Úvod

Jiří Vokřínek

Katedra počítačů
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 1

B0B36PJV – Programování v JAVA

Informace o předmětu

Cíle předmětu

Základy algoritmizace / Procedurální programování

- Osvojit si pohled na výpočetní prostředky a naučit se je efektivně používat

  Software engineer
  - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
  - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
- Naučit se rozkládat problémy na podproblémy
- Získat zkušenost s programováním

  získání vlastní zkušenosti
  - Programování v jazyku Python / C

    cvičení a domácí úkoly
- Osvojit si schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- Získat programovací návyky jak psát
  - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy
  - opakovaně použitelné programy

Cíle předmětu

Programování v JAVA

- Prohloubit si pohled na výpočetní prostředky a naučit se je efektivně používat

  Software engineer
  - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
  - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
  - Osvojit si objektově orientované programování
- Získat zkušenost s programováním

  získání vlastní zkušenosti
  - Programování v jazyku Java

    cvičení, domácí úkoly a semestrální práce
- Prohloubit si schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- Osvojit si schopnost samostatně vytvořit větší programový celek

  semestrální práce
- Získat programovací návyky jak psát
  - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
  - opakovaně použitelné programy.

Zdroje a literatura

- Přednášky – slidy, poznámky a především **vlastní zápisky**
- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh

  programovat, programovat, programovat

- On-line kurzy programování

  `search for programming in Java`
- Knihy Java

Knihy – Java

Učebnice jazyka Java 5. v., *Pavel Herout* KOPP, 2010, ISBN 978-80-7232-398-2

Introduction to Java Programming, 9th Edition, *Y. Daniel Liang*, Prentice Hall, 2012

http://www.cs.armstrong.edu/liang/intro9e

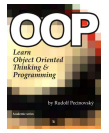
An Introduction to Object-Oriented Programming with Java, 5th Edition, *C. Thomas Wu*, McGraw=Hill, 2009

http://it-ebooks.info/book/1908/a

Další literatura

Learn Object Oriented Thinking & Programming, *Rudolf Pecinovský* Academic series 2013, ISBN 978-80-904661-9-7

http://pub.bruckner.cz/titles/oop



Java 7 – Učebnice objektové architektury pro začátečníky, *Rudolf Pecinovský* Grada, 2012

http://knihy.pecinovsky.cz/uoa1_j7/

Java 8– Úvod do objektové architektury pro mírně pokročile, *Rudolf Pecinovský* Grada, 2014

Datum vydání 17.10.2014

- http://vyuka.pecinovsky.cz

  objektově orientované programování

Přednášky a cvičení

- Síťové bootování a síťové domovské adresáře
- Vývoj v Javě:
  - Prostředí NetBeans, IntelliJ IDEA, Eclipse a Java verze 8.
  - Sestavení projektu nástrojem **ant** a **maven**
- Odevzdávání domácích úkolů – Upload system
- Semestrální práce – repozitář systému pro správu verzí Git
- Práce v týmu a přesah do dalších předmětů

Owncloud – https://owncloud.cesnet.cz

http://maven.apache.org

https://cw.felk.cvut.cz/upload

https://gitlab.fel.cvut.cz

Pozor na rizika!

Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím Upload system

https://cw.felk.cvut.cz/upload

  - Nahrání (upload) archivů s nezbytnými zdrojovými soubory
  - Ověření správnosti implementace automatickými testy

detekce plagiátů

- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů
- Bodová ztráta za pozdní odevzdání úkolu

Maximální počet bodů za úkol klesá s každým týdnem pozdního odevzdání

průběžná práce a řešení úkolů

- Pokud něčemu nerozumíte, ptejte se cvičících

pokud možno hned a neodkládejte na později

- Pokud vám přijde úkolů málo, ptejte se po dalších úlohách na procvičování

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly (5×5 bodů)	25	15
Semestrální práce	35	20
Zkouška	40	20

- Pro úspěšné absolvování předmětu je nutné získat **zápočet** a vykonat **zkoušku**
- Získání **zápočtu** je podmíněno odevzdáním všech domácích úkolů a odevzdáním semestrální práce

Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	> 90	1	výborně
B	81–90	1,5	velmi dobře
C	71–80	2	dobře
D	61–70	2,5	uspokojivě
E	51–60	3	dostatečně
F	<51	4	nedostatečně

- Minimální přípustné body:
  15 (úkoly) + 20 (semestrální práce) + 20 (zkouška) = 55 bodů.

