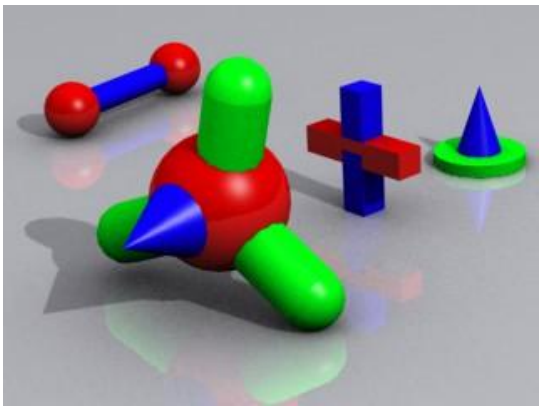
Klasser

TDA548/Joachim von Hacht

Flera men Olika



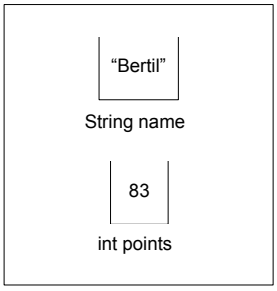
2

Arrayer används när vi behöver många variabler av samma typ.

Ibland behöver vi flera variabler men ev. av olika typ (vissa kan vara av samma typ)

- Om vi t.ex. vill beskriva en spelare i ett spelprogram så kanske vi behöver en variabel för spelarnamn och en för poäng
  - Krångligt t.ex. vid metodanrop att behöva skicka många variabler
- Istället för att ha enskilda variabler kan vi skapa ett **objekt** med flera variabler
  - Vi kan då skicka objektet, d.v.s. “alla” variablerna, på en gång till en metod.
- Dessutom hör ju de enskilda variablerna konceptuellt ihop, de används för att beskriva en spelare
  - Programmet blir lättare att förstå

Konceptuell bild



Objekt med två variabler av olika typ

3

Ett objekt är en "förpackning" av variabler som hör ihop (mer senare)

- I bilden har vi samlat flera variabler som hör ihop med en spelare.

Vi kan inte skapa objekt direkt (förutom vissa specialfall, en sträng är t.ex. ett objekt)

- För att skapa objekt behöver vi en **klass**

OBS Bilden! Att värdet "Bertil" egentligen inte ligger i variabeln (det är en referensvariabel, se Referenser).

Klassdeklaration

```
// Very basic class
class Player {
   String name;  // Instance variables
   int points;
}
```

4

För att skapa en klass i Java gör man en klassdeklaration

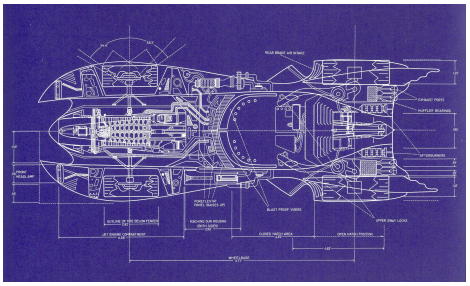
- Vi kan lägga klassdeklarationer var som helst i programmet.
- Vi lägger dem vanligen mot slutet i programmet (efter metoderna, inte i någon metod).
    - Eller i egna filer, se senare.

Klassdeklaration

- Inleds med det reserverade ordet **class** + namnet på klassen.
    - Namn inleds med stor bokstav (CamelCase vid behov)
    - Namnet brukar vara ett substantiv och skall förklara vad objekten skall representera.
- Därefter ett block
    - I blocket deklarerar vi de variabler vi vill skall finnas i objekten, dessa kallas **instansvariabler** (alt. **attribut**)
    - I vilken ordning instansvariabler deklareras spelar ingen roll (lite förenklat).

Klass och Instans

Klass



Objekt (Instanser)

5

Vi kan skapa ett godtyckligt (ändligt) antal objekt utifrån en och samma klass

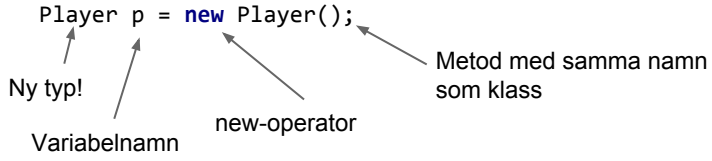
- Man kan se en klass som en ritning
- Vi säger att ett objekt är en **instans** av en klass
- Alla instanser får sin egen uppsättning av variabler
    - Vi kanske behöver två spelarobjekt, ett för “Pelle” och ett för “Fia”, båda innehåller egna variabler name och points.

Analogier:

- Pannkaksrecept (klass) och pannkaka (objekt)
- Pepparkaksform (klass) och pepparkaka (objekt)

Variabler för Objekt

```
// Declare, instantiate and initialize
Player p = new Player();
```




```
Player p1;   // Declare ...
// ... later instantiate and assign
p1 = new Player();
```

6

En klass introducerar en ny referenstyp

- Typsystemet är utbyggbart för klasser, se Typer
- Om vi skapar en ny klass skapar vi en ny typ! Vi kan vi deklarera variabler av denna typ!
- När vi deklarerat variabeln kan vi initiera den
  - För att initiera variabeln måste vi instansiera (skapa) ett objekt.
  - Instansieringen sker genom att använda **new**-operatorn tillsammans med en metod som heter som klassen.
  - Vi kan inte göra som med arrayer t.ex. { “olle”, 87 } eller liknande går inte.

