

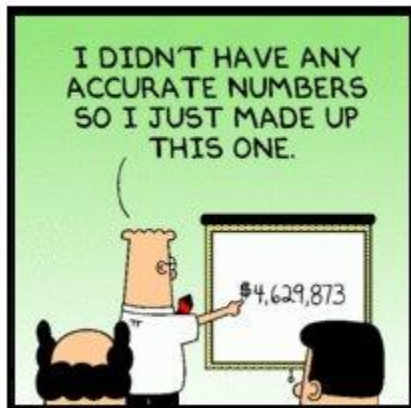


Hvorfor måler vi?

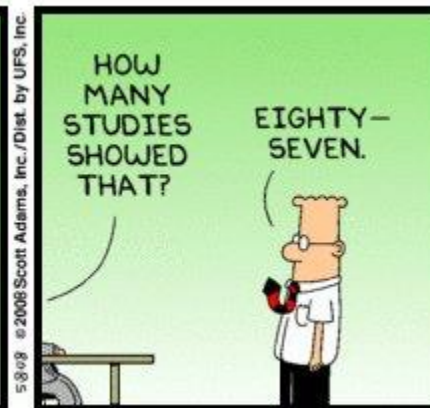
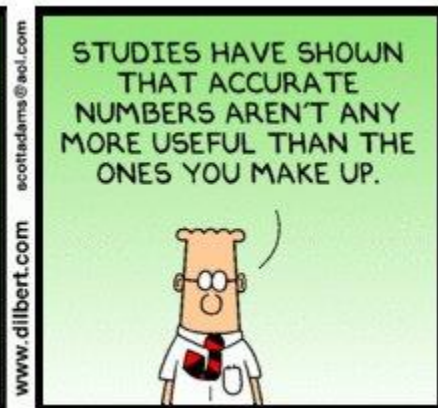
Vi måler for at kunne tage beslutninger....







© Scott Adams, Inc./Dist. by UFS, Inc.



Måling BETALER sig

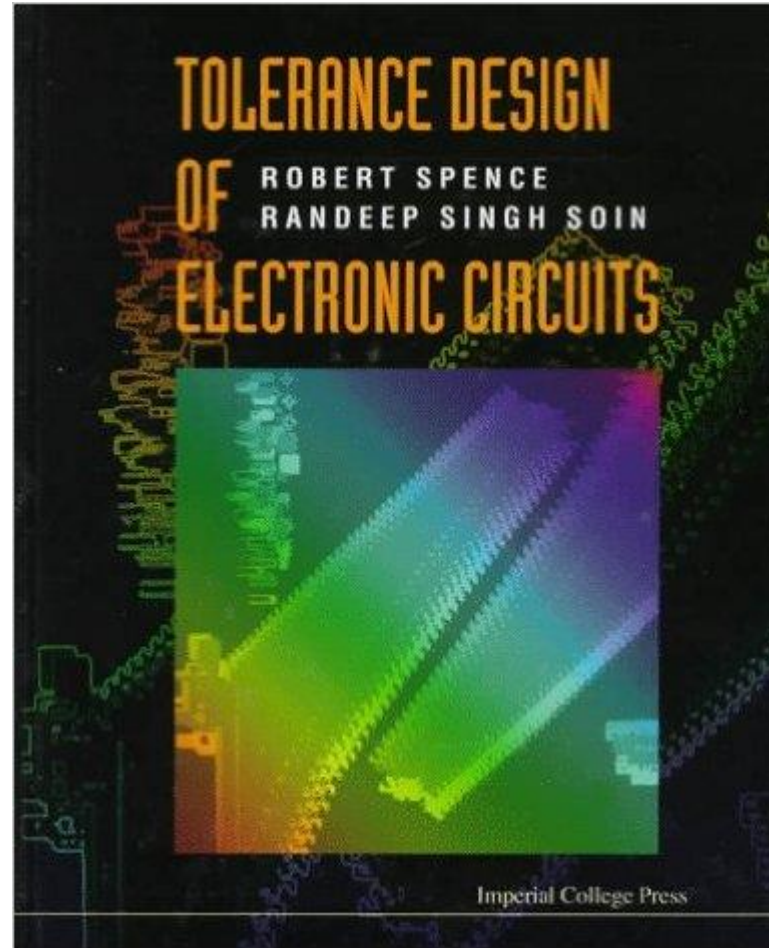
I en virksomhed er måleteknikken grundlaget for at kunne styre produktegenskaberne i henhold til specifikationen.



