

# Implementering av korreksjonsfaktorer for temperatur og trykkeffekter i ultralyd gassmålere

Løypemelding fra OD-prosjekt

**NFOGM Temadag 22.03.2012**

**Forfatter: Reidar Sakariassen, MetroPartner AS**

- **Bakgrunn**
- **Omfang**
- **Temperatur og trykkpåvirkning**
- **Metoder for temperatur- og trykk-korreksjon**
  - **Eksempler**
- **Utdrag fra standard**
- **Konklusjon/Status**

## Bakgrunn

Alle gasseksportmålestasjonene i Norge opererer under trykk til dels betydelig over kalibreringstrykket. Det er på ODs initiativ utarbeidet en metodikk for å kompensere for nevnte forskjeller i kalibrerings- og operasjonsbetingelser. Denne metodikken er akseptert av ISO som en av flere måter å utføre korreksjon på. For å opprettholde massebalansen i gassnettet må implementering av korreksjon for nevnte forskjeller i ultralydmålere i Norge gjøres på enhetlig og praktisk måte. Prosjektet har som siktemål å legge til rette for det.

## § 26. Driftskrav for instrumentdel

Kalibreringsmetodene skal være slik at systematiske målefeil unngås eller kompenseres for.

## Arbeidsomfang

Utarbeide en oversikt over målestasjoner der korreksjoner for temperatur- og trykkorreksjon er i bruk i dag.

Vurdere korreksjonsmetoder som er i bruk.

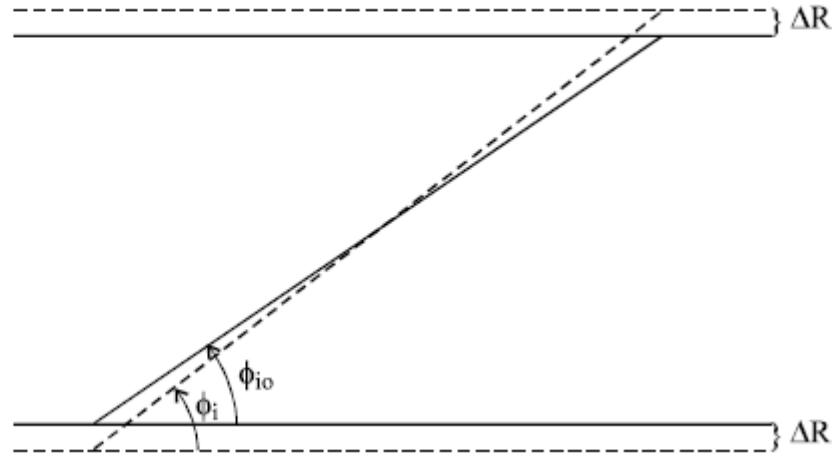
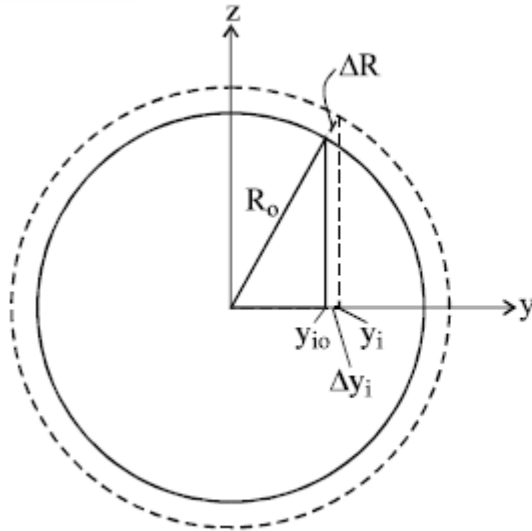
Utarbeide kriterier for hvor korreksjon bør implementeres. Forankret i internasjonale standarder og forskrifter i den grad det er relevant.

Gi en anbefaling over hvilken metode(r) som bør implementeres. Metoden må være forankret i ISO 17089 og være anvendbar for de ulike typer målere som er i bruk på Norsk sokkel

Leveransen vil være en rapport til OD.

