Rapport SGC 194

Kontrollmanual för mätutrustning

Översättning och anpassning av den danska utgåvan från februari år 2000

©Svenskt Gastekniskt Center – November 2008

Claes Hammar, E.ON ES Sverige AB

Rapport SGC 194 •1102-7371 • ISRN SGC-R-194-SE

SGC Svenskt Gastekniskt Center AB

SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat eller dylikt i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns på SGC:s hemsida www.sgc.se.

SGC är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD).

SGC har följande delägare:
Svenska Gasföreningen, E.ON Gas Sverige AB, E.ON Sverige AB, Göteborg Energi AB, Lunds Energikoncernen AB (publ) och Öresundskraft AB.

Följande parter har gjort det möjligt att genomföra detta utvecklingsprojekt:

E.ON Gas Sverige AB
Öresundskraft AB
Lunds Energikoncernen AB (publ)
Göteborg Energi AB
Swedegas AB
AB Stockholm Värme samägt med Stockholm stad

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Held

Innehållsförteckning

1 ÖVERSIKT 5

1.1 MANUALENS SYFTE 5
1.2 MANUALENS UPPBYGGNAD 5
1.3 GODKÄNNANDE AV MÄTUTRUSTNING 6
1.4 PROCEDUR 6
1.5 INSTRUKTIONER 7

2 PROCEDUR FÖR UNDERHÅLL OCH KALIBRERING AV KALIBRERINGSUTRUSTNING 8

2.1 SYFTE 8
2.2 ANSVARSFÖRDELNING 8
2.3 GILTIGHETSOMRÅDE 8
2.4 DEFINITIONER 9
2.5 PROVUTRUSTNING 10
2.6 LABBLOKALER 13
2.7 DOKUMENT 13
2.8 KOPPLINGAR TILL ANDRA KVALITETSDOKUMENT 14

3 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR KONTROLLMANOMETER 25

3.1 OMFATTNING 25
3.2 ANSVAR 25
3.3 GILTIGHETSOMRÅDE 25
3.4 UTRUSTNINGSLISTA 25
3.5 DEFINITIONER 26
3.6 BESKRIVNING 26
3.7 SCHEMOR 30
3.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 30

4 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR KONTROLLTERMOMETER 32

4.1 OMFATTNING 32
4.2 ANSVAR 32
4.3 GILTIGHETSOMRÅDE 32
4.4 UTRUSTNINGSLISTA 32
4.5 DEFINITIONER 32
4.6 BESKRIVNING 32
4.7 SCHEMOR 35
4.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 35

5 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR TRYCKTRANSMITTER 38

5.1 OMFATTNING 38
5.2 ANSVAR 38
5.3 GILTIGHETSOMRÅDE 38
5.4 UTRUSTNINGSLISTA 38
5.5 DEFINITIONER 39
5.6 BESKRIVNING 39
5.7 SCHEMOR 43
5.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 44

6 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR TEMPERATURTRANSMITTER 49
6.1 OMFATTNING 49
6.2 ANSVAR 49
6.3 GILTIGHETSOMRÅDE 49
6.4 UTRUSTNINGSLISTA 49
6.5 DEFINITIONER 50
6.6 BESKRIVNING 50
6.7 MÄRKNING 55
6.8 SCHEMOR 55
6.9 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 55
7 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR VOLYMOMVANDLARE MED TEMPERATURGIVARE 58
7.1 OMFATTNING 58
7.2 ANSVAR 58
7.3 GILTIGHETSOMRÅDE 58
7.4 UTRUSTNINGSLISTA 58
7.5 DEFINITIONER 59
7.6 BESKRIVNING 59
7.7 KRITERIUM FÖR GODKÄNNANDE 64
7.8 SCHEMOR 65
7.9 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 65
8 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR VOLYMOMVANDLARE MED TEMPERATURTRANSMITTER/GIVARE OCH TRYCKTRANSMITTER 69
8.1 OMFATTNING 69
8.2 ANSVAR 69
8.3 GILTIGHETSOMRÅDE 69
8.4 UTRUSTNINGSLISTA 69
8.5 DEFINITIONER 70
8.6 BESKRIVNING 70
8.7 KRITERIUM FÖR GODKÄNNANDE 79
8.8 SCHEMOR 80
8.9 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 80
9 KONTROLLINSTRUKTION FÖR IN-SITU KONTROLL AV GAS-MÄTSYSTEM MED PTZ OMVANDLING 88
9.1 OMFATTNING 88
9.2 ANSVAR 88
9.3 GILTIGHETSOMRÅDE 88
9.4 UTRUSTNINGSLISTA 88
9.5 DEFINITIONER 88
9.6 BESKRIVNING 88
9.7 SCHEMOR 94
9.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 94
10 KONTROLLINSTRUKTION FÖR IN-SITU KONTROLL AV GASMÄTSYSTEM MED TZ OMVANDLING 101
10.1 OMFATTNING 101
10.2 ANSVAR 101

10.3 GILTIGHETSOMRÅDE 101
10.4 UTRUSTNINGSLISTA 101
10.5 DEFINITIONER 101
10.6 BESKRIVNING 101
10.7 SCHEMOR 106
10.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 106

11 INSTRUKTION FÖR INREGLERING AV TRYCKREGULATOR 113

11.1 OMFATTNING 113
11.2 ANSVAR 113
11.3 GILTIGHETSOMRÅDE 113
11.4 UTRUSTNINGSLISTA 113
11.5 DEFINITIONER 113
11.6 BESKRIVNING 114
11.7 SCHEMOR 116
11.8 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 116

12 KALIBRERINGSINSTRUKTION FÖR VOLYMOMVANDLARE 119

12.1 OMFATTNING 119
12.2 ANSVAR 119
12.3 GILTIGHETSOMRÅDE 119
12.4 UTRUSTNINGSLISTA 119
12.5 DEFINITIONER 120
12.6 BESKRIVNING 120
12.7 KRITERIER FÖR GODKÄNNANDE 126
12.8 SCHEMOR 127
12.9 KOPPLING TILL ANNAN KVALITETSDOKUMENTATION 127

13 JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA METODER FÖR ATT BERÄKNA KOMPRESSIBILITETSFAKTORN Z OCH OMVANDLINGSFAKTORN KFAK 136

13.1 GASDATA 1989 137
13.2 DGC GASDATA 1 138

14 EXEMPEL PÅ IFYLLNING AV LOGGBLAD 146

14.1 OMFATTNING 146
14.2 ÖVERSIKT 146
14.3 ELEKTRONISK TRYCKREFERENS 146
14.4 KONTROLLTERMOMETER 147
14.5 BILAGOR 148

1 Översikt

Provutrustning = Kalibrerings- och kontrollutrustning för prov- och mätutrustning.

Mätutrustning = Utrustning som finns i en anläggning för mätning av gasvolym, temperatur och tryck samt för volym- och energiomvandling. Även tryckregulatorer kan ingå i mätutrustningen om ingen tryckkompensering finns.

1.1 Manualens syfte

Denna kontrollmanual utgör tillsammans med "Kontrollmanual, Stora mätare" underlag för kontrollsystem för mätsystem > G6 och leveranstryck ≤ 5 [bara] samt dokumentation av mätsystemens mätnoggrannhet. Kontrollsystemet skall säkra att mätsystemen inte överskrider tillåtna felgränser.

Det är denna manuals syfte att säkra att den provutrustning som används vid kalibrering och kontroll av gasmätutrustning underhålls och handhas på ett korrekt sätt, så att gasmätningen kan leva upp till specificerade krav under hela sin utesittningstid.

1.2 Manualens uppbyggnad

Manualen beskriver generella krav på underhåll och kalibrering av provutrustning samt instruktioner som beskriver hur prov- och mätutrustning kalibreras och kontrolleras.

Volymmätare provas på provningslabb och omfattas därför inte av denna manual, de ingår istället i kontrollmanualen för stora mätare.

Manualen är uppbyggd så att den kan ingå i ett kvalitetssystem.