TX/RX Frequency range	10 kHz...300MHz
Resolution	10 Hz
RF Output (TX Module)	Z ₀ 50 Ω, N fem.
Max output power (typical)	+30 dBm
RF Input (RX module)	Z ₀ 50 Ω, N fem.
VSWR	< 1.2
Attenuators	0...20dB
Max Input Level	110 dBuV
Dynamics	120 dB max
IF bandwidth (RX Module)	5/150Hz
3 dB bandwidth	
Precision of the attenuation measurement (typical)	10 kHz... 30MHz 1.0dB 30 MHz...300MHz 1.5dB
I/O Interface	RS232 / Wireless
Acoustic alarm	Programmable at the attenuation level
Compliance with international standards	MIL-Std-285 IEEE Std 299 EN50147-1 NSA65-6
Operating temperature	0 ... 40C
Battery power supply	Rechargeable Li-Ion (6h life) Not replaceable by the user
Weight and Dimensions:	
TX	708 gr 106x46x194mm
RX	774 gr 106x46x194mm
Total Weight	9,4 Kg
Rigid case Dimension	52 x 43 x 23 cm
Antennas	
Loop Mod. L1	Frequency range 2...128MHz / Diameter 30cm
Bi-conical Mod. B1	Frequency range 60...300MHz / Width 35cm
Set-Up of 0 Calibration & Measurement	Pre-programmable by the user via software
Options	
Loop Antennas Mod. L2	Frequency range 10kHz...4MHz / Diameter 30 cm
Rod Antennas Mod. R1	Frequency range 1MHz...60MHz
Wood tripods Mod. TR-02-A	Adjustable in height
Optical Link Mod. LO	

Overholdelse af tolerancer sker ved hjælp af måleteknikken.

Måleteknikken hjælper med at afgøre, om de indkøbte materialer egner sig til videre forarbejdning, eller om de skal returneres til leverandøren, fordi de ikke overholder specifikationerne.



HOUSE OF
TECHNOLOGY



- en del at **mercantec**⁺

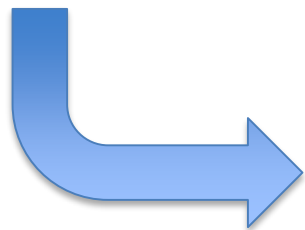
Måleenheder

En måling består af en måleværdi og en måleenhed.

Man har internationalt vedtaget at benytte et fælles system af enheder.

Enhederne heri går under navnet Si-enheder, hvor SI dækker den franske betegnelse »Système International d'Unités« eller på dansk »Det Internationale Enhedssystem«.

Disse enheder samt en række heraf afledede enheder er beskrevet i detaljer i Dansk Standard DS/ISO 1000 (nu 80000).



DS/EN ISO 80000-1:2013

Fysiske størrelser og enheder - Del 1: Generelt

Status: Gældende

Type: Standard

Sprog: EN

Pris:

kr. 719,00

Eksempler

1 meter er defineret som længden af den vej, lyset gennemløber i det tomme rum i løbet af tiden $1/299792458$ sekund.

1 kilogram er defineret som massen af den internationale kilogramprototype.

Eksempel

Joule er enheden for energi, varmemængde og arbejde. Den betegnes med bogstavet J og er afledt af grundenhederne, som følger¹:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = 1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

J er således afledt af grundenhederne kg, m og s.

