Objektorienterad programmering

Iteration: `while`-satsen, `for`-satsen och `do`-satsen

Dr. Alex Gerdes | Dr. Carlo A. Furia

Hösttermin 2016

Chalmers University of Technology

Meddelande

- Studentrepresentanter
- Reflektera och använd krångelkort!

Sammanfattning föreläsning 2

- Variabler, namngivning, konvention
- Datatyper
- Gränssnitt av en metod
- `Scanner` och `printf/format`
- `if`-satsen
- Antal bits för en `boolean`

Begränsad storlek

Datatypen `double`

- De enkla datatyperna, som används för att lagra tal (t.e. `int` och `double`), har en *begränsad storlek* och representerar således endast en delmängd av de verkliga talen

- Detta innebär att ett resultat eller ett mellanresultat från en beräkning av ett uttryck kan bli ett värde som inte kan lagras

- Resulterar uttrycket i ett för stort värde uppstår *overflow* och om uttrycket resulterar i ett för litet värde uppstår *underflow*

- Reella tal lagras med ett bestämt antal signifikanta siffror, vilket innebär att det vid beräkningar uppstår *trunkeringsfel*

Datatypen `double`

- **Exempel**: antag att vi lagrar decimala tal med 4 decimaler. Uttrycket

```
1.0/3.0 + 1.0/3.0 +1.0/3.0
```

kommer då att evalueras på följande sätt:

```
1.0/3.0 + 1.0/3.0 +1.0/3.0 =
0.3333 + 0.3333 + 0.3333   =
0.9999
```

- resultatet blir inte 1.0, som man kanske trott!

När man handhar reella tal skall man aldrig jämföra på exakthet, utan istället jämföra på tillräcklig noggrannhet.

Problemexempel

- I en triangel kan man beteckna sidorna a, b och c

- Om man känner till längden av sidorna a och b samt vinkeln β mellan dessa sidor, kan man räkna ut längden av sidan c med hjälp av formeln:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \beta}$$

- Skriv ett program som läser in längderna på två sidor i en triangel och vinkeln mellan dessa sidor (uttryckt i grader)

- Programmet skall avgöra om triangeln är *liksidig* (alla sidor lika långa), *likbent* (två sidor lika långa) eller *oliksidig* (inga sidor är lika långa)

- Programmet skall ge lämpliga utskrifter

Analys och design

- **Indata**: längderna a och b på två sidor i triangeln, samt den mellanliggande vinkeln vg i grader

- **Utdata**: Utskrift av huruvida triangeln är liksidig, likbent eller oliksidig

- **Design**:
  - I klassen `Math` i Java anges parametrarna till de trigonometriska funktionerna i radianer. Därför är en omvandling av vinkeln från grader till radianer nödvändig att göra.
  - Denna omvandling kan antingen göras genom att använda metoden `toRadians` i klassen `Math`, eller genom att använda formeln

    $$vr = vg \bullet \pi / 180$$

    där vr är vinkeln uttryckt i radianer och vg är vinkeln uttryckt i grader
  - För att två sidor skall betraktas som lika antas att sidornas längder skiljer sig med mindre än ε längdenheter

Algoritm och datarepresentation

- **Algoritm**:
  1. Läs längderna på sidorna a och b, samt gradtalet vg av den mellanliggande vinkeln
  2. Beräkna vr som den mellanliggande vinkeln uttryckt i radianer
  3. Beräkna längden c av den den okända sidan i triangeln med hjälp av formeln

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos(vr)}$$

  4. Om |a - b| ≤ ε och |a - c| ≤ ε och |b - c| ≤ ε så
     skriv ut att triangeln är liksidig
     annars om |a - c| ≤ ε eller |a - b| ≤ ε eller |b - c| ≤ ε så
     skriv ut att triangeln är likbent
     annars
     skriv ut att triangeln är oliksidig

Varför måste vi göra jämförelsen $|b - c| \leq \varepsilon$?

- **Datarepresentation**:
  - Längderna a, b och c samt vinklarna vg och vr är av datatypen `double`
  - Konstanten `PI`, för att avbilda π finns tillgänglig i klassen `Math`
  - Klassen `Math` har en klassmetod `toRadians` för att omvandla från grader till radianer
  - Konstanten `EPS` = 0.001, för att avbilda ε

- **Testdata**
  - Om a och b är lika lång och vinkeln är 60 grader då är c lika lång och blir triangeln liksidig

Live coding!

