



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Welcome to Danish Technological Institute

Temadag: Temperaturmåling i industrielle processer

Aarhus den 10. oktober 2019



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Creating value since 1906

For more than a century the Danish Technological Institute has been involved in the technological evolution, making it one of the oldest of its kind in the world.



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Technological infrastructure

- More than 1.000 specialists
- State of the art-equipment and facilities
- 80+ laboratories





DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

A key driver in R&D

- Bridging the gap between research and practical application
- Since 2011, we have participated in 2,000 projects with 5,500 partners



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**



More than 12.000 customers
in 67 countries



Danish
customers

44 %

Performance-
contract activities

13 %

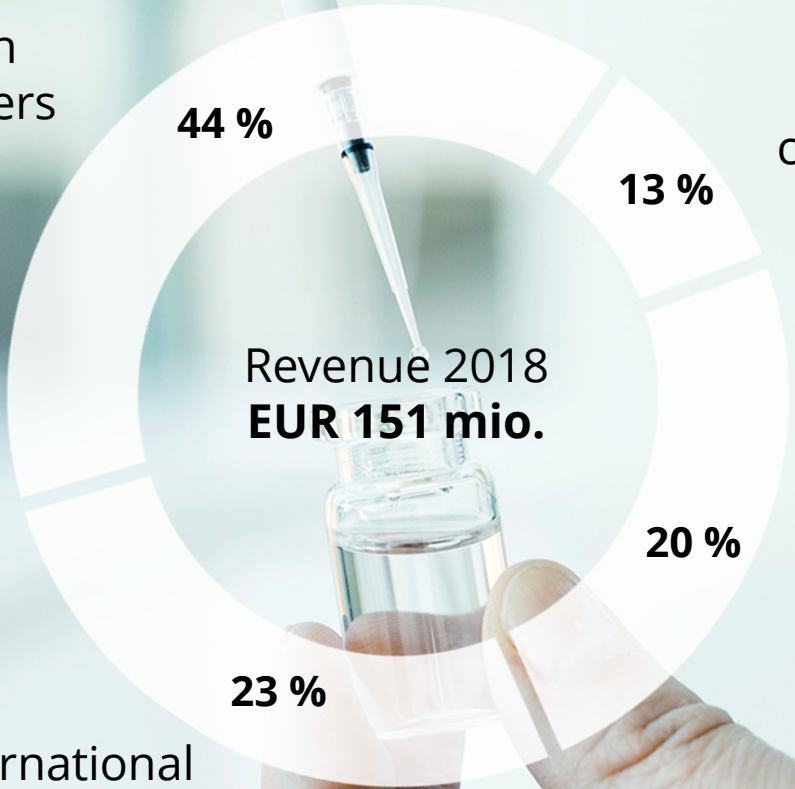
Revenue 2018
EUR 151 mio.

20 %

Research and
development
activities

23 %

International
customers



Danish Technological Institute – Metrology in short



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Staff: approx. 50

Facilities: Temperature, Flow, Air-velocity, Geometry, length, Humidity, moisture, pressure, force, mass, electrical, frequency

+ 17 Mobil laboratories for on-site

- All services accredited by DANAK (ILAC-MRA) according to ISO 17025 (Calibration) and ISO 17043 (Proficiency testing)
- Designated Institute (covered by CIPM-MRA) and maintains Danish measurement standards within **Contact Thermometry**, Moisture, Water- and energy flow, air-velocity and geometry (length)
- Participates in EURAMETs Technical Committees and its key-comparisons, is active in European metrology research (EMPIR)
- CMC's in BIPM database: ≈ 50



DANIA_{met}



Knowledge transfer - articles



**DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE**

19th International Congress of Metrology, 18002 (2019) <https://doi.org/10.1051/metrology/201918002>

A new set-up for the calibration of wood moisture meters

Jakob Fester*, Henrik Kjeldsen, Peter F. Østergaard, and Jan Nielsen

Danish Technological Institute, Energy and Climate, Kongsvang Allé 29, DK-8000 Aarhus C, Denmark

Abstract. A set-up has been established to calibrate wood-moisture meters at Danish Technological Institute. The set-up is based on humidification of wood in an atmosphere with constant humidity, generated by saturated salt solutions. The measurements of the reference value are made by means of the loss-on-drying method and made traceable to a primary standard for moisture mass fraction established under the EMPF project METefnet in 2015. The facility was accredited by the Danish Accreditation Fund, DANAK, in 2018. In this paper, we report on the design of the calibration set-up, the uncertainty analysis and the validation by comparison to the primary facility.