Manualen består av följande procedurer och instruktioner:

- Procedur för underhåll och kalibrering av provutrustning
- Kalibreringsinstruktion för kontrollmanometer
- Kalibreringsinstruktion för kontrolltermometer
- Kalibreringsinstruktion för trycktransmitter
- Kalibreringsinstruktion för temperaturtransmitter
- Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperaturgivare
- Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperatur-transmitter/givare och trycktransmitter
- Kalibreringsinstruktion för in-situ kontroll av mätsystem med PTZ-omvandling
- Kalibreringsinstruktion för in-situ kontroll av mätsystem med TZ-omvandling
- Instruktion för inreglering av tryckregulator
- Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare, 4-20 mA.

1.3 Godkännande av mätutrustning

Mätutrustning godkänns om mätfelet vid provning är innanför specificerade gränser. Dessa gränser tar hänsyn till provutrustningens mätosäkerhet. I proceduren finns acceptansgränser angivna för mätutrustningens största tillåtna mätfel. Genom att minska acceptansgränsen med provutrustningens mätosäkerhet får man den så kallade kontrollgränsen som med 97,5% sannolikhet innebär att mätutrustningen är godkänd.

Om mätutrustningens mätfel ligger innanför kontrollgränsen och mätutrustningen är mekaniskt godkänd, godkänns mätutrustningen.

1.4 Procedur

Proceduren skall säkra att mätutrustningen mäter korrekt. Detta uppnås genom anvisningar för handhavande av provutrustning och att mätutrustningen har spårbarhet till erkända normaler. Spårbarheten uppnås genom anvisningar för kalibrering av den provutrustning, som används för att kalibrera den provutrustning, som används för provning av mätutrustning. Den provutrustning, som används för kalibrering av provutrustningen, skickas till ackrediterat provningslabb för kalibrering.

Har gasbolagen inga egna möjligheter att kalibrera sin provutrustning, som används för provning av mätutrustning, kan denna provutrustning skickas till ackrediterat provningslabb för kalibrering.

Proceduren är uppbyggd enligt följande:

1 Syfte
2 Ansvarsfördelning
3 Omfattning som beskriver vilken mät- och provningsutrustning som omfattas av manualen.
4 Definitioner på benämningar som används i manualen. Det finns dessutom ett kort avsnitt om osäkerhetsberäkning. Det avsnittet är informativt och kan hoppas över.
5 Mätutrustning. Detta avsnitt innehåller krav på underhåll och kalibrering av mätutrustning. Kraven skall säkra att mätutrustningens noggrannhet är tillräcklig under utesittningstiden genom att ställa krav på kalibreringsfrekvens och acceptansgränser vid kalibreringen. Det innehåller även ett avsnitt, som beskriver de krav som skall ställas på icke ackrediterade labb, som utför kalibrering av mätutrustning som omfattas av denna manual.
6 Laboratorielokale. Detta avsnitt innehåller krav på de lokaler där mätutrustning kalibreras och kontrolleras.
7 Dokumentation. Detta avsnitt innehåller krav på förvaring av kalibreringsbevis mm samt en översikt över instruktioner, underlag och scheman.
8 Kopplingar till andra kvalitetsdokument finns i form av referenser.
9 Schemor. Dessa schemor är uppbyggda så att innehåller de upplysningar, som är nödvändiga för att dokumentera mätsystemets historik (underhåll).

1.5 Instruktioner

Instruktionerna är uppbyggda på samma sätt. Instruktionerna innehåller detaljerade beskrivningar av hur kontroll- och gasmätutrustning kalibreras och kontrolleras.

Instruktionerna skiljer mellan kalibrering och kontroll. Vid en kalibrering jämförs kontroll- och gasmätutrustningens visning med en referens (t ex en tryckreferens) visning i hela mätutrustningens mätområde. Referensen är externt kalibrerad, så att referensens mätfel är känt. Genom de krav, som ställs i proceduren säkerställs, att referensens mätfel är utan betydelse för kalibreringen av kontroll- och gasmätutrustningen.

Vid en kontroll jämförs gasmätutrustningens visning med en kontrollutrustnings (t ex en kontrolltermometers) visning. Denna kontroll görs endast i en punkt, som oftast är driftspunkten. För att säkerställa, att gasmätutrustningens mätfel ligger innanför toleranserna även utanför driftspunkten, får endast kontroll- och gasmätutrustning som är kalibrerad installeras och användas.

Instruktionerna är uppbyggda enligt följande:

1 Syfte
2 Ansvarsfördelning
3 Giltighetsområde. Tillsammans med syftet specificerar giltighetsområdet vilken mätutrustning, som omfattas av instruktionen.
4 Utrustningslista. Innehåller en översikt över den utrustning, som skall användas till kalibreringen/kontrollen.
5 Definitioner. Här finns definitioner för ord och begrepp, som är speciella för instruktionen. Där finns också några ord och begrepp, som ofta används.
6 Beskrivning. Här beskrivs, steg för steg, förberedelser för kalibrering/kontroll, själva kalibreringen/kontrollen (mätningen), behandling av mätdata, beräkning av osäkerheten och kriteriet för godkännande.
   Avsnittet om osäkerheten är medtaget för att dokumentera kontrollsystemets pålitlighet. Avsnittet kan hoppas över i de fall, när det inte skall beräknas någon osäkerhet vid kalibreringen.
   Kriteriet för godkännande innehåller de krav, mätutrustningen skall uppfylla, för att mätutrustningen kan godkännas.
7 Schemor. Detta avsnitt innehåller en översikt över de schemor, som ingår i kalibreringen/kontrollen.
8 Kopplingar till andra kvalitetsdokument. Detta avsnitt innehåller referenser.

2 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibreringsutrustning

2.1 Syfte

Syftet med denna procedur är att säkra att provutrustningen, som används i labb för kalibrering av den utrustning som används för provning av mätutrustning, underhålls så att den alltid kan verifiera att mätsystemen överensstämmer med de specificerade kraven.

2.2 Ansvarsfördelning

XX är ansvarig för att proceduren följs

YY är ansvarig för att proceduren underhålls.

2.3 Giltighetsområde

Denna procedur behandlar aktiviteter i samband med mättekniskt underhåll av följande typer av följande typer av provutrustning:

<u>Kalibreringsutrustning</u>
Denna utrustning omfattar:

- Tryckreferenser
- Referenstermometer
- Voltmeter inklusive normalmotstånd
- Amperemeter
- Registreringsutrustning för temperaturen i labbet

Sekundär kalibreringsutrustning
- Temperaturkalibratorer/temperaturbad för att åstadkomma väldefinierade temperaturer

<u>Kontrollutrustning</u>
Denna utrustning omfattar:

- Kontrollmanometer
- Kontrolltermometer
- Temperaturkalibrator. Används till in-situ kontroll av temperatur-transmitterar/givare vid de tillfällen det saknas separat rörstuds för kontrollmätning av gastemperaturen.

2.4 Definitioner

Mättekniskt underhåll. Mättekniskt underhåll av prov- och mätutrustning omfattar de aktiviteter som säkrar att utrustningen bibehåller den fastställda mätosäkerheten. Mättekniskt underhåll omfattar kalibrering, utvärdering av kalibreringsresultat, historik, utvärdering av utrustningens användbarhet.

Kalibreringsutrustning. Kalibreringsutrustning är den provutrustning som används för att få spårbarhet till mätutrustningen.

Kontrollutrustning. Kontrollutrustning är den provutrustning som används vid in-situ kontroll tryckregulatorer och volymomvandlare.

Mätfel. Mätfel är skillnaden (positiv eller negativ) mellan mätutrustningens visning och det ”sanna” värdet.

Felgräns. Felgränsen är det maximala (positiva) värdet av mätfelen vid rektangulär fördelning av mätfelen.
Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid normalfördelning av mätfelen. Se även under ”Osäkerhet”.

Acceptansgräns. Acceptansgräns är det största tillåtna mätfelet (positivt eller negativt)

Kontrollgräns. Kontrollgränsen (k) (positiv eller negativ) beräknas som mätutrustningens (positiva) acceptansgräns (a) minus 2 * standardavvikelsen vid kalibreringen (u_k):

$$k = a - 2 \cdot u_k$$

Genom att utnyttja standardavvikelser vid beräkning av kontrollgränser är det 2,5% sannolikhet att mätutrustning, som ligger utanför acceptansgränsen, godkänns.