Úvod do programovacího jazyku Java

Jazyky a Typy

- Typování proměnných a výrazů
  - Typované jazyky - operace typově závislé.
  - Netypované jazyky - libovolné operace na libovolných datech (assemblery).
- Stanovení typu
  - Statické - při překladu, C/C++, Java.
  - Dynamické - za běhu, Python, Lisp.
- Typování
  - Slabé - přístup k proměnné určitého typu jako k proměnné jiného typu (assembler). Tyto jazyky jsou též nazývány jako *unsafe*.
  - Silné - kombinace typů nejsou dovoleny. Jazyky jsou nazývány jako *safe*,nebo-li typově bezpečné.

Staticky typovaný a silně typovaný jazyk představují rozdílné dělení, přesto dochází v literatuře k záměnám významu.

Překlad a interpretace

- Interpreter - virtuální stroj, který vykonává přímo zdrojový kód.
- Překladač - zpracovává zdrojový kód do přímo spustitelné podoby.
- Systémové jazyky - převážně překládané, C/C++.
- Skriptovací jazyky - převážně interpretované, Ruby, Lua, Python, Perl, Tcl/Tk, shelly.

Kompilace programu

- Kompilace zdrojového kódu
  1. předzpracování,
  2. analýza (lexikální, syntaktická, sémantická),
  3. optimalizace a generování kódu.
- Kompilace programu
  1. kompilace modulů,
  2. spojování modulů
     - statické,
     - dynamické.
- Chyby - překlad, běh, nekontrolované.
- Kontroly a efektivita.
  - Kontrola přístupu k paměti.
  - Mechanismus návratových hodnot a výjimek.

Interpretované jazyky

- Přímá interpretace je neefektivní.
- Kompilace do binárního kódu (ne nutné nativního - *bytecode*).
- Bytecode - binární přenositelný kód.
- Just in Time (JIT), Ahead of Time (AoT) - kompilace bytecodu do nativního kódu před spuštěním.
- Dynamická kompilace - kompilace za běhu, umožňuje dynamické optimalizace (Java HotSpot VM).
- Většina skriptovacích jazyků používá kompilaci do byte-kódu před spuštěním.

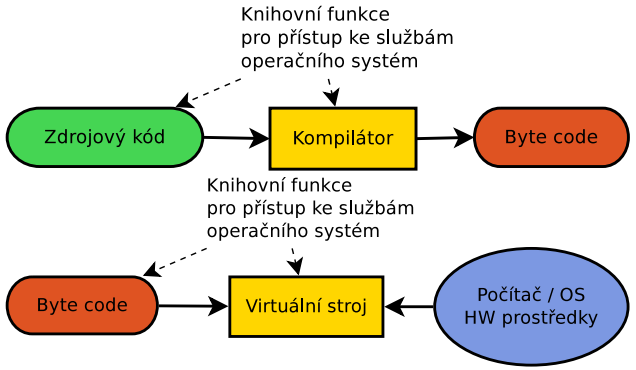
Java

- Obecný, vyšší, imperativní (procedurální) a objektově orientovaný jazyk
- Překládaný jazyk zaměřený na přenositelnost (portabilitu) zdrojových kódů i přeložených binárních souborů
- Historie:
  - 1991 – nejdříve jako jazyk Oak
  - 1996 – Java JDK 1 (první veřejná verze)
  - 1998 – Java 2 (ver. 1.2)
  - 2004 – Java 2 (ver. 1.5) – J2SE5.0
  - 2011 – Java 7 (vydává Oracle po akvizici Sun Microsystems)
  - 2014 – Java 8
  - 2017 – Java 9 (21. září, 2017)
  - 2018 – Java 10 (březen, 2018) – Java 18.3
- Součástí základního vývojového prostředí je bohatý soubor knihovních funkcí.

Java je relativně jednoduchý jazyk (v základní verzi) a jeho efektivní používání je spíše o znalosti knihovních funkcí.

