

# EDAA45 Programmering, grundkurs

## Läsvecka 6: Klasser

Björn Regnell

Datavetenskap, LTH

Lp1-2, HT 2016

## 6 Klasser

- Vad är en klass?
- Olika sätt att skapa instanser
- Minneshantering
- Referens saknas: null
- Klasser i Java
- Referensen this
- Getters och setters
- Likhet
- Case-klasser och likhet
- Implementation saknas: ???
- Klass-specifikationer
- Grumligt-lådan
- Veckans uppgifter

# Vad är en klass?

# Vad är en klass?

- En klass är en mall för att skapa objekt.
- Objekt skapas med **new** Klassnamn och kallas för **instanser** av klassen Klassnamn.
- En klass innehåller medlemmar (eng. *members*):
  - **attribut**, kallas även fält (eng. *field*): **val**, **lazy val**, **var**
  - **metoder**, kallas även operationer: **def**
- Varje instans har sin uppsättning värden på attributen (fälten).

# Vad är en klass?

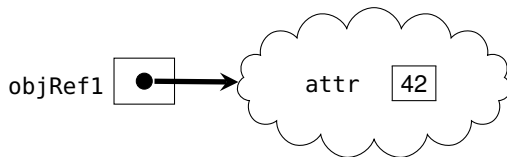
Metafor: En klass liknar en **stämpel**



- En stämpel kan tillverkas – motsvarar deklaration av klassen.
- Det händer inget förrän man stämplar – motsvarar **new**.
- Då skapas avbildningar – motsvarar instanser av klassen.

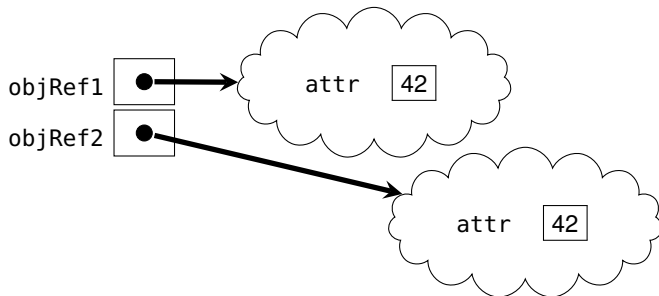
# Klass och instans

```
scala> class C { var attr = 42 }  
  
scala> val objRef1 = new C
```



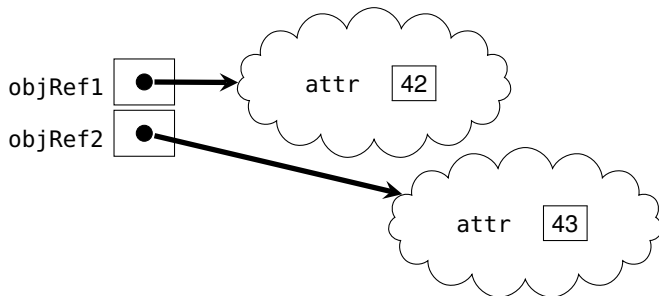
# Klass och instans

```
scala> class C { var attr = 42 }  
  
scala> val objRef1 = new C  
  
scala> val objRef2 = new C
```



# Klass och instans

```
scala> class C { var attr = 42 }  
  
scala> val objRef1 = new C  
  
scala> val objRef2 = new C  
  
scala> objRef2.attr = 43
```





# KlassdeklARATIONER och instansIERING

- Syntax för deklaration av klass:

```
class Klassnamn(parametrar){ medlemmar }
```

- Exempel **deklaration**:

```
class Klassnamn(val attribut1: Int, attribut2: String){  
  val attribut3: Double = 42.0           //publikt oföränderligt attribut  
  private var attribut4: Boolean = false //privat medlem syns inte utåt  
  def metod(parameter: Int) = parameter + 1 //funktion i klass kallas metod  
  lazy val attr4 = Vector.fill(100000)(42.0) //fördröjd initialisering  
}
```

- Parametrar initialiseras med de argument som ges vid **new**.
- Exempel **instansiering** med argument för initialisering av klassparametrar:

```
val instansReferens = new Klassnamn(42, "hej")
```

- Attribut blir **publika** (alltså synliga utåt) om inte modifieraren **private** anges.
- Parametrar som inte föregås av modifierare (t.ex. **private val**, **val**, **var**) blir **attribut** som är: **private[this] val** och bara synliga i **denna** instans.

# Exempel: Klassen Complex i Scala

```
class Complex(val re: Double, val im: Double){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}
```

```
1 scala> val c1 = new Complex(3, 4)  
2 c1: Complex = 3.0 + 4.0i  
3  
4 scala> val polarForm = (c1.r, c1.fi)  
5 polarForm: (Double, Double) = (5.0,0.6435011087932844)  
6  
7 scala> val c2 = new Complex(1, 2)  
8 c2: Complex = 1.0 + 2.0i  
9  
10 scala> c1 + c2  
11 res0: Complex = 4.0 + 6.0i
```

## Exempel: Principen om enhetlig access

```
class Complex(val re: Double, val im: Double){  
  val r = math.hypot(re, im)  
  val fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}
```

## Exempel: Principen om enhetlig access

```
class Complex(val re: Double, val im: Double){  
    val r = math.hypot(re, im)  
    val fi = math.atan2(re, im)  
    def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
    var imSymbol = 'i'  
    override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}
```

- Efter som attributen `re` och `im` är oföränderliga, kan vi lika gärna ändra i klass-implementationen och göra om metoderna `r` och `fi` till **val**-variabler utan att klientkoden påverkas.
- Då anropas `math.hypot` och `math.atan2` bara en gång vid initialisering (och inte varje gång som med **def**).
- Vi skulle även kunna använda **lazy val** och då bara räkna ut `r` och `fi` om och när de verkligen refereras av klientkoden, annars inte.
- Eftersom klientkoden inte ser skillnad på metoder och variabler, kallas detta **principen om enhetlig access**. (Många andra språk har **inte** denna möjlighet, tex Java där metoder *måste* ha parenteser.)