Kontrollgränsen har beräknats för all mätutrustning i respektive mätutrustnings kalibreringsinstruktion.

Osäkerhet. Osäkerhetsbudgeter beräknas enligt DANAKs vägledning (TF 8, Bestemmelse af måleusikkerhed).

Vid extern kalibrering omräknas labbets angivna osäkerhet till en standardavvikelse (K=1 eller 68% konfidensintervall) genom att dividera med K. Om K inte finns angivet i kalibreringsbeviset: se tabell 1.

Tabell 1. K-faktor.

Antal standardavvikelser	Konfidensintervall	K
1	68%	1
2	95%	2

2.5 Provutrustning

2.5.1 Handhavande

Avdelning XX är ansvarig för att övervaka, reparera och kontrollera provutrustningen. Avdelning XX utarbetar och underhåller instruktioner för hantering och användning av provutrustningen.

Provutrustning numreras innan den tas i bruk. Logg skall föras på all provutrustning.

Provutrustning skall kalibreras innan den tas i bruk. Kalibreringsdatum noteras i loggen. Provutrustning skall kalibreras efter bestämda intervaller, jfr 2.5.3 och 2.5.4. Kalibreringsresultat kontrolleras, jfr 2.5.2.

Provutrustning där nästkommande kalibreringsdatum har överskridits får inte användas förrän det är kalibrerat.

Försvunnen provutrustning skall noteras i loggen. Kommer utrustningen tillrätta, skall den kalibreras innan den åter tas i bruk.

Provutrustning som utsatts för överlast skall genast återlämnas till den som är ansvarig för provutrustningen och noteras i loggen. Skadad utrustning skall om möjligt kalibreras innan den skickas till reparation eller kasseras. Efter reparation skall utrustningen kalibreras för att åter få användas.

Reparationer skall noteras i loggen.

2.5.2 Utvärdering av kalibreringsresultat

Efter varje kalibrering skall resultatet av kalibreringen utvärderas av den som är ansvarig för kalibreringen.

Vid utvärderingen jämförs utrustningens mätfel (avvikelsen) med kontrollgränsen. Utrustningen godkänns om mätfelet ligger innanför kontrollgränsen och utrustningen för övrigt är godkänt visuellt.

Om utrustningens mätfel ligger utanför kontrollgränsen utgår utrustningen och följande frågor utreds:

- Hur länge har provutrustningens mät fel legat utanför kontrollgränsen?
- Vad har det betytt för gasmätningen att den aktuella provutrustningen har legat utanför kontrollgränsen?
- Skall kalibreringsintervallet för den aktuella provutrustningen ändras?

Om provutrustning utgår skall detta noteras i loggen.

Godkänd provutrustning skall märkas med utrustningens id nummer, kalibreringsdatum och nästkommande kalibreringsdatum. Kontrollutrustning märks även med godkänt mätområde (kalibreringsområde).

Om provutrustning skrotas skall detta noteras i loggen.

2.5.3 Kalibreringsutrustning

Kalibreringsutrustning kalibreras externt, jmf tabell 2. Anlitat kalibreringslabb framgår av schema 001.S1.

Ansvarig person kontaktar kalibreringslabbet för att avtala tidpunkt för kalibreringen och kalibreringsområde.

Tabell 2. Kalibreringsintervall mm för kalibreringsutrustning.

Provutrustning	Specifikationer	Kalibrerings-intervall	Kalibrerings-område	Acceptans-gräns[2)]
Temp.kalibrator/temp.bad	0,12 ºC[1)]	1 år		
Elektronisk tryckreferens, 0-200 mbarg	Upplösning ≤ 0,1 mbar Långtidsstabilitet ≤ 0,15 mbar	1 år	0, 20, 50, 70, 90, 100 mbarg	0,5 mbar
			150 mbarg	1,0 mbar
Elektronisk tryckreferens, 1-5 bara	Upplösning ≤ 1 mbar Långtidsstabilitet ≤ 0,5 mbar/år	1 år	1,05 bara	1,5 mbar
			2 bara	2,0 mbar
			3 bara	3 mbar
			4 bara	4 mbar
			5 bara	4 mbar
Referenstermometer	Upplösning ≤ 0,01 ºC Långtidsstabilitet ≤ 0,05 ºC/år	1 år	-5°C till 50°C 6 punkter	0,15°C
Voltmeter	Upplösning ≤ 0,0001 V Långtidsstabilitet ≤ 0,0001 V/år	1 år	0,2V till 3V 5 punkter	0,1% rel.
Normalmotstånd	Långtidsstabilitet ≤ 0,001 Ω/3 år	3 år	100 ohm	0,005%
Amperemeter I	Upplösning ≤ 0,001 mA Långtidsstabilitet ≤ 0,01 mA/år	1 år	2 mA till 30 mA 5 punkter	0,1% rel.
Amperemeter II	Upplösning ≤ 0,0001 mA	1 år	2 mA till 30 mA 5 punkter	0,05% rel.

[1)] Temperaturvariationerna inom kalibrator/vätskebad får inte överstiga ±0,12 °C.
[2)] Om instrumentets specifikation anger långtidsstabiliteten skall kontrollgränsen korrigeras för långtidsstabiliteten (se nedan).

Kalibreringsutrustning kalibreras externt med en kalibreringsosäkerhet U_k (k=2). Långtidsstabiliteten e_l antas att vara ett maxvärde, som är rektangulärt fördelat. Den korrigerade osäkerheten blir då:

$$U' = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{U_k}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_l}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

och den korrigerade kontrollgränsen blir:
k = a – U'
Exempel. Kalibrering av en tryckreferens 0 – 200 mbarg.
U_k = ±3 Pa (k=2)
e_l = ±0,05% rel/år ≅ ±0,1 mbar/år vid 200 mbarg

$$U' = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)^2} = 11{,}9\ Pa = 0{,}12\ mbar$$

k = 1,0 – 0,12 = 0,88 mbar vid 200 mbarg

Efter kalibreringen ifylls utrustningens kontrollblad och mätfelen (avvikelsen) jämförs med kontrollgränsen, jmf 2.5.2.

2.5.4 Kontrollutrustningar

Kontrollutrustning kalibreras internt eller externt, jmf tabell 3.

Vid extern kalibrering kontaktar ansvarigt kalibreringsinstitut för att avtala tid för kalibrering samt kalibreringsområde.

Tabell 3. Kalibreringsintervall mm för kontrollutrustning.

Mätutrustning	Kalibreringsintervall	Kalibreringsområde	Acceptansgräns
Kontrollmanometer, 0-200 mbarg	6 månader	0, 20, 50, 70, 90, 100 mbarg	1,5 mbar
		150 mbarg	3 mbar
Kontrollmanometer, 1-5 bara	6 månader	1,05 bara	5 mbar
		2 bara	6 mbar
		3 bara	10 mbar
		4 bara	12 mbar
		5 bara	12 mbar
Kontrolltermometer	12 månader	-5°C till 50°C 6 punkter	0,6°C
Termometerkalibrator	12 månader	-5°C till 50°C 6 punkter	0,6°C

Kalibreringsintervall för kontrollmanometer kan ökas till 12 månader, om erfarenheterna talar för det.

Rekommenderade krav vid anskaffning av kontrollutrustning:

- Temperaturområde från -10ºC till +50ºC
- Osäkerhet vid referenstemperatur bättre än 1/3 av acceptansgränsen
- Den numeriska summan av osäkerheten vid referenstemperaturen, temperaturdrift (Δt = 30 ºC) och långtidsdrift över 1 år skall vara bättre än acceptansgränsen. Bidragen från temperatur- och långtidsdrift skall kontrolleras i osäkerhetsbudgeterna.

Efter kontrollen ifylls instrumentets kontrollblad och avvikelsen (mätfelet) jämförs med kontrollgränsen, jmf 2.5.2.

2.5.5 Dokumentering

Vid dokumentering av resultaten från kalibreringar och kontroller ifylls respektive kontroll- och datablad. Alla fält skall ifyllas. Det kan dock vara tillräckligt med att identifiera provutrustningen med id-nummer.

