



UNIK 4520: "Kvalitetsstyrt måleteknikk og statistiske analysemetoder"

Introduksjon

- Forelesere og studenter
- Plan for høsten
- Litteratur og pensum, bruk av Classfronter
- Målsetting
- Praktiske ting



Forelesere

- Henning Kolbjørnsen
- Helge Karlsson



Studenter

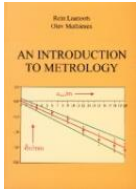


Plan for høsten

- Forelesninger onsdager f.o.m. 23.08.17, t.o.m. 29.11.2017, kl. 13.15 – 16.00, i Rom 401
- Praktisk måleoppgave (UNIK) onsdag 6. september i uke 36
(Merk: Kan være på annet rom enn 401. Se ev infoskjerm i 1. etg.)
- Omvisning hos JV 18. oktober i uke 42. Oppmøte JV, Fetveien 99.
- Hjemmeoppgaver, 3 obligatoriske øvinger, innlevering:
Måleteknisk infrastruktur: fredag 15. sept, uke 37
Måleusikkerhet: fredag 20. okt, uke 41
Statistisk prosesstyring: *tirsdag* 21. nov, uke 47
- **Muntlig eksamen 6. desember, uke 49**

Litteratur og pensum

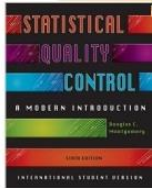
- Lærebøker



Rein Laaneots, Olev Mathiesen:

”An Introduction to Metrology”, TUT Press (2006)

ISBN: 9985-59-609-9 Kan lastes ned [her](#).



Douglas C. Montgomery:

”Statistical Quality Control: A Modern Introduction, International Student Version”

6th ed (Studentversion i paperback), Wiley (2009)

ISBN: 978-0-470-23397-9 (paperback) (Kan bestilles på <http://www.amazon.com>)

- GUM, VIM, artikler (lenker)*
- Presentasjoner fra forelesningene



Bruk av Classfronter

- Legger opp til enkel bruk
- Dokumenter, oppgaver, presentasjoner legges ut



Målsetting

- Kunnskap om SI-systemet og måleteknisk infrastruktur
- Forståelse av prinsipper for etablering av sporbarhet i målinger
- Beregning av måleusikkerhet
- Metoder for statistiske kontroller
- Prinsipper og metoder for kvalitetssikring av måling
- Dyp nok kunnskap til å kunne anvende metodene i reelle oppgaver (studier, lab, industri)



Hva betyr måling for deg som forbruker

Er du opptatt av hvor mye du betaler for en vare?



Hver enkelt forbruker vil kanskje ikke reagere på et lite avvik i hver pakning, men hva betyr dette for produsenten?



Hva betyr måling for deg som forbruker

Hvor mye betaler du til strøm, vann og varme i året?



Hvor mye kan du tape på en systematisk feilmåling på 2 %?



Betydningen av et måleresultat

Er helsa ok?



Virker bilen bra?



Er maten bedrevet?



Hvor mye kan AS Norge tape
(el. tjene) på en liten feilmåling?
(inntekter i 2009: ~ 450 milliarder)





Grunnleggende forståelse for måling

Hva er behovene knyttet til måling?

Ønsker å beskrive et naturlig fenomen med en observasjon av dette fenomenet

Observasjonene gir oss en objektiv eller i det minste en subjektiv forståelse av fenomenet vi observerer

Vi ønsker å formidle denne observasjonen og kunnskapen til noen eller bruke den selv for å endre eller forbedre en tilstand eller prosess.

Vi benytter ofte modeller for å forstå verden rundt oss, for eksempel været.

Hvorfor måler du?



Hvordan vil du gå frem når du skal måle?

Gitt en målesituasjon:

Hva skal du måle?

Hvilket måleinstrument vil du bruke?

Hvordan skal jeg måle?

Hvordan skal jeg angi måleresultatet?

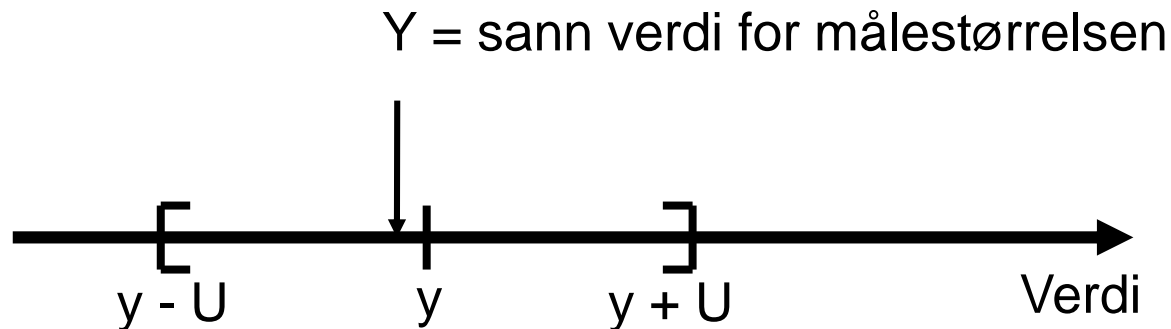
Vil en annen person oppnå samme måleverdi som du fikk?