# Korreksjonsfaktorer for temperatur og trykk i gass USM MetroPartner as

$$v = \frac{L}{2 \cos(\phi)} \cdot \frac{T_u - T_d}{T_u T_d} \quad \bar{v} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i \quad q_v = A \cdot \bar{v} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i$$



Ved endring i temperatur, T, og trykk, P, endres radius, R, den laterale posisjonen, y, til lydbanen, vinkelen,  $\phi$ , på lydbanen, lydbanelengde, L.

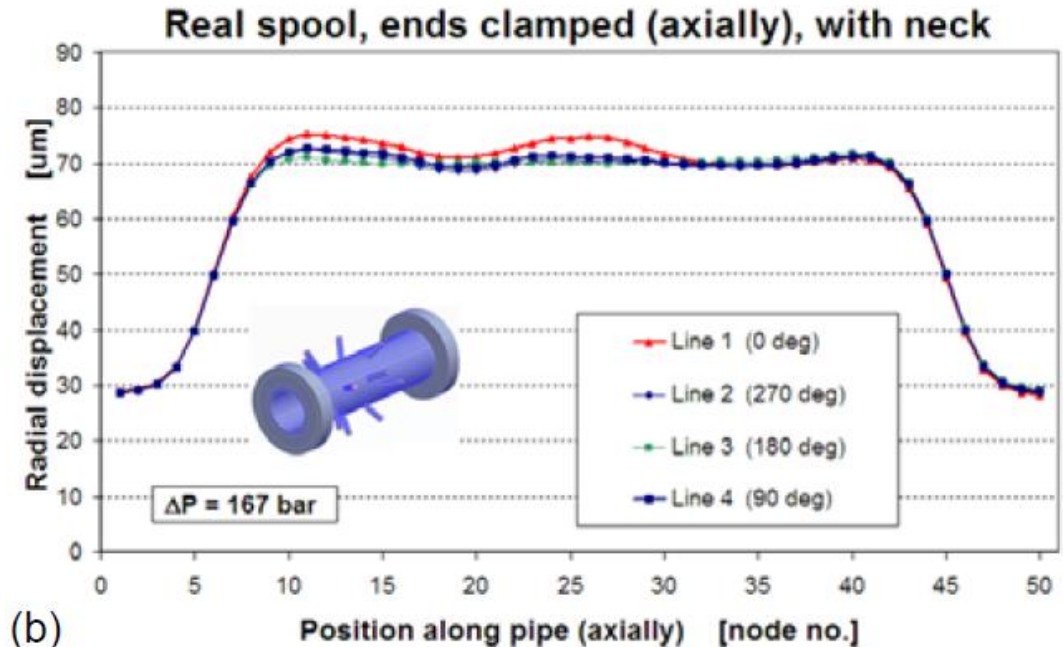
Dvs. at ved samme  $T_u$  og  $T_d$  som under kalibrering vil  $v_i$  bli endret,  $w_i$  blir endret, A blir endret og  $q_v$  blir endret

## Metodikk for analyse av trykk og temperatureffekter

Metodikk basert på Endelig Element metoden («Finite Element Modelling»).

Denne metoden er sammenliknet med forenklete analytiske metoder, og det er funnet rimelig samsvar for ovennevnte tilfelle.

En tilnærming basert på en analytisk ligning vil sannsynligvis være mest anvendelig når korreksjon skal implementeres for en rekke målestasjoner.



$$v = \frac{L}{2 \cos(\phi)} \cdot \frac{T_u - T_d}{T_u T_d} \quad \bar{v} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i \quad q_v = A \cdot \bar{v} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i$$

$$q_{v,corr} = q_v \cdot (1 + k_T \cdot \Delta T + k_p \cdot \Delta p)$$

Temperatur-korreksjonsfaktor,  $k_T$ , avhenger av:

- Materialet (termisk ekspansjonsfaktor)
- Lydbanekonfigurasjon (kan også gi Reynolds-tall korreksjon)
- Transducerkonstruksjon og materiale

Trykk-korreksjonsfaktor,  $k_p$ , avhenger av:

- Materialet og veggtykkelse (elastisitetsmodul)
- Lydbanekonfigurasjon (kan også gi Reynolds-tall korreksjon)
- Transducerkonstruksjon, -materiale og innfesting
- Konstruksjon i endene (flens/flensfeste etc)

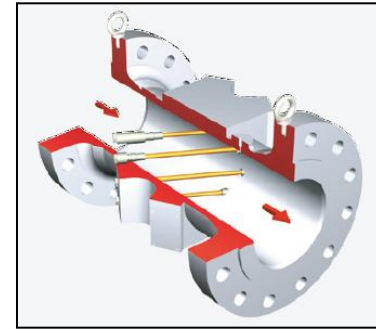
$$q_{v,corr} = q_v \cdot (1 + k_T (\Delta T) + k_p (\Delta p))$$

Eksempel:

Fra leverandørs analyse:

$$k_T = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$k_p = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$$



$$T_{cal} : 18^{\circ}\text{C}; p_{cal} : 50 \text{ bar}$$

$$T_{site} : 40^{\circ}\text{C}; p_{site} : 300 \text{ bar}$$

Korreksjon: 0,2 %



# Korreksjonsfaktorer for temperatur og trykk i gass USM MetroPartner as

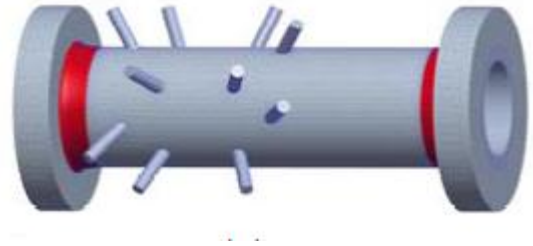
$$q_{v,corr} = q_v \cdot (1 + k_T (\Delta T) + k_p (\Delta p))$$

Eksempel:

$$T_{cal} : 7^{\circ}\text{C}; p_{cal} : 63 \text{ bar}$$

$$T_{site} : 40^{\circ}\text{C}; p_{site} : 230 \text{ bar}$$

Korreksjon:  $(0,28 \pm 0,03) \%$



**INTERNATIONAL ISO First edition**  
**STANDARD 17089-1 2010-11-15**

**Measurement of fluid flow in closed conduits — Ultrasonic meters for gas —**

**Part 1:**

**Meters for custody transfer and allocation measurement**

**4.7 Temperature and pressure correction**

**4.7.2 Correction for the temperature**

**4.7.3 Pressure correction**

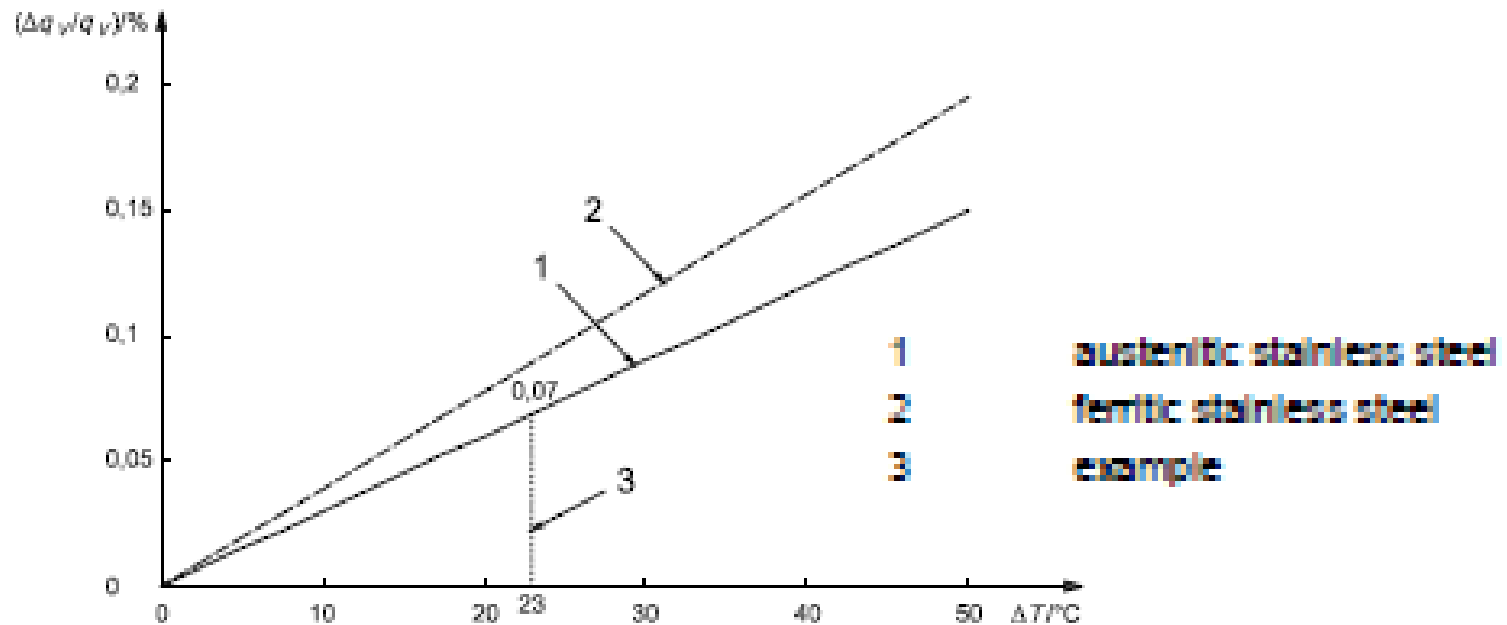
**Annex E**

**Detailed calculation of geometry-related temperature and pressure corrections**

INTERNATIONAL ISO First edition  
STANDARD 17089-1 2010-11-15

## 4.7.2 Correction for the temperature

$$\frac{q_{V,1}}{q_{V,0}} = (1 + \alpha \Delta T)^3$$

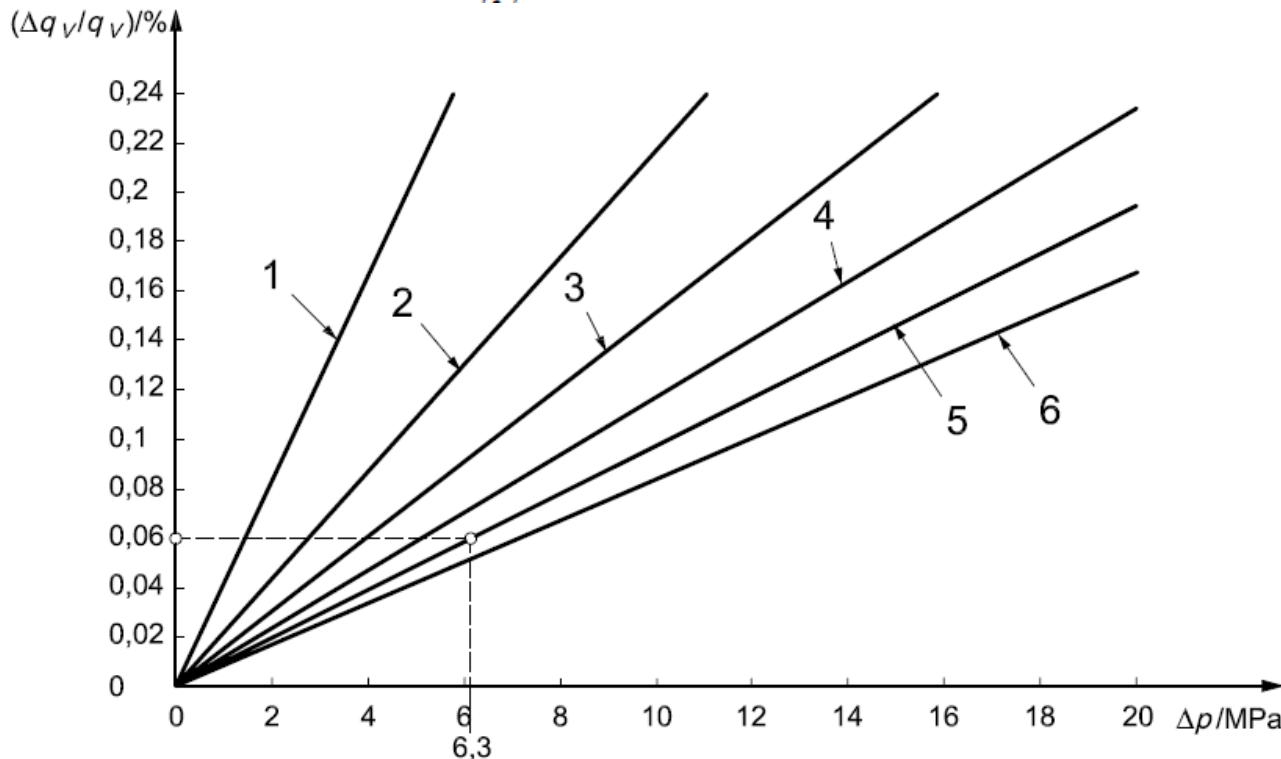


INTERNATIONAL ISO First edition  
 STANDARD 17089-1 2010-11-15

## 4.7.3 Correction for the pressure

$$\left(\frac{\Delta q_V}{q_V}\right)_{b,p,\max} = 4 \frac{\Delta r}{r} = 4 \left( \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} + \mu \right) \frac{\Delta p}{E}$$

**Simplified,  
conservative**



**Key**

	$\delta r$
1	0,050
2	0,100
3	0,150
4	0,200
5	0,250
6	0,300

INTERNATIONAL ISO First edition  
STANDARD 17089-1 2010-11-15

## **4.7.6 Detailed calculation procedure (for the pressure effect)**

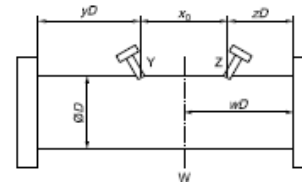