Analys av kod (vänster till höger)

- Player är den nya typen som klassen introducerat
- p är namnet på variabeln
- new skapar ett objekt i minnet (inklusive de variabler som finns i objektet)
- Därefter körs metoden Player() för objektet, en sådan metod finns alltid men syns inte i koden, mer senare.
- Därefter initieras variabeln p med objektet (mer senare).

Punktnotation

```
// Declare instantiate and initialize
Player p1 = new Player();

// Dot notation to access variables in object
p1.name = "pelle";
p1.points = 2;

out.println( p1.name );  // "pelle"
out.println( p1.points ); // 2
```

7

Ett namn på en array-variabel betecknade hela arrayen (lite förenklat, mer senare)

- För att komma åt enskilda variabler använde vi indexering

Ett namn på en objektvariabel (p1 i bilden) betecknar hela objektet (lite förenklat, mer senare)

- För att komma åt de enskilda variablerna används punktnotation d.v.s. objektvariabelnamn (p1), punkt, instansvariabelnamn (name)

Arrayer med Objekt

```
// Declare and initialize array AND instantiate
// objects (each new .. creates an object)
Player[] players = { new Player(), new Player() };

// First indexing then dot notation
players[0].name = "pelle";
players[0].points = 23;
players[1].name = "fia";
players[1].points = 45;

out.println( players[0].name );  // “pelle”
out.println( players[1].points ); // 45
```

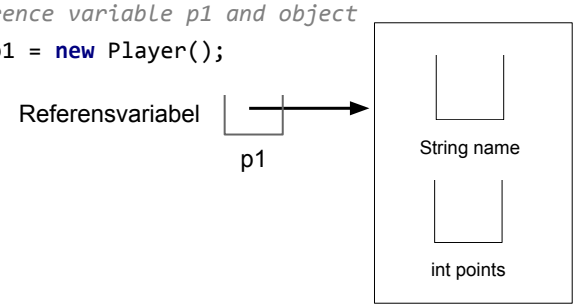

Om vi har en typ kan vi skapa arrayer utifrån typen

- Så också med klasstyper!
- För att komma åt enskilda variabler används …
- … först indexering eftersom vi började med en array (ger ett helt objekt) …
- … därefter punktnotation för att komma åt variabeln i objektet.

OBS! Bara Player[] players = new Player[3]; skapar inte några player objekt, … bara array-objektet skapas!

Mer om Variabler för Objekt

```
// Reference variable p1 and object
Player p1 = new Player();
```




```
// Variable but no object!
Player p2;
```

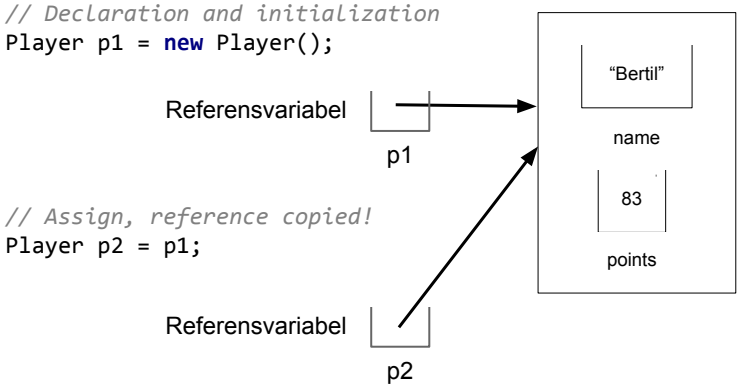
9

Detta fungerar på samma sätt som för arrayer!

- Variabler för objekt är referensvariabler
  - En deklaration ger en referensvariabel, instansieringen (instansieringsuttrycket) ger en referens till ett namnlöst objekt
    - Värdet är alltså en referens …
    - .. sidoeffekten är att ett (namnlöst) objekt skapas (i minnet).
- En deklaration av en variabel ger bara en referensvariabel, inget objekt!
- Punktnotation innebär att man avrefererar referensen och därefter väljer variabel utifrån namn m.h.a. punktnotation.
  - Punkten använd på objektet (inte på variabel eller referens)!

Tilldelning

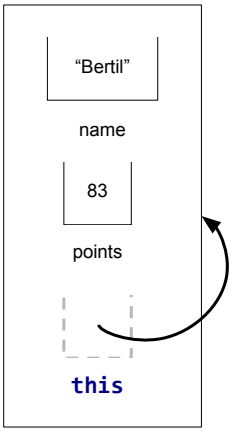
```
// Declaration and initialization
Player p1 = new Player();

// Assign, reference copied!
Player p2 = p1;

out.println(p1 == p2);   // true
```



Fungerar på samma sätt som arrayer, det är referensen som kopieras!

- D.v.s vi får två olika variabler som refererar samma objekt
- Ger samma aliasproblematik som för arrayer

this




```
// Implicit "this" used
out.println(name);
out.println(points);

// Using this explicit
// Same output as above
out.println(this.name);
out.println(this.points);

// No! can't change
this = ...
```

11

Alla objekt i Java har en dold konstant referens till sig själv.