Vil du selv få samme verdi hvis du gjentar målingen?



Et måleresultat skal alltid rapporteres som et intervall med sannsynlige verdier!

Måleresultat = Måleverdi \pm Måleusikkerhet



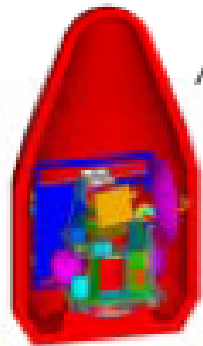
$y =$ målt verdi

$U =$ måleusikkerhet

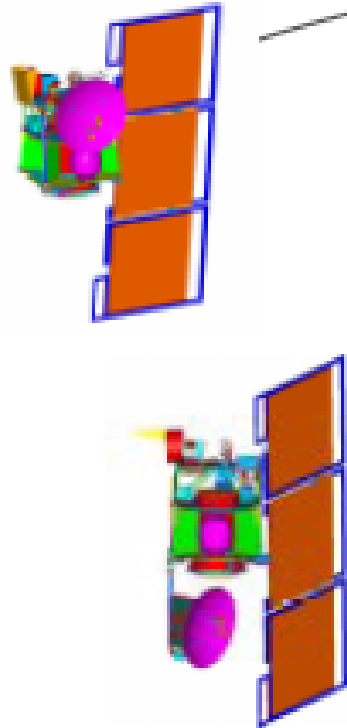


Mars Climate Orbiter

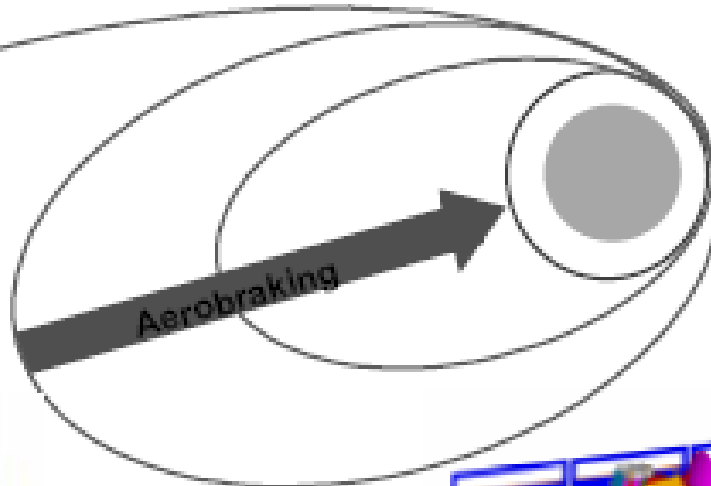
- Cruise**
- 4 midcourse maneuvers
 - 10-Month Cruise



- Launch**
- Delta 7425
 - Launch 12/11/98
 - 629 kg launch mass



- Mapping/Relay**
- 12/3/99 – 3/1/00: Mars Polar Lander Support Phase
 - 3/00 – 1/02 Mapping Phase
 - FMRR and MARCI Science
 - Relay for future landers



