

Referat fra møde i ERFA-gruppe for temperaturmåling (28.02.2017)

Indledning

Det seneste møde i ERFA-gruppe for temperaturmåling blev afholdt hos Arla Foods Holstebro Flødeost med 10 deltagere. Tak for opbakningen.

Slideshows fra mødet lægges på teknologisk Instituts hjemmeside.

Næste møde er planlagt til **d. 6. november 2018 hos AMETEK Denmark i Allerød.**

Dagsorden

10:00 – 10:15	Velkomst + erfa-gruppens struktur
10:15 – 10:30	Præsentation og nyt fra deltagerne
10:30 – 11:10	Nyt fra Teknologisk Institut, inkl. kurser i måleteknik
11:10 – 11:50	Tema: Overfladetemperaturmåling i industrien • Status på EMPRESS-projektet og fosfor-metoden • Diskussion: Overfladetemperatur som procesparameter
11:50 – 12:20	Frokost
12:20 – 12:50	Faglig præsentation – Arla Foods Holstebro Flødeost
12:50 – 13:50	Rundvisning – Arla Foods Holstebro Flødeost
13:50 – 14:30	Tema: Faldgruber ved brug af termokoblere (udsat, men slides er vedhæftet) • Kort om termokoblere • Diskussion: Termokoblere i industrien
14:30 – 14:50	Temperaturmåling i internationalt perspektiv
14:50 – 15:00	Næste møde og afrunding

Deltagere

Kenneth Vestergaard Olesen (Arla Foods amba), Joy Oelkers (Dansk Gas Distribution A/S), Jan Laursen (Novo Nordisk A/S), John Domino (Kamstrup A/S), Renny Stæhr Carlsen (FORCE Technology), Peder Madsen (Senmatic A/S), Tom Hansen (AMETEK Denmark A/S), Michael Jensen (Novo Nordisk A/S), Lene Maribo Schou (Buhl & Bønsøe A/S), Søren Lindholt Andersen (Teknologisk Institut)

Velkomst

Kort velkomst og diskussion af erfa-gruppens struktur. Der lægges op til at gruppen får et lukket forum, hvor temperatur- og fugt relaterede emner kan diskuteres og erfaringer deles. Ligeledes henvises der til LinkedIn gruppen "Temperaturmetrologi", som deltagerne opfordres til at melde sig ind i.

Nyt fra deltagerne

Vi går en runde om bordet, og en række emner berøres. Kurser i kalibrering med tørblokkalibratorer efterspørges fra flere af deltagerne, som opfordres til at melde sig på. Der bliver også spurgt til muligheden for at lave et kursus om emner på andre datoer.

Nyt fra Teknologisk Institut

Se de vedlagte slides for info fra Teknologisk Institut. Her er også anført datoer for kommende kurser.

Overfladetemperaturmåling i industrien

Oplægget indledes med nogle slides om EMPRESS. Se mere info om EMPRESS på projektets hjemmeside:

(<https://www.strath.ac.uk/research/advancedformingresearchcentre/whatwedo/collaborativeprojects/empressproject/>)

I tilknytning til EMPRESS er der dannet en Stakeholder Community, hvor man har mulighed for at deltage i 2 workshops med de øvrige medlemmer. Dvs. man har god mulighed for at få den nyeste viden og øge sit netværk indenfor temperaturmåling i Europa. Den første workshop finder sted 22. marts 2017, og man kan finde mere info via følgende hjemmeside:

<http://www.npl.co.uk/events/22-mar-2017-empress-workshop-enhanced-temperature-measurement-techniques-for-improved-process-control>

Man kan tilmelde sig den her Stakeholder Community ved at sende en mail til Søren Lindholt Andersen (soan@teknologisk.dk), det er gratis at være medlem, og man får nyheder om projektet pr. mail.

Se desuden de vedlagte slides om overfladetemperaturmåling.

Faglig præsentation og rundvisning – Arla Foods Holstebro Flødeost

Spændende præsentation om Arla Foods og Flødeost produktion ved Kenneth Vestergaard Olesen, samt rundvisning i produktionen med fokus på temperaturmåling og de steder, hvor temperaturmåling er specielt kritisk. Vi fik også mulighed for at diskutere placeringen af temperaturfølere i proceslinjen, samt besværet ved at kalibrere dem. Desuden så vi kalibreringslaboratoriet og fik i den forbindelse vendt kalibrering med tørblokkalibratorer.