- Referensen används automatiskt (osynligt) då man t.ex. anger en instansvariabel, underförstått är det variabeln för det aktuella objektet som avses.
- Ibland använder man referensen explicit genom att skriv **this** i koden.
  - Används t.ex. vid namnkrockar, mer strax
- Den statiska typen för this är typen som klassen introducerar (Player i bilden).
  - Den dynamiska typen kan vara någon subtyp, se Typer.
- this är ett reserverat ord

Konstruktor

```
class Player {
   String name;
   int points;
}
Player p = new Player();
// Tiresome to set values
p.name = "pelle";
p.points = 2;
```

```
// Better, use constructor
class Player {
   String name;
   int points;
   // Constructor
   Player(String name, int points){
      this.name = name;
      this.points = points;
   }
}

// Using constructor with arguments
Player p = new Player("pelle", 2);
```

12

För att initiera ett objekt på ett visst sätt kan vi skapa vi en speciell metod i klassdeklarationen, en **konstruktor**

- M.h.a. konstruktorn sätter vi värden för instansvariabler

En konstruktor

- Är en metod som automatiskt anropas i samband med instansiering
  - Måste ha samma namn som klassen.
  - Parameterlista som vanlig metod
  - Får inte ange returtyp.
  - Kan inte anropas som en vanlig metod
- Ofta är det naturligt att parametrarna till konstruktorn har samma namn som instansvariablerna de skall tilldelas (så att vi slipper hitta på olika namn för samma koncept).
  - För att skilja på parametrarna och instansvariablerna anger vi i så fall explicit **this**.

Det finns alltid en parameterlös konstruktor (den vi använt tidigare).

- Om man skapar en konstruktor med parametrar försvinner den parameterlösa konstruktorn.
- Vill man ha en sådan får man skriva dit den själv.

Konstruktoröverlagring

```
class Complex {
    …
    Complex(double re, double img) {  // Constructor
        this.re = re;
        this.img = img;
    }

    Complex(Complex other) {   // Another constructor
        re = other.re;  // No need for ‘this’, no name clash
        img = other.img;
    }
     …
}
```


Konstruktorer kan överlagras på samma sätt som metoder.

- Ofta vill man initiera ett objekt på flera olika sätt
  - Vissa värden kanske skall vara förvalda etc.
  - En klass kan ha flera konstruktorer för detta ändamål
- Som tidigare vid överlagring så måste parametrarna skilja sig åt

IntelliJ kan generera konstruktorer: Högerklicka > Generate …

this(...)

```
class Complex {
    ...
    Complex(double re, double img) {  // Constructor
        this.re = re;
        this.img = img;
    }

    // Same result as previous slide
    Complex(Complex other) {
        this(other.re, other.img);  // Call other constructor
    }
    ...
}
```


Konstruktorer kan anropa andra konstruktorer.

- Genom att skriva this(...) , d.v.s. parenteser efter this, så avses någon konstruktor (med matchande parameterlista).
- Kan ge lite enklare kod.
- Se vidare nedan.

Instansmetoder

```
class Player {
   int points;  // Instance variable

    // Declare instance method
   void incPoints(){
      points++;
   }
}

// Later elsewhere, create object
Player p = new Player();
p.incPoints();  // Call instance metod
```

15

Klasser kan innehålla metoder!

Instansmetoder är metoder som är deklarerade i en klass.

- De kan anropas på alla objekt skapade utifrån klassen
- Det måste finnas ett objekt för att kunna anropa metoderna..
- I vilken ordning instansmetoder deklareras spelar ingen roll.
- Alla deklarationer ligger på samma nivå i klassdeklarationen (ej nästlade)

Mer om Instansvariabler

```
public class Person {
   private final String name;
   private int age;
   private double income;

   public Person(String name, int age, double income) {
       this.name = name;
       this.age = age;
       this.income = income;
   }

    public int getAge() {
       return age;
   }

   public void setAge(int age) {
       this.age = age;
   }

      // Objects has the data to be able to answer questions!
   public boolean isRetired(int retireAge) {
       return age >= retireAge;
   }
  ....
```

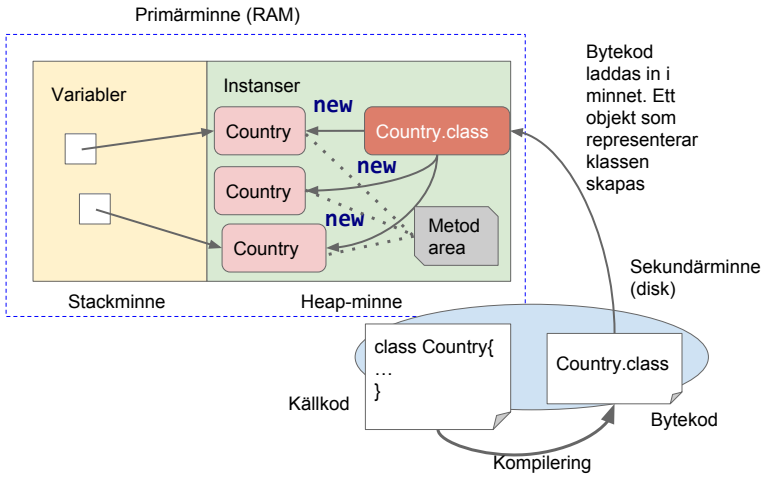
Synlighets område

16

Instansvariabler deklareras i klassen men <u>utanför all metoder</u> (vi skriver dem ofta överst i klassen)

- Synlighetsområdet för instansvariabler är hela klassen
  - <u>I alla metoder!!</u>
- Lokala variabler kan ha samma namn som en instansvariabel men isf döljs instansvariabeln av den lokala variabeln
  - Kan komma åt med this (som vi sett).
- Ett problem med instansvariabler är om något blir fel, vilken metod orsakade felet??
  - Undvik instansvariabler om det går, föredra lokala variabler.
  - Oftast behövs dock instansvariabler, så fort något skall "kommas ihåg" mellan metodanrop måste vi använda instansvariabler.
- Alla instansvariabler kommer att initieras med förvalda värden, t.ex. 0 för int.