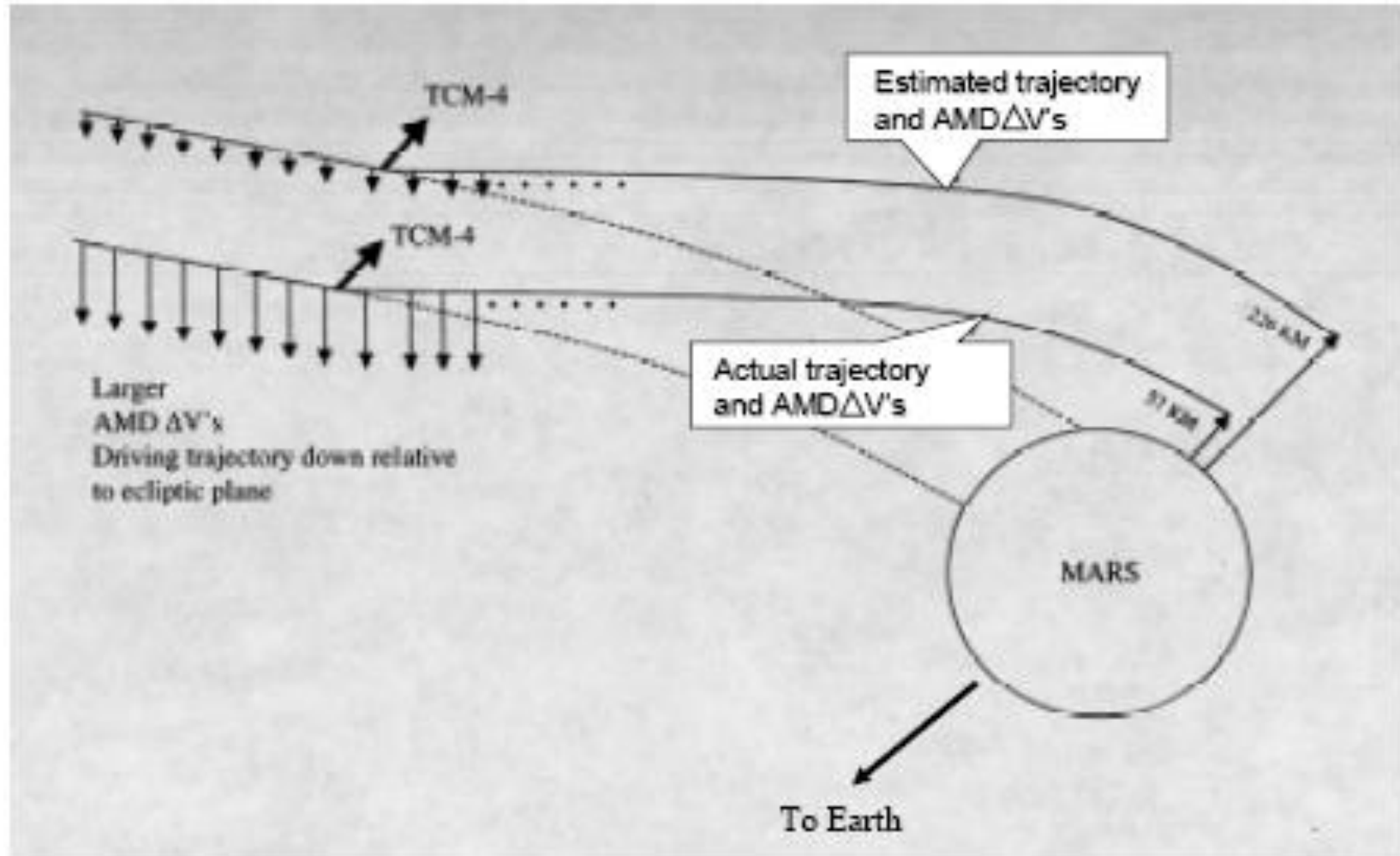
- Mars Orbit Insertion and Aerobraking**
- Arrival 9/23/99
 - MOI is the only use of the main [bi-prop] engine. The 16-minute burn depletes oxidizer and captures vehicle into 13–14 hour orbit.
 - Subsequent burn using hydrazine thrusters reduce orbit period further.
 - Aerobraking to be completed prior to MPL arrival [12/3/99].



Hendelsen

“...The increased AMD (Angular Momentum Desaturation) events coupled with the fact that the angular momentum (impulse) data was in English, rather than metric, units, resulted in small errors being introduced in the trajectory estimate over the course of the 9-month journey. At the time of Mars insertion, the spacecraft trajectory was approximately 170 kilometers lower than planned. As a result, MCO either was destroyed in the atmosphere or re-entered heliocentric space after leaving Mars’ atmosphere.....”

Signalet forsvant 23. September 1999, kl. 09.04.52 (UTC).





Oppsummert

“..A summary of the findings, contributing causes and MPL recommendations are listed below. These are described in more detail in the body of this report along with the MCO and MPL observations and recommendations....”

Root Cause: Failure to use metric units in the coding of a ground software file, “Small Forces,” used in trajectory models.....”



«...og hvordan går bilen?»

En moderne bil består av $N \approx 10\,000$ utskiftbare deler. Kilde: «Store norske»

La oss anta at alle underleverandørene av bildeler lover at **99,999%** av leverte bildeler virker. (Men det betyr at 1 av 100 000 bildeler kan ha en kritisk feil!)

