

# EDAA45 Programmering, grundkurs

## Läsvecka 4: Datastrukturer

Björn Regnell

Datavetenskap, LTH

Lp1-2, HT 2016

## 4 Datastrukturer

- Vad är en datastruktur?
- Tupler
- Klasser
- Case-klasser
- Samlingar
- Integrerad utvecklingsmiljö (IDE)

# Denna vecka: Datastrukturer och IDE

- Datastrukturer med tupler, klasser och färdiga samlingar
  - Mer om klasser senare:
    - w06 Klasser
    - w07 Arv
    - w09 Typparametrar
  - Mer om samlingar senare:
    - w05 Sekvensalgoritmer
    - w09 Matriser
    - w10 Sökning, Sortering
- Övning data: prova tupler, klasser och samlingsmetoder
- Laboration pirates: prata som pirater och prova IDE
- Börja använda en integrerad utvecklingsmiljö (IDE), labbförberedelse bl.a.: läs appendix D och få igång en IDE

# Vad är en datastruktur?

# Vad är en datastruktur?

- En datastruktur är en struktur för organisering av data som...
  - kan innehålla många element,
  - kan refereras till som en helhet, och
  - ger möjlighet att komma åt enskilda element.
- En **samling** (eng. *collection*) är en datastruktur som kan innehålla många element av **samma typ**.
- Exempel på **färdiga samlingar** i Scalas standardbibliotek där elementen är organiserade på olika vis så att samlingen får olika egenskaper som passar **olika användningsområden**:
  - `scala.collection.immutable.Vector`, snabb access **överallt**.
  - `scala.collection.immutable.List`, snabb access **i början**.
  - `scala.collection.immutable.Set`, `scala.collection.mutable.Set`, unika element, snabb innehållstest.
  - `scala.collection.immutable.Map` `scala.collection.mutable.Map`, nyckel-värde-par, snabb access via nyckel.
  - `scala.collection.mutable.ArrayBuffer`, kan ändra storlek.
  - `scala.Array`, motsvarar primitiva, föränderliga Java-arrayer, fix storlek.

# Olika sätt att skapa datastrukturer

## ■ Tupler

- samla  $n$  st datavärden i element **\_1**, **\_2**, ... **\_n**
- elementen kan vara av **olika** typ

## ■ Klasser

- samlar data i **attribut** med (väl valda!) namn
- attributen kan vara av **olika** typ
- definierar även **metoder** som använder attributen  
(kallas även **operationer** på data)

## ■ Färdiga samlingar

- speciella klasser som samlar data i element av **samma** typ
- exempel: `scala.collection.immutable.Vector`
- har ofta *många* färdiga **bra-att-ha-metoder**,  
se snabbreferensen <http://cs.lth.se/pgk/quickref>

## ■ Egenimplementerade samlingar

- → fördjupningskurs

# Tupler

# Vad är en tupel?

- En tupel samlar  $n$  st objekt i en enkel struktur, med koncis syntax.
- Elementen kan vara av **olika** typ.
- `("hej", 42, math.Pi)` är en **3-tupel** av typen:  
`(String, Int, Double)`
- Du kan komma åt det enskilda elementen med **`_1`**, **`_2`**, ... **`_n`**

```
1 scala> val t = ("hej", 42, math.Pi)
2 t: (String, Int, Double) = (hej,42,3.141592653589793)
3
4 scala> t._1
5 res0: String = hej
6
7 scala> t._2
8 res1: Int = 42
```

- Tupler är praktiska när man inte vill ta det lite större arbetet att skapa en egen klass. (Men med klasser kan man göra mycket mer än med tupler.)
- I Scala kan du skapa tupler upp till en storlek av 22 element.  
(Behöver du fler element, använd i stället en samling, t.ex. `Vector`.)



# Tupler som parametrar och returvärde.

- Tupler är smidiga när man på ett enkelt och typsäkert sätt vill låta en funktion **returnera mer än ett värde**.

```
1 scala> def längd(p: (Double, Double)) = math.hypot(p._1, p._2)
2
3 scala> def vinkel(p: (Double, Double)) = math.atan2(p._1, p._2)
4
5 scala> def polär(p: (Double, Double)) = (längd(p), vinkel(p))
6
7 scala> polär((3,4))
8 res2: (Double, Double) = (5.0,0.6435011087932844)
```

- Om typerna passar kan man skippa dubbla parenteser vid **ensamt tupel-argument**:

```
1 scala> polär(3,4)
2 res3: (Double, Double) = (5.0,0.6435011087932844)
```

[https://sv.wikipedia.org/wiki/Polära\\_koordinater](https://sv.wikipedia.org/wiki/Polära_koordinater)

# Ett smidigt sätt att skapa 2-tupler med metoden ->

Det finns en metod vid namn `->` som kan användas på objekt av **godtycklig** typ för att **skapa par**:

```
1 scala> ("Ålder", 42)
2 res0: (String, Int) = (Ålder,42)
3
4 scala> "Ålder".->(42)
5 res1: (String, Int) = (Ålder,42)
6
7 scala> "Ålder" -> 42
8 res2: (String, Int) = (Ålder,42)
9
10 scala> Vector("Ålder" -> 42, "Längd" -> 178, "Vikt" -> 65)
11 res3: scala.collection.immutable.Vector[(String, Int)] =
12     Vector((Ålder,42), (Längd,178), (Vikt, 65))
```

# Klasser

# Vad är en klass?

Vi har tidigare deklarerat **singelobjekt** som bara finns i **en instans**:

```
scala> object Björn { var ålder = 49; val längd = 178 }
```

Med en **klass** kan man skapa **godtyckligt många instanser av klassen** med hjälp av nyckelordet **new** följt av klassens namn:

```
scala> class Person { var ålder = 0; var längd = 0 }
```

```
scala> val björn = new Person  
björn: Person = Person@7ae75ba6
```

```
scala> björn.ålder = 49
```

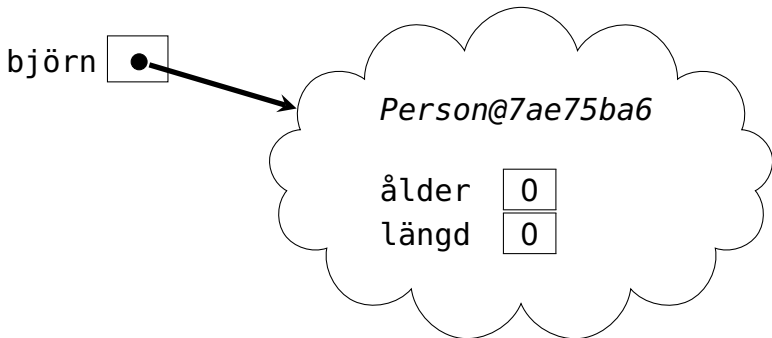
```
scala> björn.längd = 178
```

- En klass kan ha **medlemmar** (i likhet med singelobjekt).
- Funktioner som är medlemmar kallas **metoder**.
- Variabler som är medlemmar kallas **attribut**.