1 Introduction

Determination of the water content in a solid is a challenging measurement. There are various so-called reference methods available, but sometimes not only the water in the material is determined but also other liquids or volatile components, leading to errors when interpreting the measurement results. One example with this build-in-problem is the loss-on-drying method, where a sample is weighed, dried and weighed again. The water mass fraction (W) is then calculated using:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%, \quad (1)$$

where m_1 and m_2 are the masses of the sample before and after drying. Depending on the type of sample, drying temperature and time etc., one may not detect the full amount of water or, alternatively, mis-assign weight losses from other volatile compounds to water when applying this method. The calibration of an instrument, traceable to SI, requires that an unambiguous measurand can be defined and an uncertainty assigned to the measurement. To be able to calibrate moisture meters, for example for wood, a link to a primary reference realizing water mass fraction therefore needs to be made to ensure true SI traceability.

Danish Technological Institute (DTI) began its activities in the field of humidity and moisture metrology in 1996 due to an emergent need from Danish industry for accredited calibrations. A new set-up has recently been established for SI-traceable calibration of wood-moisture meters. This set-up has been established for humidification of wood in an atmosphere with constant humidity, generated by saturated salt solutions. The measurements of the reference values are made by means of the loss-on-drying method and measurements are made

* Corresponding author: jaf@teknobanik.dk

Processmåling

Kunsten at måle den rigtige temperatur

Temperaturen er en af de vigtigste parametre i utallige processer i industrien. Derfor er det uhyre vigtigt, at temperaturen måles så effektivt og korrekt som muligt for dermed at sikre optimale processer og den bedste kvalitet. Læs her om temperaturskalaen og usikkerhedsbudgetter - samt udfordringer, faldgruber og anbefalinger ved den vigtige temperaturmåling

af Søren Lindhult Andersen

De måletekniske udfordringer er ofte store, når man bevæger sig ud af kalibreringslaboratorier og ind i processen for at måle temperaturen i forbindelse med styring af kontrol af industrielle processer. I laboratorier kan man i høj grad styre alle de faktorer, der spiller ind på den pågældende måling og med stor præcision styre dem fej, som et måleinstrument lever i forhold til referensen.

I processen er det dermod ikke temperaturmålingen, der sætter dagsordenen for resten af - her må man tilpasse temperaturmålingen, så den på bedst mulig vis afspejler temperaturen i den proces, man er interesseret i at kontrollere. Man skal være påpasselig og altid forsøge at opnå så god ligevægt som muligt.

Teknologisk Institut er udbygger af sikkerhedsstyret til et vækkelaborator, Referens Laboratoriet for korrekte temperaturmåling. Det internationale temperaturskala ITS-90 oprettede sammen med målingerne af de forskellige fastpunkter i intervallet -189°C til 660°C. Og med støtte som DTI-institut udfører Teknologisk Institut yder, som metrologi og temperaturmåling til den danske industri-sektor. I 1990'erne og 2000'erne blev der lavet mange og forskellige målinger som ofte gruppe. Både direkte målinger på landets største temperaturmåling (indholdt oplysninger om 1990'erne) blev foretaget og senere blev de sammenlignet med de internationale referencer.

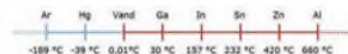
med den proces, man ønsker at måle temperaturen af og selv temperaturen. Det er nemlig altid temperaturer af lemlen selv, man måler - og ikke den processens temperatur, man er interesseret i at kontrollere. Desuden skal man sikre sporbarheden på den udførte måling ved at sammenholde værdier af den anvendte lemlen med værdier af en kendt referens, som er holdt op mod den internationale anerkendte temperaturskala - ITS-90.

Temperaturskalaen og sporbarheden

Når man måler temperaturen med et termometer, er det altid tale om en indirekte måling. Et medfølgende termometer måler modstandens (R) i sensorlementet og relaterer den til en temperatur (°C) i et væsker-glas termometer fortæller værdierne bagved, hvad temperaturen er, træne man med en termometer optagne temperaturskalaen (°C) til en temperatur.