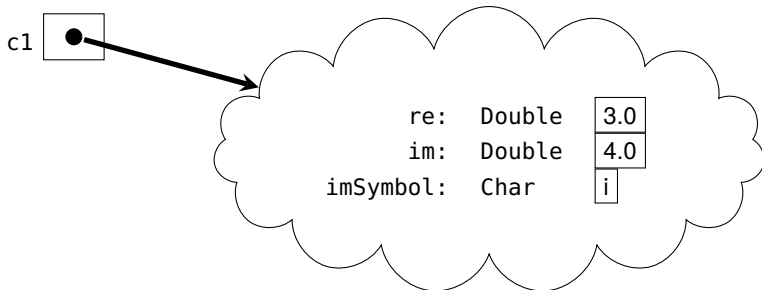
# Olika sätt att skapa instanser

# Instansiering med direkt användning av new

Instansiering genom **direkt användning** av **new**

(här första varianten av Complex med r och fi som metoder)

```
scala> val c1 = new Complex(3, 4)
```

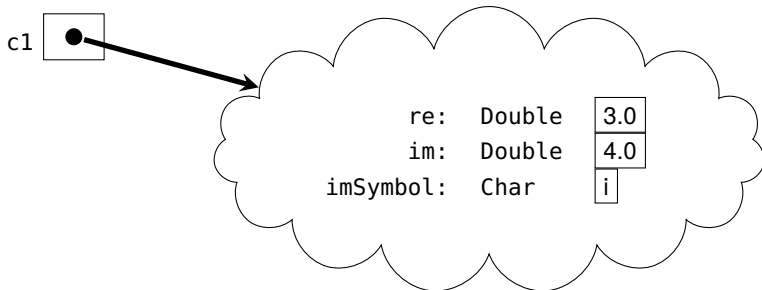


# Instansiering med direkt användning av new

Instansiering genom **direkt användning** av **new**

(här första varianten av Complex med r och fi som metoder)

```
scala> val c1 = new Complex(3, 4)
```



Ofta vill man göra **indirekt** instansiering så att vi senare har friheten att ändra hur instansiering sker.

# Indirekt instansiering med fabriksmetoder

En **fabriksmetod** är en metod som används för att instansiera objekt.

```
object MyFactory {  
  def createComplex(re: Double, im: Double) = new Complex(re, im)  
  def createReal(re: Double)                = new Complex(re, 0)  
  def createImaginary(im: Double)           = new Complex(0, im)  
}
```



# Indirekt instansiering med fabriksmetoder

En **fabriksmetod** är en metod som används för att instansiera objekt.

```
object MyFactory {  
  def createComplex(re: Double, im: Double) = new Complex(re, im)  
  def createReal(re: Double)                = new Complex(re, 0)  
  def createImaginary(im: Double)           = new Complex(0, im)  
}
```

Instansiera **inte direkt**, utan **indirekt** genom användning av **fabriksmetoder**:

```
1 scala> import MyFactory._  
2  
3 scala> createComplex(3, 4)  
4 res0: Complex = 3.0 + 4.0i  
5  
6 scala> createReal(42)  
7 res1: Complex = 42.0 + 0.0i  
8  
9 scala> createImaginary(-1)  
10 res2: Complex = 0.0 + -1.0i
```

# Hur förhindra direkt instansiering?

Om vi vill **förhindra direkt instansiering** kan vi göra primärkonstruktorn **privat**:

```
class Complex private (val re: Double, val im: Double){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}
```

MEN... då går det ju **inte** längre att instansiera något alls!  
:(

```
scala> new Complex(3,4)  
error:  
    constructor Complex in class Complex cannot be accessed
```

# Kompanjonsobjekt kan förhindra direkt instansiering

- Ett **kompanjonsobjekt** är ett objekt som ligger i samma kodfil som en klass och har samma namn som klassen.
- Medlemmar i ett kompanjonsobjekt **får accessa privata** medlemmar i kompanjonsklassen (och vice versa) och kompanjonsobjektet får därför accessa privat konstruktor och kan göra **new**.

```
class Complex private (val re: Double, val im: Double){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}  
object Complex {  
  def apply(re: Double, im: Double) = new Complex(re, im)  
  def real(re: Double) = new Complex(re, 0)  
  def imag(im: Double) = new Complex(0, im)  
}
```

- Fabriksmetoder i kompanjonsobjektet ovan och privat konstruktor gör att vi **enbart** tillåter **indirekt instansiering**.