## Vid new allokeras plats i minnet för objektet

```
scala> class Person { var ålder = 0; var längd = 0 }
```

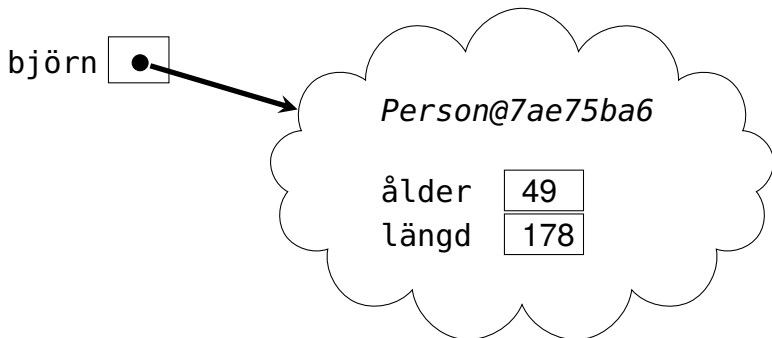
```
scala> val björn = new Person  
björn: Person = Person@7ae75ba6
```



`Person@7ae75ba6` är en unik idenfierare för instansen, så att JVM hittar den i heapen.

Med punktnotation kan förändringsbara variabler tilldelas nya värden och objektets tillstånd uppdateras.

```
scala> björn.ålder = 49  
scala> björn.längd = 178
```



# En klass kan ha parametrar som initialiserar attribut

- Med en parameterlista efter klassnamnet får man en så kallad **primärkonstruktor** för initialisering av attribut.
- Argumenten för initialiseringen ges vid **new**.

```
scala> class Person(var ålder: Int, var längd: Int)
```

```
scala> val björn = new Person(49, 178)
```

```
björn: Person = Person@354baab2
```

```
scala> println(s"Björn är ${björn.ålder} år gammal.")
```

```
Björn är 49 år gammal.
```

```
scala> björn.ålder = 18
```

```
scala> println(s"Björn är ${björn.ålder} år gammal.")
```

```
Björn är 18 år gammal.
```

# En klass kan ha privata medlemmar

Med **private** blir en medlem **privat**: access utifrån **medges ej**.

```
1 scala> class Person(private var minÅlder: Int, private var minLängd: Int){  
2     def ålder = minÅlder  
3 }  
4  
5 scala> val björn = new Person(42, 178)  
6 björn: Person = Person@4b682e71  
7  
8 scala> println(s"Björn är ${björn.ålder} år gammal.")  
9 Björn är 42 år gammal.  
10  
11 scala> björn.minÅlder = 18  
12 error: variable minÅlder in class Person cannot be accessed in Person  
13  
14 scala> björn.längd  
15 error: value längd is not a member of Person
```

Med **private** kan man förhindra tokiga förändringar.



# Privata förändringsbara attribut och publika metoder

```
class Människa(val födelseLängd: Double, val födelseVikt: Double){  
    private var minLängd = födelseLängd  
    private var minVikt   = födelseVikt  
    private var ålder     = 0  
  
    def längd = minLängd // en sådan här metod kallas "getter"  
    def vikt   = minVikt  // vi förhindrar attributändring "utanför" klassen  
  
    val slutaVäxaÅlder      = 18  
    val tillväxtfaktorLängd = 0.00001  
    val tillväxtfaktorVikt  = 0.0002  
  
    def ät(mat: Double): Unit = {  
        if (ålder < slutaVäxaÅlder) minLängd += tillväxtfaktorLängd * mat  
        minVikt += tillväxtfaktorVikt * mat  
    }  
  
    def fyllÅr: Unit = ålder += 1  
  
    def tillstånd: String = s"Tillstånd: $minVikt kg, $minLängd cm, $ålder år"  
}
```

# Tillstånd kan förändras indirekt genom metदानrop

```
1 scala> val björn = new Människa(födelseVikt=3.5, födelseLängd=52.1)
2 björn: Människa = Människa3e52
3
4 scala> björn.tillstånd
5 res0: String = Tillstånd: 3.5 kg, 52.1 cm, 0 år
6
7 scala> for (i <- 1 to 42) björn.fyllÅr
8
9 scala> björn.tillstånd
10 res2: String = Tillstånd: 3.5 kg, 52.1 cm, 42 år
11
12 scala> björn.ät(mat=5000)
13
14 scala> björn.tillstånd
15 res3: String = Tillstånd: 4.5 kg, 52.1 cm, 42 år
```

# Metoden `isInstanceOf` och rot-typen `Any`

```
1 scala> class X(val i: Int)
2
3 scala> val a = new X(42)
4 a: X = X@117b2cc6
5
6 scala> a.isInstanceOf[X]
7 res0: Boolean = true
8
9 scala> val b = new X(42)
10 b: X = X@61ab6521
11
12 scala> b.isInstanceOf[X]
13 res1: Boolean = true
14
15 scala> a == b
16 res2: Boolean = false
17
18 scala> a.i == b.i
19 res3: Boolean = true
```

- Ett objekt skapat med **new** `X` är en instans av **typen** `X`.
- Detta kan testas med metoden `isInstanceOf[X]: Boolean`

# Metoden `isInstanceOf` och rot-typen `Any`

```
1 scala> class X(val i: Int)
2
3 scala> val a = new X(42)
4 a: X = X@117b2cc6
5
6 scala> a.isInstanceOf[X]
7 res0: Boolean = true
8
9 scala> val b = new X(42)
10 b: X = X@61ab6521
11
12 scala> b.isInstanceOf[X]
13 res1: Boolean = true
14
15 scala> a == b
16 res2: Boolean = false
17
18 scala> a.i == b.i
19 res3: Boolean = true
```

- Ett objekt skapat med **new** `X` är en instans av **typen** `X`.
- Detta kan testas med metoden `isInstanceOf[X]: Boolean`
- Typen **Any** är supertyp till **alla** typer och kallas för **rot-typ** i Scalas typhierarki.

```
1 scala> a.isInstanceOf[Any]
2 res4: Boolean = true
3
4 scala> b.isInstanceOf[Any]
5 res5: Boolean = true
6
7 scala> 42.isInstanceOf[Any]
8 res6: Boolean = true
```

- Se quickref sid 4. (Mer i w07.)
- I klassen `Any` finns bl.a. `toString`

# Överskugga toString

Alla objekt får automatiskt en metod `toString` som ger en sträng med objektets unika identifierare, här `Gurka@3830f1c0`:

```
1 scala> class Gurka(val vikt: Int)
2
3 scala> val g = new Gurka(42)
4 g: Gurka = Gurka@3830f1c0
5
6 scala> g.toString
7 res0: String = Gurka@3830f1c0
```