Øvelse 01.01

Find på nettet forklaringerne på følgende SI enheder:

Volt (V)

Ampere (A)

Watt (W)

Ohm (Ω)

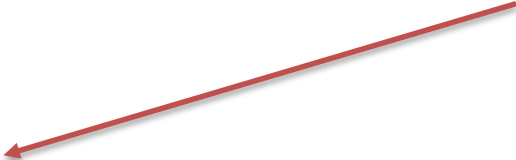
Siemens (S)

Farad (F)

Hvilke er afledte enheder, og hvilke er grundenheder?

Måletekniske begreber

≠ METEOROLOGI



Inden for metrologien - læren om måling -
anvendes en række begreber. Til disse er
knyttet betegnelser og definitioner, som er
internationalt fastlagt.

Dansk Standardiseringsråd har udgivet en dansk Dansk Standard DS 2344. Indholdet heraf er delt i 6 hovedgrupper:

- Fysiske størrelser og enheder
- Måling
- Måleresultater
- Måleinstrumenter
- Egenskaber ved måleinstrumenter
- Målenormaler

Fysiske størrelser og enheder

Sand Værdi

Den sande værdi af en målestørrelse er værdien, som beskriver størrelsen, når denne er perfekt bestemt.

Den sande værdi er således den værdi, man ville måle, hvis alle målefejl kunne fjernes.

Dette er umuligt, hvorfor »den sande værdi« er et idealbegreb.

Fysiske størrelser og enheder

Vedtagen

Sand Værdi

Den vedtagne sande værdi af en målestørrelse er en værdi af størrelsen, som til et givet formål kan erstatte den sande værdi. En vedtagen sand værdi antages i almindelighed at være så tæt på den sande værdi, at forskellen er uden betydning for det givne formål. Eksempelvis benyttes forholdet mellem to naturkonstanter som vedtagen sand referenceværdi for elektrisk spænding.

Måling

Statisk Måling Måling af en størrelse, hvis værdi er konstant under målingen.

Måleprincip Et måleprincip er det videnskabelige grundlag for en måling.
Et eksempel herpå er måling af hastighed ved hjælp af doppler-effekt.
Heri udgør doppler-effekten det videnskabelige grundlag.

Målemetode En målemetode er en generel/overordnet beskrivelse af teori og handlinger ved måling efter et givet måleprincip.

Måleprocedure En måleprocedure er en detaljeret beskrivelse af en målemetode.

Influens- Parametre

Influensparametre er størrelser, som har indflydelse på målestørrelsen eller visningen på et måleinstrument.
Eksempelvis kan temperaturen have indflydelse på målestørrelsen og for at kunne korrigere (kompensere) for denne indflydelse, kan det være nødvendigt at måle temperaturen.

Måleresultater

Korrigeret Resultat

Et korrigeret måleresultat er den værdi, som opnås efter korrektion for systematiske fejl i det ukorrigerede måleresultat.

Eksempler herpå er fejlvisning og nulpunktsfejl på et måleinstrument. Den aflæste værdi skal korrigeres for disse kendte fejl.

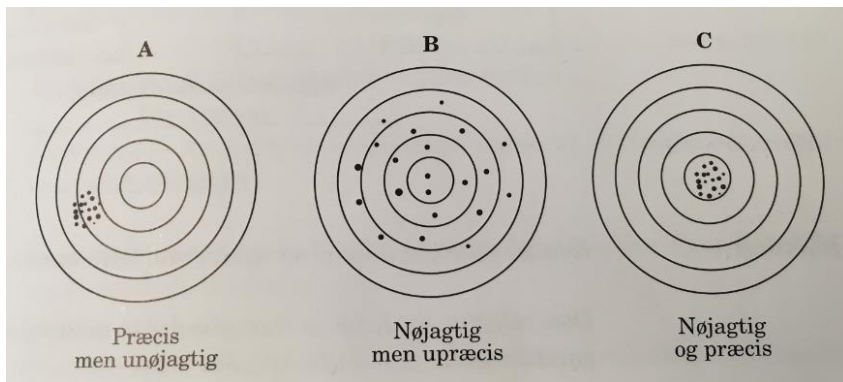
Som et andet eksempel kan anføres bestemmelse af dimensionerne for en måleklods ved 20 °C. Foretages målingen ved fx 23 °C, må længdeforøgelsen, som følge af den højere temperatur, fratrækkes måleresultatet.