Where the meter body is such that the body shape is not a simple cylinder, flanges take up a significant proportion of the total body length or ports are not simple tubes, a finite element (FE) model provides a more accurate estimate of the body and port dimensions, and consequent flow error obtained from Equation (20) than that given by the direct calculations of E.2.2 to E.2.5. E.3 provides guidance on the use of FE modelling to predict the temperature and pressure expansion effects.

INTERNATIONAL ISO First edition  
STANDARD 17089-1 2010-11-15

E.2.1 Step 1 — Body temperature effect

E.2.2 Step 2 — Body pressure expansion

E.2.3 Step 3 — Correction for body style effect or proximity to flanges



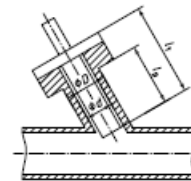
E.2.4 Step 4 — Combined pressure correction effect

E.2.5 Step 5 — Expansion effects in the transducer ports

E.2.5.2 Port temperature correction

E.2.5.3 Port pressure correction

E.2.5.4 Combined port correction



E.2.6 Step 6 — Combined flow correction

# Korreksjonsfaktorer for temperatur og trykk i gass USM

## Konklusjon/Status

Samler informasjon for å utarbeide en oversikt over målestasjoner der korreksjoner for temperatur- og trykkorreksjon er i bruk i dag.

Utarbeide kriterier for lokasjoner korreksjon bør implementeres.

Gi en anbefaling over hvilken metode(r) som bør implementeres

Drøfte hvor korreksjon best kan gjøres i målesystemet:

I målerens elektronikkenhet eller i PM eller i CM eller i...

## Gi grunnlag for KOST – NYTTE

Rapport: Mai