# Användning av kompanjonsobjekt med fabriksmetoder för indirekt instansiering

Nu kan vi **bara** instansiera **indirekt!** :)

```
scala> Complex.real(42.0)
res0: Complex = 42.0 + 0.0i
```

```
scala> Complex.imag(-1)
res1: Complex = 0.0 + -1.0i
```

```
scala> Complex.apply(3,4)
res2: Complex = 3.0 + 4.0i
```

```
scala> Complex(3,4)
res3: Complex = 3.0 + 4.0i
```

```
scala> new Complex(3, 4)
error:
    constructor Complex in class Complex cannot be accessed
```

# Alternativa direktinstansieringar med default-argument

Med **default-argument** kan vi erbjuda **alternativa** sätt att direktinstansiera.

```
class Complex(val re: Double = 0, val im: Double = 0){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}
```

```
1 scala> new Complex()  
2 res0: Complex = 0.0 + 0.0i  
3  
4 scala> new Complex(re = 42) //anrop med namngivet argument  
5 res1: Complex = 42.0 + 0.0i  
6  
7 scala> new Complex(im = -1)  
8 res2: Complex = 0.0 + -1.0i  
9  
10 scala> new Complex(1)  
11 res3: Complex = 1.0 + 0.0i
```

# Alternativa sätt att instansiera med fabriksmetod

Vi kan också erbjuda **alternativa** sätt att instansiera **indirekt** med fabriksmetoden `apply` i ett kompanjonsobjekt genom default-argument:

```
class Complex private (val re: Double, val im: Double){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  var imSymbol = 'i'  
  override def toString = s"$re + $im$imSymbol"  
}  
object Complex {  
  def apply(re: Double = 0, im: Double = 0) = new Complex(re, im)  
  def real(r: Double) = apply(re=r)  
  def imag(i: Double) = apply(im=i)  
  val zero = apply()  
}
```

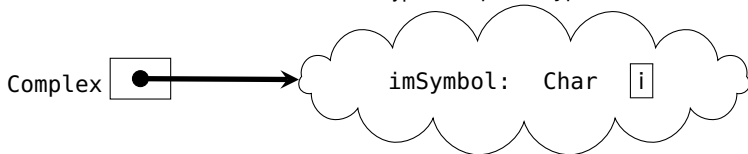
# Medlemmar som bara behövs i en enda upplaga

Attributet `imSymbol` passar bättre att ha i **kompanjonsobjektet**, eftersom det räcker att ha **en enda upplaga**, som kan vara gemensam för alla objekt:

```
class Complex private (val re: Double, val im: Double){  
  def r = math.hypot(re, im)  
  def fi = math.atan2(re, im)  
  def +(other: Complex) = new Complex(re + other.re, im + other.im)  
  override def toString = s"$re + $im${Complex.imSymbol}"  
}  
object Complex {  
  var imSymbol = 'i'  
  def apply(re: Double = 0, im: Double = 0) = new Complex(re, im)  
  def real(r: Double) = apply(re=r)  
  def imag(i: Double) = apply(im=i)  
  val zero = apply()  
}
```

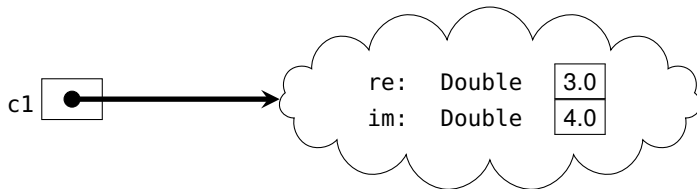
# Medlemmar i singelobjekt är statiskt allokerade

Minnesplatsen för **attribut i singelobjekt** allokeras automatiskt en gång för alla, och kallas därför **statiskt** allokerad. Singelobjektets namn `Complex` utgör en statisk referens till den enda instansen och är av typen `Complex.type`.



Nu bereder vi inte plats för `imSymbol` i varenda **dynamiskt** allokerad instans:

```
scala> val c1 = Complex(3, 4) // dynamisk allokering på heapen som växer
```





## Attribut i kompanjonsobjekt användas för sådant som är gemensamt för alla instanser

Om vi ändrar på statiska `imSymbol` så ändras `toString` för **alla** dynamiskt allokerade instanser.

```
scala> val c1 = Complex(3, 4)
c1: Complex = 3.0 + 4.0i
```

```
scala> Complex.imSymbol = 'j'
Complex.imSymbol: Char = j
```

```
scala> val c2 = Complex(5, 6)
c2: Complex = 5.0 + 6.0j
```

```
scala> c1
res0: Complex = 3.0 + 4.0j
```

# Minneshantering

# Vad är en konstruktor?

- En **konstruktor** är den kod som exekveras när klasser instansieras med **new**.
- Konstruktorn skapar nya objekt i minnet under körning när den anropas.
- I Scala **genererar** kompilatorn en **primärkonstruktor** med maskinkod som initialiserar alla attribut baserat på klassparametrar och **val**- och **var**-deklarationer.
- I Java **måste** man **själv** skriva alla konstruktorer med speciell syntax och göra alla initialiseringar själv. Man kan ha många olika alternativa konstruktorer i Java.
- I Scala **kan** man också skriva egna **alternativa konstrukturer** med speciell syntax, men det är **ovanligt**, eftersom man har möjligheten med fabriksmetoder i kompanjonsobjekt och default-argument (saknas i Java).