Måleresultater

Nøjagtighed Målenøjagtigheden er graden af overensstemmelsen mellem måleresultatet og den sande værdi.
Bemærk nøjagtighed er ikke det samme som præcision.

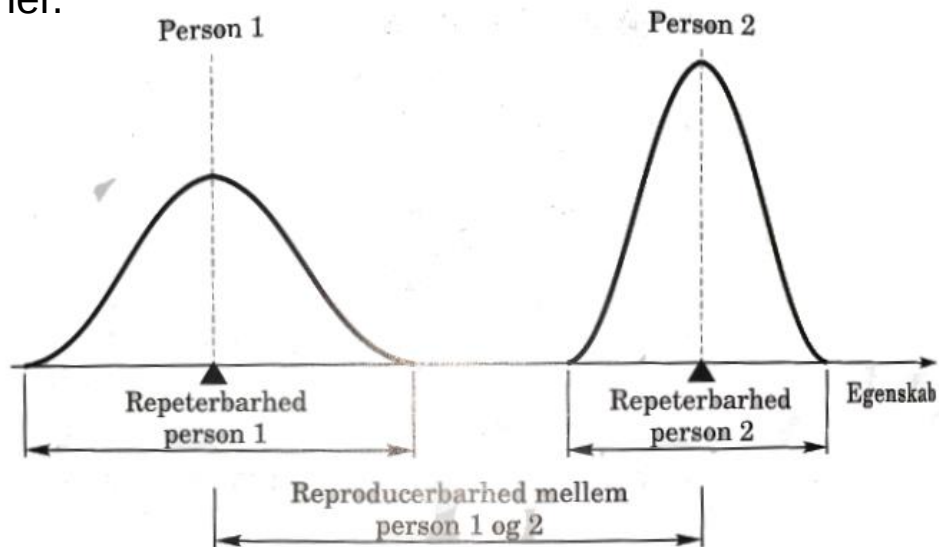
Repeterbarhed Repeterbarhed er graden af overensstemmelse mellem resultaterne af gentagne målinger under samme betingelser og i et kort tidsrum.

Præcision Repeterbarhed kan også kaldes præcision.



Måleresultater

Reproducerbarhed Reproducerbarhed er graden af overensstemmelse mellem resultater af gentagne målinger^ når de enkelte målinger udføres under varierende betingelser. Der kan være tale om målinger foretaget fx på forskellige tidspunkter, på forskellige steder eller af forskellige personer.



Måleresultater

Målefejl Den *absolutte målefejl* er måleresultatet **minus** den sande værdi

Den *relative målefejl* er den absolutte målefejl **divideret** med den sande værdi.

Tilfældige fejl er den del af målefejlene, som varierer på uforudsigelig måde under et antal målinger.

Tilfældige fejl ytrer sig ved, at man ikke får det samme resultat ved gentagne målinger under ens betingelser.

Systematiske fejl er den del af målefejlene, som er konstante eller varierer på en forudsigelig måde under et antal målinger.

Skal en måling være nøjagtig, må eventuelle systematiske fejl fjernes.

Måleinstrumenter

Transducer En *måletransducer* er en måleindretning som omformer indgangsstørrelsen til udgangsstørrelsen. Et eksempel herpå er en tryktransducer, der omformer et tryk til en elektrisk spænding

Visende instrument Et *visende måleinstrument* er et måleinstrument, som viser måleværdien eller en hermed forbunden værdi. Et eksempel herpå er en mikrometer skrue.

Sensor En *sensor* er det element i måleinstrumentet, der påvirkes direkte af målestørrelsen.