Faldgruber ved brug af termokoblere

Udsat, men se slides for info.

Nyt fra udlandet

Se den vedhæftede præsentation.

Afrunding

Næste møde planlægges til 6/11-2017 hos AMETEK Denmark. Muligheden for eksterne indlæg på mødet blev vendt.

LinkedIn-gruppe: Deltag i diskussionen på LinkedIn-gruppen "Temperaturmetrologi"
<https://www.linkedin.com/groups/8565651>

Venlig hilsen og på gensyn i november 2017,

Søren Lindholt Andersen

Konsulent hos Teknologisk Institut



TEKNOLOGISK
INSTITUT

it's all about innovation





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Erfa-gruppe for temperaturmåling 28.02.2017 – Arla Foods Holstebro Flødeost

Tema: Overfladetemperatur og termokoblere

Velkommen



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Dagens program:

10:00 – 10:15	Velkomst + erfa-gruppens struktur
10:15 – 10:30	Præsentation og nyt fra deltagerne
10:30 – 11:10	Nyt fra Teknologisk Institut, inkl. kurser i måleteknik
11:10 – 11:50	Tema: Overfladetemperaturmåling i industrien
11:50 – 12:20	Frokost
12:20 – 12:50	Faglig præsentation – Arla Foods Holstebro Flødeost
12:50 – 13:50	Rundvisning – Arla Foods Holstebro Flødeost
13:50 – 14:30	Tema: Faldgruber ved brug af termokoblere
14:30 – 14:50	Temperaturmåling i internationalt perspektiv
14:50 – 15:00	Næste møde og afrunding

Præsentation og nyt fra deltagerne



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Fortæl kort om dig selv og din virksomhed i relation til emnet temperaturmåling
- Hvad er der sket siden sidst?
- Hvorfor måler du temperaturen? Procesparameter, kvalitetskontrol, etc.?



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Nyt fra Teknologisk Institut

Temperatur erfagruppemøde – februar 2017

Søren Lindholt Andersen, Teknologisk Institut

Resultatkontrakt 2016 – 2018

Styrelsen for Forskning og Innovation

- Tak for støtten 😊
- Emner på programmet relevant for temperatur
 - Videreførelse af temperatur-erfagruppen (hvad sker der efter 2018?)
 - Sporbar kalibrering ved sammenligning ned til $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ akkreditering forventes medio 2017.
 - Forbedrede CMC'er på kalibrering ved sammenligning i området fra -90 til $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ er på vej. Mest markant på lavtemperaturområdet.
 - Artikel om temperaturmåling under temaet procesmåling i Teknisk Nyt i april 2017.
 - Ringkalibreringer – **ønsker?**
- Andre emner der bør tages op?



BedreInnovation.dk

Forside

Aktiviteter

Publikationer

Om denne side

Metrologi – til industri og samfund



Jan Nielsen
Sektionsleder
jnn@teknologisk.dk

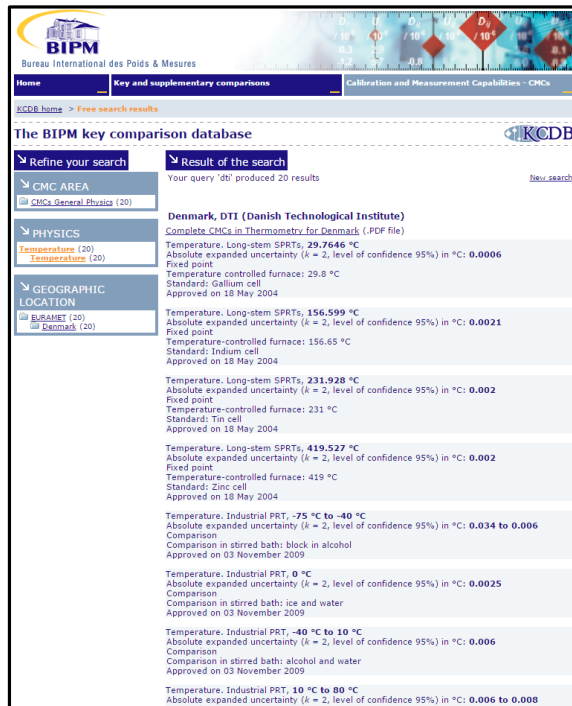
Indsendt af Teknologisk Institut i kategorierne
[Byggeri og anlæg](#), [Energi](#), [Informations- og
Kommunikationsteknologi](#), [Klima og miljø](#),
[Materialeteknologi](#), [Produktionsteknologi](#), [Service
og offentlig innovation](#), [Sundhed & fødevarer](#) og
[Transport](#)