Zdrojové kódy, překlad a spuštění Java programu

- Zdrojové kódy jsou zapisovány v textových souborech s koncovkou `.java`
- Zdrojové soubory jsou překládány překladačem (`javac`) do binárního kódu („*byte code*") uložených v souborech s koncovkou `.class`
- Spuštění programu je realizováno virtuálním strojem, který poskytuje abstrakci nad operačním systémem počítače



Java prostředí – JDK, JRE, JVM

- **JDK** (Java Development Kit) – základní vývojové prostředí, knihovny funkcí, překladač zdrojových souborů `javac`. Jeho součástí je i JRE.
- **JRE** (Java Runtime Environment) – základ prostředí Java pro spouštění programů, obsahuje virtuální stroj `java`.
- **JVM** (Java Virtual Machine) – virtuální stroj pro spouštění Java programů (java).
- **JAR** (Java ARchive) – archív Java souborů, typicky množiny zkompilovaných .class (tříd) doplněných textovým popisem (Manifest), kterou třídu spustit. Slouží pro snadnější spouštění programů o více souborech.

V podstatě ZIP archív

Příklad

Výpočet druhé odmocniny

```
1  double x = 13.0;
2  double y = 1.0;
3  int i = 1;
4
5  while(Math.abs(y*y - x) > 1e-3) {
6     System.out.println("Step " + i + " y = " + y);
7     y = (y+(x/y))/2;
8     i += 1;
9  }
10 System.out.println("sqrt(" + x + ") found in " + i + "
       steps as " + y);
```

Sqrt.java

Kompilace a spuštění programu

```
javac Sqrt.java
java Sqrt
```

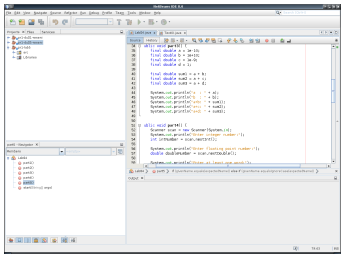

Integrovaná vývojová prostředí (IDE)

- Nadstavba základních příkazů `javac` a `java`
- Integrují (mimo jiné) systém pro řízení překladu

  Např. `ant` nebo `maven`
- Zvýrazňují syntax, doplňují jména a provádějí základní kontrolu kódu
- Mezi nejznámější patří Netbeans, Eclipse a IntelliJ IDEA

  https://download.cvut.cz
- Na cvičení je používáno prostředí Netbeans
- Import kódů do projektu

  štábní kultura
- Adresářová struktura projektu



Třídy, objekty a objektově orientované programování

Charakteristika objektově orientovaného programování (OOP)

Metodický přístup řešení výpočetních problémů založený na objektovém programování.

- Abstrakce řešeného problému založena na objektovém popisu
- Objekty představují množinu dat a operací
- Objekty mezi sebou komunikují - zasílají zprávy a reagují na události
- Přístup řešení problému vychází z analogie řešení složitých problémů jak by je řešil člověk
- Základním konstruktem jsou objekty a třídy
- Vychází z objektového modelu popisu řešeného problému
- Těsnější vazba mezi analýzou a návrhem

Objektově orientovaná analýza a návrh

- OO analýza se zabývá modelováním, rozborem a specifikací problému.
  - Abstrakce reálného světa
- OO návrh se zabývá řešením problému.
  - Přidává softwarovou abstrakci
- Hranice mezi fází analýzy a návrhem se stírá:
  - Základní konstrukce (třídy a objekty) se používají stejné.
  - Není přesně definováno co patří do fáze analýzy a co do návrhu.
- Cílem objektově orientované analýzy a návrhu (OOAD) je:
  - popis systému reprezentovaný objektovými diagramy (statická struktura),
  - popis dynamiky a chování systému.

Objektově orientované programování

- Základními konstrukčními prvky OOP jsou třídy a objekty

  OOP nejsou jen třídy a objekty!
- Umožňuje abstrakci a zobecnění řešených problému
- Znovu použitelnost implementovaných kódů
- Kontrolu přístup k datům

OOP je přístup jak správně navrhnout strukturu programu tak, aby výsledný program splňoval funkční požadavky a byl dobře udržovatelný.