Implementation

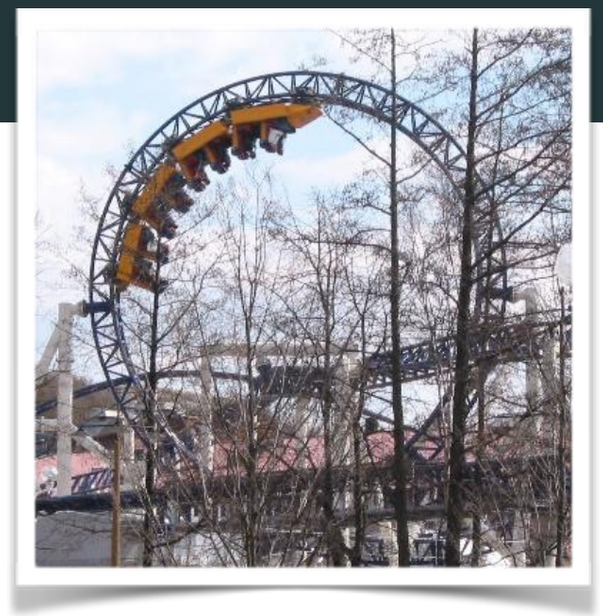
```java
/* Programmet läser in längderna av två sidor i en triangel samt mellanliggande
 * vinkel, och skriver ut huruvida triangeln är liksidig, likbent eller oliksidig. */

import javax.swing.*;
import java.util.*;

public class Triangle {
  public static void main(String[] arg) {
    final double EPS = 0.001;
    String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange längden av två sidor samt" +
        " mellanliggande vinkel: ");
    Scanner sc = new Scanner(input);
    double a   = sc.nextDouble();
    double b   = sc.nextDouble();
    double vg  = sc.nextDouble();
    double vr  = Math.toRadians(vg);
    double c   = Math.sqrt(a*a + b*b - 2.0*a*b*Math.cos(vr));

    if (Math.abs(a-b) <= EPS && Math.abs(a-c) <= EPS && Math.abs(b-c) <= EPS)
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "LIKSIDIG");
    else if (Math.abs(a-b) <= EPS || Math.abs(a-c) <= EPS || Math.abs(b-c) <= EPS)
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "LIKBENT");
    else
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "OLIKSIDIG");
  }
}
```

Iteration, `while`-satsen

Styrstrukturerna i Java

- **Sekvens**:
  - tilldelningssatsen
  - selektionssatser
  - iterationssatser
  - `return`-satsen
  - anrop av `void`-metod
  - programblock
  - exception
- **Selektion**:
  - `if`-satsen
  - `switch`-satsen
- **Iteration**:
  - `while`-satsen
  - `do`-satsen
  - `for`-satsen

Olika typer av iteration



- Olika typer:
  A. tills ett visst villkor blivit uppfyllt (*villkorsloop*)
  B. ett på förhand bestämt antal gånger (*räkneloop*)

- Exempel:
  A. “Rör om tills smöret har smält” (*villkorsloop*)
  B. “Gå fem steg framåt” (*räkneloop*)

