



Ret'azce 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)

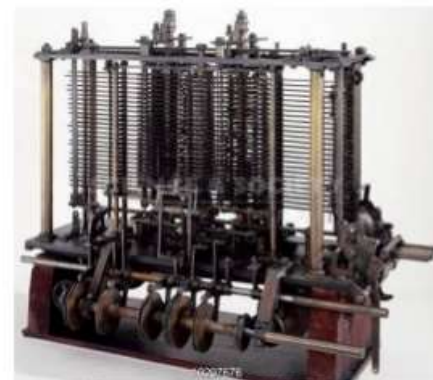
cvičenia:

- 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



π

TEX

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



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
```



Skutočné logické operácie

(nebolo v C++)

- `&&` , `||` sú "**skrátенým**" 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
```


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 $i != 2$

$i = 1, j = 3, k = 3$



Pret'azovanie operátorov

- v Jave existujú pret'ažené 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 pret'ažené operátory... ☺
- ale môže napísať

```
int a = 7, b = 0;
```

```
...
```

```
a == 0 | b == 0
```

```
(a | b) == 0
```

```
// true, lebo b == 0
```

```
// false, lebo a | b == 7
```

```
// bitový súčet dvoch intov
```



Hamlet in C/Java



	JAVA	C
■ <code>0x2B ~0x2B</code>	■ <code>-1</code>	■ <code>-1</code>
■ <code>0x2B !0x2B</code>	■ <code>!int</code>	■ <code>43</code>
■ <code>0x2B ~0x2B</code>	■ <code>int int</code>	■ <code>1</code>
■ <code>0x2B !0x2B</code>	■ <code>!int</code>	■ <code>1</code>

Zvrhlosti

(iné v C++ a Java)

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

```
#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
```

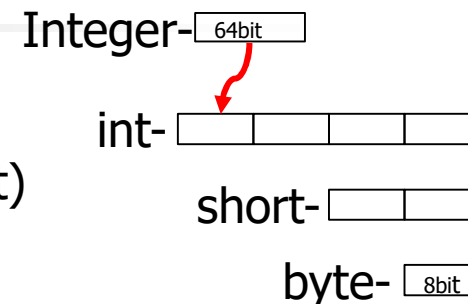
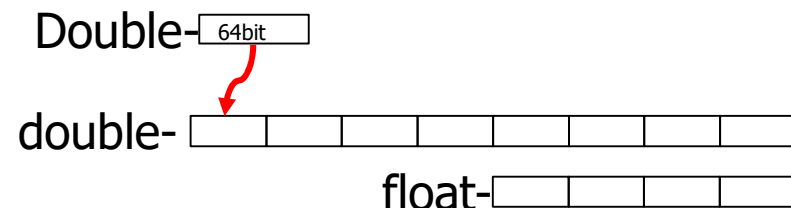
```
1
```

```
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    }
```

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

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

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           (300-256)  
b = (byte) 255;           // b = -1             (255-256)  
byte bb = 126;  
bb += 3;                  // bb = 126  
bb = -126;                // bb = -127          (126+3-256)  
bb += -5;                 // bb = -126  
bb += -5;                 // bb = 125           (-126-5+256)
```



Konverzie z/do String

String -> int

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

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**)



Reťazce – metódy