Detektor En *detektor* er et måleudstyr eller et materiale, der viser tilstedeværelsen af en målestørrelse.

Justering En justering er en proces, som fjerner eller formindsker systematiske fejl.

Egenskaber ved måleinstrumenter

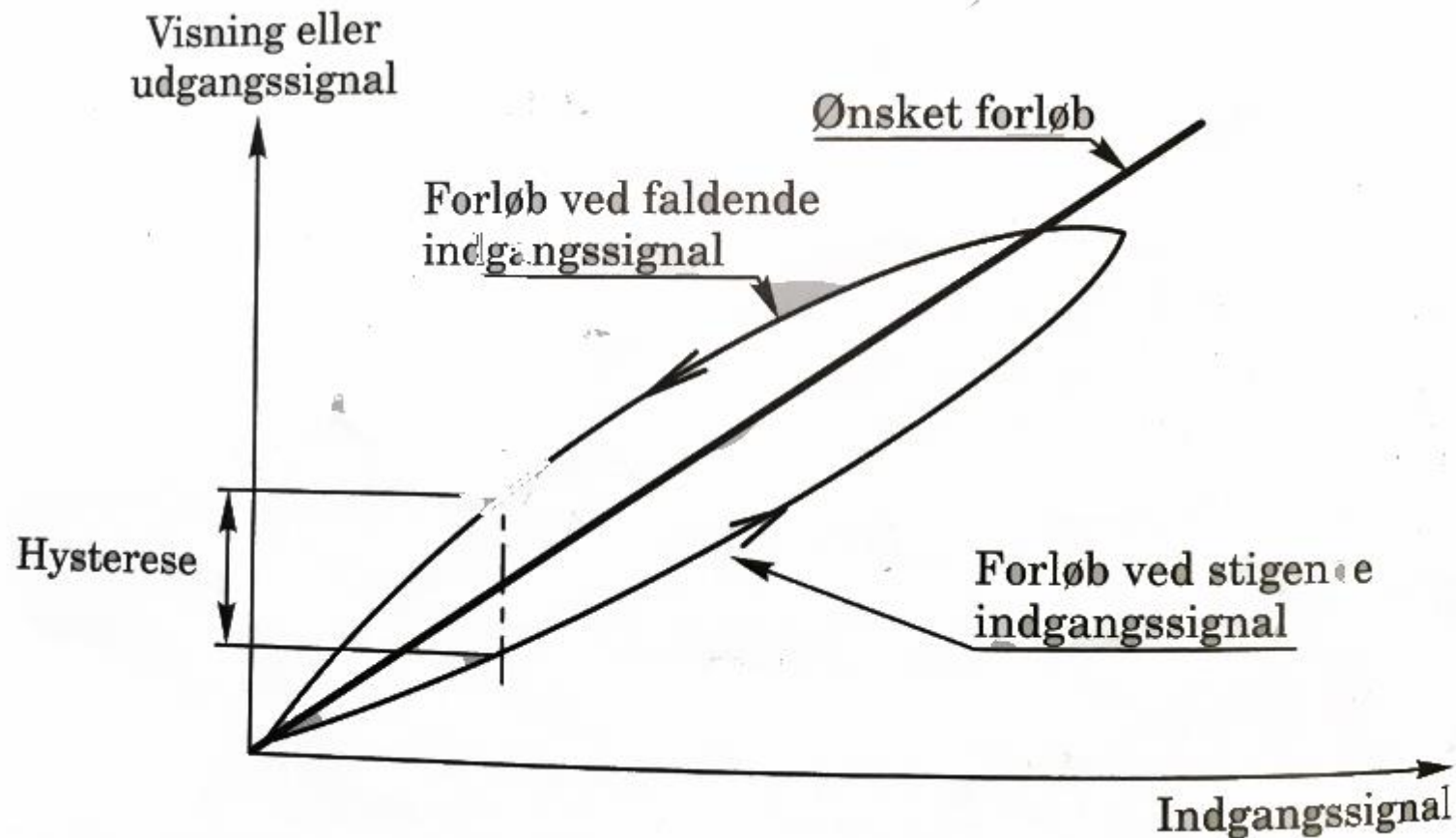
Reference

Referencebetingelserne er de brugsbetingelser, som måleinstrumentet er anvendt under. Referencebetingelserne kan fx være temperaturområdet, den relative luftfugtighed og/eller vibrationsforholdene under målingen.