2.5.6 Externa kalibreringar

Ansvarig avdelning skall säkra att externa kalibreringar lever upp till ställda krav. Kraven förväntas vara uppfyllda om kalibreringslabbet är ackrediterat (av DANAK eller av annat land enligt ömsesidig överenskommelse) inom aktuella områden.

Om kalibreringslabbet inte är ackrediterat, skall ansvarig avdelning säkra att labbets interna kvalitetsstyrning lever upp till ställda krav. Labbet skall kunna dokumentera att:

- labbet följer relevanta delar av ISO 9000 serien eller EN 45001 (förväntas ersättas av ISO 17025 under år 2001)
- labbet har lokaler och referensutrustning som säkrar korrekt kalibrering
- personalen har nödvändiga kvalifikationer för att kunna utföra kalibreringarna
- labbets referensutrustning kalibreras regelbundet med spårbarhet till nationella eller internationella normaler
- det finns dokumenterade metoder för kalibrering av aktuell utrustning
- det finns osäkerhetsbudgeter för kalibrering av aktuell utrustning
- att kalibreringsresultat dokumenteras och identifieras på ett entydigt sätt

Om labbet både kalibrerar och godkänner provutrustning skall ansvarig avdelning säkra att man har tagit hänsyn till kalibreringsosäkerheten vid godkännandet. Jfr kontrollgränser i avsnitt 2.4.

2.6 Labblokaler

Om det utförs intern kontroll av gasmätutrustning skall det finnas särskilda lokaler för detta. Dessa lokaler skall vara tillräckligt skyddade mot influenser från värme smuts, fukt, kondens, buller, vibrationer, elektromagnetiska störningar och interferens. Lokalerna skall vara tillräckligt stora för att kalibrering och kontroll kan utföras på ett bra sätt. Lokalerna skall dessutom vara utrustade med utrustning för registrering av lokalernas temperatur.

2.7 Dokument

2.7.1 Kalibreringar

Kalibreringsbevis, loggar och kontrollblad skall arkiveras så att resultaten från de tre senaste kalibreringarna, kontrollerna och in-situ kontrollerna finns tillgängliga. Resultaten skall alltid arkiveras i minst 5 år.

2.7.2 Instruktioner

5.01.001 Kalibreringsinstruktion för kontrolltermometer
5.01.003 Kalibreringsinstruktion för trycktransmitter
5.01.004 Kalibreringsinstruktion för temperaturtransmitter
5.01.005 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperaturgivare
5.01.006 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperaturtransmitter/givare och trycktransmitter

5.01.008 Kontrollinstruktion for in-situ kontroll av gasmätsystem med PTZ omvandling
5.01.009 Kontrollinstruktion for in-situ kontroll av gasmätsystem med TZ omvandling
5.01.010 Instruktion för inreglering av tryckregulator
5.01.011 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare, 4-20 mA

2.7.3 Underlag

6.01.001 Jämförelse mellan olika metoder att beräkna kompressibiltetsfaktorn Z och konverteringsfaktorn KFAK.
6.01.002 Exempel på ifyllning av loggar, kontrollblad och schemor.

2.7.4 Schemor

001.S1 Uppgifter om använt kalibreringslabb
001.S2 Logg för provutrustning
001.S3 Kontrollblad för elektronisk tryckreferens
001.S4 Kontrollblad för temperaturkalibrator
001.S5 Kontrollblad för referenstermometer
001.S6 Kontrollblad för voltmeter
001.S7 Kontrollblad för normalmodstånd
001.S8 Kontrollblad för amperemeter
001.S9 Kontrollblad för kontrollmanometer
001.S10 Kontrollblad för kontrolltermometer

2.8 Kopplingar till andra kvalitetsdokument

Kontrollmanual, stora mätare
Bestemmelse af måleusikkerhed. DANAK Teknisk Forskrift TF8, 1998-05-20

Schema 001.S1. Använda kalibreringslabb

Provutrustning	Institut			
	Namn/adress	Telefon	Fax	Att.
Elektronisk tryckreferens				
Temperaturkalibrator				
Referenstermometer				
Voltmeter				
Normalmotstånd				
Amperemeter				
Kontrollmanometer				
Kontrolltermometer				

Schema 001.S2. Logg för provutrustning

Typ av provutrustning:		S/N:	ID nr.:
Fabrikat:		Anskaffningsdatum:	
Leverantör:			
Certifikat medlevererat:	Nr.:	Datum:	

Datum	Initialer	Noteringar

Schema 001.S3. Kontrollblad för elektronisk tryckreferens

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	P_n	P_m	$da_i=P_m-P_n$	u_k	a	$k=a-2u_k$		
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	Datum	Sign.

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S4. Kontrollblad för temperaturkalibrator

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	T_n	T_m	$da_i = T_m - T_n$	u_k	a	$k = a - 2u_k$		
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S5. Kontrollblad för referenstermometer

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	T_n	T_m	$da_i = T_m - T_n$	u_k	a	$k = a - 2u_k$		
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S6. Kontrollblad för voltmeter

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	V_n	V_m	$da_i = V_m - V_n$	u_k	a	$k = a - 2u_k$		
	mV	mV	mV	mV	mV	mV	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S7. Kontrollblad för normalmotstånd

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	R_n	R_m	$da_i = R_m - R_n$	u_k	a	$k=a-2u_k$		
	ohm	ohm	ohm	ohm	ohm	ohm	Datum	Sign
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			
	100,000				0,005			

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S8. Kontrollblad för amperemeter

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	I_n	I_m	$da_i = I_m - I_n$	u_k	a	$k = a - 2u_k$		
	mA	mA	mA	mA	mA	mA	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S9. Kontrollblad för kontrollmanometer

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	P_n	P_m	$da_i = P_m - P_n$	u_k	a	$k = a - 2u_k$		
	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Schema 001.S10. Kontrollblad for kontrolltermometer

ID nr.:								
Kalibrerings-datum	Kalibrerings-punkt[1]. Nominellt värde	Kalibrerings-punkt[1]. Mätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings osäkerhet[2]	Accept-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	T_n	T_m	$da_i = T_m - T_n$	u_k	a	$k=a-2u_k$		
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Datum	Sign

[1] Överförs från kalibreringsbeviset.
[2] Överförs från kalibreringsbeviset, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

3 Kalibreringsinstruktion för kontrollmanometer

3.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering av kontrollmanometer.

3.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarig för att instruktionen uppdateras.

3.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar statisk kalibrering av elektroniske kontrollmanometer av normal industriell tillverkning. Elektroniska kontrollmanometrar omfattar en komplett utrustning för tryckmätning, t ex trycktransmitter med tillhörande avläsningsenhet. Trycket avläses i mbarg (≤200 mbarg) eller bara (≤5 bara).

Labbtemperaturen skall vare mellan 18°C och 26°C. Under kalibreringen får temperaturen inte ändra sig mer än 1°C.

3.4 Utrustningslista

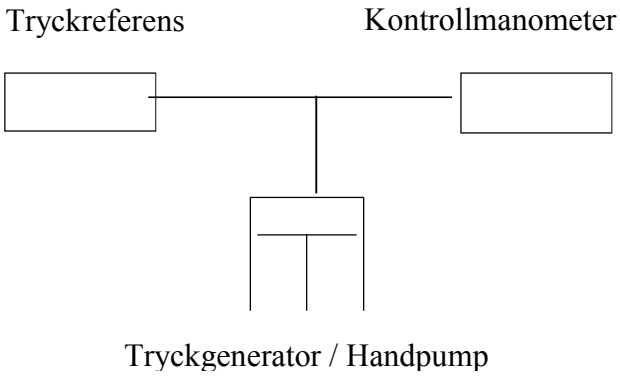
Kalibreringsutrustning.

Tryckreferens:

- Elektronisk tryckreferens, inklusive tryckgenerator. Upplösning vid avläsning skall vara bättre än eller lika med 0,1 mbar vid övertryck och bättre än eller lika med 1 mbar vid absolut tryck.
- Urörsmanometer

Tryckgenerator till urörsmanometer (t ex handpump).