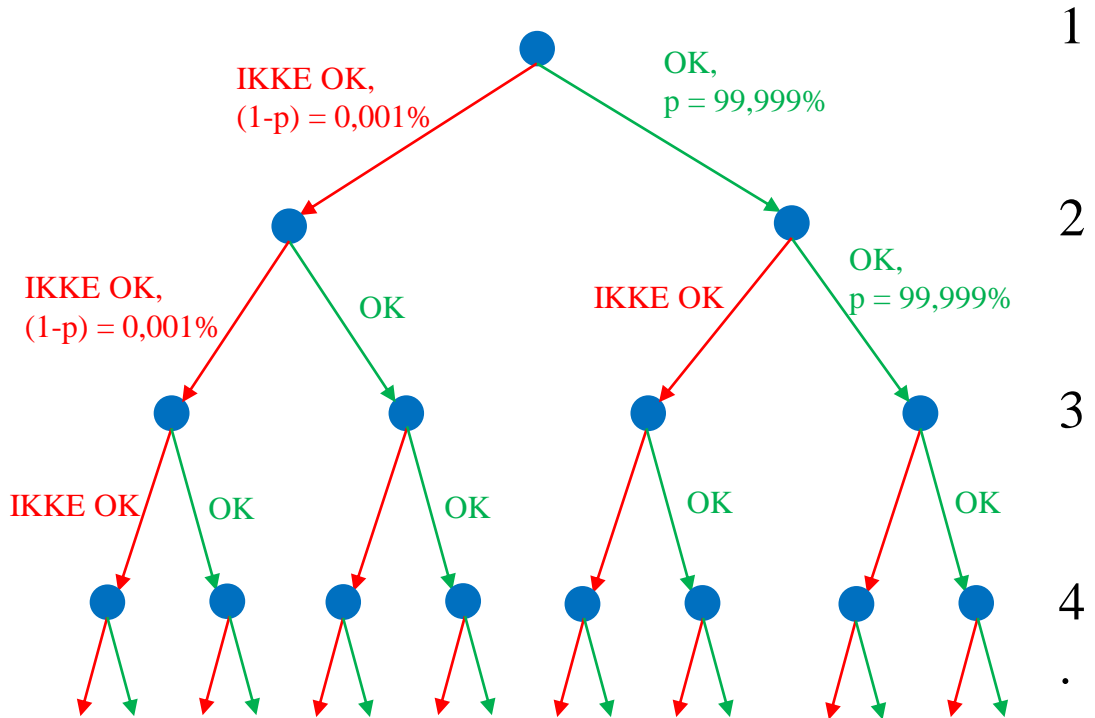
Sannsynligheten for at alle utskiftbare deler er feilfrie er:

$$P_{\text{perfekt}} = p^N = (99,999\%)^{10\,000} = 90,5\%$$

Sannsynligheten for at ikke alle utskiftbare deler er feilfrie er:

$$P_{\text{ikke perfekt}} = 1 - P_{\text{perfekt}} = 9,5\%$$

Dvs at omtrent 1 av 10 nye biler har en eller flere mangler!



«Boeing 747-8 har 6 millioner deler» Kilde: Lufthansa Magazin



Kvalitet i produksjon



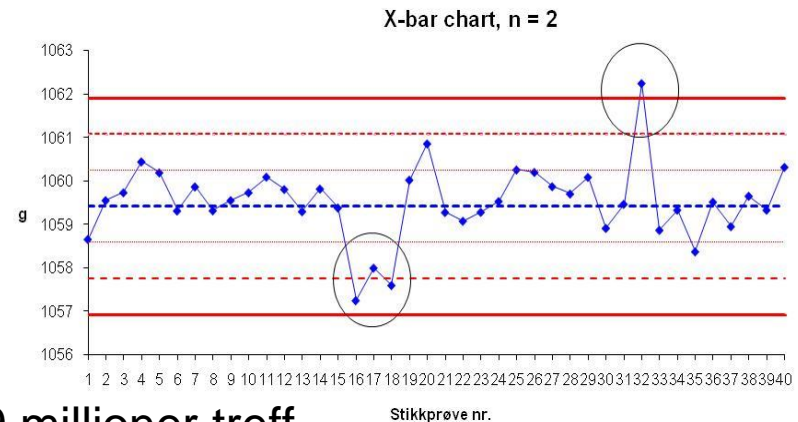
2014 (kilde: DN):

Toyota: 10,23 millioner biler

VW: 10,14 millioner biler

GM: 9,92 millioner biler

- Hva menes med "kvalitet"?
Kvalitet har 8 dimensjoner: Ytelse, pålitelighet, holdbarhet, vedlikehold, estetikk, funksjonalitet, "image", i henhold til standarder.
- "Kvalitet = resultat / forventning"
- "Kvalitet betyr at produktet er egnet til bruk" ("fitness for use").
- "Kvalitet er invers proporsjonalt med variasjonen".
- Hvilke egenskaper ved produktet er kritiske for kvaliteten?
- Forbedring av kvalitet i produksjon oppnås ved å redusere variasjonene i prosessene og produktene. Lære verktøy innen SPS.
- Oppslagsord på Google, "six sigma": ca 19 millioner treff.