TX/RX Frequency range Resolution	10 kHz...300MHz 10 Hz
RF Output (TX Module) Max output power (typical)	Z_{out} 50 Ω , N fern. +30 dBm
RF Input (RX module) VSWR Attenuators Max Input Level Dynamics	Z_{in} 50 Ω , N fern. < 1.2 0...20dB 110 dBuV 120 dB max
IF bandwidth (RX Module) 3 dB bandwidth	5/150Hz
Precision of the attenuation measurement (typical)	10 kHz... 30MHz 1.0dB 30 MHz...300MHz 1.5dB
I/O Interface	RS232 / Wireless
Acoustic alarm	Programmable at the attenuation level
Compliance with International standards	MIL-Std-285 IEEE Std 299 EN50147-1 NSA65-6
Operating temperature	0 ... 40C
Battery power supply	Rechargeable Li-Ion (6h life) Not replaceable by the user
Weight and Dimensions: TX RX Total Weight Rigid case Dimension	708 gr 106x46x194mm 774 gr 106x46x194mm 9,4 Kg 52 x 43 x 23 cm
Antennas Loop Mod. L1 Bi-conical Mod. B1	Frequency range 2...128MHz / Diameter 30cm Frequency range 60...300MHz / Width 35cm
Set-Up of 0 Calibration & Measurement	Pre-programmable by the user via software
Options Loop Antennas Mod. L2 Rod Antennas Mod. R1 Wood tripods Mod. TR-02-A Optical Link Mod. L0	Frequency range 10kHz...4MHz / Diameter 30 cm Frequency range 1MHz...60MHz Adjustable in height

Egenskaber ved måleinstrumenter

- Følsomhed** *Følsomheden* er forholdet mellem ændringen i et måleinstruments udgangssignal og den tilhørende ændring af indgangssignalet.
- Opløsning** *Opløsningsevnen* er et måleinstruments evne til at reagere på små ændringer i indgangssignalet.
For et digitalinstrument er opløsningsevnen lig med en talændring på én i det mindst betydende ciffer (fx fra 7 til 8 eller om vendt).
- Dødbånd** *Dødbåndet* er det område, som indgangssignalet kan ændres i denfor, uden at udgangssignalet ændrer sig.
- Hysteresese** *Hysteresese* forekommer, når udgangssignalet (eller visningen) er afhængig af, om indgangssignalet forud for den aktuelle måling har været stigende eller faldende. Slør, slid og friktion kan være årsag til hysteresese.



Egenskaber ved måleinstrumenter

Stabilitet *Stabilitet* er evnen hos et måleinstrument til at holde sine metro, logiske egenskaber i tid.

Drift *Drift* er den langsomme variation i et instruments metrologiske egenskaber.
En måleklods kan slides. En referencespænding i et voltmeter kan ændre sig langsomt med tiden.

Nul-punktsfejl *Nulpunktsfejlen* er målefejlen for nulværdien af målestørrelsen.
Et eksempel herpå er et voltmeters visning med kortsluttede indgangsklemmer.

Målenormaler

Målenormal En *målenormal* er et emne eller et måleinstrument, der skal virke som reference.
Eksempler på målenormaler er et 1 kg normallod, en normalmåleklods og en cæsiumatom-frekvensnormal.

Primærnormal En *primærnormal* er en målenormal, som har de højeste metrologiske kvaliteter inden for et givet felt.
Primærnormaler har høj stabilitet og er meget driftssikre.
I virksomheder bruger man ofte betegnelsen referencenormal eller hovednormal for det øverste niveau i målenormaler.