Třídy a objekty

- Třídy - popisují možnou množinou objektů. Předloha pro tvorbu objektů třídy. Mají:
  - Rozhraní – definuje části objektů dané třídy přístupné zvenčí
  - Tělo – implementuje operace rozhraní
  - Datové položky –(statické) proměnné – společné všem instancím dané třídy
- Objekty - reprezentují základní entity OO systému za jeho běhu.
  - Mají konkrétní vlastnosti a vykazují chování
  - V každém okamžiku lze popsat jejich stav
  - Objekty se v průběhu běhu programu liší svým vnitřním stavem, který se během vykonávání programu mění
- *Každý objekt při svém vytvoření dostává privátní kopii instančních proměnných.*
- *Je-li provedena operace, definovaná pro třídu objektů nad daným objektem, dojde ke změně stavu pouze tohoto objektu.*

Třídy a objekty - vlastnosti

- **Zapouzdření** (encapsulation) je množina služeb, které objekt nabízí navenek. Odděluje rozhraní (**interface**) a jeho implementaci.
- **Stav** je určen daty objektu.
- **Chování** je určeno stavem objektu a jeho službami (metodami).
- **Identita** je odlišení od ostatních objektů (v prog. jazycích pojmenování proměnných reprezentující objekty určité třídy).

Struktura objektu

- Objekt je kombinací dat a funkcí, které pracují nad těmito daty

  Funkce procedurálního programování

- Objekt je tvořen
  - **Datovými strukturami** – atributy
    - Ovlivňují vlastnosti objektu
    - Jsou to proměnné různých datových typů
    - Data jsou zpravidla přístupná pouze v rámci daného objektu a zvnějšku jsou skryta před jinými objekty

      Zapouzdření (encapsulation)
  - **Metodami** – funkce / procedury
    - Určují chování objektu
    - Definují operace nad daty objektu
    - Metody představují služby objektu, proto jsou často veřejné

      Mohou být deklarovány jako privátní, např. pro pomocné funkce/výpočtu zlepšující čitelnost kódu.

Princip zapouzdření

- „Utajení" vnitřního stavu objektu
- Jiné objekty nemohou měnit stav objektu přímo a způsobit tak chybu

  Např. konzistence hodnot více proměnných
- Metody objektu umožňují objektu komunikovat se svým okolím, tvoří jeho **rozhraní**
- Proměnné (data) objektu nejsou z vnějšku objektu přístupné, pro přístup k nim lze využít pouze metody
- Zapouzdření umožňuje udržovat a spravovat každý objekt nezávisle na jiném objektu. Umožňuje **modularitu** zdrojových kódů.

Komunikace mezi objekty

- V OO systému interagují objekty mezi sebou zasíláním zpráv požadavků na provedení služeb poskytovaných objektem
- Objekty tak mezi sebou komunikují prostřednictvím zpráv, které jsou realizovány (implementovány) metodami
- Pokud jeden objekt požaduje po jiném objektu, aby vykonal nějakou činnost, zašle mu zprávu ve tvaru:
  - Objekt, na kterém se má akce provést

    Referenční proměnná odkazující na objekt, např. `String`
  - Činnost, která se má vykonat

    Metoda (procedura, funkce), např. `compareTo`
  - Seznam parametrů volané metody

    Parametry funkce
- Zpráva neobsahuje popis jak činnost vykonat, ale pouze co provést

  Konkrétní způsob implementace nemusí být dopředu (v průběhu kompilace) znám (viz např. později diskutované virtuální metody).

Datové položky třídy a instance

- Datové položky třídy
  - Jsou společné všem instancím vytvořeným z jedné třídy
  - Nejsou vázaný na konkrétní instanci
  - Jsou společné všem instancím třídy
  - V Javě jsou uvozeny klíčovým slovem **static**
- Datové položky instance
  - Tvoří vlastní sadu datových položek objektu
  - Jsou to tzv. proměnné instance
  - Jsou iniciovány při vytvoření instance

    V konstruktoru při vytvoření instance voláním `new`
  - Existují po celou dobu života instance
  - Proměnné jedné instance jsou nezávislé na proměnných instance jiné

Metody třídy a instance

- Metody třídy
  - Nejsou volány pro konkrétní instance
  - Představují zprávu zaslanou třídě jako celku
  - Mohou pracovat pouze s proměnnými třídy

    Nikoliv s proměnnými instance
  - V Javě jsou uvozeny klíčovým slovem **static**
  - Jsou to tzv. statické metody
- Metody instance
  - Jsou volány vždy pro konkrétní instanci třídy
  - Představují zprávu zaslanou konkrétní instanci
  - Pracují s proměnnými instance i s proměnnými třídy
  - Lze volat pouze až po vytvoření konkrétní instance