Download aktivitetsplan

CIPM – MRA logo og nye certifikater

- CIPM-MRA logo på temperaturcertifikaterne og nyt design af certifikater
- Dokumenterer sporbarhed på højeste internationale niveau.
- Garanti for, at vores laboratorier og måleusikkerheder er blevet evalueret af internationale eksperter, og at vi deltager i sammenligninger på højeste niveau
- Skal anerkendes af alle lande i meterkonventionen dvs. bredere end DANAK / ILAC



The screenshot shows the BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) website. The main heading is "The BIPM key comparison database". On the left, there are navigation links: "Refine your search", "CMC AREA", "PHYSICS", "GEOGRAPHIC LOCATION", and "EURAMET". The main content area displays search results for "Denmark, DTI (Danish Technological Institute)". It lists several comparisons with their respective uncertainties and confidence levels. For example, "Temperature, Long-stem SPRTs, 29.7646 °C" with an absolute expanded uncertainty of 0.0006 °C. Other comparisons include "Temperature, Long-stem SPRTs, 156.599 °C", "Temperature, Long-stem SPRTs, 231.928 °C", "Temperature, Long-stem SPRTs, 419.527 °C", "Temperature, Industrial PRT, -75 °C to -40 °C", "Temperature, Industrial PRT, 0 °C", "Temperature, Industrial PRT, -40 °C to 10 °C", and "Temperature, Industrial PRT, 10 °C to 80 °C".



The screenshot shows a "KALIBRERINGSCERTIFIKAT" (Calibration Certificate) from Teknologisk Institut. The certificate is for a "Standard Platin Resistans Termometer, GRON". It includes the following information:

- Rekvirent:** Teknologisk Institut, Termometri, Denna Dam Sørensen, Kongsvang Allé 29, 8000 Århus C.
- Emne:** Standard Platin Resistans Termometer, GRON. It lists the factory (Rosemount Aerospace), model (162 CE), serial number (5381), customer number (InstrumentID: 89659), and diameter (5.56 mm).
- Periode:** Modtaget: 28-11-2016, Kalibreret: 18-01-2017.
- Procedure:** D1-1.2.
- Bemærkninger:** Kalibreringen er foretaget ved to uafhængige repetitioner af de respektive Risikopointskalaer.
- Vilkår:** Kalibreringen er udført i henhold til gældende vilkår fastlagt af DANAK, jf. www.danak.dk, og i henhold til Teknologisk Institut's interne vilkår, som er gældende på tilsvarende vilkår for afleveringsbetjening. Kalibreringsresultater gælder udelukkende for det kalibrerede emne. Kalibreringscertifikatet må kun gives i udlevering, hvis laboratoriet samtidig har godkendt udlevering.
- Udført af:** Søren Lindholt Andersen, 72 20 17 98, soan@teknologisk.dk.

The certificate is signed by Jan Nielsen, Cand. Scient. It also features the CIPM MRA logo and the DANAK logo.



TEKNOLOGISK
INSTITUT



TEKNOLOGISK
INSTITUT
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
Bygning 14
8000 Århus C
TE: +45 72 20 20 00
info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Side 1 af 20
Antal bilag: 0

Måletekniske kurser

- Temperatur – måling og kalibrering (4. – 5. april i Taastrup, 31. oktober – 1. november i Aarhus)
- Kender du din temperaturkalibrator? (20. september i Aarhus, i løbet af foråret?)
- Contact Thermometry – training course (2. – 4. maj i Aarhus)
- Videregående måleusikkerhedsberegning (21. – 22. marts i Taastrup, 27. – 28. september i Aarhus)
 - "Måleusikkerheden på såvel målinger som kalibreringer skal være kendt og dokumenteret for at sikre en god og realistisk vurdering af måleresultatet. På kurset lærer du at beregne og angive måleusikkerheder i forbindelse med målinger og kalibreringer, hvor forenklede metoder ikke er tilstrækkelige. Du lærer også at bruge Excel og GUM Workbench til usikkerhedsberegning. Tag én eller flere ligninger, som du er stødt på og har svært ved at forholde dig til, med på kurset. Så tager vi dem op i fællesskab på kurset."
- Virksomhedstilpassede kurser indenfor metrologi
- Metrologidag 2017 – dato?