Sekundærnormal En sekundærnormal er en målenormal, hvis værdi er fastsat ved sammenligning med en hovednormal.
Sekundærnormaler bruges hyppigere end primærnormaler (måske dagligt).
Også sekundærnormaler skal være stabile og driftssikre.
I virksomheder bruger man ofte betegnelsen arbejdsnormal i samme betydning som sekundærnormal.

Målenormaler

- Sporbarhed** Sporbarhed er dokumentationen for, at måleresultater er knyttet til passende målenormaler, nationale eller internationale, gennem en ubrudt kæde af sammenligninger.
- Kalibrering** En kalibrering er et sæt arbejdsprocesser og handlinger, der fastlægger forbindelsen mellem et instruments visning (eller en målenormal's værdi) og den kendte påvirkning af instrumentet.
En kalibrering kan således fastlægge et instruments fejlvisning og øvrige metrologiske egenskaber.
Resultaterne af en kalibrering fastholdes i et kalibreringscertifikat eller en kalibreringsrapport.



Hewlett Packard 8481A Power Sensor

Procedure Reference: 848X SERIES, HP

Work Order: n/a

ID Number: US37290511

Serial Number: US37290511

Asset Number: VM#8957 / PW#003850

Calibration Date: Oct. 31, 2007

Temperature: 23.0 °C

Humidity: 49.0%

Section 1 - RHO and Calibration Factors

Reference Cal Factor: 100.0 %

Frequency (Ghz)	Cal Factor	CF Uncertainty	Measured RHO	RHO Upper Limit
.01	100.2 %	1.3 %	.048	< .166
.03	100.1 %	1.3 %	.048	< .166
.1	100.1 %	1.3 %	.023	< .048
.3	100.2 %	1.3 %	.020	< .048
1	98.8 %	1.3 %	.020	< .048
2	98.8 %	1.4 %	.020	< .083

Målenormaler

Reference- Materiale

Et referencemateriale er et materiale eller stof med veldefinerede egenskaber, og som kan bruges ved kalibrering eller indstilling af et måleinstrument.

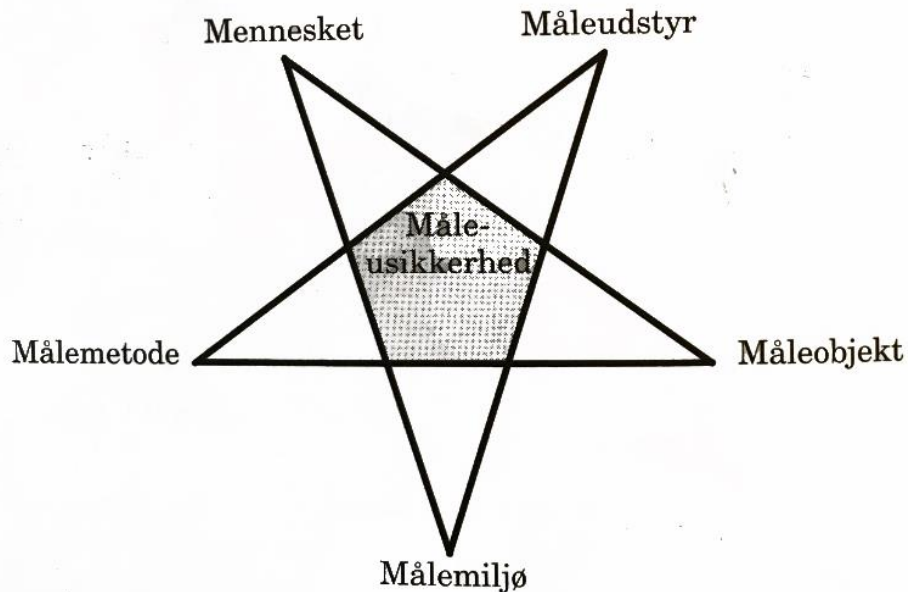
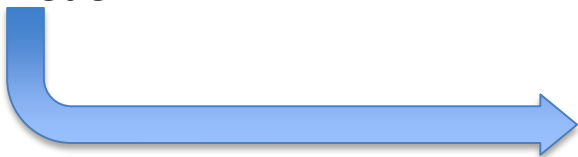
Specifikationer & måleusikkerhed

Alle måleinstrumenter og måleopstillinger er behæftet med en vis måleusikkerhed.