Přístup ke členům třídy

- Podle principu zapouzdření jsou některé členy třídy označována jako soukromé (privátní) a jiné jako veřejné.
- Programátor předepisuje k jakým položkám lze přistupovat a modifikovat je
- Přístup ke členům třídy je určen modifikátorem přístupu
  - **public:** – přístup z libovolné třídy
  - **private:** – přístup pouze ze třídy, ve které byly deklarovány
  - **protected:** – přístup ze třídy a z odvozených tříd
  - Bez uvedení modifikátoru je přístup povolen v rámci stejného balíčku package

Řízení přístup ke členům třídy

Modifikátor	Přístup			
	Třída	Balíček	Odvozená třída	„Svět"
public	✓	✓	✓	✓
protected	✓	✓	✓	✗
bez modifikátoru	✓	✓	✗	✗
private	✓	✗	✗	✗

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/accesscontrol.html

Datové položky objektů

- Dle principu zapouzdření jsou datové položky zpravidla **private**
- Přístup k položkám je přes metody, tzv. „accessory", které vrací/-nastavují hodnotu příslušné proměnné („getter" a „setter")

```
public class DemoGetterSetter {
   private int x;
}
```

- „Accessory" lze vytvořit mechanicky a vývojová prostředí zpravidla nabízí automatické vygenerování jejich zdrojového kódu

```
public class DemoGetterSetter {
   private int x;

   public int getX() {
      return x;
   }

   public void setX(int x) {
      this.x = x;
   }
}
```

Viz Alt+Insert v Netbeans

Vytvoření objektu – Konstruktor třídy

- Instance třídy (objekt) vzniká voláním operátoru **new** s argumentem jména třídy, který volá **konstruktor** třídy
- Konstruktor nemá návratový typ, jmenuje se stejně jako třída a můžeme jej přetížit pro různé typy a počty parametrů
- Jiný konstruktor třídy lze volat operátorem **this**

  *Operátorem **super** lze volat konstruktor nadřazené třídy*
- Není-li konstruktor předepsán, je vygenerován konstruktor s prázdným seznamem parametrů
  - Je-li konstruktor deklarován, implicitní zaniká
- Přetížení konstruktoru pro různé typy a počty parametrů **overloading**
- Konstruktor je zpravidla vždy **public**
- Privátní (**private**) konstruktor použijeme například pro:
  - Třídy obsahující pouze statické metody nebo pouze konstanty

    Zakážeme tak vytváření instancí.
  - Takzvané singletony (singletons)

Statická metoda **main**

- Deklarace hlavní funkce

  public static void main(String[] args) { ... }

  představuje „spouštěč" programu
- Musí být statická, je volána dříve než se vytvoří objekt
- Třída nemusí obsahovat funkci **main**
  - Taková třída zavádí prostředky, které lze využít v jiných třídách
  - Jedná se tak o „knihovnu" funkcí a procedur nebo datových položek (konstant)
- Kromě spuštění programu může funkce **main** obsahovat například testování funkčnosti objektu nebo ukázku použití metod objektu

Příklad třídy jako datového typu – třída `Complex`

- Třída `Complex` – představuje třídu datového typu, jejíž objektový návrh a implementace vychází z konceptu zapouzdření
- Datové položky:
  - Hodnoty typu `double` pro reprezentaci reálné a imaginární části (dvojice čísel)
- Metody: tvoří množinu operací obvyklých pro operace nad komplexními čísly
  - absolutní hodnota, sčítání, odčítání, násobení a dělení

Uvedený příklad je implementací třídy v Javě

Třída `Complex` 1/6

```
public class Complex {

   //data fields
   private double re = 0.; //data polozka (atribut)
   private double im = 0.; //data polozka (atribut)
   ...
```

- Definice třídy je uvozena klíčovým slovem **class** následovaném jménem třídy
- Kódovací konvence doporučuje psát jméno třídy s prvním písmenem velkým
- Veřejná třída se specifikuje klíčovým slovem (modifikátorem) **public** před `class`
- Datové položky (atributy) se zapisují podobně jako deklarace proměnných

Kódovací konvence doporučuje zapisovat datové položky jako první

Třída Complex 2/6

```
public class Complex {
...
public Complex() {}
public Complex(double r) {
   re = r;
}
public Complex(double r, double i) {
   re = r;
   im = i;
}
```