For at sikre en ensartet standard er man blevet enige om den internationale temperaturskala fra 1990 - ITS-90. Ved hjælp af afholdte fastpunkter definerer man skeden skeden, at temperaturen ved vækkel-punktet er 0,01°C for stofs punkt og den tilstand, hvor de tre faser, fast-, væsker- og gasfasen, optræder i ligevægt. (Se figur 1).

Med et ulæseligt standard punkt



Figur 1. Den internationale temperaturskala er defineret ud fra en række fastpunkter som et skæbnet referenceværdier i forbindelse med materialer. Her er vist de fastpunkter som Teknologisk Institut anvender.

modstandstermometer (se SFPPT) kan man måle modstanden i en række fastpunkter og relatere SFPPT's modstand til temperaturen ved hjælp af en standardiseret formel (se bilag 1) ITS-90. Hvis Teknologisk Institut oprettede man den internationale temperaturskala i Danmark ved sin nationale referenslaboratorium inden for korrekte målinger, at tilbyde kalibrering af SFPPT'er i fastpunkter fra argon tripelpunkt (189,3442°C) til aluminiums tripelpunkt (660,323°C). (Se figur 2).

Når en temperaturmåling skal være sporbar, skal målingen kunne spores tilbage til ITS-90 via en primær referens og eventuelt også sekundære og industrielle referencer. Og så skal målingen have associeret en realistisk måleusikkerhed med en række bilag, som beskriver nedlæggelse af de enkelte målinger, der udføres, og at de optimerede processer kan overføres til tilsvarende processer andre steder i produktionen - ikke i Danmark og i udlandet.

Temperaturmåling ved sammenligning

Med en SFPPT som referens skal man den korrekte måling ved hjælp af den primære standard og det udføres, der testes. Det muliggør samtidig



Dr. Peter Friis Østergaard, Senior Specialist, and Jakob Fester, Consultant, Danish Technological Institute

RELEASE THE FULL POTENTIAL OF SMART METERING

The integration of remotely read district heating meters on an hourly or a daily basis has opened up new possibilities for data-driven optimization of the entire distribution network, from fault detection to heat production.

The promise of being able to lower costs based on optimized heat production and fast leak detection has enabled a roll-out of smart meters to all corners of many district heating networks. However, if these meters are only used for annual settlements, an old-fashioned, manually read meter would do almost as good, without the added cost of adding a transmitter and building up a data network. To ensure a fruitful investment, the added value of the online data must be brought into play.

At Danish Technological Institute we are actively working towards using the meter data, as well as data from additional sensors, to add value for the district heating supplier and the customer. The first steps focus on customer classification and fast fault detection combined with additional information by low-cost high-frequency pressure and temperature sensors that can easily be installed and moved between strategic locations in the grid. This work is currently conducted through two individual Danish and European projects and a performance contract with the Danish Agency for Institutions and Educational Grants. Expectedly, the tools developed will save a significant amount of manhours spent today on manual data inspection at small and medium-sized district heating companies, as well as leading to savings relating to faster repair and readjustments of incorrect settings of installations.

BUILT FOR ACCOUNTING

One of the challenges of using smart meters for optimization of district heating is the fact that smart meters are still constructed mainly as a meter intended for settlements of accounts. They are designed to provide readings used for the distribution networks to send bills, not as data loggers suited for acquisition of high-precision data.

To exemplify this, the temperature sensors in the meter are all calibrated by the manufacturer, matched with a similar sensor and installed together in one meter. As such, it should be possible to detect the calibrated temperature at the installation, along with uncertainties for the measurement.

Unfortunately, the calibration of the sensor is most often used only during the production at the factory in order to comply with current documentary standards. As soon as the meter is installed at the consumer, the information from the calibration is disregarded. The consequence is that the accuracy of the direct temperature reading on the meter is strongly compromised.

Even if the calibration parameters were available, the data transfer from the meter to the database is often problematic. Transferred data is often rounded off to the nearest integer, and sometimes consists of derived values, meaning that the data resolution can be much lower than what would have been possible.

Finally, data points are often missing which creates challenges when complete data sets are needed for the analysis.

LACK OF CONSENSUS

A widespread consensus on data formats, data ownership, transfer protocols, etc. may be lacking for smart meters. Individual manufacturers often promote their own special abilities during tenders, and as a district heating distributor it may be difficult to figure out, what is relevant and what is not. The district heating distributors want value for money, but since it is hard to see where the value might be found, the choice of meter manufacturer is difficult.