Klassladdning och Instansiering



Lite mer i detalj vad som händer

- När vi försöker skapar en instans kontrolleras om klassen för objektet finns i minnet …
  - … om ej så söker Java rätt på .class-filen för klassen och läser in den i minnet (det skapas ett objekt som representerar själva klassen, Country.class)
- Instanserna skapas med klassobjektet som mall då vi använder new-operatorn
  - I samband med detta körs konstruktorn
- Metoder delas av alla objekt (det är ju samma kod som skall köras, bara värden för instansvariabler skiljer)
  - De läggs därför på en plats utanför objektet som alla objekt kan komma åt kallas “metodarean”.
  - Metoderna har en dold första referens till this, så att de vet vilka instansvariabler som gäller.
  - Eventuella instansvariabler som används i metoden är, som sagt, specifika för det aktuella objektet

Heap-minne

- Objekt skapas på en plats i minnet kallat heap:en (till skillnad mot lokala variabler som finns på stacken)
- Objektet existerar så länge det finns en referens till det

- Finns inga referenser alls till objektet kommer det att skräpsamlas (d.v.s. raderas ut minnet)

Klassvariabler

```
class GameCharacter {

    // Share the Random object !!!
    final static Random rand = new Random();
    ...
    void turnRandom() {
        dx = 1 - rand.nextInt(3);
        dy = 1 - rand.nextInt(3);
    }
}

// No object needed, use class to access.
GameCharacter.rand.nextInt(4);
```

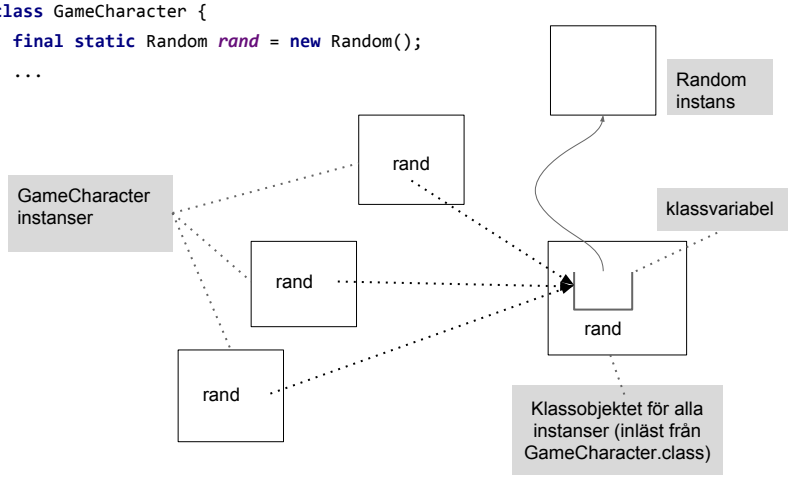
18

En klassvariabel tillhör inte något objekt, … den delas av alla objekt av samma klass

- Anges med static vid deklarationen
- Används sällan, ett exempel i bilden: Alla objekt behöver en slumpgenerator men de kan dela på den (onödigt att alla har en egen).
- För att komma åt variabeln använder man punktnotation direkt på klassnamnet.
- Att en klassvariabel delas av alla objekt är riskabelt
    - På samma sätt som att instansvariabler delas av alla metoder i en klass, delas en klassvariabel av alla instanser
    - … om det blir fel, vart uppstod felet (vilket objekt som helst kommer åt variabeln)?!?!?
    - Klassvariabler bör vara vara final!

Klassvariabler i Minnet

```
class GameCharacter {
  final static Random rand = new Random();
  ...
```



19

Alla static variabler och metodet tillhör klassobjektet (bilden förenklad)

- Om instansen anger ett namn på en klassvariabel så syftar den implicit på variabeln i klassobjektet.

Alla instanser kan komma åt ett gemensamt icke muterbart klassobjekt (objektet som skapades utifrån class-filen.

- Instanserna kan få tag i klassobjektet med metoden getClass()
- Dock kan vi inte använda t.ex. o.getClass().rand (i bilden) för att komma åt klassvariabeln..

Konstanter

```
// Predefined constants
Integer.MAX_VALUE;        // 2147483647
Integer.MIN_VALUE;        // -2147483648
Math.PI
...

// Own constant
public class CatchTheRain {
    public final static int MAX_DROPS = 10;
    ...
}
```

20

Konstanter är ett speciellt begrepp i Java.
En konstant:

- Deklareras som public static final (en klassvariabel)
- Primitiva variabler inget problem deklarera som ovan
- Referensvariabler
  - Objektet skall motsvara ett fixt värde (icke-muterbara)
  - Objektet skall inte användas som ett objekt d.v.s.inte anropa metoder eller indexera, bara användas som ett värde.
- Konstanter skrivs med stora bokstäver avdelade med "_" t.ex. public static final int MAX_PLAYERS = …
- Vi är lite mindre strikta, skriver de flesta "static" med stora bokstäver.