Man kan **överskugga** den automatiska `toString` med en **egen implementation**. Observera nyckelordet **override**.

```
1 scala> class Tomat(val vikt: Int){override def toString = s"Tomat($vikt g)"}
2
3 scala> val t = new Tomat(142)
4 t: Tomat = Tomat(142 g)
5
6 scala> t.toString
7 res1: String = Tomat(142 g)
```

# Objektfabrik i kompanjonsobjekt

- Om det finns ett objekt i samma kodfil med samma namn som klassen blir det objektet ett s.k. **kompanjonsobjekt** (eng. *companion object*).
- Ett kompanjonsobjekt får **accessa privata medel** i den klass till vilken objektet är kompanjon.
- Kompanjonsobjekt är en bra plats för s.k. **fabriksmetoder** som skapar instanser. Då slipper vi skriva **new**.

```
1 scala> :paste // måste skrivas tillsammans annars ingen kompanjon
2
3 class Broccoli(var vikt: Int)
4
5 object Broccoli {
6   def apply(vikt: Int) = new Broccoli(vikt)
7 }
8
9 scala> val b = Broccoli(420)
10 b: Broccoli = Broccoli@32e8d5a4
```

# Kompanjonsobjekt kan accessa privata medlemmar

```
class Gurka(startVikt: Double) {  
  private var vikt = startVikt  
  def ät(tugga: Int): Unit = if (vikt > tugga) vikt -= tugga else vikt = 0  
  override def toString = s"Gurka($vikt)"  
}  
  
object Gurka {  
  private var totalVikt = 0.0  
  def apply(): Gurka = {  
    val g = new Gurka(math.random * 0.42 + 0.1)  
    totalVikt += g.vikt // hade blivit kompileringsfel om ej vore kompanjon  
    g  
  }  
  def rapport: String = s"Du har skapat ${totalVikt.toInt} kg gurka."  
}
```

# Kompanjonsobjekt kan accessa privata medlemmar

```
class Gurka(startVikt: Double) {  
  private var vikt = startVikt  
  def åt(tugga: Int): Unit = if (vikt > tugga) vikt -= tugga else vikt = 0  
  override def toString = s"Gurka($vikt)"  
}  
  
object Gurka {  
  private var totalVikt = 0.0  
  def apply(): Gurka = {  
    val g = new Gurka(math.random * 0.42 + 0.1)  
    totalVikt += g.vikt // hade blivit kompileringsfel om ej vore kompanjon  
    g  
  }  
  def rapport: String = s"Du har skapat ${totalVikt.toInt} kg gurka."  
}
```

```
1 scala> val gs = Vector.fill(1000)(Gurka())  
2 gs: scala.collection.immutable.Vector[Gurka] =  
3   Vector(Gurka(0.49018400799506734), Gurka(0.2462822679714138), Gurka(0.173913  
4  
5 scala> println(Gurka.rapport)  
6 Du har skapat 305 kg gurka.
```



# Förändringsbara och oföränderliga objekt

Ett **oföränderligt objekt** där nya instanser skapas i stället för tillståndsförändring "på plats".

```
class Point(val x: Int, val y: Int) {  
  def moved(dx: Int, dy: Int): Point = new Point(x + dx, y + dy)  
  
  override def toString: String = s"Point($x, $y)"  
}
```

Ett **förändringsbart** objekt där **tillståndet uppdateras**.

```
class MutablePoint(private var x: Int, private var y: Int) {  
  def move(dx: Int, dy: Int): Unit = {x += dx; y += dy} // Mutation!!!  
  
  override def toString: String = s"MutablePoint($x, $y)"  
}
```

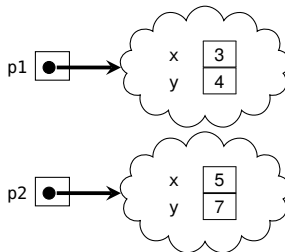
# Oföränderliga objekt

```
1 scala> var p1 = new Point(3, 4)
2 p1: Point = Point(3, 4)
3
4 scala> val p2 = p1.moved(2, 3)
5 p2: Point = Point(5, 7)
6
7 scala> println(p1)
8 Point(3, 4)
9
10 scala> p1 = new Point(0, 0)
11 p1: Point = Point(0, 0)
```

# Oföränderliga objekt

```
1 scala> var p1 = new Point(3, 4)
2 p1: Point = Point(3, 4)
3
4 scala> val p2 = p1.moved(2, 3)
5 p2: Point = Point(5, 7)
6
7 scala> println(p1)
8 Point(3, 4)
9
10 scala> p1 = new Point(0, 0)
11 p1: Point = Point(0, 0)
```

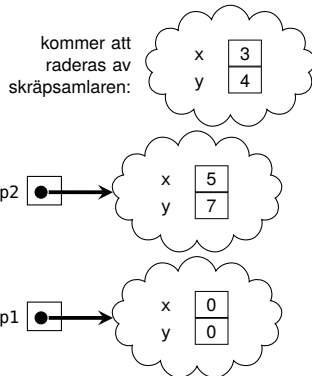
Minnessituationen efter rad 7:



# Oföränderliga objekt

Minnessituationen efter rad 10:

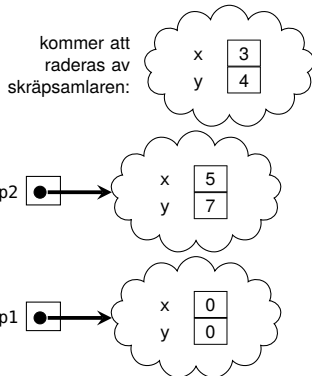
```
1 scala> var p1 = new Point(3, 4)
2 p1: Point = Point(3, 4)
3
4 scala> val p2 = p1.moved(2, 3)
5 p2: Point = Point(5, 7)
6
7 scala> println(p1)
8 Point(3, 4)
9
10 scala> p1 = new Point(0, 0)
11 p1: Point = Point(0, 0)
```



# Oföränderliga objekt

Minnessituationen efter rad 10:

```
1 scala> var p1 = new Point(3, 4)
2 p1: Point = Point(3, 4)
3
4 scala> val p2 = p1.moved(2, 3)
5 p2: Point = Point(5, 7)
6
7 scala> println(p1)
8 Point(3, 4)
9
10 scala> p1 = new Point(0, 0)
11 p1: Point = Point(0, 0)
```

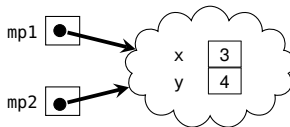


Vi kan **lugnt dela referenser** till vårt oföränderliga objekt eftersom det **aldrig** kommer att ändras.

