for (int i = 1;  i < 5;  i++)       // chyba, i už je definovaná
    System.out.println(i);
}
```

Testovanie

- testovanie je minimálne rovnako náročné, ako programovanie
- Java poskytuje nástroj/podporu vo forme tzv. JUnit testov, ktoré si postupne predstavíme
- vytvorme prvý JUnit Test SortTest k triede Sort,
- budeme testovať metódy generuj a bubleSortuj





JUnit Test čarodejník vytvorí kostru testu, ktorú upravujeme

Prvý JUnit Test

```
import static org.junit.Assert.*;
import org.junit.Test;
public class SortTest {
```

testujeme, či generuj vytvorí pole správnej veľkosti

```
@Test
public void testGeneruj() {
   int testPole[] = Sort.generuj(100);
   if (testPole == null)
      fail("ziadne pole");
   assertNotNull("ziadne pole",testPole);
   assertEquals("velkost pola",
         testPole.length, 100);
   assertTrue("velkost pola",
         testPole.length == 100);
}
```

```
@Test(timeout=10) // ms
public void testBubleSortuj() {
   int testPole[] = Sort.generuj(10000);
   Sort.bubleSortuj(testPole);
   for(int i=0; i+1<testPole.length; i++)
      if (testPole[i] >testPole[i+1])
         fail("neutriedene");
}
```

testujeme, či triedenie utriedi pole v danom časovom limite

Súbor SortTest.java

Čo ponúka JUnit Test

http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit_intro

org.junit.Assert poskytuje metódy:

```
fail("tu to zlyhalo")
assertTrue(n>0)
assertsEquals("test n", n, 100)
assertsEquals("realny test", pi,
    3.14,0.01)
assertNull("null referencia", pole)
assertNotNull("not null referencia", pole)
assertSame("rovnake", pole1, pole2)
assertNotSame("rozne", pole1, pole2)
assertTrue("podmienka", pole.length>0)
```

… a mnoho ďalších

@Anotácie:

```
@Test
@Before
@After
@Ignore
```

… a ďalšie

```
@Test(expected=IndexOutOfBoundsException.class) public
    void testBubleSortuj() {
    // toto nebude dobrý test, lebo
    ignoruje nesprávne indexovanie
```

Ako zadať argumenty