Klassmetoder

```
class ArrayUtils  {
    static int[] reverse (int[] a){       // Class (static) method
        int[] tmp = new int[arr.length];
        for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
            tmp[arr.length - i - 1] = arr[i];
        }
        return tmp;
    }
}
 // Call directly on class name
int[] revArr = ArrayUtils.reverse( arr );

// Class methods in Java classes
Character.isDigit(...)
String.valueOf(...)
Math.sqrt(..)
```


För vissa metoder gäller att man inte behöver något objekt

- Metoden har inget behov av någon data förutom parametrarna
    - De är rena funktioner

Om så, verkar det onödigt att skapa objekt…

- .. detta kan man lösa i Java genom att använda klassmetoder.
- Anges med static i metodhuvudet (samma som klassvariabler).
- Metoderna tillhör klassen (inte något objekt). På samma sätt som klassvariabler.
- För att komma åt metoderna använder man punktnotation direkt på klassnamnet!

Om man lägger till import static … så slipper man skriva klassnamnet.

- Så har vi gjort med t.ex. metoderna i Math.

Klass kontra Instans

```
int j;  // Instance variable
static int i;  // Class variable

void doIt() {          // Instance method
   out.println(i);
   out.println(j);
   this.doOther();  // Ok
}

static void doOther() {   // Class method
   out.println(i);
   out.println(j);  // Bad, which object?
   this.doIt();     // Bad, no this!
}
```

22

Instansmetoder kan använda klassvariabler och anropa klassmetoder

Klassmetoder kan inte använda instansvariabler eller anropa instansmetoder

- Vilket skulle objektet vara i så fall?? Klassmetoden kan inte veta!
- Kan speciellt inte använda this i klassmetod, finns ingen sådan referens.

Initiering av Objekt

```
class MyClass {
    int i1 = i2;
    static int i2 = 4;
    final static int i3; // Ok, assigned in constructor
    MyClass() {
        i3 = i1 + i2;
    }
}
MyClass m = new MyClass();
out.println(m.i1);    // 4
out.println(m.i2);    // 4
out.println(m.i3);    // 8
```

23

Objekt initieras enligt (förenklat, se även Arv och Konstruktorer):

- Klassvariabler i skriven ordning
  - Innan någon instans har skapats, initieras då klassen laddas!
- Instansvariabler i skriven ordning …
- … därefter körs konstruktorn.

Instansvariabler som är final måste ges ett värde vid deklarationen, eller i konstruktorn, eftersom de inte kan ändras.

- Se även Arv senare

main-metoden

```
public class MyClass {
    // args is an array of command line arguments
    public static void main(String[] args) {
        out.println(args[0]);   // Hello
        out.println(args[1]);   // world!
    }
}


// Executing program supplying
// command line argument after program name
java MyClass Hello World!
```

24

main-metoden måste finnas i alla Java-program (i någon klass)

- Metoden anropas automatiskt först av allt då programmet startas
- Eftersom metoden är en klassmetod behövs inga objekt
  - Metoden anropas direkt på klassen som har metoden…
  - .. efter att klassen har laddats.
  - Då vi startar den virtuella maskinen måste vi ange vilken klass som innehåller main
    - IntelliJ visar en grön triangel på klassikonen om klassen innehåller en main-metod
      - Om så kan den exekveras (annars visas inget Run-alternativ i menyn)
- Parametern till metoden är en lista av strängar som operativsystemet skickar in då ett Java program startas.
  - Om man startar från kommandoraden skriver man strängarna efter klassnamnet.

I vår programmall (för övningarna) har vi alltid instantiserat ett objekt av “programmet” i main-metoden

- Alla metoder vi skrivit har på det sättet blivit instansmetoder.

Klassfiler

```
class Player {
   String name;
   int points;
}

String getName(){
   return name;
}
```

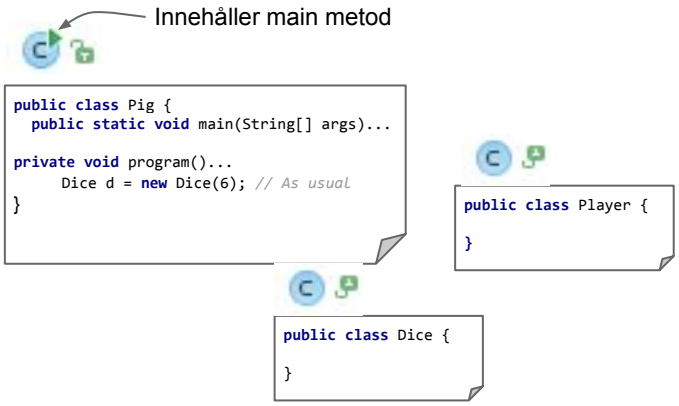
Player.java

25

I riktiga Java-program deklareras klasser i helt egna filer vanligen med en klass per fil.

- Klassens namn och filens namn måste vara samma (förutom att filen avslutas med .java).
    - Lite förenklat.