- Hypotesetesting

 - T-test og F-test

 - Signifikansnivå (α) og signifikanssannsynlighet (p)

 - Type 1 feil og type 2 feil

 - Testens styrke

- Akseptanssampling (godkjenning på grunnlag av stikkprøver)

 - Attributtmetoden

 - Operasjonskarakteristikker

- Statistisk prosessstyring

 - Kontrolldiagram for beliggenheten («location»)

 - Kontrolldiagram for spredningen («dispersion»)

 - Kapabilitetsindekser

 - Tilstander for en prosess

 - ARL_0 før falsk alarm, ARL_1 før en prosess som er off-center gir signal om feil

 - Taguchi's tapsfunksjon og «world class quality».

 - «chunky data»

 - Metode for å innregulere prosessen

 - Revidere kontrollgrensene

- Lineær regresjon (tilpasset rett linje til et datasett, inkl usikkerhet i et tilpasset punkt)

- ANOVA GRR = Gauge Repeatability&Reproducibility
 MSA = Measurement System Analysis)

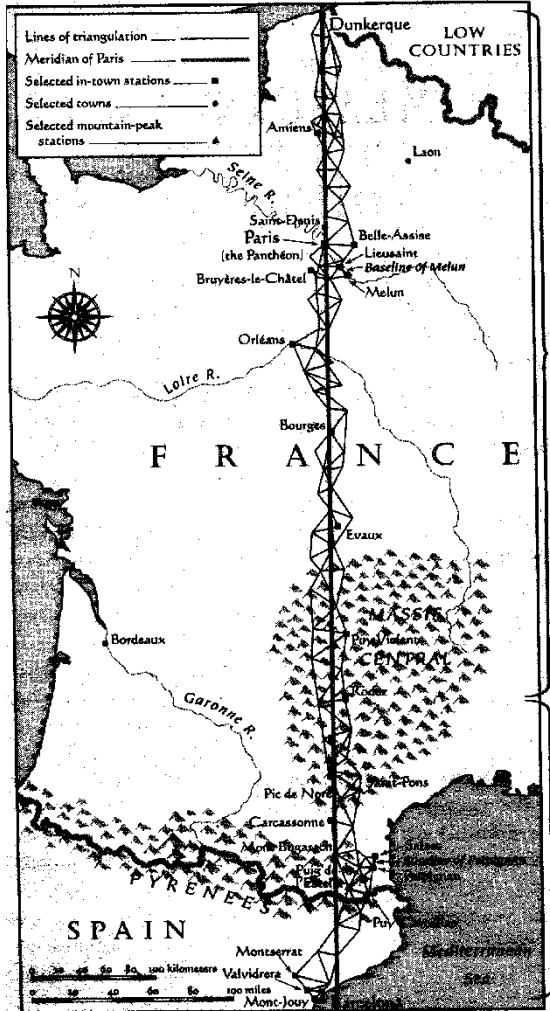


Måling, SI systemet og beregning av målesikkerhetsberegning

Introduksjon

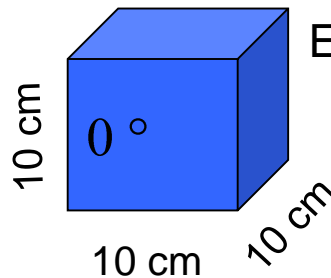
- Internasjonalt referansesystem
- Målemetode og måleresultat
- Hvordan oppgi et måleresultat

Etablering av SI-systemet



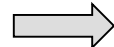
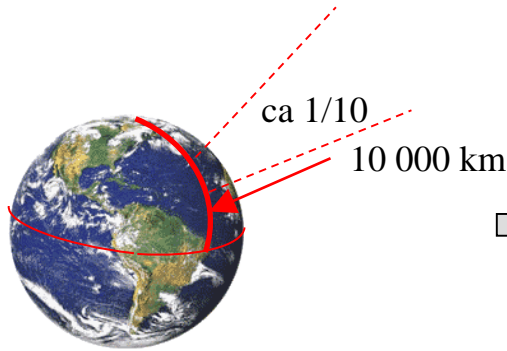
I 1799 bestemte noen franskmenn seg for følgende:

En meter skulle være 1/10 000 000 del av avstanden mellom Nordpolen og ekvator. Avstanden Dunkerque (Frankrike) - Barcelona (Spania) ble målt opp med triangulering. Denne linjen går rett nord-sør, start og slutt er på havnivå og lengden er 1/10 del av avstanden nordpolen-ekvator og strekningen ligger omtrent midt mellom Nordpolen og ekvator.