# Hjälpkonstruktorer i Scala

Fördjupning för kännedom:

- I Scala kan man skapa ett alternativ till primärkonstruktorn, en så kallad **hjälpkonstruktor** (eng. *auxilliary constructor*) genom att deklarera en metod med det speciella namnet **this**.
- Hjälpkonstruktorer **måste** börja med att anropa en **annan** konstruktor som står **före** i koden, till exempel primärkonstruktorn.

```
class Point(val x: Int, val y: Int, val z: Int){  
  def this(x: Int, y: Int) = this(x, y, 0)    //anrop av primärkonstruktorn  
  def this(x: Int) = this(x, 0)              //anrop av hjälpkonstruktor  
  override def toString =  
    if (z == 0) s"Point($x,$y)" else s"Point($x,$y,$z)"  
}
```

Genom att känna till hur hjälpkonstruktorer fungerar i Scala, blir det lättare att begripa konstruktorer i Java.

# Användning av hjälpkonstruktör

```
1 scala> val p1 = new Point(1)
2 p1: Point = Point(1,0)
3
4 scala> val p2 = new Point(1, 2)
5 p2: Point = Point(1,2)
6
7 scala> val p3 = new Point(1, 2, 3)
8 p3: Point = Point(1,2,3)
```

Men man gör **mycket oftare** så här i Scala:

```
class Point(val x: Int, val y: Int = 0, val z: Int = 0){
  override def toString =
    if (z == 0) s"Point($x,$y)" else s"Point($x,$y,$z)"
}
```

Eller använder en fabriksmetod i kompanjonsobjekt.  
Eller ännu hellre en case-klass...

# Vad gör skräpsamlaren?

- Scala och Java är båda programmeringsspråk som förutsätter en körmiljö med **automatisk skräpsamling** (eng. *garbage collection*).
- **Skräpsamlaren** (eng. *the garbage collector*) är ett program som automatiskt körs i bakgrunden då och då och **städar minnet** genom att frigöra den plats som upptas av **objekt som inte längre används**.
- JVM:en bestämmer själv när skräpsamlaren ska jobba och programmeraren har ingen kontroll över detta.
- Den stora **fördelen** med automatisk skräpsamling är att man slipper bry sig om det svåra och felbenägna arbetet att **avallokera** minne.
- **Nackdelen** är att man inte kan styra exakt hur och när skräpsamlingen ska ske och man kan därmed inte bestämma när processorn ska belastas med minneshantering. Detta är normalt inget problem, utom i vissa tidskritiska realtidssystem med hårda minnesbegränsningar och svarstidskrav.
- I språk utan automatisk skräpsamling, t.ex. C++, måste man ta hand om destruktion av objekt och skriva egna s.k. **destruktorer**.

**Referens saknas: null**

# Referens saknas: null

- I Java och många andra språk använder man ofta literalen **null** för att representera att ett **värde saknas**.
- En referens som är **null** refererar inte till någon instans.
- Om du försöker referera till instansmedlemmar med punktnotation genom en referens som är **null** kastas ett **undantag** `NullPointerException`.
- Oförsiktig användning av **null** är en vanlig källa till **buggar**, som kan vara svåra att hitta och fixa.



# Exempel: null

```
1 scala> class Gurka(val vikt: Int)
2 defined class Gurka
3
4 scala> var g: Gurka = null           // ingen instans allokerad än
5 g: Gurka = null
6
7 scala> g.vikt
8 java.lang.NullPointerException
9
10 scala> g = new Gurka(42)             // instansen allokeras
11 g: Gurka = Gurka@1ec7d8b3
12
13 scala> g.vikt
14 res0: Int = 42
15
16 scala> g = null                      // instansen kommer att destrueras av skräpsamlaren
```

- Scala har **null** av kompatibilitetsskäl, men det är brukligt att **endast** använda **null** om man anropar Java-kod.
- Scala erbjuder smidiga `Option`, `Some` och `None` för säker hantering av saknade värden; mer om detta i vecka 8.

# Klasser i Java

# Typisk utformning av Java-klass

Typisk "anatomik" av en Java-klass:

```
class Klassnamn {  
    attribut, normalt privata  
    konstruktorer, normalt publika  
    metoder: publika getters, och vid förändringsbara objekt även setters  
    metoder: privata abstraktioner för internt bruk  
    metoder: publika abstraktioner tänkta att användas av klientkoden  
}
```

[www.oracle.com/technetwork/java/codeconventions-141855.html#1852](http://www.oracle.com/technetwork/java/codeconventions-141855.html#1852)

# Java-exempel: Klassen JComplex

```
public class JComplex {                // man kan ej deklarerera klassparametrar i Java
    private double re;                 // initialiseras i konstruktorn nedan
    private double im;                 // initialiseras i konstruktorn nedan
    public char    imSymbol = 'i';    // publikt attribut (inte vanligt i Java)

    public JComplex(double real, double imag){ // konstruktor, anropas vid new
        re = real;
        im = imag;
    }

    public double getRe(){ // en så kallad "getter" som ger attributvärdet, förhindra förändring av re
        return re;
    }

    public double getIm(){ return im; } // ej bruklig formattering i Java, så metoder blir minst 3 rader

    public double getR(){
        return Math.hypot(re, im);      // Math med stort M i Java
    }

    public double getFi(){
        return Math.atan2(re, im);
    }

    public JComplex add(JComplex other){ // Javametodnamn får ej ha operatortecken t.ex. +, därav namnet add
        return new JComplex(re + other.getRe(), im + other.getIm());
    }

    @Override public String toString(){
        return re + " + " + im + imSymbol;
    }
}
```