Hermed menes, at den værdi, man aflæser på et måleinstrument, ikke nødvendigvis er den sande værdi.

Der er mange årsager til, at et måleresultat bliver behæftet med måleusikkerhed.

Man taler i denne forbindelse om måleteknikkens femtakkede stjerne, hvori hver tak angiver en faktor, som bidrager til måleusikkerheden



Selv de dyreste instrumenter vil vise en værdi, der afviger fra den sande værdi. Dog vil et dyrt måleinstrument som regel have en mindre fejlvisning end et tilsvarende billigere.

Måleusikkerheden er et udtryk for troværdigheden af en måling.
Med denne angives kapabiliteten af måleudstyret, på samme måde som kapabiliteten af en produktionsproces angives

Men har man først erkendt, at måleudstyr er behæftet med måleusikkerhed, har man også været vidne til et ”tyveri”.

Måle usikkerheden »stjæler« af den tolerance, som er fastlagt i specifikationen for et produkt.

- Specifications stated are for 60 minutes warm-up and 5½ digit resolution.
- One-year calibration cycle, with calibration temperature of 23±2 °C.
- Operating temperature at 18 °C to 28 °C (64.4 °F to 82.4 °F).
- Accuracy is expressed as: ±(% of reading + % of range)
- **Temperature** coefficient: Add $[0.1 \times (\text{the applicable accuracy}) / ^\circ\text{C}]$ for 0 °C to 18 °C and 28 °C to 55 °C.
- Relative humidity (RH) up to 80% at 30 °C, proportional to 50% for 30 °C to 55 °C.

Eksempel

En spændingsforsyning i et apparat skal indstilles til en udgangsspænding på 5 volt.

Tolerancen på spændingsforsyningen er specificeret til $\pm 0,1$ volt, dvs. indstillingen er i orden, når spændingen ligger mellem 4,9 og 5,1 V.

Til indstillingen anvendes et voltmeter med en måleusikkerhed på $\pm 0,5$ %, hvilket svarer til 0,025 V, når voltmeteret skal måle 5V.

Hvis voltmeteret måler en spænding til 5 V, så kan den sande værdi for spændingen ligge mellem $(5 - 0,025) = 4,975$ V og $(5 + 0,025) = 5,025$ V.

Der er tilsyneladende ikke noget problem her.

Det er der imidlertid, når den aflæste spænding er tæt på specifikationsgrænserne 4,9 eller 5,1 V.

Hvis man ikke passer på, kan man komme til at indstille spændingen forkert, selv om voltmeteret viser en »acceptabel« spænding.

Eksempel

En voltmetervisning på 4,91 V vil betyde, at den sande værdi ligger mellem 4,885 og 4,935 V. Med andre ord kan den sande værdi faktisk ligge under de 4,9 V, der var den nederste acceptable grænse.

Man kan kun være sikker på korrekt indstilling, når voltmeteret viser mellem 4,925 og 5,075 V.

Toleranceområdet er således blevet indskrænket med måleusikkerheden i hver ende.

I dette tilfælde er toleranceområdet blevet 25 % mindre. Den person eller de maskiner, som skal indstille spændingen, har kun 75 % af den totale tolerance at »sigte efter«. Dette er sværere og tager længere tid. Resultatet er en dyrere fremstillingsproces.

Havde man valgt et voltmeter med en måleusikkerhed på $\pm 0,1$ %, havde voltmeteret kun »stjålet« 5 % af toleranceområdet og efterladt 95 % til indstillingen.

Øvelse 01.01.02

(se learnspace.dk Udviklingstekniker/Måleteknik & Reparation)