Skiss över kalibrering av kontrollmanometer: se i Fig. 1.



Figur 1. Kalibrering av kontrollmanometer.

3.5 Definitioner

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus osäkerheten vid kalibreringen.

Linearitet. Den funktion som definierar förhållandet mellan påförda tryck och avlästa värden på kontrollmanometern.

Variationsbredd. Skillnaden mellan högsta och lägsta värde som avlästs på kontrollmanometern vid samma belastning (vid stigande belastning).

Hysteres. Skillnaden mellan avläsningarna vid stigande respektive minskande tryck (vid samma belastning).

Skalenhet. Den minsta mätenhet som kan avläsas. För en digital kontrollmanometer är som regel en skalenhet en siffra. Om en digital kontrollmanometer fluktuerar mer än ±1 siffra vid 0-punkten, definieras skalenheten som hälften av fluktuationsområdet (antal siffror).

3.6 Beskrivning

3.6.1 Förberedelser

3.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kalibreringsutrustningen inte har överskridits.

3.6.1.2 Elektronisk kalibreringsutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt fabrikantens specifikationer.

3.6.1.3 Kontrollmanometern skall acklimatiseras i labbet i minst ett dygn innan kalibreringen.

3.6.1.4 Kontrollera kontrollmanometern för eventuella dåliga anslutningar eller skador. Om manometern är skadad genomförs en kalibrering i den omfattning som är möjlig. Därefter får inte manometern inte användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

3.6.1.5 Fyll i mätschemat (schema 1) med basdata.

3.6.1.6 Kontrollmanometer kopplas samman med kalibreringsutrustningen. Kalibreringsutrustningens mätområde skall passa kontrollmanometerns kalibreringsområde. Sammankopplingen skall göras i överensstämmelse med utrustningens manualer.

3.6.1.7 Kontrollmanometern skall förbelastas minst 3 gånger till max belastning, som skall vara i ca 1 min. Resultatet behöver inte avläsas. Fig 2 visar en skiss över belastningen och tidsförloppet under kalibreringen.

Vid 0-punkt och maxbelastning utvärderas visningens variation för såväl kontrollmanometer som kalibreringsutrustning efter stabiliseringsperioden. Om visningen varierar mer än 2 x avläsningsnoggrannheten enligt

tillverkarens specifikationer, underkänns kontrollmanometern/kalibrerings-utrustningen och felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

Efter den sista ”förbelastningen” justeras såväl 0-punkt som maxvärde på både kalibreringsutrustning och kontrollmanometer.

3.6.2 Mätförlopp

3.6.2.1 En mätserie får inte startas förrän kontrollmanometern har uppnått en stabil nollpunkt efter avlastning till atmosfärsryck. Vänta 2-3 minuter efter av-lastningen för att konstatera om nollpunkten har blivit stabil.

3.6.2.2 Kalibreringen får inte avbytas i mer än 30 minuter. Om detta sker skall kontrollmanometern belastas enligt punkt 3.6.1.7 innan kalibreringen kan fortsätta.

3.6.2.3 0-punkten är kontrollmanometerns första kalibreringspunkt för stigande belastning. Kontrollmanometerns visning registreras.

3.6.2.4 Trycket ökas med hjälp av tryckgeneratorn, se kalibreringsutrustningens manual, tills tryckreferensens visning står på nästa kalibreringspunkt (belastningssteg). Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±0,5 mbar från det nominella värdet vid kalibrering av övertryckskontroll-manometer eller mer än ±2 mbar från det nominella värdet vid kalibrering av absoluttrycksmanometer.

3.6.2.5 Vänta ca 1 minut tills trycket är stabilt. Därefter registreras kontrollmanometerns visning.

3.6.2.6 Punkterna 3.6.2.4 och 3.6.2.5 upprepas tills det maximala trycket har uppnåtts.

3.6.2.7 Det maximala trycket är den första kalibreringspunkten för avtagande belastning.

3.6.2.8 Trycket minskas med hjälp av tryckgeneratorn, se kalibreringsutrustningens manual, tills tryckreferensens visning står på det näst lägsta belastnings-steget. Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±0,5 mbar från det nominella värdet vid kalibrering av övertryckskontrollmanometer eller mer än ±2 mbar från det nominella värdet vid kalibrering av absoluttrycks-manometer.

3.6.2.9 Vänta ca 1 minut tills trycket är stabilt. Därefter registreras kontroll-manometerns visning.

3.6.2.10 Punkterna 3.6.2.8 och 3.6.2.9 upprepas för samma belastningssteg som för punkt 3.6.2.4 tills 0-punkten är nådd. Den påförda belastningen får inte av-vika mer än ±0,5 mbar från den nominella värdet vid kalibrering av över-tryckskontrollmanometer eller mer än ±2 mbar från det nominella värdet vid kalibrering av absoluttrycksmanometer.

3.6.2.11 Minsta belastning är första kalibreringspunkt för stigande belastning. Kontrollmanometerns visning registreras.

3.6.2.12 Punkterna 3.6.2.4 till 3.6.2.10 upprepas en gång.

3.6.2.13 Om ett tryck steg överskrids vid stigande belastning skall kontrollmanometern avlastas till föregående belastningssteg innan belastningen åter ökas. Om ett tryck steg underskrids vid avtagande belastning skall kontrollmanometern belastas till föregående belastningssteg innan belastningen åter minskas.

3.6.3 Behandling av mätdata

3.6.3.1 Mätdata behandlas i schema 1, jmf exempel.

3.6.3.2 Beräkna medelvärdet för varje belastningssteg för stigande belastning, P_{ms}, respektive fallande belastning, P_{mf}:
$P_{ms} = (P_1 + P_3) / 2$
$P_{mf} = (P_2 + P_4) / 2$

3.6.3.3 Beräkna, för varje belastningssteg, avvikelsen mellan det nominella värdet P_n och motsvarande medelvärde för stigande belastning P_{ms}:
$da = P_n - P_{ms}$
där da är i [mbar] och P är i [mbar].

3.6.3.4 Beräkna **variationsbredden** b för varje belastningssteg:
$b = abs(P_1 - P_3)$
där abs är det numeriska värdet av $(P_1 - P_3)$. b är i [mbar] och P är i [mbar].

3.6.3.5 Beräkna **hysteresen** q för varje belastningssteg:
$q = P_{mf} - P_{ms}$
där q är i [mbar] och P är i [mbar].

3.6.4 Beräkning av osäkerhet

3.6.4.1 Beräkna den relativa belastningsgränsen u_{Pn} för varje belastningssteg som:
$u_{Pn} = 100 \cdot dP_n / P_{ms}$ [%]
där dP_n är den maximalt tillåtna avvikelsen (±) från nominell belastning (jmf 6.2.4). dP_n och P_{ms} är i [mbar].

3.6.4.2 Överför acceptansgränsen a_{ktr} [mbar] för kontrollmanometern från tabell 3 i proceduren, dok. nr 001.

3.6.4.3 Överför acceptansgränsen a_{ref} för kalibreringsutrustningen från tabell 2 i dok. nr. 001. Beräkna den relativa acceptansgränsen för varje belastningssteg som:
$u_{ref} = 100 \cdot a_{ref} / P_n$ [%]
där a_{ref} är i [mbar] och P_n är i [mbar].

3.6.4.4 Beräkna den relativa **variationsbredden** b_{rel} för varje belastningssteg:
$b_{rel} = 100 \cdot b / P_{ms}$ [%]
där b är i [mbar] och P_{ms} är i [mbar].

3.6.4.5 Beräkna den relativa **hysteresen** q_{rel} för varje belastningssteg:
$q_{rel} = 100 \cdot q / P_{ms}$ [%]
där q är i [mbar] och P_{ms} är i [mbar].

3.6.4.6 Beräkna den relativa avläsningsnoggrannheten dP_{rel} för varje belastningssteg:
$dP_{rel} = 100 \cdot dP_a / P_{ms}$ [%]
där dP_a är den uppskattade avläsningsosäkerheten (±) i [mbar] och P_{ms} är i [mbar].