# Exempel: Använda JComplex i Scala-kod

```
1 $ javac JComplex.java
2 $ scala
3 Welcome to Scala 2.11.8 (Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM, Java 1.8.0_66).
4 Type in expressions for evaluation. Or try :help.
5
6 scala> val jc1 = new JComplex(3, 4)
7 jc1: JComplex = 3.0 + 4.0i
8
9 scala> val polarForm = (jc1.getR, jc1.getFi)
10 polarForm: (Double, Double) = (5.0,0.6435011087932844)
11
12 scala> val jc2 = new JComplex(1, 2)
13 jc2: JComplex = 1.0 + 2.0i
14
15 scala> jc1 add jc2
16 res0: JComplex = 4.0 + 6.0i
```

# Exempel: Använda JComplex i Java-kod

```
public class JComplexTest {  
    public static void main(String[] args){  
        JComplex jc1 = new JComplex(3,4);  
        String polar = "(" + jc1.getR() + ", " + jc1.getFi() + ")";  
        System.out.println("Polär form: " + polar);  
        JComplex jc2 = new JComplex(1,2);  
        System.out.println(jc1.add(jc2));  
    }  
}
```

- I Java måste man skriva **tomma parentes-par** efter metodnamnet vid **anrop av parameterlösa metoder**.
- **Tupler finns inte** i Java, så det går inte på ett enkelt sätt att skapa par av värden som i Scala; ovan görs polär form till en sträng för utskrift.
- **Operatornotation för metoder finns inte** i Java, så man måste i Java använda punktnotation och skriva: `jc1.add(jc2)`

# Statiska medlemmar i Java

- Man kan **inte** deklarera explicita singelobjekt i Java och det finns inget nyckelord **object**.
- I stället kan man deklarera **statiska medlemmar** i en klass med Java-nyckelordet **static**.
- Exempel på hur vi kan göra detta inuti klassen JComplex:

```
public static char imSymbol = 'i';
```

- Effekten blir den samma som ett singelobjekt i Scala:
  - Alla statiska medlemmar i en Java-klass allokeras automatisk och hamnar i en egen singular ”klassinstans” som existerar oberoende av de dynamiska instanserna.
  - De statiska medlemmarna accessas med punktnotation genom klassnamnet:

```
JComplex.imSymbol = 'j';
```

# Referensen this



# Referensen **this**

- Nyckelordet **this** ger en referens till den aktuella instansen.

```
scala> class Gurka(var vikt: Int){def jagSjälvt = this}
defined class Gurka
```

```
scala> val g = new Gurka(42)
g: Gurka = Gurka@5ae9a829
```

```
scala> g.jagSjälvt
res0: Gurka = Gurka@5ae9a829
```

```
scala> g.jagSjälvt.vikt
res1: Int = 42
```

```
scala> g.jagSjälvt.jagSjälvt.vikt
res2: Int = 42
```

- Referensen **this** används ofta för att komma runt "namnkrockar" där en variabler med samma namn gör så att den ena variabeln inte syns.

# Getters och setters

# Getters och setters i Java

- I Java finns inget motsvarande nyckelord **val** som garanterar oföränderliga attributreferenser.<sup>1</sup>
- Därför gör man i Java nästan alltid attribut **privata** för att förhindra att de ändras på ett okontrollerat sätt.
- Java följer inte principen om enhetlig access: åtkomst av metoder och variabler sker med olika syntax.
- Därför är det normala i Java att införa metoder som kallas **getters** och **setters**, som används för att **indirekt** läsa och uppdatera **attribut**.
- Dessa metoder känns igen genom Java-konventionen att de heter något som börjar med **get** respektive **set**.
- Med indirekt access av attribut kan man i Java åstadkomma **flexibilitet**, så att klassimplementationen kan ändras utan att ändra i klientkoden:
  - man kan t.ex. i efterhand ändra representation av de privata attributen eftersom all access sker genom getters och setters.
- Om klassen **inte** erbjuder en **setter** för privata attribut kan man åstadkomma **oföränderliga** datastrukturer där attributreferenserna inte förändras efter allokering.

---

<sup>1</sup>Det finns visserligen **final** men det är annorlunda som vi ska se senare.

# Java-exempel: Klassen JPerson

**Indirekt** access av **privata** attribut:

```
public class JPerson {  
    private String name;  
    private int age;  
  
    public JPerson(String name){  
        //namnkrock fixas med this  
        this.name = name;  
        age = 0;  
    }  
  
    public String getName(){  
        return name;  
    }  
  
    public int getAge(){  
        return age;  
    }  
  
    public void setAge(int age){  
        this.age = age;  
    }  
}
```

```
$ javac JPerson.java  
$ scala  
Welcome to Scala 2.11.8 (Java HotSpot  
Type in expressions for evaluation. Or  
  
scala> val p = new JPerson("Björn")  
p: JPerson = JPerson@7e774085  
  
scala> p.getAge  
res0: Int = 0  
  
scala> p.setAge(42)  
  
scala> p.getAge  
res1: Int = 42  
  
scala> p.age  
error:  
value age is not a member of JPerson
```

# Motsvarande JPerson men i Scala

Så här brukar man åstadkomma ungefär motsvarande i Scala:

```
class Person(val name: String) {  
    var age = 0  
}
```

Notera att alla attribut här är **publika**.

