

## Att mäta

När vi vill beskriva naturen gör vi det ibland genom att försöka hitta regelbundenheter och samband. Beror till exempel falltiden till marken på hur tungt ett föremål är? Faller 1 kg trä snabbare än 1 kg bly? För att kunna reda ut sådant är det väsentligt att kunna mäta.

Något som går att mäta kallar vi en storhet. En storhet anges med mätetal och enhet. Normalt arbetar vi med så kallade SI-enheter som man internationellt har kommit överens om att använda. SI är förkortning för *Système International d'Units*. De vanligaste använda SI-enheterna är meter, kilogram och sekunder, men det finns fler.

---

Exempel: *Joakims kroppslängd*

Kroppslängd är ett exempel på en storhet. Att Joakim är 1,74 m lång kan vi uttrycka

“Joakims kroppslängd är 1,74 meter”.

Vill vi uttrycka oss lite mer kortfattat kan vi komma överens om att beteckna Joakims kroppslängd med bokstaven *l*. Ovanstående kan då skrivas

$$l = 1,74 \text{ m.} \quad (1)$$

Här är “1,74” mätetalet och “meter”, som betecknas “m”, är enheten.

---

Något som är mycket viktigt att vänja sig vid är att det inte går att mäta exakt! Detta är så viktigt att vi tar det en gång till: Det går inte att mäta exakt! Ett mätvärde är alltid behäftat med en mätosäkerhet. Mätosäkerheten kan vara liten om man gör noggranna mätningar, men den finns där alltid.

När man gör en mätning ska osäkerheten på något vis framgå när resultatet anges. Utan kännedom om mätosäkerheten kan man till exempel inte göra några jämförelser.

---

Exempel: *Vem är längst?*

Joakim är 1,74 m lång och Kristina är 1,76 m lång. Vem är längst?

Huruvida vi verkligen kan avgöra detta beror på hur noggrant vi mätt. Om vi tror att mätvärdena kan slå på ett par cm, så kan det ju i värsta fallet vara så att Kristina i själva verket är 1,74 m och Joakim 1,76 m. Det kan alltså vara så att Joakim är längst! Hur det egentligen ligger till kan vi egentligen inte veta och det går inte att dra någon slutsats från mätningarna.

Om det däremot är så att vi mätt noggrant, på en halv cm när, så blir slutsatsen att det är Kristina som är längst.

---

Det är alltså mycket viktigt att man på något vis anger mätosäkerheten när man presenterar mätresultat. För att uppskatta mätosäkerheten gör man en felanalys. Vi ska nu se hur en sådan går till.

## Allmänt om felanalys

Standardproceduren vid felanalys består av följande två (ibland tre) steg:

1. Identifiera felkällor, det vill säga orsaker till att mätvärdet blir osäkert.
2. Uppskatta inverkan av respektive felkälla.
3. Analysera hur mätosäkerheter påverkar ett beräknat slutresultat.

Detta sista steg behöver man göra om man gör beräkningar med sina mätvärden. Då kommer mätosäkerheter att fortplanta sig genom beräkningarna och påverka slutresultatet.

## Steg 1 och 2: Identifiera och uppskatta

Vi ska nu se hur man kan göra de två första stegen i vårt exempel med att mäta Joakims kroppslängd.

---

Exempel: *Joakims längd – igen*

Först funderar vi ut möjliga felkällor vid mätning av kroppslängd:

- Svårt att avgöra var man ska sätta märket.
- Måttbandet placeras snett.
- Måttbandet avläses lite fel.
- Mätpersonen står ej rak i ryggen.
- Mätpersonen har skor på sig.

Sedan försöker vi uppskatta inverkan av varje felkälla:

- Svårt att avgöra var man ska sätta märket. Kan nog göra  $\pm 1$  cm.
- Måttbandet placeras snett. Kan nog göra  $\pm 1$  cm.
- Måttbandet avläses lite fel. Kan nog göra  $\pm 1$  cm.
- Mätpersonen står ej rak i ryggen. Borde ge ett mätvärde som är 1–2 cm för litet.
- Mätpersonen har skor på sig. Borde ge ett mätvärde som är 2–3 cm för stort.

Utifrån listan ovan gör vi en uppskattning av mätosäkerheten i längdmätningen till  $\pm 5$  cm. Joakims kroppslängd kan vi då ange som

$$l = (1,74 \pm 0,05) \text{ m.}$$

---

Man måste inte ange mätvärden på formen  $(... \pm ...)$ , men i så fall måste man välja lämpligt antal gällande siffror! Detta blir lite trubbigare, men det är enklare. I fallet ovan med Joakim skulle vi då nöjt oss med att ange Joakims kroppslängd som 1,7 m, det vill säga med två värdesiffror. Att ange längden till 1,74 m, med tre värdesiffror, skulle ge sken av att vi mätt noggrannare än vi gjort.

### Steg 3: Analysera

Om man skall räkna vidare med mätvärden kan man göra på två sätt:

- Vill man inte krångla till det för sig så håller man sig till gällande siffror-reglerna som diskuterats i matematikkursen (eller se nedan).
- Vill man vara lite mer noggrann så finns en bättre metod, men den återkommer vi till när Fysik 1-kursen börjar efter jul!

I fysik 1-kursen kommer vi att prata mer om mätningar och mätosäkerheter. Det väsentliga nu är att du är medveten om att det alltid finns felkällor, lär dig fundera över vilka dessa är och att du kan ange mätvärden med ett sunt antal värdesiffror. Desutom, att du om du gör beräkningar med mätvärden, kan använda det du lärt dig i matematikkursen om antalet gällande siffror.

---

### Gällande siffror

När det gäller antalet gällande siffror (värdesiffror) är det nollor som brukar vålla bekymmer. Följande regler leder dock rätt:

- Nollor inuti ett tal är alltid gällande.

1305	4 gällande siffror
------	--------------------

- Nollor i slutet av ett tal (efter siffror) är alltid gällande om det finns ett komma med någonstans.

12,00	4 gällande siffror
12,0	3 gällande siffror
120,0	4 gällande siffror

- Nollor till vänster om siffror är aldrig gällande.

0,1	1 gällande siffra
0,012	2 gällande siffror
0,0370	3 gällande siffror

- När det är nollor i slutet av ett tal utan något komma går det inte säga hur många siffror som är gällande.

1200	kan vara 2, 3 eller 4 gällande siffror
------	--

Vill man markera att alla siffrorna i "1200" är gällande kan man skriva talet som  $1,200 \cdot 10^3$ .

Vid beräkningar gäller följande:

- Vid multiplikation eller division låter man det värde som har minst antal gällande siffror bestämma antalet siffror i resultatet.
  - Vid addition eller subtraktion låter man det värde som har minst antal decimaler bestämma antalet decimaler i resultatet.
-