Exekvering med Klassfiler



Om man har ett Java program uppbyggt av ett antal klassfiler måste en av dessa innehålla metoden main

- Innan körning måste alla filer kompileras
  - Sköts av IntelliJ
- Instansiering påverkas inte av att klasser ligger i separata filer

Klassfiler och Åtkomst

```
public class Dice {   // In file Dice.java
    // Private, inaccessible from other classes
    private Random rand = new Random();
    private int nFaces;

    public Dice(int nFaces) {
        this.nFaces = nFaces;
    }
    // Public, for other objects to call
    public int roll() {
        return rand.nextInt(nFaces) + 1;
    }
}
```

28

I Java kan man åstadkomma informationsgömning genom att dela upp programmet i klassfiler

- Man anger **åtkomst (access)** för klassen (skrivs framför class)
  - Vi anger alltid public class (man kan komma åt klassen överallt i programmet)
- I klassfilen anger man dessutom åtkomst för alla instansvariabler
  - **public**, innebär att alla kan komma åt variabeln, variabeln är tillgänglig i all kod utanför klassen (om klassen är public)
  - **protected**, använder vi troligen inte (innebär att subklasser kan komma åt, se senare).
  - **private**, ingen kod utanför klassen kan komma åt variabeln
    - Vi sätter normalt alltid private på alla instansvariabler
    - Genom att använda private skapar vi ett lokalt tillstånd i klassen
    - Vid felsökning behöver vi bara söka i klassen (om det inte handlar om referenser, … vilket det tyvärr ofta gör)
- Kontroll av åtkomst sker redan vid kompileringen, försöker vi använda private-variabler utanför klassen får vi ett kompileringsfel

Åtkomst för metoder anges på samma sätt som för variabler

- public-metoder kan användas överallt i koden (om klassen är public)
- protected , som ovan.

- private-metoder kan bara användas inom klassen
    - Används för interna hjälpmetoder (funktionell nedbrytning)
    - En markering att metoden inte används någon annanstans.
        - Vid felsökning behöver vi bara söka i klassen.

OBS! Om vi befinner oss i samma fil (med flera klasser) så spelar åtkomst ingen roll, vi kan alltid komma åt allt i samma fil.

- Åtkomst gäller mellan klasser i olika filer

Get och Set Metoder

```
public class Player {

   private String name;
   private int points = 0;
   …
   public String getName() {  // Getter, NOTE name
       return name;
   }
   public void setName(String name) {  // Setter, NOTE name
       this.name = name;
   }

}
```

30

Eftersom vi sätter alla instansvariabler till private kan ingen kod utanför klassen komma åt dem
Leder till vissa problem…

Ibland måste vi läsa av tillståndet t.ex. vid utskrifter

- Att läsa av tillståndet är inte så riskabelt (inget skall ändras)
- För avläsning skapas get-metoder (getters).
    - De heter alltid get + namnet på instansvariabeln (se bild)

Ibland måste vi kunna ändra tillståndet

- Ändring är mycket farligt, kan leda till ogiltigt tillstånd
- Vår strategi för ändring av tillstånd
    - Om möjligt sätt värden i konstruktorn
    - Om möjligt skapa metoder som gör förändringar internt i klassen t.ex. om en spelares poäng skall öka låt objektet sköta detta (inte läsa av, öka, och skriva tillbaks)
        - Om det VERKLIGEN behövs skapa en set-metod.
        - Heter alltid set + namnet på instansvariabeln

Generellt: Låt objektet som har datan, gör beräkningarna och skicka ut resultatet, istället för att att skicka ut datan!

- Låt objekten ha sin data i fred!

Icke-muterbara Objekt

```
// Immutable class for pairs
public class Pair {
    private final int x;
    private final int y;

    public Pair(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    …
}
```

Ett radikalt sätt att hantera tillståndet är att göra så att man inte kan förändra ett objekt tillstånd efter det att det instansieras.

- I klassen sätts alla instansvariabler sätt till final
  - Om vi har referenser inte säkert detta räcker!
- Initiering görs i konstruktorn (det är tillåtet att sätta final variabler i konstruktorn)
- Vi säger att objekten som skapas är **icke-muterbara**
- Icke-muterbara objekt är säkra att jobba med, inga alias-problem eftersom tillståndet inte kan ändras!

Vissa objekt uppfattas naturligt som icke-muterbara t.ex. operander

- Vi förväntar oss inte att operanderna i uttrycket a op b ändras, …
- … vi förväntar oss ett nytt värde, c, skilt från både a och b
- .. vi skall inte kunna ändra a eller b och på så sätt ändra resultatet c.

Nackdelen med icke-muterbara objekt är att vi måste skapa nya objekt om vi vill ha ett annat tillstånd

- Kan bli kostsamt om vi har väldigt många (små) objekt

Det ovan lite förenklat, mer i senare kurser.

Rent Statiska Klasser

```
 // Simplified view of class Math
public final class Math {
   /**
    * Don't let anyone instantiate this class.
    */
    private Math() {}  // private!

    public static double cos(double a) { … }
    public static double tan(double a) { … }
    public static int abs(int a) { … }
    …

}
```

30

Vissa klasser är bara rena metodsamlingar t.ex. den färdig Java klassen Math.

- Man skall inte kunna skapa några Math-objekt …
- … därför görs konstruktorn private. D.v.s. ingen utanför klassen kommer åt konstruktorn
  - Inga objekt kan skapas
- Alla metoder måste vara static.