- EMPIR programmet som ligger under EU's rammeprogram, Horizon 2020 diskuteres senere.
- Øvrige Horizon 2020 kald, specielt indenfor energi-området.
- Innobooster: SMV'er kan søge om op til 5 mio og med TI som vidensleverandør.
- EUDP, ELFORSK, etc.

- Vi har meget fokus på Forskning- og Udviklingsprojekter leder ofte efter industrielle samarbejdspartnere. Har du en god ide, så kommer vi gerne og diskuterer mulighederne.

- Eksempel 1: "Energilagring i aluminiums faseovergang" En slags storskala AI-fikspunkt
- Eksempel 2: "Metrologi og Big Data" Kombiner sporbare målinger til at forudsige driftparametre.



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tema: Overfladetemperaturmåling

Temperatur erfagruppemøde – februar 2017

Søren Lindholt Andersen, Teknologisk Institut

Stakeholder Community

- Der afholdes 2 endags workshops hos AFRC i Glasgow
- Vær først til at få ny viden indenfor området – mulighed for hurtig anvendelse
- Netværk med markante spillere på den europæiske industriscene samt indenfor temperaturmåling og metrologi generelt
- Første workshop finder sted i 22. marts 2017
- Tilmeld dig ved at sende en mail til Søren Lindholt Andersen på soan@teknologisk.dk



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Details at:
www.strath.ac.uk/afrc/projects/
www.npl.co.uk/events
Contact:
jonathan.pearce@npl.co.uk

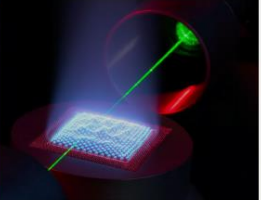


EMPRESS Workshop

Enhanced temperature measurement techniques for improved process control

22 March 2017

Advanced Forming Research Centre, UK
Organised by AFRC and NPL



EMPRESS is a European project with the goal of enhancing process efficiency through improved temperature measurement. This workshop is an excellent opportunity to bring together scientists and engineers from academia, research institutes and industrial establishments to present and discuss both:

- The latest developments in the field of traceable temperature measurement for process control
- End-users' requirements and challenges

Workshop themes

Technologies

- Thermocouples
- Phosphor thermometry
- Surface temperature probes
- Combustion and flame thermometry

Application areas

- Furnace control
- Heat treatment
- Casting
- Forming
- Welding
- Forging
- Gas turbines
- Gas furnaces
- Internal combustion engines

Workshop highlights

- Invited speakers will present reviews of the latest developments and state of the art
- Networking opportunities

Invited speakers from:

Rolls-Royce (Keynote)	Loughborough University
BAE SYSTEMS	MetroSol
Cambridge University	MUT Advanced Heating GmbH
CDPR Europe	Oxford University
DLR	Strathclyde University
Elkem	

Location and venue

The workshop will be held at the Advanced Forming Research Centre, Glasgow, UK

Key dates

Expression of interest to give a presentation: Open
Registration: Open
Registration deadline: 15 March 2017
Workshop opens: 22 March 2017



AFRC
Advanced Forming Research Centre



NPL
National Physical Laboratory

Co-sponsors:



Institute of
Measurement
and Control



IOP
Institute of Physics



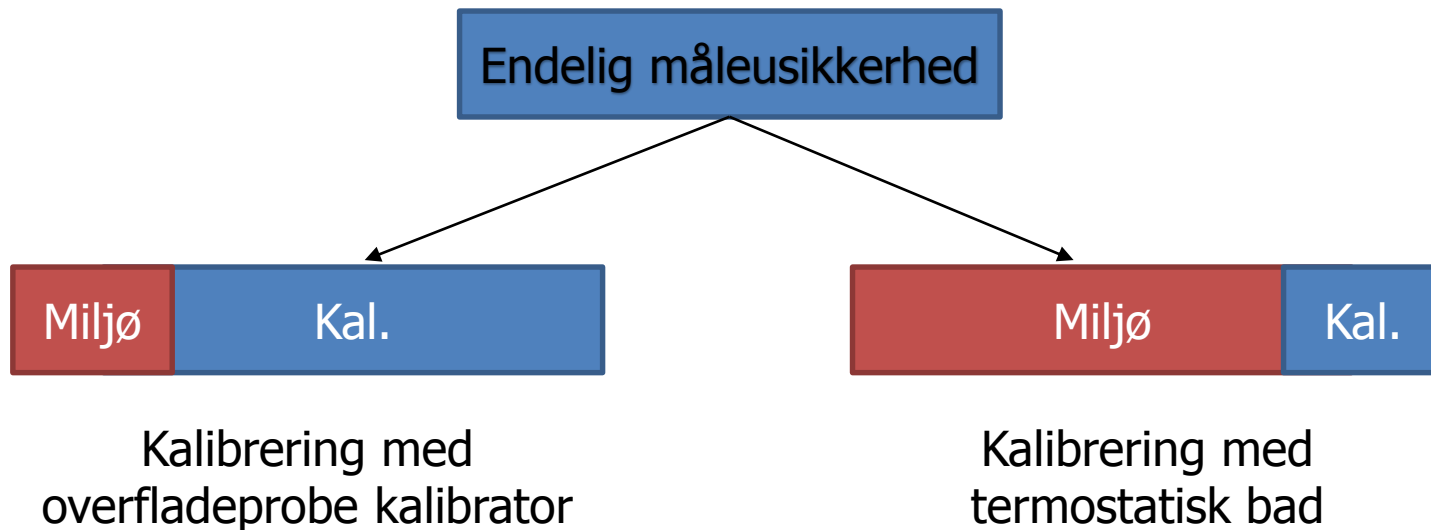
Instrument Science
and Technology Group

Opretholdelse af sporbarhed



TEKNOLOGISK
INSTITUT

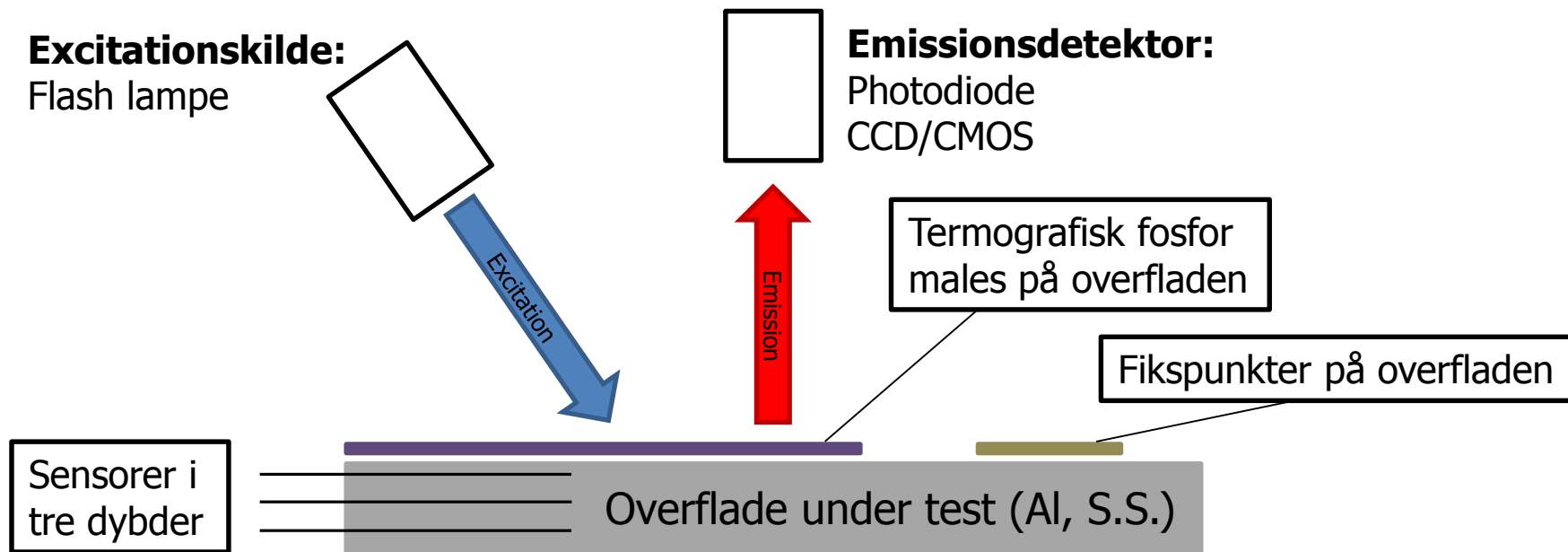
- Overfladeproben kalibreres enten på en tilsvarende overflade eller ved sammenligning i et termostatisk bad/tørblokkalibrator
- De to metoder giver forskellige bidrag til usikkerhedsbudgettet:



Etablering af sporbar overfladetemperaturmåling



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Guides til overfladetemperaturmåling



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- CETIAT i Frankrig har udviklet en guide til god praksis ved overfladetemperaturmåling med kontakttermometre:
http://www.cetiat.fr/fr/downloadpublic/index.cfm?docname=guide_mesure_temperature_surface.pdf
- EURAMET guide udvikles i forbindelse med EMPRESS WP3

MESURE DES TEMPÉRATURES DE SURFACE PAR THERMOMÉTRIE DE CONTACT

GUIDE DES BONNES PRATIQUES INDUSTRIELLES



Diskussion: overfladetemperaturmåling i industrien



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Diskutér i grupper på 2-3 personer behovet for måling af overfladetemperatur i din organisation.
 - Er der steder, hvor overfladetemperaturmåling ville være lettere, men giver for stor usikkerhed?
 - Kunne overfladetemperaturen indgå som en procesparameter?
-
- Formulér 2 problemstillinger pr. gruppe og byt med en anden gruppe.
 - Giv nu et bud på en løsning af den anden gruppes problemstilling (der må gerne tænkes både konkret og praktisk, men også stort i løsninger med længere perspektiv)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

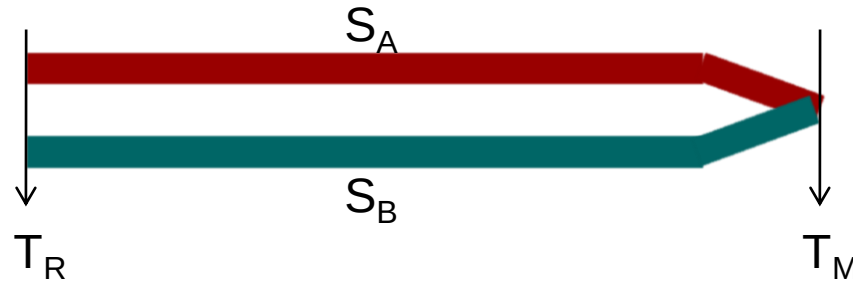
Tema: Termokoblere

Temperatur erfagruppemøde – februar 2017

Søren Lindholt Andersen, Teknologisk Institut

Termokobler – Seebeck effekten

- Den potentielle forskel et materiale opbygger ved en temperaturforskelle på 1 °C
- Afhænger af komposition, metallisk tilstand og temperatur
- Kan influeres af magnetfelter, høje tryk, stråling, termisk baggrund og kemisk vekselvirkning



$$\begin{aligned}\Delta V &= S_A(T_M - T_R) + S_B(T_R - T_M) \\ &= (S_A - S_B)(T_M - T_R) \\ &= S_{AB}(T_M - T_R)\end{aligned}$$