This situation is not all bad since having multiple manufacturers competing on providing the best product also has the consequence that innovation moves faster, resulting in better solutions in the long run.

To assist the small and medium-sized district heating suppliers in gaining the benefits from the smart meters, without necessarily being locked to a single manufacturer, Danish Technological Institute is developing a tool, which can be used for classifying the customers, making heat load predictions and performing a general check of the district heating network, independent from the manufacturer of the meters.

Knowledge transfer



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

21 Courses available

Kalibrering og måleteknik 2019

Kompetenceudvikling Efteruddannelse Kurser

TEKNOLOGISK INSTITUT

Temperatur og fugt

Temperatur - måling og kalibrering

Tid & sted:

- 3. og 4. april 2019
Teknologisk Institut, Taastrup
- 30. og 31. oktober 2019
Teknologisk Institut, Aarhus

Pris: 8.490,- ekskl. moms

Læs mere og tilmelding:
www.teknologisk.dk/k27639

Lær mere om

- Temperatur, definitioner og realisering
- Måleteknik, fejlkilder og usikkerhed
- Termometre, termoelementer og termistorer
- Kalibreringsudstyr: Både, ovne og tørblokkalibratorer
- Valg af udstyr
- Usikkerhedsbudgetter
- Kalibrering og vedligeholdelse.

Kurset henvender sig til

Kursets form og indhold er specielt tilrettelagt for medarbejdere i laboratorier og produktionsafdelinger, fx operatører, installatører, produktionssteknikere og kvalitetsmedarbejdere samt andet teknisk personale, som arbejder med måling, test, prøvning eller kalibrering. Vi forventer, at du har praktisk erfaring med temperaturmåling.

Hvorfor deltage?

På dette kursus lærer du mere om korrekt brug, vedligehold og kalibrering af udstyr. Du får også mere viden om hvilke fejl- og usikkerhedskilder, der indgår i de enkelte målinger. Kursets måletekniske pointer demonstreres gennem en række praktiske demonstrationer eller hands-on deltagerinvolverende øvelser på det af Teknologisk Institut medbragte udstyr. Deltagerne er velkomne til at medbringe eget udstyr.

S. 1 / 14

Teknologisk Institut > Ydelse > Industriel måling og kontrol > Kalibrering og måleteknik

Jeg er din kontaktperson

Søren Lindholt Andersen
Forretningsleder, ph.d., cand. scient.
Installation og Kalibrering