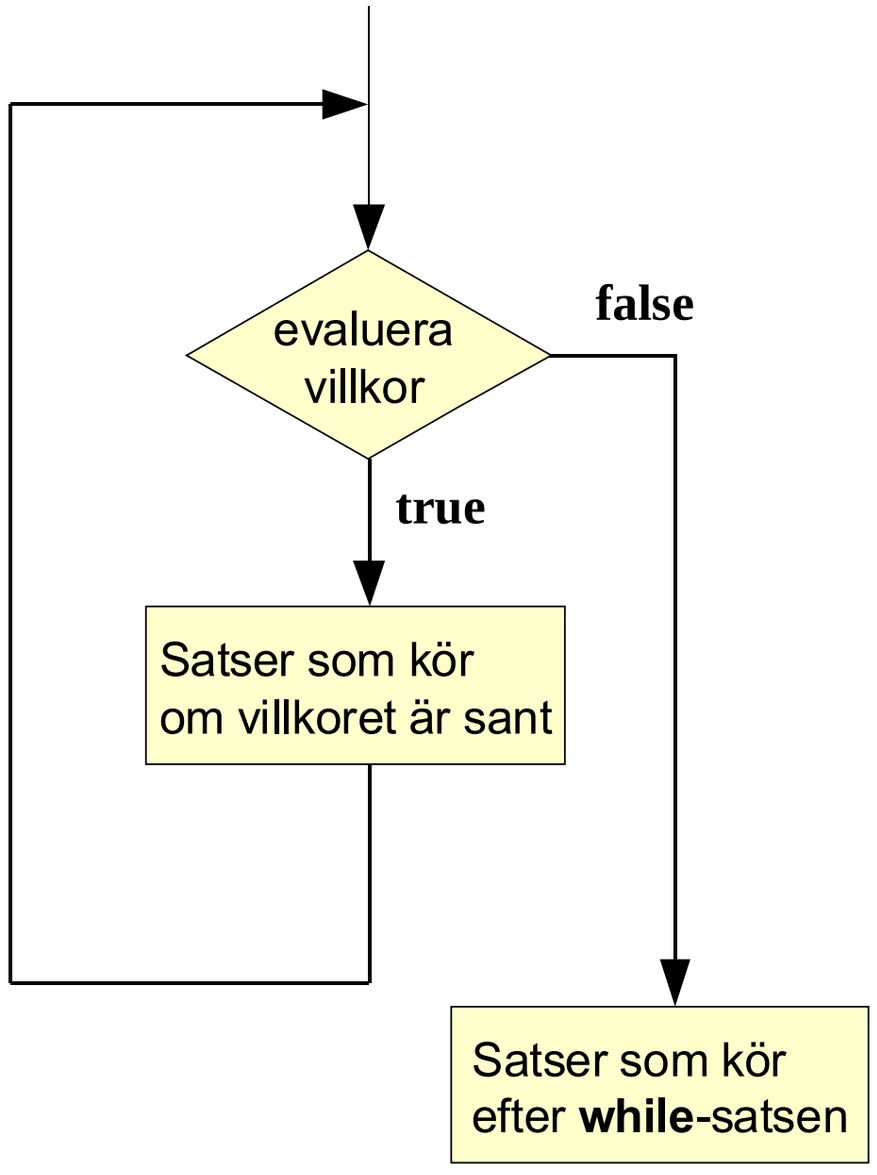
Iteration: `while`-satsen

- Upprepning av en sats:

```
while (villkor)
   sats;
```

- Upprepning av ett programblock:

```
while (villkor) {
   sats1;
   ...
   satsN;
}
```



Vad gör programmet?

```java
import java.util.Scanner;

public class Question {
  public static void main(String[] args) {
    Scanner sc   = new Scanner(System.in);
    boolean done = false;

    while (!done) {
      System.out.print("Which language do we learn: ");
      String answer = sc.next();
      if (answer.equals("Java"))
        done = true;
      else
        System.out.println("Nope, try again.");
    }
    System.out.println("Well done!");
  }
}
```

Problemexempel

- Antalet bakterier y_n i en bakterieodling efter t tidsenheter ges av formeln

$$y_n = y_s e^{1.386t}$$

- där y_s är antalet bakterier vid $t = 0$

- Skriv ett program som beräknar hur många tidsenheter det tar innan en bakterieodling som innehåller en bakterie innehåller minst 1 miljard bakterier

Analys och design

- **Indata**: ingen
- **Utdata**: hur lång tid det tar innan bakterieodlingen innehåller minst 1 miljard bakterier
- **Algoritm**:
    1. Sätt tillväxttiden tid till 0
    2. Sätt `yStart`, antalet bakterier vid tiden 0, till 1
    3. Sätt totala antalet bakterier i odlingen `yTotal` till `yStart`
    4. Upprepa så länge som `yTotal` är mindre än 1.000.000.000
        4.1. Öka tid med 1
        4.2. Beräkna `yTotal` mha formeln

$$yTotal = yStart * e^{1.386*tid}$$

    5. Skriv ut värdet av tid
- **Datarepresentation**:
    - tid är av datatypen `int`
    - `yStart` och `yTotal` är reella tal, dvs av datatypen `double`

Implementation

```
import javax.swing.*;

public class Bacteria {
  public static void main(String[] args) {
    int    time   = 0;
    double yStart = 1;
    double yTotal = yStart;

    while (yTotal < 1.0e9) {
      time = time + 1;
      yTotal = yStart * Math.exp(1.386 * time);
    }

    JOptionPane.showMessageDialog(null,
        "Det tar " + time + " tidsenheter innan " +
        "odlingen innehåller 1 miljard bakterier.");
    }
}
```