3.6.4.7 Beräkna den relativa osäkerheten u_{krel} för varje belastningssteg:

$$u_{krel} = \sqrt{(u_{Pn}^2 + u_{ref}^2 + (b_{rel}/2)^2 + (q_{rel}/2)^2 + dP_{rel}^2)/3} \ [\%]$$

3.6.4.8 Beräkna osäkerheten u_k:
$u_k = u_{krel} \cdot P_{ms} / 100$
där u_k är i [mbar] och P_{ms} är i [mbar].

3.6.4.9 Beräkna **kontrollgränsen** k för varje belastningssteg:
$k = a_{ktr} - 2 \cdot u_k$
där a_{ktr} är **acceptansgränsen** för kontrollmanometern i [mbar].
Acceptansgränsen överförs från tabell 3 i dok. nr. 001.

3.6.4.10 Beräkna kontrollgränsavvikelsen dk:
dk = k - abs(da)
där abs(da) är det numeriska värdet av avvikelsen da.

3.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelsen da med kontrollgränsen k för varje belastningssteg.

a. Om avvikelsen från kontrollgränsen dk är positiv för alla belastningssteg godkänns kontrollmanometern och manometern förses med ett kalibreringsmärke med instrumentnummer, kalibreringsdatum och nästa kalibreringsdatum.

b. Om avvikelsen från kontrollgränsen dk är negativ för ett eller flera belastningssteg får kontrollmanometern inte användas och manometern felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

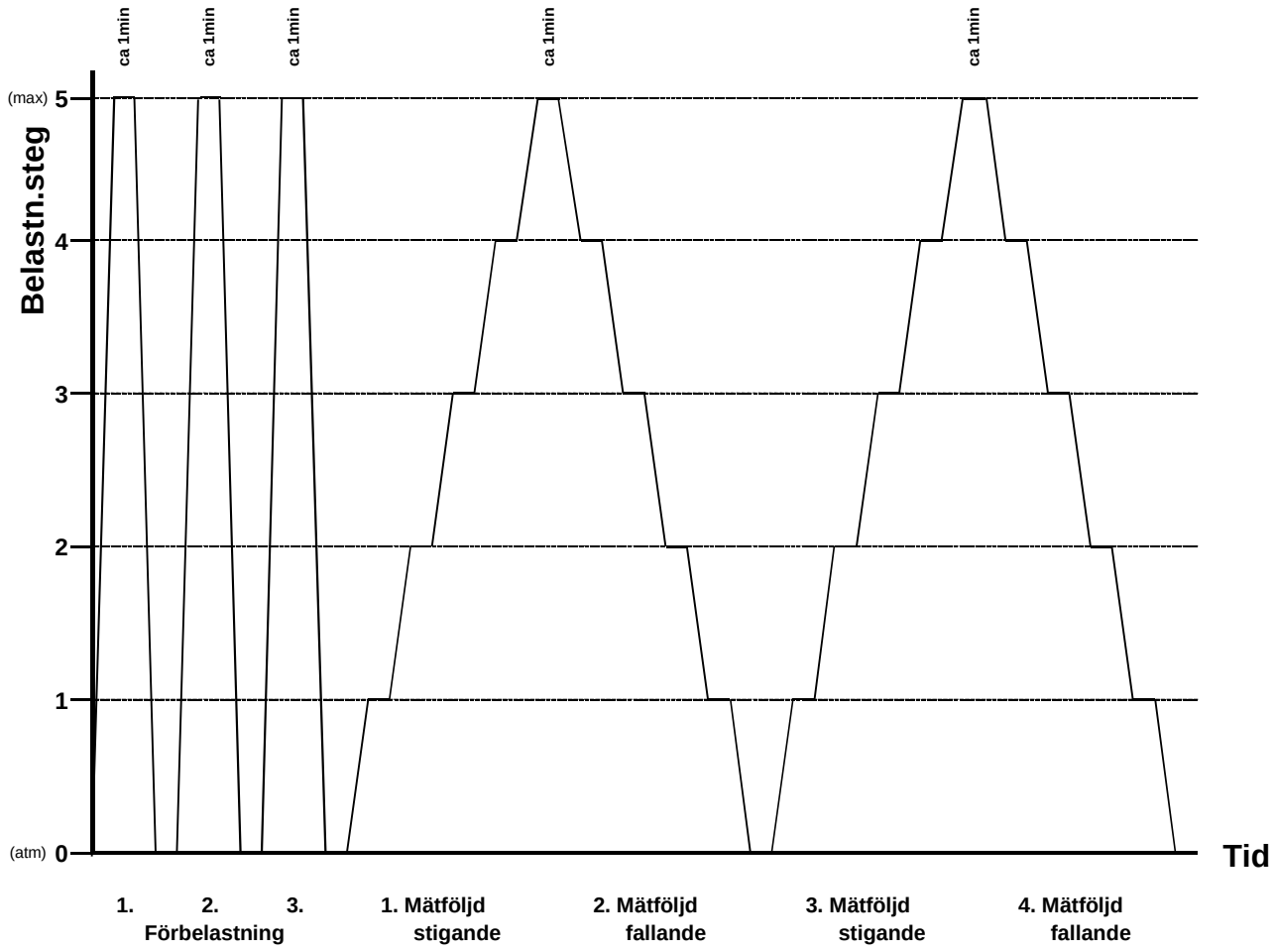
3.7 Schemor

1 Kalibrering och osäkerhetsbudget.
2 Exempel på ifyllt schema.

3.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning.

Fig. 2 Mätförlopp



Kalibrering och osäkerhetsbudget.								**Dok. nr. 5.01.001.**		**Schema 1**
Tryckreferens fabr./nr										
Kontrollmanometer fabr../nr:										
Kalibrerad av:					Kalibreringsdatum:					
Godkänd av:					Datum:					
Skalenhet (dPa):				mbar.	Skattad avläsningsosäkerhet (+/-):				mbar	
Max. tillåten avvikelse (±dPn):				mbar						
Kalibreringsdata.										
Tryck.ref.	Kontrollmanometer				Medelvärde					
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Avvikelse	Variations-bredd	Hysteres	Belastnings-gräns
Pn	P1 (ktrman.)	P2 (ktrman.)	P3 (ktrman.)	P4 (ktrman.)	Pms	Pmf	da	b	q	uPn
mbar/bar	mbar/bar	mbar/bar	mbar/bar	mbar/bar	mbar/bar	mbar/bar	mbar	mbar	mbar	%
Osäkerhetsbudget.										
Nominellt värde	Accept-gräns	Kalibreringsutrustn.		Variations-bredd	Hysteres	Avlasn.nog-gannhet	Osäkerhet		Kontroll-gräns	Kontrollgr.-avvikelse
Pn	aktr	aref	uref	brel	qrel	dPrel	ukrel	uk	k	dk
mbar/bar	mbar	mbar	%	%	%	%	%	mbar	mbar	mbar
Kontrollmanometeret godkänns, om dk>=0 för varje belastn.steg										

4 Kalibreringsinstruktion för kontrolltermometer

4.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering av kontrolltermometer.

4.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarig för att instruktionen uppdateras.

4.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar kalibrering av elektroniska kontrolltermometrar av normal industriell tillverkning. Elektroniska kontrolltermometrar omfattar en komplett temperaturmätutrustning, t ex temperaturtransmitter med tillhörande avläsningsenhet.

Labbtemperaturen skall vara mellan 18°C och 26°C. Under kalibreringen får temperaturen inte ändra sig mer än 1°C.

4.4 Utrustningslista

Temperaturkalibrator med plats till referensgivare och kontrollgivare för temperatur. Referenstermometer.

4.5 Definitioner

Felgräns. Felgränsen är den maximala (positiva) värde av mätfelet vid ett rektangulärt fördelat mätfel. Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid ett mätfel med normalfördelning.

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus kalibreringsosäkerheten.

4.6 Beskrivning

4.6.1 Förberedelser

4.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kalibreringsutrustningen inte har överskridits.