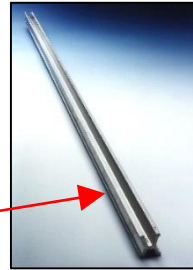


Et kilogram var i utgangspunktet lik en liter (kubikk-desimeter) med vann ved 4 °C og 1 atm.

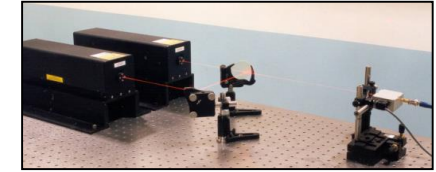
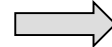
Utvikling av SI systemet



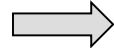
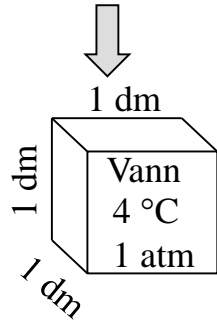
1 m



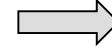
Krypton, ^{86}Kr



1 m er lengden lys forplanter seg i vacuum i løpet av $1 / 299\,792\,458$ s



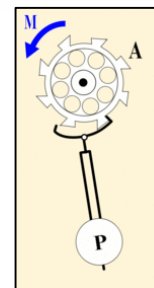
1 kg



1 kg knyttes til Avogadros tall og Plancks konstant



Ett soldøgn
= 24 timer
= $24 \cdot 60 \cdot 60$ sekunder
= 86 400 sekunder

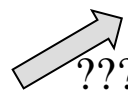


1 s

Definert ut fra egenskap til Cesium 133



Puls for person i god form 36 - 45





Hvordan vil du gå frem når du skal måle?

Gitt en målesituasjon:

Hva skal du måle?

Hvilket måleinstrument vil du bruke?

Hvordan skal jeg måle?

Hvordan skal jeg angi måleresultatet?

Kan du være sikker på at en annen får samme måleverdi?

Vil du selv få samme verdi hvis du gjentar målingen?



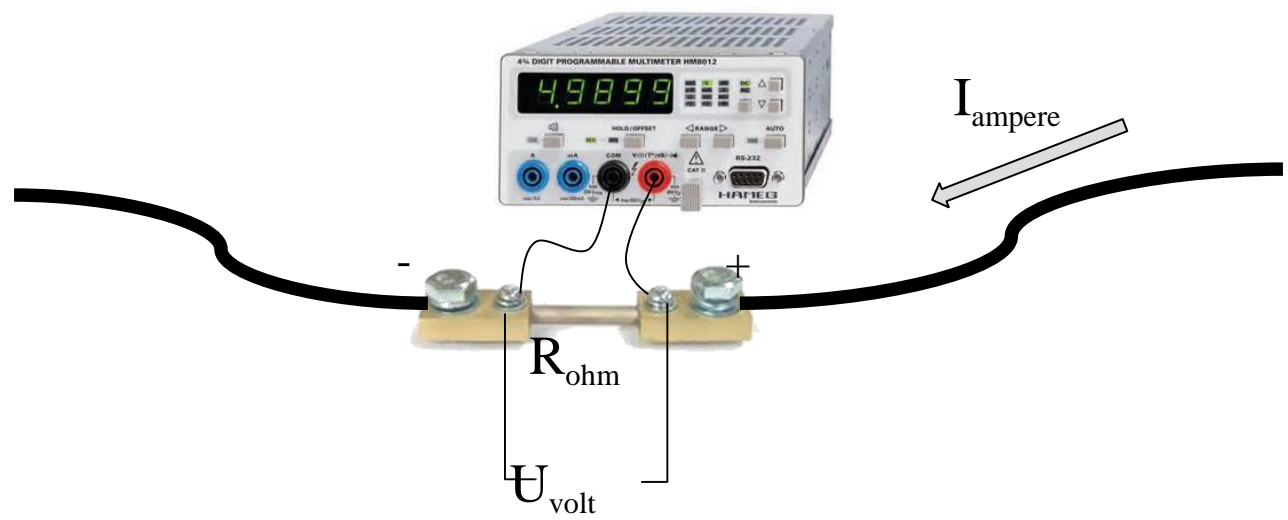
Hvilken målemetode bruker du?