`for-satsen`

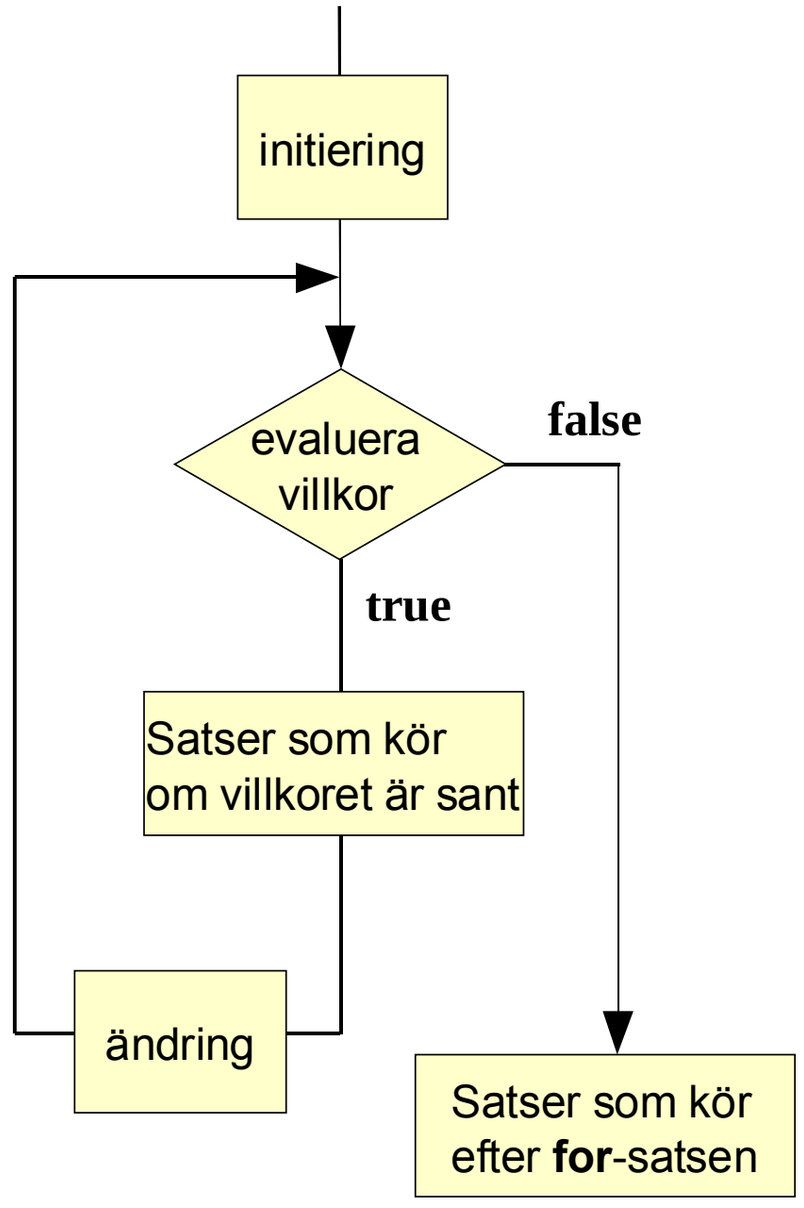
Iteration: `for`-satsen

- Upprepning av en sats:

```
for (initiering; villkor; ändring)
    sats;
```

- Upprepning av ett programblock:

```
for (initiering; villkor; ändring) {
    sats1;
    ...
    satsN;
}
```



`for`-satsen är en villkorsloop, men använd `for`-satsen *endast vid räkneloopar*!

for-satsen

```
for (int i = 1; i <= 5; i = i + 1)
    System.out.println(i);
```

Ger utskriften:
1
2
3
4
5

```
for (char c = 'd'; c >= 'a'; c = (char) (c - 1))
    System.out.println(c);
```

Ger utskriften:
d
c
b
a

```
for (double x = 0.5; x < 0.8; x = x + 0.1)
    System.out.println(x);
```

Ger utskriften:
0.5
0.6
0.7
0.7999999999...

Troligen inte förväntat resultat!
Använd endast uppräkningsbara datatyper för att styra en `for`-sats!