- Za datovými položkami následují definice **konstruktoru**(ů)
- Konstruktor je metoda stejného jména jako jméno třídy a nemá návratovou hodnotu
- Konstruktor je volán při vytvoření objektu příkazem **new**, který vrací referenci (odkaz), kde je objekt uložen v paměti

Třída Complex 3/6

```
public class Complex {
   ...
   //methods (operations)
   public double getAbs() {
      return Math.sqrt(re * re + im * im);
   }

   public Complex plus(Complex b) {
      double r = re + b.re; // r  je lokalni promenna
                            // re je atribut objektu
      double i = im + b.im;
      return new Complex(r, i);
   }
   ...
```

- Metody jsou funkce s návratovým typem a specifikací přístupových práv

Třída Complex 4/6

```
public class Complex {
   ...
   public Complex minus(Complex b) {
      Complex a = this;
      return new Complex(a.re - b.re, a.im - b.im);
   }

   public Complex times(Complex b) {
      Complex a = this;
      double r = a.re * b.re - a.im * b.im;
      double i = a.re * b.im + a.im * b.re;
      return new Complex(r, i);
   }
```

- Uvnitř metody můžeme použít operátor **this**
- **this** je implicitní odkaz na objekt, na který byla metoda zavolána

Třída Complex 5/6

```
public class Complex {
   ...
   public String toString() {
      if (im == 0) {
         return re + "";
      } else if (re == 0) {
         return im + "i";
      } else if (im <  0) {
         return re + " - " + (-im) + "i";
      }
      return re + " + " + im + "i";
   }
```

- **toString** je metoda každého objektu, která vrací řetězec představující znakovou reprezentaci objektu *„Dědí od třídy* `Object`*"*
- Pokud není předefinována vrací jméno třídy + hash kód

Překrytí je realizováno dynamickou vazbou (polymorfismus)

Třída Complex 6/6

```
public class Complex {
   ...
   public static Complex plus(Complex a, Complex b) {
      double r = a.re + b.re;
      double i = a.im + b.im;
      Complex sum = new Complex(r, i);
      return sum;
   }
```

Statické metody:

- jsou uvozeny klíčovým slovem **static**
- jsou to metody třídy a nejsou svázány s objektem
- jsou přístupné i bez vytvoření instance třídy (objektu)
- nemají přístup k instančním proměnným (datovým položkám)

Instanční proměnné se vytvářejí až s vytvořením objektu operátorem `new`

Instance třídy Complex 1/2

```
public static void main(String[] args) {
   Complex c1 = new Complex(2);
   Complex c2 = new Complex(2, 1);

   System.out.println("New complex: " + new Complex());
   System.out.println("Complex var c1: " + c1);
   System.out.println("Complex var c2: " + c2);

   System.out.println("Complex var |c1|: " + c1.getAbs());
   System.out.println("Complex var |c2|: " + c2.getAbs());

   System.out.println("Complex var c1-c2: " + c1.minus(c2));
   System.out.println("Complex var c1+c2: " + c1.plus(c2));
   System.out.println("Complex var c1*c2: " + c1.times(c2));

   System.out.println("Complex: (1 + j) + (1 - j): " +
       Complex.plus(new Complex(1, 1), new Complex(1, -1)));
}
```

- Objekty (instance třídy) `Complex` vytváříme operátorem **new**

Instance třídy Complex 2/2

- Příklad výpisu:

```
java DemoComplex

New complex: 0.0
Complex var c1: 2.0
Complex var c2: 2.0 + 1.0i
Complex var |c1|: 2.0
Complex var |c2|: 2.23606797749979
Complex var c1-c2: -1.0i
Complex var c1+c2: 4.0 + 1.0i
Complex var c1*c2: 4.0 + 2.0i
Complex: (1 + j) + (1 - j): 2.0
```

`Complex.java` a `DemoComplex.java`

Přístup k datovým položkám

- Datové položky reprezentující reálnou a komplexní část jsou ve třídě `Complex` skryty.

Princip zapouzdření

- Pro přístup k nim, můžeme implementovat metody nazývané

- **getter** – „čtení"

```
public class Complex {
   ...
   public double getRe() {
      return re;
   }
   public double getIm() {
      return im;
   }
   ...
}
```

- **setter** – „zápis"

```
public class Complex {
   ...
   public void setRe(double re) {
      this.re = re;
   }
   public void setIm(double im) {
      this.im = im;
   }
   ...
}
```

Jakou má výhodu přistupovat k proměnným přes metody?