+45 72 20 17 98
Send e-mail
LinkedIn

Skriv til mig

Besked

Navn

Kalibrering og måleteknik - Temperatur erfa-gruppe

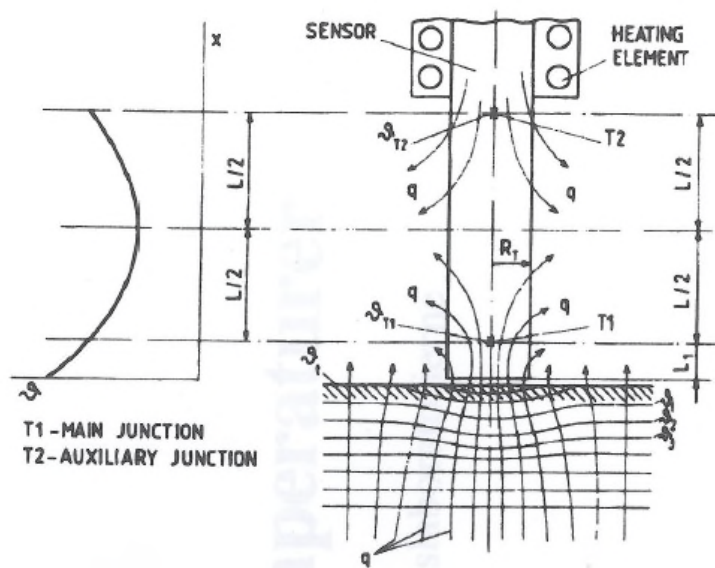
f in v

Experience exchange groups

Knowledge transfer – Conferences and workshops

Program

Måleteknisk Temadag omhandlende Temperatur den 30. april 1996



- 9⁰⁰ - 9¹⁵ Velkomst ved sektionleder Kaj Bryder, DTI Installation og kalibrering
- 9¹⁵ - 9⁴⁵ ITS90 - Den nye temperaturskala/ etablering vha. fikspunkter
Ved civilingeniør Ib Wessel/cand. scient. Jan Nielsen, DTI Energi.
- 9⁴⁵ - 10³⁰ Praktisk måling af overfladetemperaturer med IR-termometer
Ved civilingeniør Sønnik Clausen, Risø Optik & fluid dynamik afdelingen.
- 10³⁰ - 10⁴⁵ Pause
- 10⁴⁵ - 11¹⁵ Praktisk anvendelse af termografi til analyse af temperaturfordelinger
Ved ingeniør Thomas Perch-Nielsen, DTI Energi, ventilation og miljø
- 11¹⁵ - 11⁴⁵ Måling af overfladetemperaturer vha. kontaktmetoden
Ved cand. scient. Jan Nielsen, DTI Energi, kalibreringslaboratorierne
- 11⁴⁵ - 12¹⁵ Specifikation af temperaturfølere til industrielt brug - Miljøets indflydelse på stabilitet og ældning af følerne
Ved Lars Andreasen, Micro-Matic Instrument a/s
- 12¹⁵ - 13³⁰ Frokost og udstilling
- 13³⁰ - 14⁰⁰ Krav til temperaturmåling og temperaturkalibrering på Novo Nordisk A/S
Ved Civilingeniør, HD Bardur Enni, Novo Nordisk A/S
- 14⁰⁰ - 14³⁰ Temperaturmåling på Danfoss A/S. Sporbarhed/ dokumentation/ usikkerhedsberegning
Ved Finn A. Pedersen, Danfoss A/S
- 14³⁰ - 15⁰⁰ Temperaturmåling på Carlsberg A/S. Bryghus og gæringsområde.
Ved Afdelingsingeniør Bent Petersen, Carlsberg A/S
- 15⁰⁰ - 15³⁰ Kaffepause og udstilling
- 15³⁰ - 16⁰⁰ Praktisk temperaturkalibrering. Forbehold, fælder og genveje.
Ved Salgschef Frank Islin, Ametek Denmark A/S
- 16⁰⁰ - 16³⁰ Temperaturkalibrering i væsker
Ved Produktchef Jan Eriksen, Heto Holten
- 16³⁰ - 16⁴⁵ Afslutning ved sektionleder Kaj Bryder, DTI Installation og kalibrering

2019 Agenda



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

10:00 – 10:15 Velkomst og introduktion til dagen
Jan Nielsen, sektionsleder, Teknologisk Institut

10:15 – 10:45 Traceable thermometry for high value manufacturing: some case studies
Dr Jonathan Pearce FInstP, Principal Research Scientist and Head of Contact Thermometry, National Physical Laboratory

10:45 – 11:10 Distribueret temperaturmåling med optiske fibre – opløsning, gentagelighed og sporbarhed
Jesper Lemmich, Sales Manager, ph.d., NKT Photonics A/S

11:10 – 11:35 Flydende salt i thorium reaktorer og solcelleanlæg – temperaturmåling under ekstreme forhold
Jimmy Sølvsteen Nielsen, kemiingeniør, Seaborg ApS

11:35 – 12:00 Sporbar on-site måling af overfladetemperatur med fosfortermometri
Søren Lindholt Andersen, laboratorieansvarlig, Teknologisk Institut

12:00 – 12:10 Pitch med udstillere på miniudstilling

12:10 – 13:10 Frokost og mulighed for at se miniudstilling

2019 Agenda - 2



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

13:10 – 13:35 Temperaturmåling og -styring i industriel frysetørring af fødevarer - udfordringer, løsninger og ønsker

Troels Pedersen, process specialist i frysetørring af fødevarer, GEA Process Engineering A/S

13:35 – 14:00 En praktisk guide til sporbar måling og kalibrering af lufttemperatur

Jan Nielsen, fysiker, Teknologisk Institut

14:00 – 14:25 Non-intrusive temperature measurement for industrial process control

Jacques-Olivier Favreau, Engineer, CETIAT

14:25 – 14:55 Pause og mulighed for at se miniudstilling

14:55 – 15:20 Optisk temperaturmåling i industrielle anlæg

Sønnik Clausen, seniorforsker, DTU og DFM

15:20 – 15:30 Afslutning og afrunding

Søren Lindholt Andersen, laboratorieansvarlig, Teknologisk Institut



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Thank you!

Remember networking!

Visit the exhibition!

Jan Nielsen, jnn@teknologisk.dk