Problemexempel

- Att omvandla en temperatur angiven i grader Fahrenheit till grader Celsius sker med följande formel:

$$C = \frac{5(F - 32)}{9}$$

  där C anger grader Celsius och F grader Fahrenheit

- Skriv ett program som skriver ut en omvandlingstabell från grader Fahrenheit till grader Celsius i intervallet från -10.0 till +10.0 grader Fahrenheit, där varje grad anges

Farenheit	Celsius
-10.0	-23.3
-9.0	-22.8
...	...
9.0	-12.8
10.0	-12.2

Analys och design

- **Indata**: ingen
- **Utdata**: en konverteringstabell från grader Fahrenheit till grader Celcius som anger varje grad i intervallet -10.0 till +10.0
- **Algoritm**:
    1. Skriv ut rubriken
    2. För `f` = -10 till 10 stega 1
        2.1. `c = (f - 32) * 5.0 / 9.0`
        2.2. Skriv ut `f` och `c`
- **Datarepresentation**: `f` är en `int` och `c` en `double`

Implementation

```java
public class FahrenheitToCelsius {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.printf("%15s%12s", "Fahrenheit", "Celsius\n");

    for (int fahrenheit = -10; fahrenheit <= 10; fahrenheit = fahrenheit + 1) {
      double celsius = (fahrenheit - 32) * 5.0 / 9.0;
      System.out.printf("%12.1f%13.1f\n", (double)fahrenheit, celsius);
    }
  }
}
```

Problemexempel

- Skriv ett program som läser in två heltal, som representerar antal rader respektive antal kolumner, och skriver ut nedanstående mönster i kommandofönstret:

- **Indata**: antal rader och kolumner

- **Utdata**: en utskrift med `r` gånger `k` rektangel av stjärnor

- **Algoritm**:
    1. Läs antal rader `r` och antal kolumner `k`
    2. För varje rad
        - 2.1. För varje kolumn
            - 2.1.1. Skriv ut tecknet `'*'`
        - 2.2. Skriv ut radslut

- **Datarepresentation**: `r` och `k` är en `int`

Live coding

Implementation

```
import javax.swing.*;
import java.util.*;

public class WriteStars {
  public static void main(String[] args) {
    String input =
      JOptionPane.showInputDialog("Ange antal rader och antal kolumner: ");
    Scanner sc = new Scanner(input);

    int nrOfRows    = sc.nextInt();
    int nrOfColumns = sc.nextInt();

    for (int row = 0; row < nrOfRows; row = row +1) {
      for (int col = 0; col < nrOfColumns; col = col +1) {
        System.out.print("*");
      }
      System.out.println();
    }
  }
}
```

do-satsen

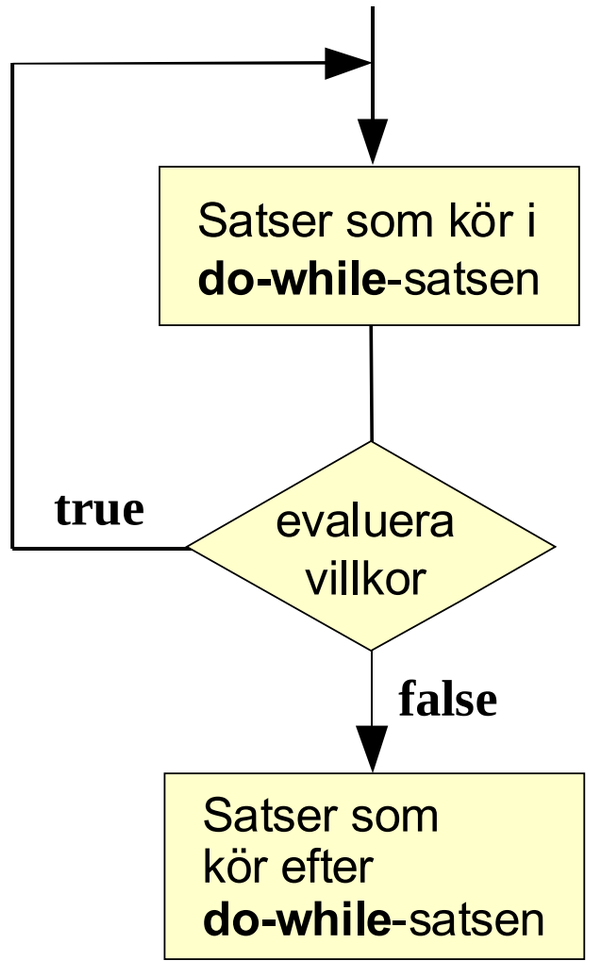
Iteration: `do`-satsen

- I en `while`-satsen beräknas testuttrycket inför varje varv i loopen
- I en `do`-satsen beräknas testuttrycket efter varje varv i loopen
- En `do`-sats genomlöps minst en gång, medan en `while`-sats kan genomlöpas noll gånger
- Upprepning av en sats:

```
do
    sats;
while (villkor);
```