# Förändringsbara objekt

```
1 scala> val mp1 = new MutablePoint(3, 4)
2 mp1: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
3
4 scala> val mp2 = mp1
5 mp2: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
6
7 scala> mp1.move(2,3)
8
9 scala> println(mp2)
10 MutablePoint(5, 7)
```

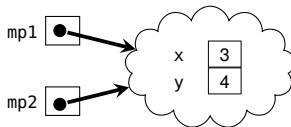
Minnessituationen efter rad 4:



# Förändringsbara objekt

```
1 scala> val mp1 = new MutablePoint(3, 4)
2 mp1: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
3
4 scala> val mp2 = mp1
5 mp2: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
6
7 scala> mp1.move(2,3)
8
9 scala> println(mp2)
10 MutablePoint(5, 7)
```

Minnessituationen efter rad 4:

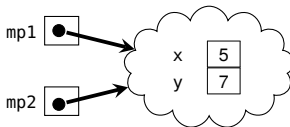


**Varning!** Vem som helst som har tillgång till en referens till ditt förändringsbara objekt kan **manipulera** det, vilket ibland ger överaskande och **problematiska** konsekvenser!

# Förändringsbara objekt

```
1 scala> val mp1 = new MutablePoint(3, 4)
2 mp1: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
3
4 scala> val mp2 = mp1
5 mp2: MutablePoint = MutablePoint(3, 4)
6
7 scala> mp1.move(2,3)
8
9 scala> println(mp2)
10 MutablePoint(5, 7)
```

Minnessituationen efter **rad 7**:



**Varning!** Vem som helst som har tillgång till en referens till ditt förändringsbara objekt kan **manipulera** det, vilket ibland ger överaskande och **problematiska** konsekvenser!



# Case-klasser

# Vad är en case-klass?

- En **case**-klass är ett smidigt sätt att skapa **oföränderliga objekt**.
- Kompilatorn ger dig **en massa "godis"** på köpet (ca 50-100 rader kod), inkl.:
  - klassparametrar blir automatiskt **val**-attribut, alltså **publika** och **oföränderliga**,
  - en automatisk **toString** som visar klassparametrarnas värde,
  - ett automatiskt **kompanjonsobjekt** med **fabriksmetod** så du slipper skriva **new**,
  - automatiska metoden **copy** för att skapa kopior med andra attributvärden, m.m...  
(Mer om detta i w06 & w11, men är du nyfiken kolla på uppgift 2d) på sid 261.)

# Vad är en case-klass?

- En **case**-klass är ett smidigt sätt att skapa **oföränderliga objekt**.
- Kompilatorn ger dig **en massa "godis"** på köpet (ca 50-100 rader kod), inkl.:
  - klassparametrar blir automatiskt **val**-attribut, alltså **publika** och **oföränderliga**,
  - en automatisk **toString** som visar klassparametrarnas värde,
  - ett automatiskt **kompanjonsobjekt** med **fabriksmetod** så du slipper skriva **new**,
  - automatiska metoden **copy** för att skapa kopior med andra attributvärden, m.m...  
(Mer om detta i w06 & w11, men är du nyfiken kolla på uppgift 2d) på sid 261.)
- Det **enda** du behöver göra är att lägga till nyckelordet **case** före **class**...

```
scala> case class Point(x: Int, y: Int)
```

```
scala> val p = Point(3, 5)  
p: Point = Point(3,5)
```

```
scala> p. // tryck TAB och se lite av allt case-klass-godis  
scala> Point. // tryck TAB och se ännu mer godis
```

```
scala> val p2 = p.copy(y= 30)  
p2: Point = Point(3,30)
```

# Exempel på case-klasser

```
case class Person(namn: String, ålder: Int) {  
  def fyllerJämt: Boolean = ålder % 10 == 0  
  def hyllning = if (fyllerJämt) "Extra grattis!" else "Vi gratulerar!"  
  def ärLikaGammalSom(annan: Person) = ålder == annan.ålder  
}  
  
case class Point(x: Int = 0, y: Int = 0) {  
  def distanceTo(other: Point) = math.hypot(x - other.x, y - other.y)  
  def dx(d: Int): Point = copy(x + d, y)  
  def dy(d: Int): Point = copy(y = y + d) //namngivet arg. och defaultarg.  
}  
object Point {  
  def origin = new Point()  
}
```

```
1 scala> Point().dx(10).dy(10).dx(32)  
2 res0: Point = Point(42,10)  
3  
4 scala> Point(3,4) distanceTo Point.origin  
5 res1: Double = 5.0
```

# Synlighet av klassparametrar i klasser & case-klasser

**private[this]** är **ännu** mer privat än **private**

```
class Hemlis(private val hemlis: Int) {  
  def ärSammaSom(annan: Hemlis) = hemlis == annan.hemlis // Funkar!  
}  
  
class Hemligare(private[this] val hemlis: Int) {  
  def ärSammaSom(annan: Hemligare) = hemlis == annan.hemlis //KOMPILERINGSFEL  
}
```

Vad händer om man inte skriver något? Olika för klass och case-klass:

```
class Hemligare(hemlis: Int) { // motsvarar private[this] val  
  def ärSammaSom(annan: Hemligare) = hemlis == annan.hemlis //KOMPILERINGSFEL  
}  
  
case class InteHemlig(seMenInteRöra: Int) { // blir automatiskt val  
  def ärSammaSom(annan: InteHemlig): Boolean =  
    seMenInteRöra == annan.seMenInteRöra  
}
```

# Samlingar

# Vad är en samling?

En **samling** (eng. *collection*) är en datastruktur som kan innehålla många element av **samma typ**.

# Vad är en samling?

En **samling** (eng. *collection*) är en datastruktur som kan innehålla många element av **samma typ**.

*Exempel:*

Heltalsvektor:      **val** xs = Vector(2, -1, 3, 42, 0)



# Vad är en samling?

En **samling** (eng. *collection*) är en datastruktur som kan innehålla många element av **samma typ**.

*Exempel:*

Heltalsvektor: **val** xs = Vector(2, -1, 3, 42, 0)

Samlingar implementeras med hjälp av klasser.

I standardbiblioteken `scala.collection` och `java.util` finns **många färdiga samlingar**, så man behöver sällan implementera egna.

# Vad är en samling?

En **samling** (eng. *collection*) är en datastruktur som kan innehålla många element av **samma typ**.

*Exempel:*

Heltalsvektor: **val** xs = Vector(2, -1, 3, 42, 0)

Samlingar implementeras med hjälp av klasser.

I standardbiblioteken `scala.collection` och `java.util` finns **många färdiga samlingar**, så man behöver sällan implementera egna.

Om man behöver en egen, speciell datastruktur är det ofta lämpligt att skapa en klass som *innehåller* en *färdig* samling och utgå från dess färdiga metoder.