Neměnitelné objekty (Immutable objects)

- Definice neměnitelného objektu
  - Všechny datové položky jsou **final** a **private**
  - Neimplementujeme „settery" pro modifikaci položek
  - Zákaz přepisu metod v potomcích (**final** modifikátor u metod)

*Nebo jednoduše zákaz odvozování uvedením **final class***

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/imstrat.html

- Objekty, které v průběhu života **nemění svůj stav**
- Modifikace objektu není možná a je nutné vytvořit objekt nový
- Mají výhodu v případě paralelního běhu více výpočetních toků

*Typickým příkladem je instance třídy **String***

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/immutable.html

Příklad – **final** nezaručuje neměnitelnost objektu 1/3

- Definujme **final** třídu zapouzdřující referenční **private final** proměnnou `values` typu odkaz na pole `int` hodnot
- Přístup k proměnné `values` je pouze přes *getter* `getArray()`

```
public final class ArrayWrapper {

  private final int[] values;

  public ArrayWrapper(int n) {
    values = new int[n];

    for (int i = 0; i < values.length; i++) {
      values[i] = (int) (Math.random() * n);
    }
  }

  public int[] getArray() {
    return values;
  }

  public String toString() {
    ...
  }
}
```

ArrayWrapper.java

Příklad – **final** nezaručuje neměnitelnost objektu 2/3

- Obsah objektu `ArrayWrapper` vypíšeme metodou `toString()`

```
public final class ArrayWrapper {
  ...
  public String toString() {
    ...
    StringBuilder sb = new StringBuilder(values.length >
    0 ? new Integer(values[0]).toString() : "empty");
    for (int i = 1; i < values.length; i++) {
      sb.append(" ");
      sb.append(values[i]);
    }
    return sb.toString();
  }
}
```

ArrayWrapper.java

Příklad – **final** nezaručuje neměnitelnost objektu 3/3

```
final ArrayWrapper a = new ArrayWrapper(10);

System.out.println("Random final array '" + a + "'");
```

- Po vytvoření objektu `ArrayWrapper` je obsah pole incializován v konstruktoru na náhodná čísla

```
Random final array '1 5 5 9 4 9 7 1 8 1'
```

- Přístup k polážkám pole máme přes *getter* `getArray()`

```
final int[] v = a.getArray();
for (int i = 0; i < v.length; i++) {
  v[i] = i;
}
System.out.println("Final object and final array can be
    still modified\n '" + a + "'");
```

- Původní „final" objekt tak můžeme změnit

```
Final object and final array can be still modified
 '0 1 2 3 4 5 6 7 8 9'
```

FinalArrayDemo.java

Referenční datové položky neměnitelných objektů musí odkazovat na **neměnitelné objekty**.

Objekty pro základní typy

- Třídy pro základní třídy jsou immutable
- Každý primitivní typ má v Javě také svoji třídu:
  - **Char**, **Boolean**
  - **Byte**, **Short**, **Integer**, **Long**
  - **Float**, **Double**
- Třídy obsahují metody pro převod čísel a metody pro parsování čísla z textového řetězce
  - např. **Integer.parseInt(String s)**
- Dále také rozsah číselného typu minimální a maximální hodnoty
  - např. **Integer.MAX_VALUE**, **Integer.MIN_VALUE**

http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Number.html

Referenční proměnné objektů tříd primitivních typů

- Referenční proměnné objektů pro primitivní typy můžeme používat podobně jako základní typy

```
Integer a = 10;
Integer b = 20;

int r1 = a + b;
Integer r2 = a + b;
System.out.println("r1: " + r1 + " r2: " + r2);
```

- Stále to jsou však referenční proměnné (odkazující na adresu v paměti)
- Obsah objektu nemůžeme měnit, jedná se o **immutable** objekty

DemoObjectsOfBasicTypes.java

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Úvod do programovacího jazyku Java
- Třídy, objekty a objektově orientované programování
- Vlastnosti objektů a tříd, zapouzdření
- Neměnitelné (immutable) objekty

- Příště: Objekty, vztahy, vlastnosti, dědičnost a polymorfismus, ...