- Upprepning av ett programblock:

```
do {
    satser
} while (villkor);
```



Exempel: Inläsningskontroll

```
import javax.swing.*;
public class InspectInput {
  public static void main(String[] args) {
    int number;
    do {
      String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange ett tal mellan 1 och 200:");
      number = Integer.parseInt(input);
      if (number < 1 || number > 200)
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Ogiltigt tal! Försök igen!");
    } while (number <1 || number > 200);
    JOptionPane.showMessageDialog(null, "Det accepterade talet är " + number);
    }
}
```

Variablers räckvidd (scope)

- En variabels *räckvidd* är det kodavsnitt inom vilket variabeln går att använda
- Grundprincip: En variabel är synlig endast inom det programblock där variabeln deklarerats

```
public static void main (String[] arg) {
  int number;

  do {
    String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange ett tal mellan 1 och 200:");
    number = Integer.parseInt(input);
    if (number < 1 || number > 200)
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Ogiltigt tal! Försök igen!");
  } while (number <1 || number > 200);

  JOptionPane.showMessageDialog(null, "Det accepterade talet är " + number);
}
```

input okänd här!

number och input kända här!

En variabels räckvidd skall begränsas så mycket som möjligt.

`for`-, `while`- eller `do`-satsen?

- `while`-satsen är mest *generella* iterationssatsen, eftersom `for`- och `do`-satsen enkelt kan simuleras med en `while`-sats
- använd `for`-satsen vid *räkneloopar*
- använd `do`-satsen om loopen skall gå *minst ett varv*
- använd `while`-satsen i alla övriga fall
- är du osäker på vilken iterationssats som skall väljas, välj `while`-satsen

```
for (initiering; villkor; ändring)
  sats;
```

```
initiering;
while (villkor) {
  sats;
  ändring;
}
```

```
do
  sats;
while (villkor);
```

```
sats;
while (villkor)
  sats;
```

Upprepad programkörning

Evighetsloop och satsen `break`

- Konstruktionen

```
while (true) {
  satser
}
```

innebär en evighetsloop

- En loop kan när som helst lämnas med hjälp av satsen break:

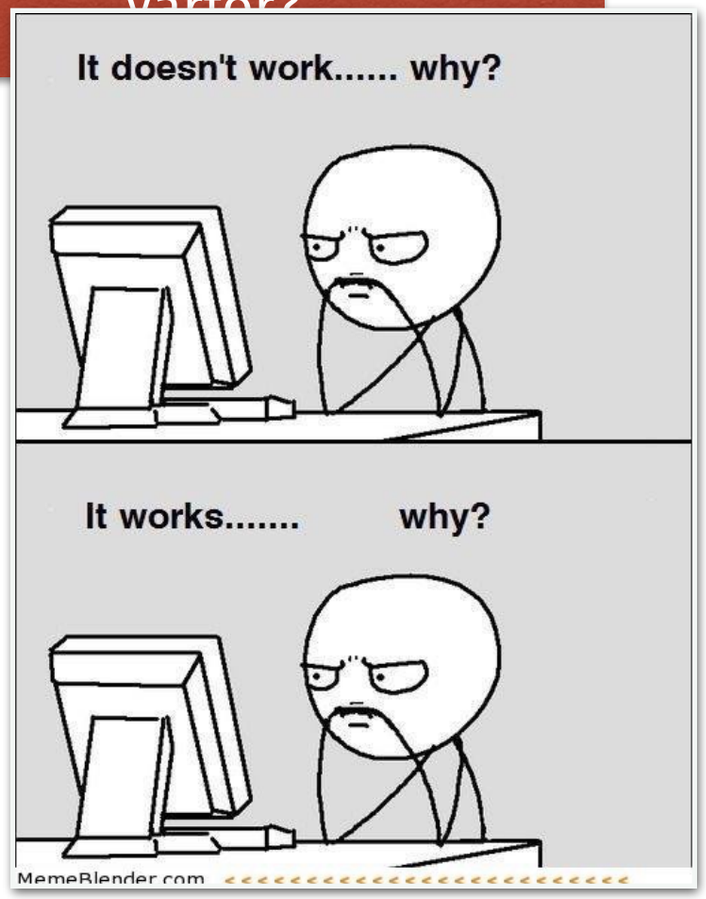
```
while (villkor) {
  ...
  if (villkor för att sluta)
    break;
  ...
}
```

- Observera att vid nästlade loopar lämnas den loop i vilken break-satsen står!

```
while (villkor) {
  ...
  while (villkor) {
    ...
    if (villkor för att sluta)
      break;
    ...
  }
  ...
}
```

En evighetsloop uppkommer vanligtvis på grund av ett misstag hos programmeraren, men kan ibland vara avsiktlig.