# Typpparameter möjliggör generiska samlingar

Funktioner och klasser kan, förutom vanliga parametrar, även ha **typparametrar** som skrivs i en egen parameterlista med **hakparenteser**. En typparameter gör så att funktioner och datastrukturer blir **generiska** och kan hantera element av **godtycklig** typ på ett typsäkert sätt. (Mer om detta i w09.)

```
scala> def strängLängd[T](x: T): Int = x.toString.length  
strängLängd: [T](x: T)Int
```

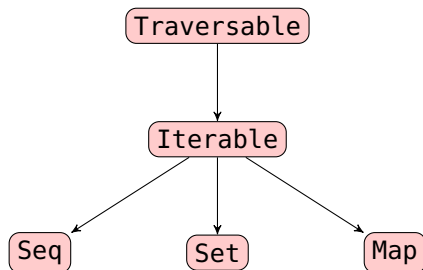
```
scala> strängLängd[Double](42.0) //Double är typargument  
res0: Int = 4
```

```
scala> strängLängd(42.0) //Kompilatorn härleder T=Double  
res1: Int = 4
```

```
scala> Vector.empty[Int] //Här kan den ej härleda typen...  
res2: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector()
```

```
scala> strängLängd[Vector[Int]](Vector.empty) //...men här  
res3: Int = 8
```

# Hierarki av samlingstyper i `scala.collection`



Traversable har metoder som är implementerade med hjälp av:

```
def foreach[U](f: Elem => U): Unit
```

Iterable har metoder som är implementerade med hjälp av:

```
def iterator: Iterator[A]
```

Seq: ordnade i sekvens

Set: unika element

Map: par av (nyckel, värde)

Samlingen **Vector** är en Seq som är en Iterable som är en Traversable.

# Använda iterator

Med en iterator kan man **iterera** med **while** över alla element, men endast **en gång**; sedan är iteratorn "förbrukad". (Men man kan be om en ny.)

```
1 scala> val xs = Vector(1,2,3,4)
2 xs: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(1, 2, 3, 4)
3
4 scala> val it = xs.iterator
5 it: scala.collection.immutable.VectorIterator[Int] = non-empty iterator
6
7 scala> while (it.hasNext) print(it.next)
8 1234
9
10 scala> it.hasNext
11 res1: Boolean = false
12
13 scala> it.next
14 java.util.NoSuchElementException: reached iterator end
15   at scala.collection.immutable.VectorIterator.next(Vector.scala:674)
```

**Normalt** behöver man **inte** använda iterator: det finns oftast färdiga metoder som gör det man vill, till exempel `foreach`, `map`, `sum`, `min` etc.

# Några användbara metoder på samlingar

<b>Traversable</b>	<code>xs.size</code>	antal elementet
	<code>xs.head</code>	första elementet
	<code>xs.last</code>	sista elementet
	<code>xs.take(n)</code>	ny samling med de första n elementet
	<code>xs.drop(n)</code>	ny samling utan de första n elementet
	<code>xs.foreach(f)</code>	gör f på alla element, returtyp Unit
	<code>xs.map(f)</code>	gör f på alla element, ger ny samling
	<code>xs.filter(p)</code>	ny samling med bara de element där p är sant
	<code>xs.groupBy(f)</code>	ger en Map som grupperar värdena enligt f
	<code>xs.mkString(",")</code>	en kommaseparerad sträng med alla element
<b>Iterable</b>	<code>xs.zip(ys)</code>	ny samling med par (x, y); "zippa ihop" xs och ys
	<code>xs.zipWithIndex</code>	ger en Map med par (x, index för x)
	<code>xs.sliding(n)</code>	ny samling av samlingar genom glidande "fönster"
<b>Seq</b>	<code>xs.length</code>	samma som <code>xs.size</code>
	<code>xs :+ x</code>	ny samling med x sist efter xs
	<code>x ++ xs</code>	ny samling med x före xs

# Några användbara metoder på samlingar

<b>Traversable</b>	<code>xs.size</code>	antal elementet
	<code>xs.head</code>	första elementet
	<code>xs.last</code>	sista elementet
	<code>xs.take(n)</code>	ny samling med de första n elementet
	<code>xs.drop(n)</code>	ny samling utan de första n elementet
	<code>xs.foreach(f)</code>	gör f på alla element, returtyp Unit
	<code>xs.map(f)</code>	gör f på alla element, ger ny samling
	<code>xs.filter(p)</code>	ny samling med bara de element där p är sant
	<code>xs.groupBy(f)</code>	ger en Map som grupperar värdena enligt f
<b>Iterable</b>	<code>xs.mkString(",")</code>	en kommaseparerad sträng med alla element
	<code>xs.zip(ys)</code>	ny samling med par (x, y); "zippa ihop" xs och ys
	<code>xs.zipWithIndex</code>	ger en Map med par (x, index för x)
<b>Seq</b>	<code>xs.sliding(n)</code>	ny samling av samlingar genom glidande "fönster"
	<code>xs.length</code>	samma som <code>xs.size</code>
	<code>xs :+ x</code>	ny samling med x sist efter xs
	<code>x ++ xs</code>	ny samling med x före xs

**Minnesregel** för `++` och `:+`    **Colon on the collection side**

# Några användbara metoder på samlingar

<b>Traversable</b>	<code>xs.size</code>	antal elementet
	<code>xs.head</code>	första elementet
	<code>xs.last</code>	sista elementet
	<code>xs.take(n)</code>	ny samling med de första n elementet
	<code>xs.drop(n)</code>	ny samling utan de första n elementet
	<code>xs.foreach(f)</code>	gör f på alla element, returtyp Unit
	<code>xs.map(f)</code>	gör f på alla element, ger ny samling
	<code>xs.filter(p)</code>	ny samling med bara de element där p är sant
	<code>xs.groupBy(f)</code>	ger en Map som grupperar värdena enligt f
	<code>xs.mkString(",")</code>	en kommaseparerad sträng med alla element
<b>Iterable</b>	<code>xs.zip(ys)</code>	ny samling med par (x, y); "zippa ihop" xs och ys
	<code>xs.zipWithIndex</code>	ger en Map med par (x, index för x)
	<code>xs.sliding(n)</code>	ny samling av samlingar genom glidande "fönster"
<b>Seq</b>	<code>xs.length</code>	samma som <code>xs.size</code>
	<code>xs :+ x</code>	ny samling med x sist efter xs
	<code>x ++ xs</code>	ny samling med x före xs