4.6.1.2 Kontrollera kontrolltermometern för eventuella dåliga anslutningar eller skador. Om termometern är skadad genomförs en kalibrering i den omfattning som är möjlig. Därefter får termometern inte användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

4.6.1.3 Rengör temperaturgivarna.

4.6.1.4 Välj dykrör till kalibratorn med håldiameter och längd, som svarar mot kontrollgivarens respektive referensgivarens diametrar och längder. Längderna skall vara anpassade så att givarelementen ligger intill varandra.

4.6.1.5 Spänningssätt utrustningen. Ställ in kalibratorn på 0,0°C. Låt utrustningen värmas upp i 10 min.

4.6.2 Mätförlopp

4.6.2.1 Sätt i kontrolltermometerns givare i dykröret i kalibratorn.

4.6.2.2 Sätt i referenstermometerns givare i referensröret i kalibratorn.

4.6.2.3 Ställ in kalibratorn på den förste nominella kalibreringstemperaturen, 0°C (schema 1).

4.6.2.4 Vänta ca 5 min till temperaturen har stabiliserat sig. Dvs att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C över 1 minut.

4.6.2.5 Avläs referenstermometer och kontrolltermometer och skriv in värdena i schemat.

4.6.2.6 Ställ in kalibratorn på nästa temperatur och upprepa 4.6.2.4 till 4.6.2.5 tills kontrolltermometern är kalibrerad vid alla temperaturerna.

4.6.2.7 Om kontrolltermometerns två resultat vid 0°C avviker med mer än 0,2°C, stabiliseras Utrustningen i 10 minuter och punkterna 4.6.2.3 till 4.6.2.6 upprepas.

4.6.2.8 Om kontrolltermometerns två resultat vid 0°C fortfarande avviker med mer än 0,2°C efter upprepningen av punkterna 4.6.2.3 till 4.6.2.6, får inte termometern användas, och felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

4.6.3 Behandling av mätdata

4.6.3.1 Beräkna avvikelsen da_i för varje kalibreringstemperatur som:

$$da_i = T_i - T_{ref,i}$$

där:

T_i är kontrolltermometerns visning
$T_{ref,i}$ är referenstermometerns visning.

4.6.3.2 Beräkna avvikelsen från kontrollgränsen dk_i för varje kalibreringstemperatur som:

$dk_i = k - abs(da_i)$

där:
k är **kontrollgränsen** (beräknas i avsnitt 4.6.4)
$abs(da_i)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_i.

4.6.4 Osäkerhetsbudget

Osäkerhetsbudgeten framgår av tabell 1.

Tabell 1. Osäkerhetsbudget vid kalibrering av elektronisk termometer.

Parameter	Fördeling[1)]	e_i[2)]	u_i[3)]
	N/R	°C	°C
Kalibrering av referenstermometer (acceptansgräns)	R	0,1	0,058
Temperaturvariation i kalibratorn	R	0,12	0,069
Avläsning av referenstermometer	R	0,005	0,003
Avläsning av kontrolltermometer	R	0,05	0,029
Referenstermometerns långtidsstabilitet över 1 år	R	0,05	0,029
Kontrolltermometerns temperaturstabilitet under kalibrering	R	0,02	0,012

[1)] Jmf proceduren, dok. nr. 001.
[2)] Estimerad **felgräns.**
[3)] $u_i = e_i/\sqrt{3}$, för att alla fördelningar antages vara rektangulära.

Den totala standardavvikelsen vid kalibreringen:

$u_k = \sqrt{\sum u_i^2} = 0{,}10°C$

Kalibreringsosäkerheten motsvarar 95% konfidensintervall:

$U = 2 \cdot u_k = 0{,}20°C$

Kontrollgränsen k blir:

$k = a - U = 0{,}6 - 0{,}20 = 0{,}40°C$

där
a är **acceptansgränsen**. Acceptansgränsen finns i proceduren, dok. nr. 001.

4.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelserna med kontrollgränsen.

4.6.5.1 Om avvikelserna från kontrollgränsen dk är positiv för alla uppmätta kalibreingstemperaturer godkänns kontrolltermometern och termometern förses ett kalibreringsmärke med instrumentnummer, kalibreringsdatum och nästa kalibreringsdatum.

4.6.5.2 Om avvikelserna från kontrollgränsen dk är negativ för en eller flera av de uppmätta kalibreringstemperaturerna får kontrolltermometern inte användas och termometern felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

4.6.6 Justering

Om termometern är underkänd och den kan justeras utförs justeringen i enligt till termometerns instruktionsbok.

Efter justeringen kalibreras termometern enligt denna instruktion, och termometern plomberas, så det inte är möjligt att ändra justeringen utan att bryta plomberingen.

4.7 Schemor

1 Kalibrering av kontrolltermometer.
2 Exempel på ifyllt schema.

4.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontroll-utrustning.

Kalibrering av kontrolltermometer

Dok. nr. 5.01.002. Schema 1

Kalibrator	Fabrikat:	Id.nr.:
Referenstermometer	Fabrikat:	Id.nr.:
Kontrolltermometer		
Fabrikat:	Typ:	Id.nr.:
Kalibreringsinstruktion: 5.01.002.	Kontrollgräns, k: 0,40°C	
Operatör:	Kalibreringsdatum:	
Godkänt av:	Datum:	
Visuell värdering (OK/Inte godkänt):		

Kalibreringsvärden

Nominellt värde	Referenstermo-meterns visning	Kontrolltermo-meterns visning	Avvikelse	Kontrollgränsavvikelse
T_n	$T_{ref,i}$	T_i	$da_i = T_i - T_{ref,i}$	$dk_i = k - abs(da_i)$
°C	°C	°C	°C	°C
0				
-5				
+5				
+10				
+20				
+30				
+45				
0				

Kontrolltermometern godkänns, om $dk_i >= 0$
Nästa kalibreringsdatum för kontrolltermometer:

Kalibrering av kontrolltermometer

Dok.nr. 5.01.002. Schema 2

Kalibrator	Fabrikat:	NTNR.:
Referenstermometer	Fabrikat:	Id.nr.:
Kontrolltermometer		
Fabrikat:	Typ:	Id.nr.:
Kalibreringsinstruktion: 5.01.002.	Kontrollgräns, k: 0,40°C	
Operatör:	Kalibreringsdatum:	
Godkänt av:	Datum:	
Visuell värdering (OK/Inte godkänt):		

Kalibreringsresultat

Nominellt värde	Referenstermo-meterns visning	Kontrolltermo-meterns visning	Avvikelse	Kontrollgränsavvikelse
T_n	$T_{ref,i}$	T_i	$da_i = T_i - T_{ref,i}$	$dk_i = k - abs(da_i)$
°C	°C	°C	°C	°C
0	0,01	0,0	-0,01	0,39
-5	-5,14	-5,1	0,04	0,36
+5	5,10	5,1	0	0,4
+10	9,85	10,0	0,15	0,25
+20	19,90	19,9	0	0,4
+30	30,25	30,2	-0,05	0,35
+45	45,08	45,0	-0,08	0,32
0	0,00	0,0	0	0,4

Kontrolltermometern godkänns, om $dk_i >= 0$
Nästa kalibreringsdatum för kontrolltermometer:

5 Kalibreringsinstruktion för trycktransmitter

5.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering av trycktransmitter för mätning av absolut tryck.

5.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarig för att instruktionen uppdateras.

5.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar statisk kalibrering trycktransmitter av normal industriell tillverkning. Trycktransmitter omfattar tryckgivare och transmitter. Transmittern ger en 4-20 mA signal, som motsvarar ett tryck på 0 till 5 bara.

Labbtemperaturen skall vara mellan 18°C och 26°C. Under kalibreringen får temperaturen inte ändra sig mer än 1°C.