```
String s1 = new String("Hello");
String s2 = "World";
-- zret'azenie, indexovanie, vyhľadavanie
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
```



Ret'azce – 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



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

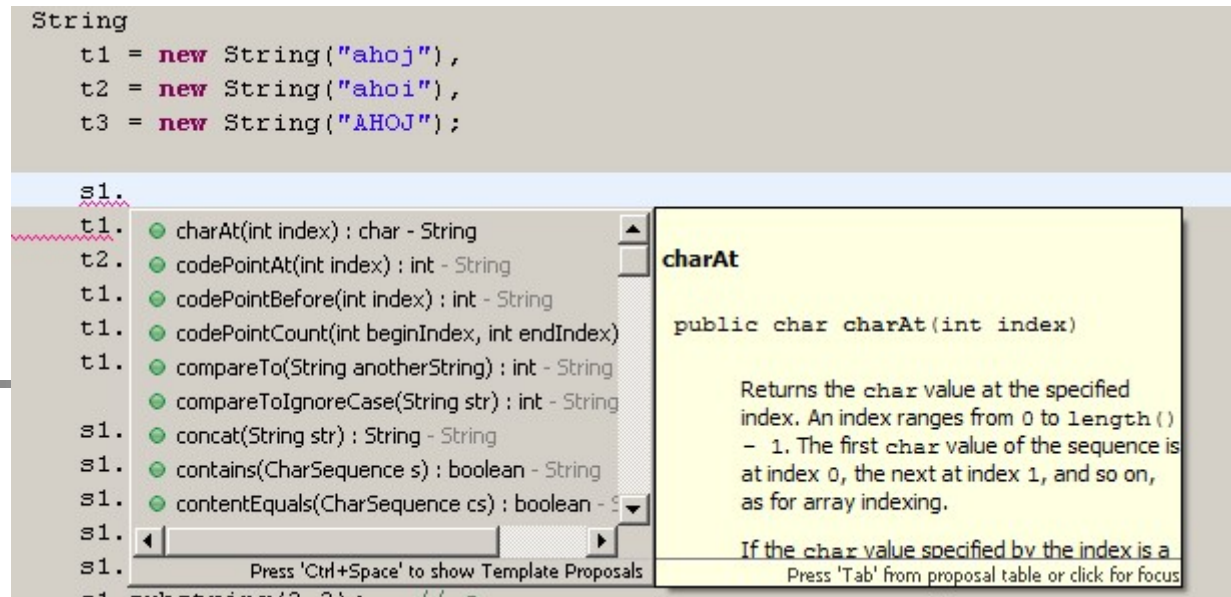
```
System.out.println(s4.equals(s6));
```

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



Ret'azce – 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
```

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



StringBuffer/StringBuilder

(o tragédii na quadterme 2016)

```
long start = System.currentTimeMillis();
String s = "";
for(int i = 0; i<1000000; i++) s += "a";      elapsed time: 698 s.
System.out.println("elapsed time:"+(System.currentTimeMillis()-start)/1000);
```

- pri prirežaní 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, katastrofa bola jasná ☹ ☹ ☹
- no a chyba je v príklade, teste, alebo v programátoroch ? (neprijemná 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");      elapsed time: 0 s. !!!
String s = ss.toString();
System.out.println("elapsed time: " + (System.currentTimeMillis()-start)/1000);
```

Súbor: [Quadterm2016.java](#)



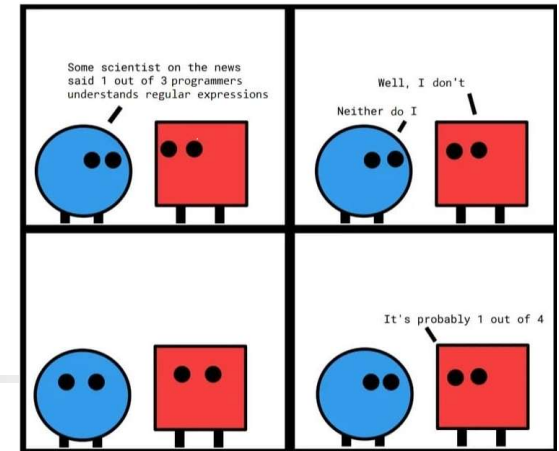
String in Java

(StringBuilder, StringBuffer)

- String v Java 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')

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

.	ľub.znak
[0-9]	
[^0-9]	
[\t\n\x0B\f\r]	
[^\s]	
[a-zA-Z_0-9]	
[^\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]|1[2][0-9]|3[01])`

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

Príklady reg.výrazov

<code>string.matches(regex)</code> 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 písmena, 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 2 cifry
"(\\d\\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] 1[12][0-9] 3[01])"	"1982-12-26"	"26.12.1982"	// yyyy-mm-dd
	"2021-02-29" ☹		



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));
        }
    }
}
```

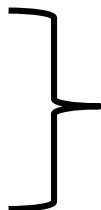
group 0 is 20200225/123

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++)
```

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



Dobré rady

(kuchárka začiatčníka)

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

Polia dvojrozmerné

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

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

```
public class Dvojite {
```

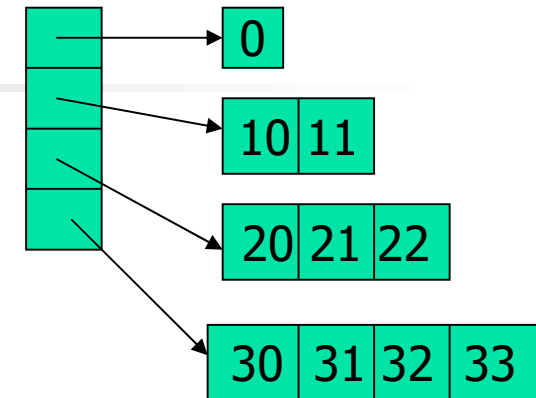
```
    public static void main(String[] args) {  
        int[][] a = new int[4][];  
        for (int i = 0; i < a.length; i++) {  
            a[i] = new int[i + 1];
```