**Minnesregel** för `++` och `:+`    **Colon on the collection side**

Prova fler samlingsmetoder ur snabbreferensen: <http://cs.lth.se/quickref>

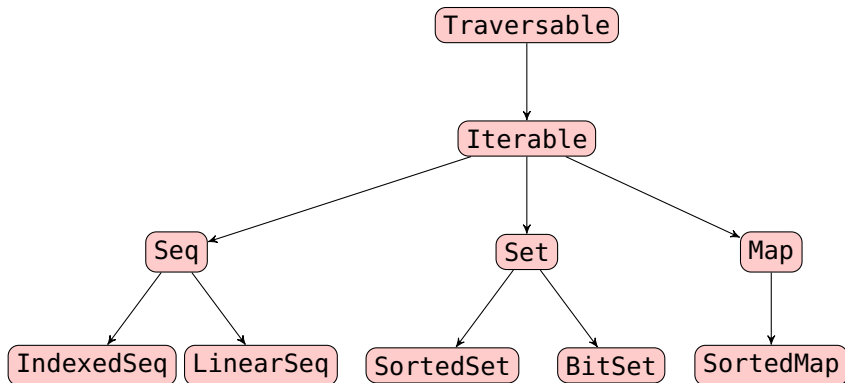


# Använda samlingsmetoder

```
1 scala> val tal = Vector(1,4,7,9,42)
2 tal: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(1, 4, 7, 9, 42)
3
4 scala> val jämna = tal.filter(_ % 2 == 0)
5 jämna: scala.collection.immutable.Vector[Int] = Vector(4, 42)
6
7 scala> val xs = Vector(("Kim","Smith"), ("Kim", "Jones"), ("Robin", "Smith"))
8 xs: scala.collection.immutable.Vector[(String, String)] = Vector((Kim,Smith),
9
10 scala> val grupperaEfterFörnamn = xs.groupBy(_._1)
11 grupperaEfterFörnamn: Map[String,Vector[(String, String)]] =
12 Map(Kim -> Vector((Kim,Smith), (Kim,Jones)), Robin -> Vector((Robin,Smith)))
13
14 scala> val grupperaEfterEfternamn = xs.groupBy(_._2)
15 grupperaEfterEfternamn: Map[String,Vector[(String, String)]] =
16 Map(Jones -> Vector((Kim,Jones)), Smith -> Vector((Kim,Smith), (Robin,Smith)))
```

# Mer specifik samlingstyper i `scala.collection`

Det finns **mer specifika subtyper** av Seq, Set och Map:



**Vector** är en **IndexedSeq** medan **List** är en **LinearSeq**.

# Några oföränderliga och förändringsbara sekvenssamlingar

`scala.collection.immutable.Seq.`

`IndexedSeq.`

**Vector**  
**Range**

`LinearSeq.`

**List**  
**Queue**

`scala.collection.mutable.Seq.`

`IndexedSeq.`

**ArrayBuffer**  
**StringBuilder**

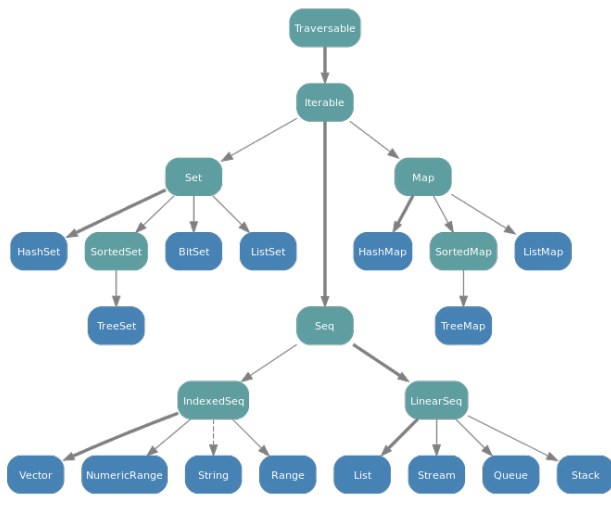
`LinearSeq.`

**ListBuffer**  
**Queue**

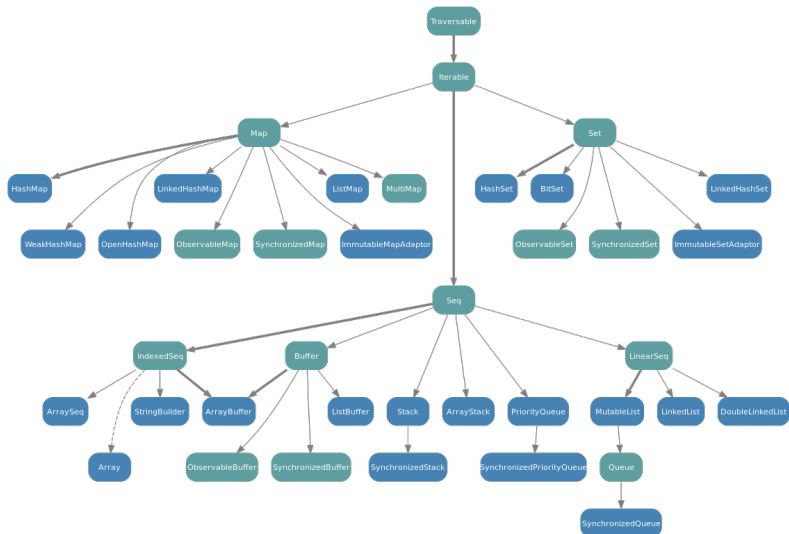
Studera samlingars egenskaper här:

[docs.scala-lang.org/overviews/collections/overview](https://docs.scala-lang.org/overviews/collections/overview)

# scala.collection.immutable



## scala.collection.mutable



# Strängar är implicit en IndexedSeq[Char]

Det finns en så kallad **implicit konvertering** mellan `String` och `IndexedSeq[Char]` vilket gör att **alla samlingsmetoder på Seq funkar även på strängar** och även flera andra smidiga strängmetoder erbjuds **utöver** de som finns i `java.lang.String` genom klassen `StringOps`.

```
scala> "hej". //tryck på TAB och se alla strängmetoder
```

Detta är en stor fördel med Scala jämfört med många andra språk, som har strängar som inte kan allt som andra sekvenssamlingar kan.

# Vector eller List?

[stackoverflow.com/questions/6928327/when-should-i-choose-vector-in-scala](https://stackoverflow.com/questions/6928327/when-should-i-choose-vector-in-scala)

- 1 If we only need to transform sequences by operations like map, filter, fold etc: basically it does not matter, we should program our algorithm generically and might even benefit from accepting parallel sequences. For sequential operations List is probably a bit faster. But you should benchmark it if you have to optimize.
- 2 If we need a lot of random access and different updates, so we should use vector, list will be prohibitively slow.
- 3 If we operate on lists in a classical functional way, building them by prepending and iterating by recursive decomposition: use list, vector will be slower by a factor 10-100 or more.
- 4 If we have an performance critical algorithm that is basically imperative and does a lot of random access on a list, something like in place quick-sort: use an imperative data structure, e.g. ArrayBuffer, locally and copy your data from and to it.