# Förhindra felaktiga attributvärden med setters

Med hjälp av **setters** kan vi förhindra **felaktig** uppdatering av attributvärden, till exempel **negativ ålder** i klassen JPerson i Java:

```
public void setAge(int age){  
    if (age >= 0) {  
        this.age = age;  
    }  
    else {  
        this.age = 0;  
    }  
}
```

Hur kan vi åstadkomma **motsvarande i Scala?**

# Förhindra felaktiga attributvärden med setters

Med hjälp av **setters** kan vi förhindra **felaktig** uppdatering av attributvärden, till exempel **negativ ålder** i klassen JPerson i Java:

```
public void setAge(int age){  
    if (age >= 0) {  
        this.age = age;  
    }  
    else {  
        this.age = 0;  
    }  
}
```

Hur kan vi åstadkomma **motsvarande i Scala**?

Antag att vi började med nedan variant, men **ångrar** oss och sedan vill införa funktionalitet som förhindrat negativ ålder **utan att ändra i klientkod**:

```
class Person(val name: String) {  
    var age = 0  
}
```

Om vi inför en ny metod setAge och gör attributet age privat så funkar det **inte** längre att skriva `p.age = 42` och vi "kvaddar" klientkoden! : (

# Getters och setters i Scala

- Principen om **enhetlig access** tillsammans med **specialsyntax** för **setters** kommer till vår räddning!
- En **setter** i Scala är en **procedur som har ett namn som slutar med \_=**



# Getters och setters i Scala

- Principen om **enhetlig access** tillsammans med **specialsyntax** för **setters** kommer till vår räddning!
- En **setter** i Scala är en **procedur som har ett namn som slutar med \_=**
- I Scala kan man utan att kvadda klientkod införa getter+setter så här:

```
class Person(val name: String) { // ändrad implementation men samma access
  private var myPrivateAge = 0
  def age = myPrivateAge          // getter
  def age_(a: Int): Unit =        // setter
    if (a >= 0) myPrivateAge = a else myPrivateAge = 0
}
```

# Getters och setters i Scala

- Principen om **enhetlig access** tillsammans med **specialsyntax** för **setters** kommer till vår räddning!
- En **setter** i Scala är en **procedur som har ett namn som slutar med \_=**
- I Scala kan man utan att kvadda klientkod införa getter+setter så här:

```
class Person(val name: String) { // ändrad implementation men samma access
  private var myPrivateAge = 0
  def age = myPrivateAge          // getter
  def age_=(a: Int): Unit =      // setter
    if (a >= 0) myPrivateAge = a else myPrivateAge = 0
}
```

```
1 scala> val p = new Person("Björn")
2 p: Person = Person@28ac3dc3
3
4 scala> p.age = 42          // najs syntax om getter parad med setter enl ovan
5 p.age: Int = 42
6
7 scala> p.age = -1          // nu förhindras negativ ålder
8 p.age: Int = 0
```

# Likhet

# Referenslikhet eller strukturlikhet?

Det finns två **principiellt olika** sorters **likhet**:

- **Referenslikhet** (eng. *reference equality*) där två referenser anses lika om de refererar till **samma instans** i minnet.
- **Strukturlikhet** (eng. *structural equality*) där två referenser anses lika om de refererar till instanser med **samma innehåll**.

# Referenslikhet eller strukturlikhet?

Det finns två **principiellt olika** sorters **likhet**:

- **Referenslikhet** (eng. *reference equality*) där två referenser anses lika om de refererar till **samma instans** i minnet.
- **Strukturlikhet** (eng. *structural equality*) där två referenser anses lika om de refererar till instanser med **samma innehåll**.
- I Scala finns flera metoder som testar likhet:
  - metoden `eq` testar referenslikhet och `r1.eq(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **samma** instans.
  - metoden `ne` testar referensolikhet och `r1.ne(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **olika** instanser.
  - metoden `==` som anropar metoden `equals` som default testar referenslikhet men som **kan överskuggas** om man **själv vill bestämma** om det ska vara referenslikhet eller strukturlikhet.

# Referenslikhet eller strukturlikhet?

Det finns två **principiellt olika** sorters **likhet**:

- **Referenslikhet** (eng. *reference equality*) där två referenser anses lika om de refererar till **samma instans** i minnet.
- **Strukturlikhet** (eng. *structural equality*) där två referenser anses lika om de refererar till instanser med **samma innehåll**.
- I Scala finns flera metoder som testar likhet:
  - metoden `eq` testar referenslikhet och `r1.eq(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **samma** instans.
  - metoden `ne` testar referensolikhet och `r1.ne(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **olika** instanser.
  - metoden `==` som anropar metoden `equals` som default testar referenslikhet men som **kan överskuggas** om man **själv vill bestämma** om det ska vara referenslikhet eller strukturlikhet.
- Scalas **standardbibliotek** och **grundtyperna** `Int`, `String` etc. testar **strukturlikhet** genom metoden `==`

# Referenslikhet eller strukturlikhet?

Det finns två **principiellt olika** sorters **likhet**:

- **Referenslikhet** (eng. *reference equality*) där två referenser anses lika om de refererar till **samma instans** i minnet.
- **Strukturlikhet** (eng. *structural equality*) där två referenser anses lika om de refererar till instanser med **samma innehåll**.
- I Scala finns flera metoder som testar likhet:
  - metoden `eq` testar referenslikhet och `r1.eq(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **samma** instans.
  - metoden `ne` testar referensolikhet och `r1.ne(r2)` ger **true** om `r1` och `r2` refererar till **olika** instanser.
  - metoden `==` som anropar metoden `equals` som default testar referenslikhet men som **kan överskuggas** om man **själv vill bestämma** om det ska vara referenslikhet eller strukturlikhet.
- Scalas **standardbibliotek** och **grundtyperna** `Int`, `String` etc. testar **strukturlikhet** genom metoden `==`
- I Java är det annorlunda: symbolen `==` är ingen metod i Java utan specialsyntax som testar referenslikhet mellan instanser, medan metoden `equals` kan överskuggas med valfri likhetstest.

## Exempel: referenslikhet och strukturelikhet

I Scalas standardbibliotek har man överskuggat `equals` så att metoden `==` ger test av **strukturelikhet** mellan instanser:

```
1 scala> val v1 = Vector(1,2,3)
2 v1: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(1, 2, 3)
3
4 scala> val v2 = Vector(1,2,3)
5 v2: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(1, 2, 3)
6
7 scala> v1 eq v2                //referenslikhetstest: olika instanser
8 res0: Boolean = false
9
10 scala> v1 ne v2
11 res1: Boolean = true
12
13 scala> v1 == v2                //strukturelikhetstest: samma innehåll
14 res2: Boolean = true
15
16 scala> v1 != v2
17 res3: Boolean = false
```



# Referenslikhet och egna klasser

Om du inte gör något speciellt med dina egna klasser så ger metoden `==` test av **referenslikhet** mellan instanser:

```
scala> class Gurka(val vikt: Int)

scala> val g1 = new Gurka(42)
g1: Gurka = Gurka@2cc61b3b

scala> val g2 = new Gurka(42)
g2: Gurka = Gurka@163df259

scala> g1 == g2           // samma innehåll men olika instanser
res0: Boolean = false

scala> g1.vikt == g2.vikt
res1: Boolean = true
```

# Case-klasser och likhet

# Varför case-klass?

Med case-klasser får du mycket ”godis på köpet”:

- Skapa **oföränderlig datastruktur** med få kodrader.
- Klassparametrar blir automatiskt publika **val**-attribut (inte `private[this]` som i vanliga klasser).
- Du får en automatisk **toString** som ger klassens namn och värdet av alla **val**-attribut som ges av klassparametrarna.
- Du slipper skriva **new** eftersom du får ett automatiskt kompanjonsobjekt med en fabriksmetod `apply` för indirekt instansiering där alla klassparametrarnas **val**-attribut initialiseras.
- Metoden `==` ger **strukturlikhet** (och inte referenslikhet).

# Likhet och case-klasser

Metoden `equals` är i case-klasser automatiskt överskuggad så att metoden `==` ger test av strukturell likhet.

```
1 scala> case class Gurka(vikt: Int)
2
3 scala> val g1 = Gurka(42)
4 g1: Gurka = Gurka(42)
5
6 scala> val g2 = Gurka(42)
7 g2: Gurka = Gurka(42)
8
9 scala> g1 eq g2           // olika instanser
10 res0: Boolean = false
11
12 scala> g1 == g2          // samma innehåll!
13 res1: Boolean = true
```

# Sammanfattning case-klass-godis

Minneschecklista med "godis" i **case**-klasser så här långt:

- 1 klassparametrar blir **val**-attribut
- 2 najs toString
- 3 slipper skriva **new**
- 4 == ger strukturlikhet

# Sammanfattning case-klass-godis

Minneschecklista med "godis" i **case**-klasser så här långt:

- 1 klassparametrar blir **val**-attribut
  - 2 najs toString
  - 3 slipper skriva **new**
  - 4 == ger strukturlikhet
- ...

Men vi har inte sett allt godis än...

Vecka 8: Mönstermatchning.

# Implementation saknas: ???

# Implementation saknas: ???

- Ofta vill man bygga kod iterativt och steg för steg lägga till olika funktionalitet.
- Standardfunktionen ??? ger vid anrop undantaget **NotImplementedError** och kan användas på platser i koden där man ännu inte är färdig.
- ??? tillåter **kompilering av ofärdig kod**.



# Implementation saknas: ???

- Ofta vill man bygga kod iterativt och steg för steg lägga till olika funktionalitet.
- Standardfunktionen ??? ger vid anrop undantaget **NotImplementedError** och kan användas på platser i koden där man ännu inte är färdig.
- ??? tillåter **kompilering av ofärdig kod**.
- Undantag har bottenotypen `Nothing` som är subtyp till *alla* typer och kan därmed tilldelas referenser av godtycklig typ.

```
scala> lazy val sprängsSnart: Int = ???

scala> sprängsSnart + 42
scala.NotImplementedError: an implementation is missing
  at scala.Predef$. $$qmark$qmark$qmark(Predef.scala:230)
  at .sprängsSnart$lzycompute(<console>:11)
  at .sprängsSnart(<console>:11)
```

## Exempel: ofärdig kod

```
case class Person(name: String, age: Int){  
  def ärGammal: Boolean = ???    //def ännu ej bestämd  
  def ärUng = !ärGammal  
  def ärTonåring = age >= 13 && age <= 19  
}
```

```
scala> Person("Björn", 49).ärTonåring  
res23: Boolean = false
```

```
scala> Person("Sandra", 35).ärUng  
scala.NotImplementedError: an implementation is missing  
  at scala.Predef$. $qmark$qmark$qmark(Predef.scala:230)  
  at Person.ärGammal(<console>:12)  
  at Person.ärUng(<console>:13)
```

# Klass-specifikationer

# Specifikationer av klasser i Scala

- Specifikationer av klasser innehåller information som *den som ska implementera* klassen behöver veta.
- Specifikationer innehåller liknande information som dokumentationen av klassen (scaladoc), som beskriver vad *användaren* av klassen behöver veta.