- Noen viktige momenter i forhold til målemetode:
 - Hva skal måles?
 - Hvordan skal det måles?
 - Hvor mange ganger skal det måles?
 - Hvilket utstyr skal brukes?
 - Hva påvirker målingen?

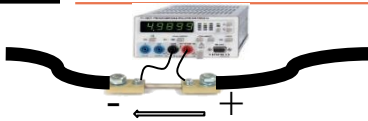
Eksempel på målemetode

For å måle en strømstyrke (DC) benyttes en strømshunt (motstand) med et multimeter som måler spenningen over strømshunten.



Vi bruker som utgangspunkt Ohm's lov:

$$U = R \cdot I \quad \Rightarrow \quad I = U/R \quad \Rightarrow \quad ? \text{ (Komplett målefunksjon)}$$



Hvilke inngangsstørrelser tar vi med i budsjettet?



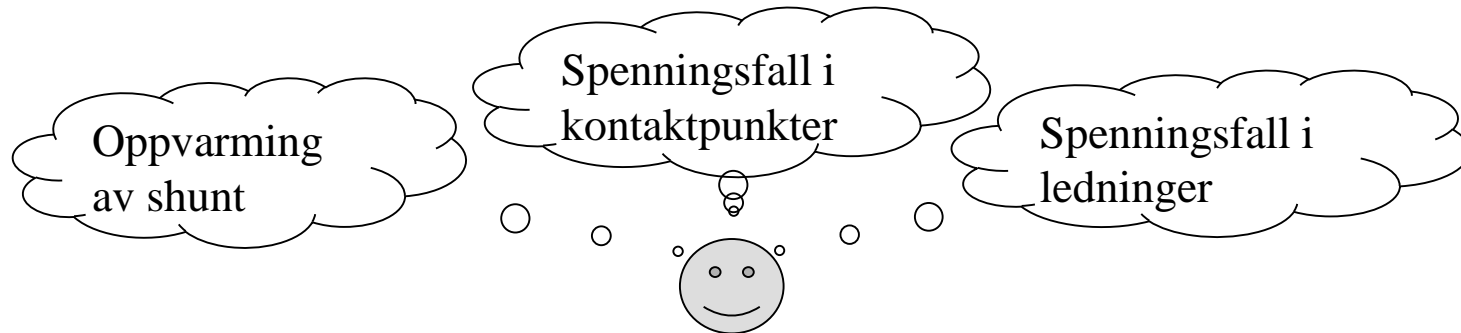
Det er ofte et problem å finne ut hvilke inngangsstørrelser vi skal ta med. Vi begynner med de grunnleggende: Avlesninger og kalibrering

$$I_{\text{målt}} = (U_{\text{avlest}} + \Delta U_{\text{korr. kalibrering}}) / R_{\text{kalibrering}}$$

Videre bør vi vurdere å ta med korreksjoner for drift i voltmeter og shunt siden kalibrering:

$$I_{\text{målt}} = (U_{\text{avlest}} + \Delta U_{\text{korr. kalibrering}} + \Delta U_{\text{korr. drift}}) / (R_{\text{kalibrering}} + \Delta R_{\text{korr. drift}})$$