[stackoverflow.com/questions/20612729/how-does-scalas-vector-work](https://stackoverflow.com/questions/20612729/how-does-scalas-vector-work)

Mer om tids- och minneskomplexitet i fördjupningskursen och senare kurser.

# Mängd: snabb innehållstest, garanterat dubblettfri

En **mängd** (eng. *set*) är en samling som **inte** kan innehålla **dubbletter** och som är snabb på att avgöra om ett element **finns eller inte** i mängden.

```
1 scala> var veg = Set.empty[String]
2 veg: scala.collection.immutable.Set[String] = Set()
3
4 scala> veg = veg + "Gurka"
5 veg: scala.collection.immutable.Set[String] = Set(Gurka)
6
7 scala> veg = veg ++ Set("Broccoli", "Tomat", "Gurka")
8 veg: scala.collection.immutable.Set[String] = Set(Gurka, Broccoli, Tomat)
9
10 scala> veg.contains("Gurka")
11 res0: Boolean = true
12
13 scala> veg.apply("Gurka") // samma som contains
14 res1: Boolean = true
15
16 scala> veg("Morot")
17 res2: Boolean = false
```



# Den fantastiska nyckel-värde-tabellen Map

- En **nyckel-värde-tabell** (eng. *key-value table*) är en slags generaliserad vektor där man kan "indexera" med godtycklig typ.
- Kallas även **hashtabell** (eng. *hash table*), **lexikon** (eng. *dictionary*) eller kort och gott **mapp** (eng. *map*),
- En hashtabell är en **samling av par**, där varje par består av en **unik nyckel** och ett tillhörande **värde**.
- Om man vet nyckeln kan man få fram värdet **snabbt**, på liknande sätt som indexering sker i en vektor om man vet heltalsindex.
- Denna datastruktur är **mycket användbar** och liknar en enkel databas.

```
1 scala> val födelse = Map("C" -> 1972, "C++" -> 1983, "C#" -> 2000,  
2   "Scala" -> 2004, "Java" -> 1995, "Javascript" -> 1995, "Python" -> 1991)  
3  
4 födelse: scala.collection.immutable.Map[String,Int] = Map(Scala -> 2004, C# ->  
5  
6 scala> födelse.apply("Scala")  
7 res0: Int = 2004  
8  
9 scala> födelse("Java")  
10 res1: Int = 1995
```

# Exempel nyckel-värde-tabell

```
1 scala> val färg = Map("gurka" -> "grön", "tomat"->"röd", "aubergine"->"lila")
2 färg: scala.collection.immutable.Map[String,String] =
3   Map(gurka -> grön, tomat -> röd, aubergine -> lila)
4
5 scala> färg("gurka")
6 res0: String = grön
7
8 scala> färg.keySet
9 res1: scala.collection.immutable.Set[String] = Set(gurka, tomat, aubergine)
10
11 scala> val ärGrönSak = färg.map(elem => (elem._1, elem._2 == "grön"))
12 ärGrönSak: Map[String,Boolean] = Map(gurka -> true, tomat -> false, aubergine
13
14 scala> val baklängesFärg = färg.mapValues(s => s.reverse)
15 baklängesFärg: Map[String,String] = Map(gurka -> nörg, tomat -> dör, aubergine
```

- `xs.keySet` ger en mängd av alla nycklar
- `xs.map(f)` mappar funktionen `f` på alla par av (key, value)
- `xs.mapValues(f)` mappar funktionen `f` på alla värden

# Metoderna zipWithIndex, groupBy och mapValues

```
1 scala> val högaKort = Vector("Knekt", "Dam", "Kung", "Äss")
2
3 scala> val kortIndex = högaKort.zipWithIndex.toMap
4 kortIndex: Map[String,Int] = Map(Knekt -> 0, Dam -> 1, Kung -> 2, Äss -> 3)
5
6 scala> kortIndex("Kung") > kortIndex("Knekt")
7 res0: Boolean = true
8
9 scala> val xs = Vector(("Kim","Smith"), ("Kim", "Jones"), ("Robin", "Smith"))
10 xs: Vector[(String, String)] = Vector((Kim,Smith), (Kim,Jones), (Robin,Smith))
11
12 scala> val grupperaEfterFörnamn = xs.groupBy(_._1)
13 grupperaEfterFörnamn: Map[String,Vector[(String, String)]] =
14 Map(Kim -> Vector((Kim,Smith), (Kim,Jones)), Robin -> Vector((Robin,Smith)))
15
16 scala> val grupperaEfterEfternamn = xs.groupBy(_._2)
17 grupperaEfterEfternamn: Map[String,Vector[(String, String)]] =
18 Map(Jones -> Vector((Kim,Jones)), Smith -> Vector((Kim,Smith), (Robin,Smith)))
19
20 scala> val frekvens = xs.groupBy(_._1).mapValues(_._2.size)
21 frekvens: Map[String,Int] = Map(Kim -> 2, Robin -> 1)
```

# Speciella metoder på förändringsbara samlingar

Både Set och Map finns i **förändringsbara** varianter med extra metoder för uppdatering av innehållet "på plats" utan att nya samlingar skapas.

```
1 scala> import scala.collection.mutable
2
3 scala> val ms = mutable.Set.empty[Int]
4 ms: scala.collection.mutable.Set[Int] = Set()
5
6 scala> ms += 42
7 res0: ms.type = Set(42)
8
9 scala> ms += (1, 2, 3, 1, 2, 3); ms -= 1
10 res1: ms.type = Set(2, 42, 3)
11
12 scala> ms.mkString("Mängd: ", ", ", ", s" Antal: ${ms.size}")
13 res2: String = Mängd: 1, 2, 42, 3 Antal: 4
14
15 scala> val ordpar = mutable.Map.empty[String, String]
16 scala> ordpar += ("hej" -> "svejs", "abra" -> "kadabra", "ada" -> "lovelace")
17 scala> println(ordpar("abra"))
18 kadabra
```

# Fler exempel på samlingsmetoder

Exempel: räkna bokstäver i ord.