Klassen **Object**

```
// Simplified view of class java.lang.Object with
// a few methods
class Object {
    …
    boolean equals(Object obj) { … }

    int hashCode() { … }

    Class<?> getClass() { … }

    String toString(){ … }
    …
}
```


I Java finns en färdig klass, Object

- Tanken är bl.a. att klassen skall innehålla metoder som alla objekt (överhuvudtaget) kan tänkas behöva
  - equals används då man vill jämföra objekt
  - hashCode, används av samlingar t.ex. Map, se Samlingar
  - getClass kan svara på vilken klass (typ) ett objekt tillhör
  - toString är tänkt att ge en läsbar representation av ett objekt (ett objekt som en sträng)
  - m.fl.

Alla objekt som vi skapar ärver automatiskt alla metoder i Object

- Metoderna syns inte i koden men finns där
- För vilket objekt o som helst kan man t.ex. skriva o.toString()
- Se också Typer (typen Object)

Utskrifter av Objekt

```
public class Pair {
    private final int x;
    private final int y;
    // MUST have public first and should have override
    @Override
    public String toString() {
        return "(" + x + ", " + y + ")";
    }
}

Pair p = new Pair(1, 3);
out.println(c);  // toString() automatically called
                 // Output: (1, 3)
```

35

Alla klasser ärver metoden toString från Object-klassen

- Använder man den ärvda toString-metoden får man en utskrift liknande "Pair@7f31245a" (i bilden)
  - toString() metoden anropas automatiskt vid t.ex. out.println()
- För att få en mer läsbar utskrift skapar vi en egen version av toString()
  - Man väljer själv hur man vill att objektet skall representeras (hur strängen skall se ut)
  - För att informera kompilatorn om att vi gjort en egen version skriver vi @Override över metoden (kallas en **annotering**)
    - Kompilatorn kontrollerar då att vår metod och den ärvda metoden har exakt samma metodhuvud, så måste det vara!
- Eftersom vi gjort en egen version av metoden i klassen Pair kommer vår metod automatiskt att köras istället för den ärvda. Detta beteende är inbyggt i Java.
  - Kallas **override (överskuggning)**.
  - Vad som körs beror alltså på objektets typ.
- IntelliJ kan genererar toString() metoden, Högerklicka > Generate > ...

Vi fortsätter att skilja på utskrift och logik

- toString returnerar en strängrepresentation av objektet …

- .. alltså inga utskrifter direkt i objektet!

Likhet för Objekt

```
public class Player {
…
    @Override
    public boolean equals(Object other) {
        // Same object (i.e. identity)?
        if (this == other) { return true; }
        // Only same types of objects allowed
        if (other == null || getClass() != other.getClass()) {
            return false;
        }
        Player = (Player) other;
        // This is our definition of equals (others possible)
        return this.points == other.points;
    }
}
```

33

Alla klasser ärver en metod equals() från klassen Object.

- Metoden ger referenslikhet.

Vill vi ha värdelikhet för objekt måste vi själva definiera vad vi menar med likhet

- När vi bestämt oss skapar vi en egen version av metod equals i klassen.
    - Som tidigare måste vår metod ha exakt samma metodhuvud som den ärvda (parametern måste vara av typen Object).
    - I bilden har vi bestämt att två spelarobjekt är lika då de har lika poäng (… kanske inte så bra?)
- Eftersom vi har skapat en egen equals() skriver @Override över
- Som tidigare så kommer vår metod, inte den ärvda, att användas för alla Player-objekt

Om man skapar en egen equals-metod skall man alltid skapa en egen hashCode-metod.

- Hur detta görs går vi inte in på (normalt given i laborationer, övningar)
- Båda metoderna kan genereras av IntelliJ. Högerklicka > Generate > …

Eget Arv: Extends

```
public class Pet {
     private String name;
     private int age;
     public String getName() {return name;}
     public void setName(String name) { this.name = name;}
     public int getAge() { return age;}
     public void setAge(int age) { this.age = age;}
}

public class Dog extends Pet {
   ...
}

public class Cat extends Pet {
  ...
}

Dog d = new Dog(...);
Cat c = new Cat(...);
out.println(d.getName()); // Call inherited methods
out.println(c.getAge());
```

38

Alla klasser ärver vissa metoder implicit från klassen Object. Men vi kan även låta våra egna klasser ärva från varann.

- Genom att ange extends vid klassdeklarationen kommer klassen **(subklassen)** att ärva allt (icke-privat) från en annan angiven klass **(superklassen, basklassen)**
  - D.v.s. i klasserna Cat och Dog kan vi använda alla (ärvda) metoder från Pet.
  - Konstruktorer ärvs inte.
- För att komma åt de privata instansvariablerna måste vi använda set/get (vilka skall vara publika)
- Denna typ av arv kallas **implementationsarv** eftersom vi ärver körbar kod.
- Vi använder denna typ av arv för att undvika redundant kod!
  - Det som är gemensamt för flera klasser bryts ut och samlas i en basklass (metoder/instansvariabler).
  - Därefter får alla klasser som behöver det ärva basklassen.
- Java kan bara använda implementationsarv från en superklass (man kan bara använda extends en gång)!
  - Java har inte multipelt implementationsarv.

super

```
public class FacingCreep extends
                        AbstractFacingCreep {

  @Override
  public void move() {
     super.move(); // First run move in superclass
     facing = getDir(); // Then run this
  }


}
```

35

Super, i koden, förekommer bara i samband med arv och syftar på basklassobjektet.