## Specification Person

```
/** Encapsulate immutable data about a Person: name and age. */  
case class Person(name: String, age: Int = 0){  
  /** Tests whether this Person is more than 17 years old. */  
  def isAdult: Boolean = ???  
}
```

- Specifikationer av Scala-klasser utgör i denna kurs ofullständig kod som kan kompileras utan fel.
- Saknade implementationer markeras med ???
- **Dokumentationskommentarer** utgör **krav** på implementationen.

# Specifikationer av klasser och objekt

## Specification MutablePerson

```
/** Encapsulates mutable data about a person. */
class MutablePerson(initName: String, initAge: Int){
  /** The name of the person. */
  def getName: String = ???

  /** Update the name of the Person */
  def setName(name: String): Unit = ???

  /** The age of this person. */
  def getAge: Int = ???

  /** Update the age of this Person */
  def setAge(age: Int): Unit = ???

  /** Tests whether this Person is more than 17 years old. */
  def isAdult: Boolean = ???

  /** A string representation of this Person, e.g.: Person(Robin, 25) */
  override def toString: String = ???
}

object MutablePerson {
  /** Creates a new MutablePerson with default age. */
  def apply(name: String): MutablePerson = ???
}
```

# Specifikationer av Java-klasser

- Specificerar signaturer för konstruktörer och metoder.
- Kommentarer utgör krav på implementationen.
- Används flitigt på extensor i EDA016, EDA011, EDA017...
- Javaklass-specifikationerna **saknar implementationer** och behöver kompletteras med metodkroppar och klassrubriker innan de kan kompileras.

## class Person

```
/** Skapar en person med namnet name och åldern age. */  
Person(String name, int age);  
  
/** Ger en sträng med denna persons namn. */  
String getName();  
  
/** Ändrar denna persons ålder. */  
void setAge(int age);  
  
/** Anger åldersgränsen för när man blir myndig. */  
static int adultLimit = 18;
```

# Grumligt-lådan

# Grumligt-lådan

## Veckans skörd av lappar i "grumligt-lådan":

- 12 case class
- 8 Map och map
- 8 private, public
- 5 override
- 3 toString
- 3 kompanjonsobjekt
- 2 typparametrar [Int]
- 2 Specialfall, sekvensalgoritmer

- 1 lab pirates
- 1 Hur ska jag träna datastrukturer?
- 1 underscore i olika sammanhang
- 1 Stränginterpolator s"\$x"
- 1 heap
- 1 Assume
- 1 Mutable / immutable
- 1 Vad är en typ och hur kan klass bli en typ?
- 1 tomma parenteser ()
- 1 skillnad mellan argument och parameter
- 1 pseudokod
- 1 Hur hitta buggar?
- 1 w04 datastrukturer
- 1 skillnad på olika parenteser \{\{\{
- 1 terminologi allmänt
- 1 uppdatering av variabler som refererar till varandra
- 1 val, lazy val, var
- 1 när använda terminal, editor, IDE?
- 1 Formattering/upplägg av kod, indrag, var ska objekt vara?
  - Bättre instruktioner på labbarna
  - bra med sammanfattning på slutet av föreläsningarna



# Veckans uppgifter

# Övning: classes

- Kunna deklarerera klasser med klassparametrar.
- Kunna skapa objekt med **new** och konstruktorargument.
- Förstå innebörden av referensvariabler och värdet **null**.
- Förstå innebörden av begreppen instans och referenslikhet.
- Kunna använda nyckelordet **private** för att styra synlighet i primärkonstruktor.
- Förstå i vilka sammanhang man kan ha nytta av en privat konstruktor.
- Kunna implementera en klass utifrån en specikation.
- Förstå skillnaden mellan referenslikhet och strukturlikhet.
- Känna till hur case-klasser hanterar likhet.
- Förstå nyttan med att möjliggöra framtida förändring av attributrepresentation.
- Känna till begreppen getters och setters.
- Känna till accessregler för kompanjonsobjekt.
- Känna till skillnaden mellan `==` och `eq`, samt `!=` versus `ne`.

# Laboration: turtlegraphics

- Kunna skapa egna klasser.
- Förstå skillnaden mellan klasser och objekt.
- Förstå skillnaden mellan muterbara och omuterbara objekt.
- Förstå hur ett objekt kan innehålla referenser till objekt av andra klasser, och varför detta kan vara användbart.
- Träna på att fatta beslut om vilka datatyper som bäst passar en viss tillämpning.

# Grupplaboration w07

- Läs kapitel 0.1.2 på sidan 13
- Skumläs laboration turtlerace-team
- Träffas i din samarbetsgrupp på en fika och börja planera arbetet.