Undersök vad som händer i REPL:

```
val ord = "sex laxar i en laxask sju sjösjuka sjömän"
val uppdelad = ord.split(' ').toVector
val ordlängd = uppdelad.map(_.length)
val ordlängdMap = uppdelad.map(s => (s, s.size)).toMap
val grupperaEfterFörstaBokstav = uppdelad.groupBy(s => s(0))
val bokstäver = ord.toVector.filter(_ != ' ')
val antalX = bokstäver.count(_ == 'x')
val grupperade = bokstäver.groupBy(ch => ch)
val antal = grupperade.map(kv => (kv._1, kv._2.size))
val sorterat = antal.toVector.sortBy(_._2)
val vanligast = antal.maxBy(_._2)
```

# Jobba med föränderlig samling lokalt; returnera oföränderlig samling när du är klar

Om du vill implementera en imperativ algoritm med en föränderlig samling: Gör gärna detta **lokalt** i en **förändringsbar** samling och returnera sedan en **oföränderlig** samling, genom att köra t.ex. `toSet` på en mängd, eller `toMap` på en hashtabell, eller `toVector` på en `ArrayBuffer` eller `Array`.

```
1 scala> :paste
2 def kastaTärningTillsAllaUtfallUtomEtt(sidor: Int = 6) = {
3   val s = scala.collection.mutable.Set.empty[Int]
4   var n = 0
5   while (s.size < sidor - 1) {
6     s += (math.random * sidor + 1).toInt
7     n += 1
8   }
9   (n, s.toSet)
10 }
11 scala> kastaTärningTillsAllaUtfallUtomEtt()
12 res0: (Int, scala.collection.immutable.Set[Int]) = (13,Set(5, 1, 6, 2, 3))
```

# Integrerad utvecklingsmiljö (IDE)

# Välja IDE

- En **integrerad utvecklingsmiljö** (eng. *Integrated Development Environment, IDE*) innehåller editor + kompilator + debugger + en massa annat och gör utvecklingen enklare när man lärt sig alla finesser.
- Läs om vad en IDE kan göra i appendix D (ingår i labbförberedelserna för lab pirates).



# Välja IDE

- En **integrerad utvecklingsmiljö** (eng. *Integrated Development Environment, IDE*) innehåller editor + kompilator + debugger + en massa annat och gör utvecklingen enklare när man lärt sig alla finesser.
- Läs om vad en IDE kan göra i appendix D (ingår i labbförberedelserna för lab pirates).
- På LTH:s datorer finns två populära IDE installerade:
  - 1 **Eclipse** med plugin **ScalaIDE** förinstallerad

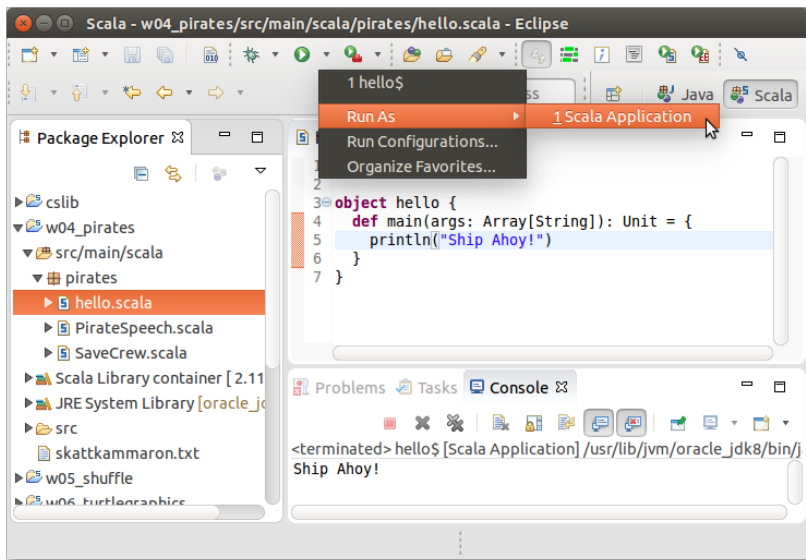
```
$ scalaide
```

- 2 **IntelliJ IDEA** (välj installera Scala-plugin när du kör första gången)

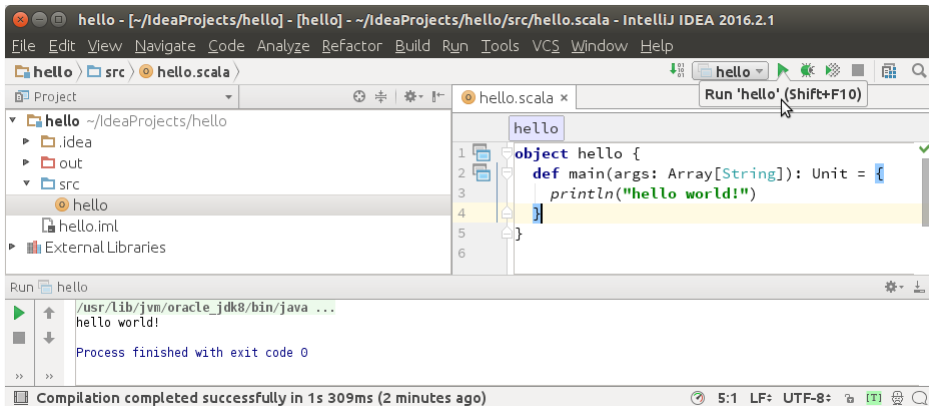
```
$ idea
```

Läs mer om dessa i appendix D innan du väljer vilken du vill lära dig. Där står även hur du installerar dem på din egen dator. Flest handledare har störst vana vid Eclipse.

# Eclipse med ScalaIDE



# IntelliJ IDEA med Scala-pluginin



# Denna veckas övning: data

- Kunna skapa och använda tupler, som variabelvärden, parametrar och returvärden.
- Förstå skillnaden mellan ett objekt och en klass och kunna förklara betydelsen av begreppet instans.
- Kunna skapa och använda attribut som medlemmar i objekt och klasser och som som klassparametrar.
- Beskriva innebörden av och syftet med att ett attribut är privat.
- Kunna byta ut implementationen av metoden `toString`.
- Kunna skapa och använda en objektfabrik med metoden `apply`.
- Kunna skapa och använda en enkel case-klass.
- Kunna använda operatortnotation och förklara relationen till punktnotation.
- Förstå konsekvensen av uppdatering av föränderlig data i samband med multipla referenser.
- Känna till och kunna använda några grundläggande metoder på samlingar.
- Känna till den principiella skillnaden mellan `List` och `Vector`.
- Kunna skapa och använda en oföränderlig mängd med klassen `Set`.
- Förstå skillnaden mellan en mängd och en sekvens.
- Kunna skapa och använda en nyckel-värde-tabell, `Map`.
- Förstå likheter och skillnader mellan en `Map` och en `Vektor`.

# Denna veckas laboration: pirates

- Kunna använda en integrerad utvecklingsmiljö (IDE).
- Kunna använda färdiga funktioner för att läsa till, och skriva från, textfil.
- Kunna använda enkla case-klasser.
- Kunna skapa och använda enkla klasser med föränderlig data.
- Kunna använda samlingstyperna `Vector` och `Map`.
- Kunna skapa en ny samling från en befintlig samling.
- Förstå skillnaden mellan kompileringsfel och exekveringsfel.
- Kunna felsöka i små program med hjälp av utskrifter.
- Kunna felsöka i små program med hjälp av en debugger i en IDE.