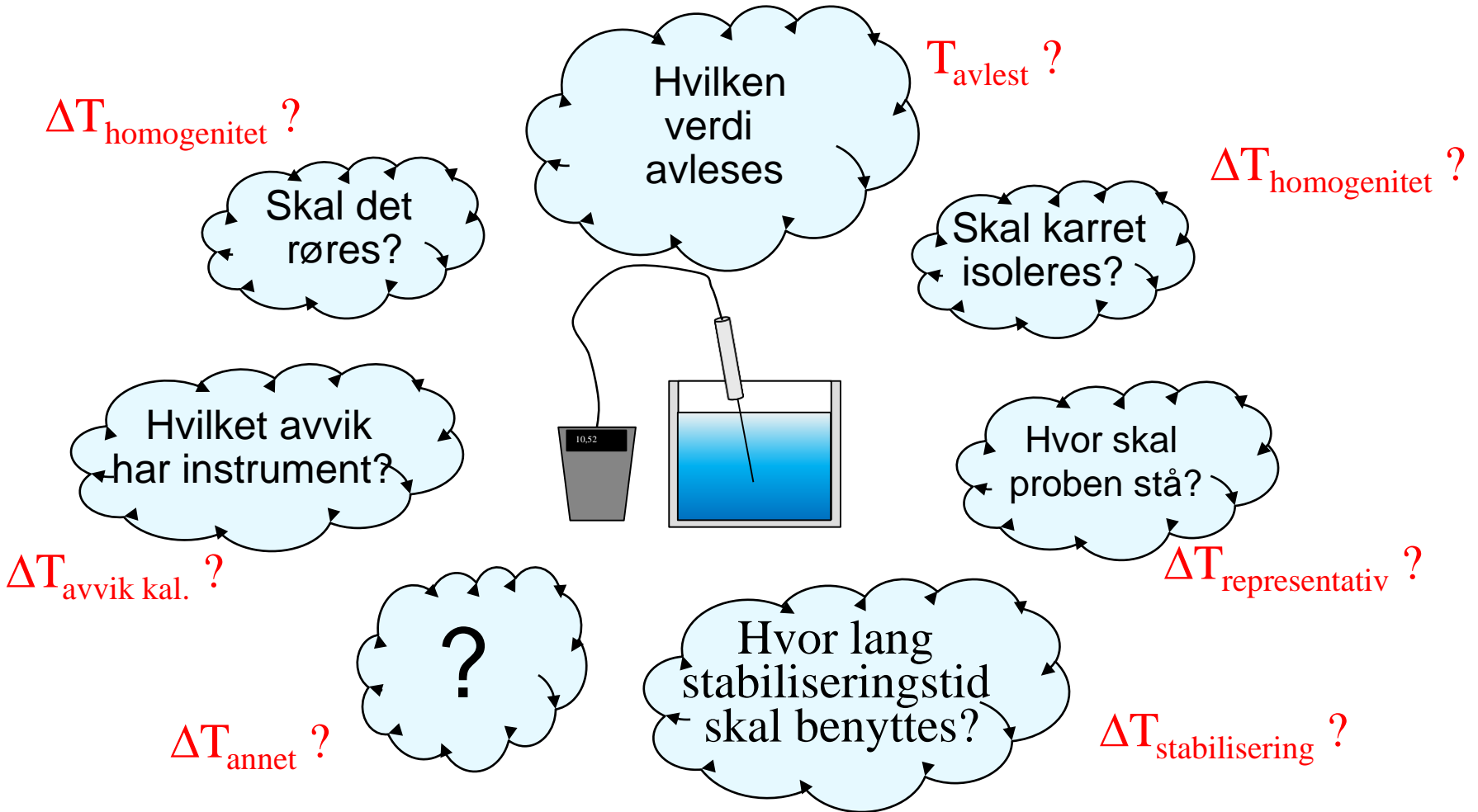
Har vi glemt noe?



Har vi glemt noe som betyr noe ???



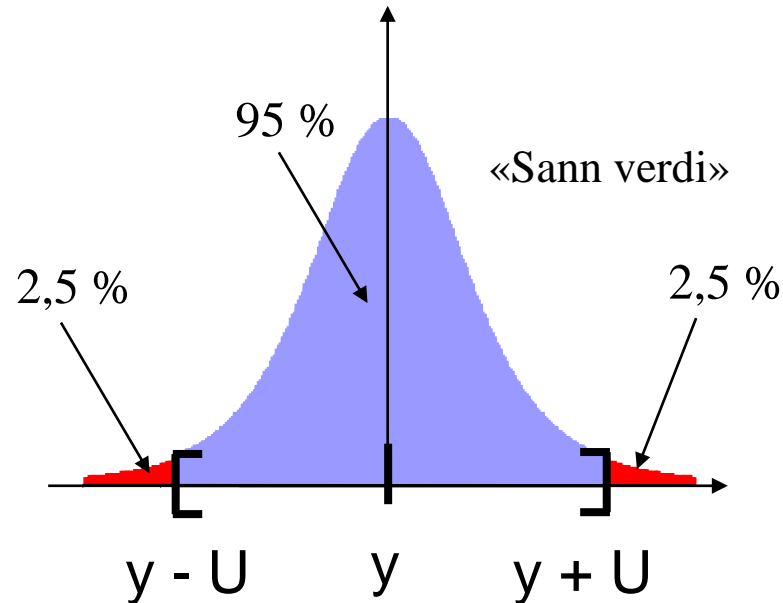
Hva er temperaturen i væsken?



Måleusikkerhet er et «sannsynlighetsintervall»

$$Y = y \pm U$$

Måleusikkerheten er et intervall som er så stort at det dekker ca 95 % av de sannsynlige verdiene vi kan tilegne målestørrelsen.



y = observert/målt verdi

U = måleusikkerhet



Et måleresultat skal alltid rapporteres som et intervall med sannsynlige verdier!

Måleresultat = Måleverdi \pm Måleusikkerhet