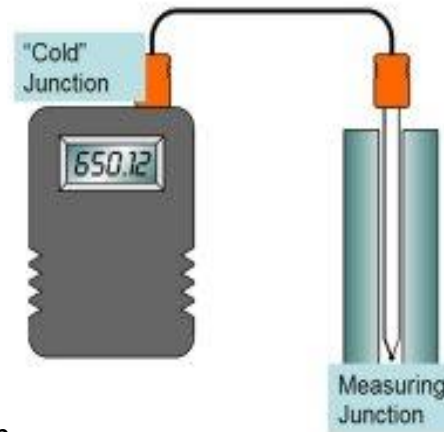


Termokobler - generelt

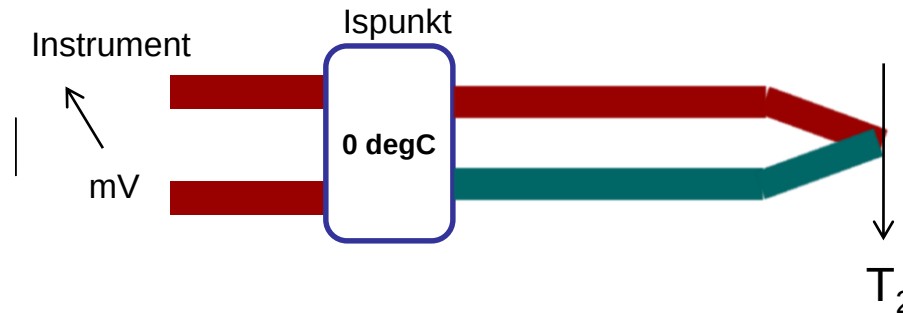
- Simple
- Billige
- Alsidige
- Holdbare
- Nogenlunde præcise
- Stort arbejdsområde
 - -272°C til 2500°C , 0.1% til 1% nøjagtighed af den absolutte temperatur
- Lavet af to forskellige metalliske ledninger, typisk $\varnothing 0.5\text{ mm}$ – $\varnothing 1\text{ mm}$
 - mekanisk fleksible
- Kan konstrueres til både differentiell og direkte måling
- Kan konstrueres til ekstreme responstider $< 1\text{ ms}$
- Små

Referencetemperatur

- Referencetemperaturen indgår i den målte størrelse

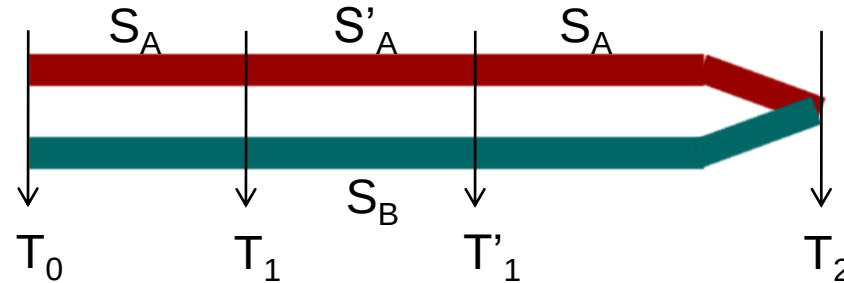


- Kalibreringssetup – høj præcision



Termokobler - inhomogeniteter

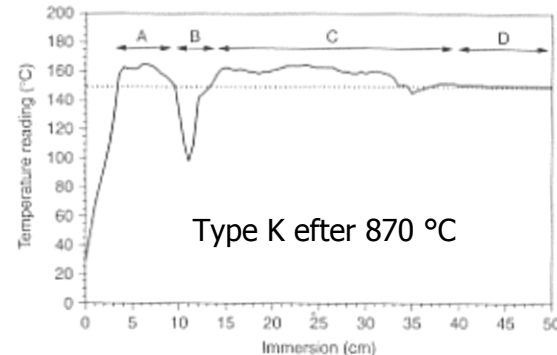
- Inhomogeniteter skal man være opmærksom på:



$$\Delta V = S_A(T_1 - T_0) + S'_A(T'_1 - T_1) + S_A(T_2 - T'_1) + S_B(T'_1 - T_2) + S_B(T_1 - T'_1) + S_B(T_0 - T_1)$$

$$= S_A(T_1 - T_0) - S_B(T_1 - T_0) + S'_A(T'_1 - T_1) - S$$

$$= S_{AB}(T_1 - T_0) + S'_{AB}(T'_1 - T_1) + S_{AB}(T_2 - T'_1)$$





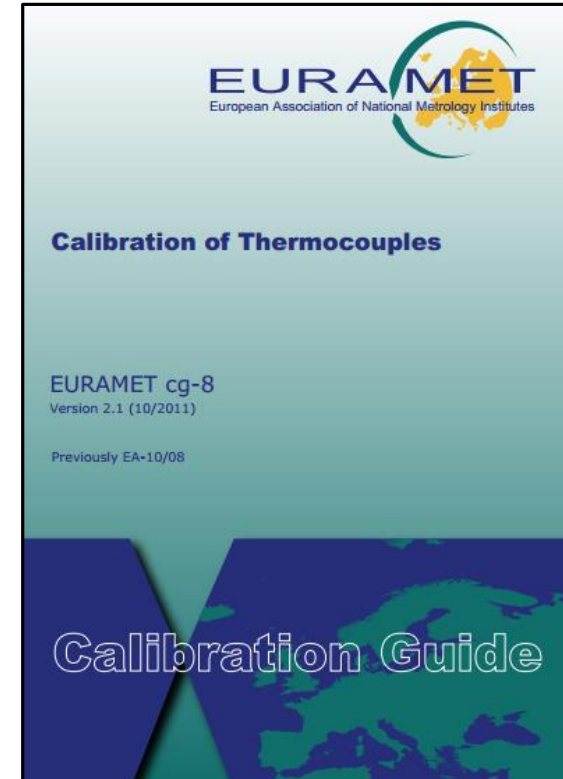
Forskellige typer af termokobler

TYPE	ALLOY	TEMP °C	SENSIBILIT Y $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	TOLERANCE °C
B	Pt30%Rh-Pt6%Rh	600 ; 1700	6	$\pm 1.5^\circ\text{C}$
E	NiCr-CuNi (chromel constantan)	-40 ; 900	60	$\pm 2.5^\circ\text{C}$
J	Fe-CuNi (iron constantan)	-40 ; 750	50	$\pm 2.5^\circ\text{C}$
K	NiCr-NiAl (chromel alumel)	-40 ; 1200	40	$\pm 2.5^\circ\text{C}$
R	Pt13%/Rh-Pt	0 ; 1600	5	$\pm 1.5^\circ\text{C}$
S	Pt10%/Rh-Pt	0 ; 1600	5	$\pm 1.5^\circ\text{C}$
T	Cu-CuNi (Copper constantan)	-40 ; 350	39	$\pm 1.0^\circ\text{C}$



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Euramet Guideline



Diskussion: termokoblere i industrien



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Diskutér i grupper på 2-3 personer hvor du bruger termokoblere til temperaturmåling i din organisation.
- Er der steder, hvor temperaturmålingen er særlig kritisk og hvor der anvendes termokoblere? Hvilke(n) type(r) bruger du?
- Kan der opstå inhomogeniteter i termoelementerne under brug? Hvad går du for at sikre sporbare målinger til trods for inhomogenitet og evt. drift? Indgår driften i usikkerhedsbudgettet?
- Formulér 2 problemstillinger pr. gruppe og byt med en anden gruppe.
- Giv nu et bud på en løsning af den anden gruppes problemstilling (der må gerne tænkes både konkret og praktisk, men også stort i løsninger med længere perspektiv)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Temperaturmåling i internationalt perspektiv

Temperatur erfagruppemøde – februar 2017

Søren Lindholt Andersen, Teknologisk Institut

EURAMET – Technical Committee for Thermometry

- Dækker: temperatur, fugt og termofysiske egenskaber
- Medlemmer fra TI: Jan Nielsen (kontaktperson), Søren Lindholt Andersen (Best-practice group og termofysiske egenskaber)
- Årligt møde i TC-T: 25. – 28. april i Madrid
- Highlights
 - EURAMET K9 – Ar til Zn
 - TI's CMC'er på lufttemperatur godkendt i EURAMET
 - Nye guidelines på kalibrering af temperaturkalibratorer og lufttemperatur er på vej

EMPIR kaldene 2016 og 2017

- Deltog i ansøgning om projekt til forbedret temperaturmåling i Højtemperatur Guarded Hot Plates (til måling af varmeledningsevne i isolering) i 2. runde i 2016-kaldet. Desværre afslag.
- 2017-kaldet: Deltager i 1. runde som partner på 4 projekter indenfor temperatur:
 - Clamp-on flow og temperaturmåling
 - MilliKelvin sekundær termometri
 - Højtemperatur Guarded Hot Plate
 - EMPRESS 2
- Igen leder vi altid efter industriel support og partnerskaber på EMPIR-projekterne, så jeg vender tilbage, hvis relevante projekter går videre til 2. runde i år.



TEKNOLOGISK
INSTITUT



- En af de vigtigste begivenheder inden for termometri
- Afholdes hvert tredje år af IMEKO TC12
- Emner: Temperatur, fugt og termofysiske egenskaber

**XIII International Symposium
on Temperature and Thermal Measurements
in Industry and Science**

26.06.2016 – 01.07.2016

<http://www.tempmeko2016.pl/>

Afrunding



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Næste møde: dato og sted?
- Kommentarer til dagen?
- Forslag til tema ved næste møde?
- Eksterne oplægsholder?