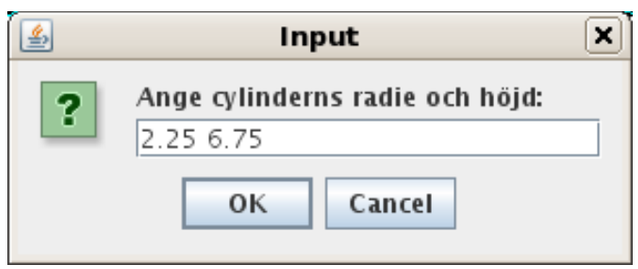
Att lämna en loop via en `break`-sats, skall användas mycket restriktivt!
Varför?

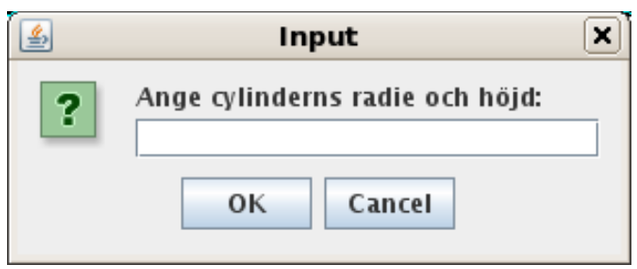


Upprepad programkörning

```
import javax.swing.*;
import java.util.*;
public class RepeatedExecution {
  public static void main(String[] args) {
    boolean done = false;
    while (!done) {
      String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange cylinderns radie och höjd:");
      if (input == null)
        done = true;
      else {
        Scanner sc = new Scanner(input);
        double radius = sc.nextDouble();
        double height = sc.nextDouble();
        double volume = Math.PI * Math.pow(radius, 2) * height;
        String output = String.format("%s %.2f", "Volymen av cylindern är", volume);
        JOptionPane.showMessageDialog(null, output);
      }
    }
  }
}
```

Cancel-knappen returnerar `null`





Problemexempel

- Skriv ett program som läser en indataserie bestående av N positiva heltal samt beräknar och skriver ut medelvärdet av dessa tal

Räkneloop!

- **Analys**:
  - **Indata**: antalet tal i dataserien samt själva dataserien
  - **Utdata**: medelvärdet av talen i dataserien
  - **Speciella åtgärder**: om inga tal ingår i dataserien kan inte medelvärdet beräknas

- **Design**:
  - **Utkast till algoritm**:
    1. Läs in antalet heltal som ingår i dataserien till variabeln `antal`
    2. Läs talen och beräkna talens sammanlagda summa i variabeln `summa`
    3. Beräkna medelvärdet `medel` mha formeln `medel = summa / antal`
    4. Skriv ut medelvärdet, dvs värdet av variabeln `medel`

Mer detaljerad algoritm

- **Algoritm**:
    1. Läs in antalet heltal som ingår i dataserien till variabeln `antal`
    2. Sätt `summa` till 0
    3. Upprepa `antal` gånger
        3.1. Läs ett tal till variabeln `tal`
        3.2. Addera `summa` och `tal` och spara resultatet i `summa`
    4. Om `antal` > 0 så
        4.1. Beräkna medelvärdet `medel` mha formeln: `medel = summa / antal`
        4.2. Skriv ut medelvärdet `medel`

       annars
        4.3. Skriv ut att inga värden ingick i dataserien

- **Datarepresentation**:
    - `antal`, `summa` och `tal` är heltal av typen `int`
    - `medel` är ett reellt tal av typen `double`

Implementation med en `for`-sats

```
import javax.swing.*;

public class AddValues {
  public static void main(String[] args) {
    String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange antalet tal i serien:");
    int number = Integer.parseInt(input);
    int sum = 0;

    for (int i = 0; i < number; i = i + 1) {
      input = JOptionPane.showInputDialog("Ange tal nr " + i + ": ");
      int value = Integer.parseInt(input);
      sum = sum + value;
    }

    if (number > 0) {
      double mean = (double) sum / number;
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Medelvärdet av talen är " + mean);
    } else {
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Inga tal ingick i serien!");
    }
  }
}
```

Implementation med en `while`-sats

CHALMERS

```
import javax.swing.*;

public class AddValues2 {
  public static void main(String[] args) {
    String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange antalet tal i serien:");
    int number = Integer.parseInt(input);
    int sum = 0;

    int i = 0;
    while (i < number) {
      i = i + 1;
      input = JOptionPane.showInputDialog("Ange tal nr " + i + ": ");
      int value = Integer.parseInt(input);
      sum = sum + value;
    }

    if (number > 0) {
      double mean = (double) sum / number;
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Medelvärdet av talen är " + mean);
    } else {
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Inga tal ingick i serien!");
    }
  }
}
```

Problemexempel och analys

- Skriv ett program som läsa och beräkna medelvärdet av ett *okänt* antal *positiva* heltal. Serien av heltalen avslutas med ett negativt heltal (vilket inte ingår i serien).