```
            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  
}
```

// hlavné pole

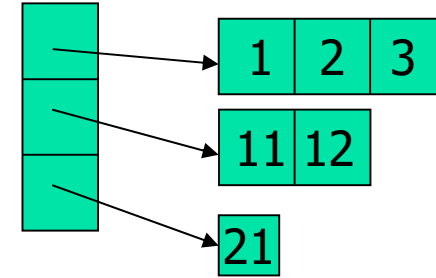
// podpole



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


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]  
f[0][1] = new int[8]
```

```
.... Chyba - nemôžem vytvoriť "maticu", ktorej  
.... druhý rozmer nepoznám ale tretí poznám
```

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



Polia a cykly

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

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

Daň za Billion Dollar Mistake:

Skôr než napíšem

`a.blabla`

otestujem, či

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



# Ako na pole

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

*SIMPLY EXPLAINED*

- 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;
 }
}
```



NullPointerException

Upozornenie:  
tento slajd nie je v Java



# 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 Java  
sú subtilné rozdiely



# Bubble sort

Buble sort je bezpochyby najobľúbenejší triediaci algoritmus medzi študentami.

•ale aj ten možno poukaziť, vid' [Chyba1](#), [Chyba2](#), [Chyba3](#), ...

```
public class BubbleSort {

 public static void main(String[] args) {
 int[] a = {4,5,2,12,1,2,3};
 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;
 } // if
 } // for
 } // for
 for (int elem:a)
 System.out.println(elem);
 }
}
```

// cyklus for-to-do  
// cyklus for-downto-do  
// cyklus for-each-element

1  
2  
2  
3  
4  
5  
12



# Sú collections lepšie ?

(a môžeme ich už používať?)

```
public static void bubbleSortuj(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);
 }
 }
 }
}

public static void bubbleSortuj(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<sup>5</sup> - elapsed time:33 s. – 2.35x pomalšie

10<sup>4</sup> - elapsed time:141 milis.

10<sup>5</sup> - elapsed time:14s.

10<sup>6</sup>- elapsed time: ???





# 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(1000000000), 10000)
start = datetime.datetime.now()
bubbleSort(alist)
now = datetime.datetime.now()
print(alist)
print(now-start)
```

10<sup>4</sup> - elapsed time:15 s. - 106x pomalšie...

10<sup>5</sup> - elapsed time: 28m05s - 120x pomalšie...

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]
```

<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 delitel'ov
 res.add(n/a); // větší z delitel'ov, 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

```
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]);
```

```
 }
 }
}
```

```
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
```



# Pole ako (vstupný) argument

```
public class Sort {
 public static void bubbleSortuj(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;
 } // if
 } // for
 } // for
 }
 public static void vypis(int[] a) {
 for (int i:a) System.out.println(i + ",");
 System.out.println();
 }
 public static void main(String[] args) {
 int[] poleInt = {4,5,2,12,1,2,3};
 bubbleSortuj(poleInt);
 vypis(poleInt);
 }
}
```

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

// int[7] a – je chyba, lebo  
// int[7] nie je typ poľa



# 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
```

# 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 bubbleSortuj

New JUnit Test Case

JUnit Test Case

The use of the default package is discouraged.

☐ New JUnit 3 test ☒ New JUnit 4 test

Source folder: 02\_java Browse...

Package: (default) Browse...

Name: SortTest

Superclass: java.lang.Object Browse...

Which method stubs would you like to create?

☐ setUpBeforeClass() ☐ tearDownAfterClass()

☐ setUp() ☐ tearDown()

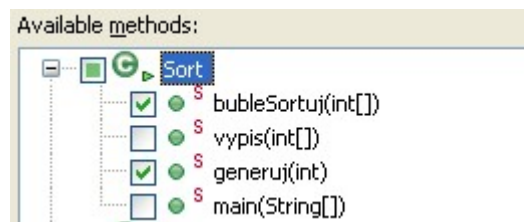
☐ constructor

Do you want to add comments? (Configure templates and default value [here](#))

☐ Generate comments

Class under test: Sort Browse...

< Back Next > Finish Cancel





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



# Čo ponúka JUnit Test

---

[http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit\\_intro](http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit_intro)

**org.junit.Assert poskytuje metódy:**