- I detta fallet har vi en överskuggad metod men vill i denna köra basklassobjektets metod först.
- Super är inte en referens (vilket ju this är)

Konstruktorer och super(...)

```
public class Pet {
     private String name;
     private int age;
     public Pet(String name, int age) {
          this.name = name;
          this.age = age;
     }
}
```

```
public class Dog extends Pet {
   public Dog(String name, int age) {
       super(name, age);
   }
}
```

```
Dog d = new Dog("Fido", 3);
```

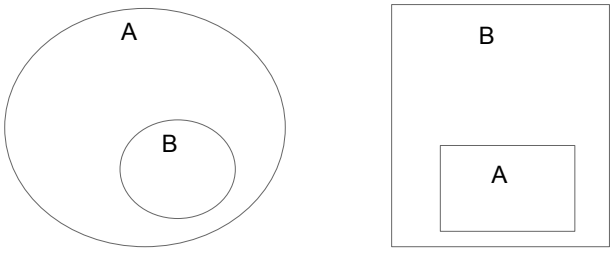
36

Om superklassen har en konstruktor med parametrar måste subklassens konstruktor anropa denna.

- För att initiera superklassens instansvariabler.
  - Vi kan se det som att superklassobjektet är en del av subklassobjeket
- **super(..)** syftar på den direkta superklassens konstruktor (jämför this(...)).
  - Måste stå först i subklassens konstruktor.
- Detta innebär att i en arvshierarki så initieras klasserna uppifrån ner (alltid superklasser först)
  - Jämför också static och initiering!

Olika Syn på Arv

B <: A



Som typer Som objekt

37

Antag B är subtyp till A (B <: A)

Utifrån typer är en subtyp en delmäng till supertypen.

- Det finns fler operationer för subtypen.

Utifrån objekt finns ett delobjekt av typ A i objektet B

- Man kan anropa alla metoder för A objektet på ett B objekt.

Standard för Konstruktorer

```
// Evil game character
public class Creep extends AbstractCreep {

   // Constructor, setting all values (set some default in super)
   public Creep(Path path, double width, double height) {
       super(path, width, height, 1, 30, 10, 10);
   }

   // Overloaded constructor
   public Creep(Path path) {   // Remove some params to simplify
       this(path, 5,5);        // Call another constructor with
                                // default values
   }
}
```


Ett vanligt mönster för konstruktorer är att:

- Ha en baskonstruktor som sätter alla värden (och ev. anropar super)
- Ha en eller flera konstruktorer med förvalda värden (av bekvämlighetsskäl).
    - Dessa konstruktorer anropar alltid baskonstruktorn.

Abstrakta Basklasser

```
public abstract class Pet {
    private String name;
    private int age;
    public String getName() {return name;}
    ...
}

public class Dog extends Pet {
   ...
}


Dog d = new Dog(); // Ok
Pet p = new Pet(); // No!
```

39

Ofta är det inte tänkt att man skall kunna skapa instanser av basklassen

- Vi skapar Dog och Cat-objekt men inte Pet-objekt (ett sällskapsdjur är inte ett djur, det är en klassifikation)!
- För att man inte skall kunna skapa objekt anges att klassen är **abstract**!
    - Kan inte använda new-operator på en abstrakt klass.

Ett annat fall då man måste deklarera klassen som abstrakt är då den innehåller en abstrakt metod.

- Se Metoder.

Gränssnitt

```
public interface MyList ... {
    boolean isEmpty();
    boolean add(int i);
    int get(int index);
}
```

Ett **gränssnitt** (interface) är en samling av publika abstrakta metoder (public abstract behöver inte anges)

- Kan inte instansiera ett gränssnitt (med new) eftersom metoderna är abstrakta.
- Ett gränssnitt introducerar en referenstyp
  - De operationer som är tillåten för typen är de metoder vi angivit.
  - Innebär att vi kan deklarera en referensvariabel med gränssnittstypen

I bilden deklareras ett gränssnitt MyList..

Implementera ett Gränssnitt

```java
public class MyListImpl implements MyList {
    @Override
    boolean isEmpty(){ … }     // Method bodies here
    @Override
    boolean add(int e) { … }
    @Override
    int get(int index){ … }

}

// Variable interface type, object as implementing type
MyList list = new MyListImpl() ;
list.add(4);   // Ok, method in interface type
```

För att få körbara kod för metoderna deklarerade i gränssnittet låter man någon klass implementer (implements) gränssnittet.

- Innebär att alla metoder från gränssnittet måste implementeras i klassen.
    - Kontrolleras av kompilatorn.
    - Vi anger @Override så att kompilatorn kontrollerar att vi använder samma metodhuvud som i gränssnittet.
- Att implementera ett gränssnitt kallas **gränssnittsarv** (vi ärver ingen körbar kod)
    - Klassen blir en subtyp till gränssnittet d.v.s. vi kan tilldela objekttypen till en variabel av gränssnittstypen.
        - Eftersom klassen kan minst lika mycket som gränssnittet anger.
- Vi har på detta sätt fått ett eller flera olika objekt som kan utföra operationerna givna i gränssnittet.
    - Vi kan alltså välja mellan olika implementationer, kan t.o.m. välja under körning!
    - Att använda parametrar och returtyper av gränssnittstyp ger oss flexibilitet.
        - Det kan finnas flera objekt som implementerar gränssnittet.
        - .. vi kan välja det som passar utan att behöva ändra

- typer för parametrarna.

I Java kan en klass implementera flera gränssnitt, för gränssnittsarv gäller multipelt arv.

- Klasser kan dessutom ha både extends och implements i deklarationen.