- **Analys**:
  - **Indata**: talen i dataserien som skall läsas in, samt ett negativt tal som avbryter inläsningen
  - **Utdata**: medelvärdet av talen som ingår i dataserien
  - **Speciella åtgärder**: om inga tal ingår i dataserien kan inte medelvärdet beräknas

Design

- **Algoritm**:
    1. Sätt `summa` till 0 och `antal` till 0
    2. Läs ett tal till variabeln `tal`
    3. Upprepa så länge som `tal` ≥ 0
        3.1. Öka `antal` med 1
        3.2. Addera `summa` och tal och spara resultatet i `summa`
        3.3. Läs ett tal till variabeln `tal`
    4. Om `antal` > 0 så
        4.1. Beräkna medelvärdet `medel` mha formeln: `medel = summa / antal`
        4.2. Skriv ut medelvärdet `medel`

       annars
        4.3. Skriv ut att inga värden ingick i dataserien

- **Datarepresentation**:
    - `antal`, `summa` och `tal` är heltal av typen `int`
    - `medel` är ett reellt tal av typen `double`

Implementation

```
import javax.swing.*;

public class AddValues3 {
  public static void main(String[] args) {
    int number = 0;
    int sum = 0;
    String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange tal nr " + (number + 1) + ":");
    int value = Integer.parseInt(input);

    while (value > 0) {
      number = number + 1;
      sum = sum + value;
      input = JOptionPane.showInputDialog("Ange tal nr " + (number + 1) + ": ");
      value = Integer.parseInt(input);
    }

    if (number > 0) {
      double mean = (double) sum / number;
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Medelvärdet av talen är " + mean);
    } else {
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Inga tal ingick i serien!");
    }
  }
}
```

duplicerad kod

Problemexempel

- Skriv ett program som läsa och beräkna medelvärdet av ett okänt antal heltal

- **Analys**:
  - **Diskussion**: nu kan *alla* heltal ingå i dataserien och hur skall vi då kunna markera slutet på serien? Ett sätt är att utnyttja *Cancel*-knappen i dialogrutan. När man trycker på *Cancel* returneras värdet `null`.
  - **Indata**: talen i dataserien som skall läsas in; inläsningen avbryts genom att trycka på *Cancel*-knappen i dialogrutan
  - **Utdata**: medelvärdet av talen som ingår i dataserien
  - **Speciella åtgärder**: om inga tal ingår i dataserien kan inte medelvärdet beräknas

Design

- **Algoritm**:
    1. Sätt `summa` till 0 och `antal` till 0
    2. Upprepa
        2.1. Gör en inläsning från dialogfönstret till variabeln `indata`
        2.2. Om `indata == null` gå till punkt 3
        2.3. Öka `antal` med 1
        2.4. Konvertera `indata` till heltalet `tal`
        2.5. Addera `summa` och `tal` och spara resultatet i `summa`
    3. Om `antal` > 0 så
        3.1. Beräkna medelvärdet `medel` med hjälp av formeln: `medel = summa / antal`
        3.2. Skriv ut medelvärdet `medel`

        annars
        3.3. Skriv ut att inga värden ingick i dataserien

- **Datarepresentation**:
    - `antal`, `summa` och `tal` är heltal av typen `int`
    - `medel` är ett reellt tal av typen `double`

Implementation

```
import javax.swing.*;

public class AddValues4 {
  public static void main(String[] args) {
    int number   = 0;
    int sum      = 0;
    boolean done = false;

    while (!done) {
      String input = JOptionPane.showInputDialog("Ange nästa tal i serien\n" +
                                                 "Avsluta med Cancel");
      if (input != null) {
        int value = Integer.parseInt(input);
        number = number + 1;
        sum = sum + value;
      } else {
        done = true;
      }
    }

    if (number > 0) {
      double mean = (double) sum / number;
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Medelvärdet av talen är " + mean);
    } else {
      JOptionPane.showMessageDialog(null, "Inga tal ingick i serien!");
    }
  }
}
```