```
fail("tu to zlyhalo")
assertTrue(n>0)
assertEquals("test n", n, 100)
assertEquals("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 testBubbleSortuj() {
 // toto nebude dobrý test, lebo
 // ignoruje nesprávne indexovanie
```

Have a break. Have a



# Time for a Break



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

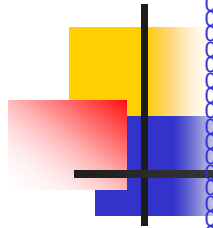
# Realokácia poľa

```
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);
```

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

užitočné statické metódy na prácu s poľami

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

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

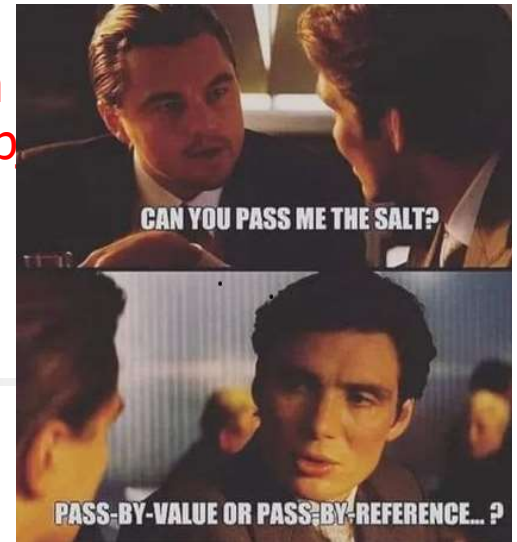
String[] s = {"janko", "marienka", "jozko", "mracik"};
String[] s_copy = new String[4];
System.arraycopy(s, 0, s_copy, 0, s.length); // kópia poľa
Arrays.sort(s); // triedenie poľa
for(String elem:s) System.out.print(elem+","); // janko,jozko,marienka,mracik,
 // binárne vyhľadávanie v utriedenom poli

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
```

# 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*, *System.out.println(5)*,
- ak aj metóda nemá argumenty, prázdne zátvorky sa do jej definície a do volania aj tak píšú (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;
```

```
 public static void main(String[] args) {
```

```
 for (int i=1; i<Prvocisla.cisla.length; i++)
```

```
 System.out.print(cisla[i] + " ");
```

```
 }
```

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++;
```

```
 }
```

```
}
```

```
}
```



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); // fajšmekerská 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



# 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);
 {
 // int i = 7; // vnorený blok
 // long i = 7; // chyba - dvojnásobná deklarácia
 int j = 8; // chyba - dvojnásobná deklarácia
 System.out.println(j);
 }
 // System.out.println(j); // koniec vnoreného bloku
 // 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 bubbleSortuj

New JUnit Test Case

JUnit Test Case

The use of the default package is discouraged.

☐ New JUnit 3 test ☒ New JUnit 4 test

Source folder: 02\_java Browse...

Package: (default) Browse...

Name: SortTest

Superclass: java.lang.Object Browse...

Which method stubs would you like to create?

☐ setUpBeforeClass() ☐ tearDownAfterClass()

☐ setUp() ☐ tearDown()

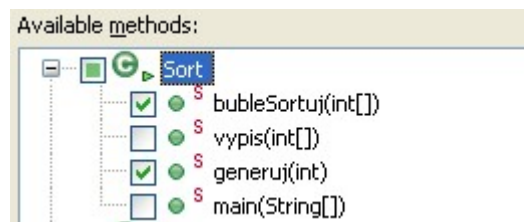
☐ constructor

Do you want to add comments? (Configure templates and default value [here](#))

☐ Generate comments

Class under test: Sort Browse...

< Back Next > Finish Cancel



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



# Čo ponúka JUnit Test

[http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit\\_intro](http://www.vogella.de/articles/JUnit/article.html#junit_intro)

**org.junit.Assert poskytuje metódy:**

```
fail("tu to zlyhalo")
assertTrue(n>0)
assertEquals("test n", n, 100)
assertEquals("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 testBubbleSortuj() {
 // toto nebude dobrý test, lebo
 ignoruje nesprávne indexovanie
```

# Ako zadat' argumenty