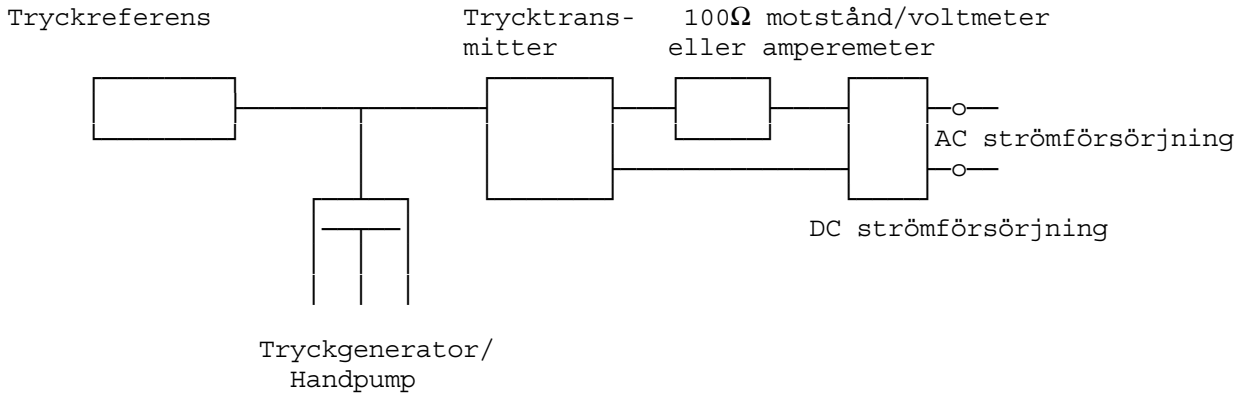
5.4 Utrustningslista

Kalibreringsutrustning.

Tryckreferens:
- elektronisk tryckreferens till absolut tryck, inklusive tryckgenerator.

Strömmätning:
- amperemeter
- voltmeter i förbindelse med ett 100 Ω motstånd

En skiss på uppställningen till kalibrering av trycktransmitter visas i Fig. 1.



Figur 1. Uppställning till kalibrering av trycktransmitter.

5.5 Definitioner

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus kalibreringsosäkerheten.

Linearitet. Den funktion som definierar förhållandet mellan påfört känt tryck och den observerade avläsningen av trycktransmittern.

Variationsbredd. Skillnaden mellan den maximala och den minimala observerade avläsningen av trycktransmittern vid samma belastningssteg (vid stigande belastning).

Hysteres. Skillnaden i observerad avläsning av trycktransmittern när avläsningen görs vid stigande tryck och fallande tryck (vid samma belastningssteg).

5.6 Beskrivning

5.6.1 Förberedelser

5.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kalibreringsutrustningen inte har överskridits.

5.6.1.2 Elektronisk kalibreringsutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt fabrikantens specifikationer.

5.6.1.3 Trycktransmittern skall acklimatiseras i laboratoriet i minst ett dygn innan kalibreringen.

5.6.1.4 Kontrollera trycktransmittern för eventuella dåliga anslutningar eller skador. Om transmittern är skadad genomförs en kalibrering i den omfattning som är möjlig. Därefter får inte transmittern inte användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

5.6.1.5 Fyll i mätschemat (schema 1) med basdata.
Trycktransmittern skall kalibreras i 5 punkter jämnt fördelade över hela tryckområdet, jmf schema 1.

5.6.1.6 Trycktransmittern monteras samman med kalibreringsutrustningen. Transmitterströmmen kan mäts antingen med en amperemeter eller genom att mäta spänningsfallet över et 100Ω motstånd. Kalibreringsutrustningens mätområde skall anpassas till trycktransmitterns kalibreringsområde. Monteringen och uppkopplingen skall ske i överensstämmelse med mätutrustningens manualer.

5.6.1.7 Trycktransmittern skall förbelastas minst 3 gånger till max belastning, 5 bara, som skall vara i ca 1 min. Resultatet behöver inte avläsas. Fig 2 visar en skiss över belastningen och tidsförloppet under kalibreringen.

Vid minsta belastningen, atmosfärstryck och maxbelastning, 5 bara, utvärderas visningens variation för såväl trycktransmitter som kalibreringsutrustning efter stabiliseringsperioden. Om visningen varierar mer än 2 x avläsningsnoggrannheten enligt tillverkarens specifikationer, underkänns trycktransmittern/kalibreringsutrustningen och felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

Efter den sista förbelastningen avlastas till minsta belastning, atmosfärstryck.

5.6.1.8 Om det erfordras, justeras trycktransmittern vid såväl min belastning som vid max belastning.

5.6.2 Mätförlopp

5.6.2.1 En mätserie får inte startas förrän trycktransmittern har uppnått en stabil nollpunkt efter avlastning till atmosfärsryck. Vänta 2-3 minuter efter avlastningen för att konstatera om nollpunkten har blivit stabil.

5.6.2.2 Kalibreringen får inte avbytas i mer än 30 minuter. Om detta sker skall trycktransmittern belastas enligt punkt 5.6.1.7 innan kalibreringen kan fortsätta.

5.6.2.3 Min belastning, 1,05 bara avläst på tryckreferensen, är trycktransmitterns första kalibreringspunkt för stigande belastning. Trycktransmitterns visning registreras. Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±2 mbar från det nominella värdet.

5.6.2.4 Trycket ökas med hjälp av tryckgeneratorn, jmf kalibreringsutrustningens manual, till tryckreferensens visning står på nästa kalibreringspunkt (belastningssteg). Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±2 mbar från det nominella värdet.

5.6.2.5 Vänta ca 1 minut tills trycket är stabilt. Därefter registreras trycktransmitterns signal.

5.6.2.6 Punkterna 5.6.2.4 och 5.6.2.5 upprepas tills det maximala trycket, 5 bara, har uppnåtts.

5.6.2.7 Den maximala belastningen, 5 bara, är första kalibreringspunkt för avtagande belastning.

5.6.2.8 Trycket minskas med hjälp av tryckgeneratorn, jmf kalibreringsutrustningens manual, till tryckreferensens visning står på nästa lägre kalibreringspunkt (belastningssteg). Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±2 mbar från det nominella värdet.

5.6.2.9 Vänta ca 1 minut tills trycket är stabilt. Därefter registreras trycktransmitterns signal.

5.6.2.10 Punkterna 5.6.2.8 och 5.6.2.9 upprepas för samma belastningssteg som för punkt 5.6.2.4 tills min belastning, 1,05 bara, har nåtts Den påförda belastningen får inte avvika mer än ±2 mbar från det nominella värdet.

5.6.1.7 Minsta belastning är första kalibreringspunkt för stigande belastning. Trycktransmitterns signal visning registreras.

5.6.2.12 Punkterna 5.6.2.4 till 5.6.2.10 upprepas en gång.

5.6.2.13 Om ett tryksteg överskrids vid stigande belastning skall transmittern avlastas till föregående belastningssteg innan belastningen åter ökas. Om ett tryksteg underskrids vid avtagande belastning skall transmittern belastas till föregående belastningssteg innan belastningen åter minskas.

5.6.3 Behandling av mätdata

5.6.3.1 Mätdata behandlas i schema 1, jmf exempel, schema 3 och 4.

5.6.3.2 Mätvärdena omräknas till motsvarande tryck för varje belastningssteg och för både stigande och fallande belastning som följer:

$P_{o,i}$ = alfa · (I_i - 4)

där $P_{o,i}$ är det omräknade värdet [bara] för belastningsserien i, alfa är trycktransmitterns känslighet [bar/mA], och I_i den registrerade ström [mA] för belastningsserien i (i = 1 till 4).

5.6.3.3 Beräkna, för varje belastningssteg, medelvärdet av de omräknade värdena för stigande belastning, P_{ms}, respektive fallande belastning, P_{mf}:

$P_{ms} = (P_{o,1} + P_{o,3}) / 2$
$P_{mf} = (P_{o,2} + P_{o,4}) / 2$

5.6.3.4 Beräkna, för varje belastningssteg, avvikelsen da mellan det nominella värdet P_n och det omräknade medelvärdet för stigande belastning, P_{ms}:

$da = (P_n - P_{ms}) \cdot 1000$
där da är i [mbar] och P är i [bar].

5.6.3.5 Beräkna **variationsbredden** b för varje belastningssteg:

$b = abs(P_{o,1} - P_{o,3}) \cdot 1000$

där abs är det numeriska värdet av ($P_{o,1}$ - $P_{o,3}$). b är i [mbar] och P är i [bar].

5.6.3.6 Beräkna **hysteresen** q för varje belastningssteg:

$q = (P_{mf} - P_{ms}) \cdot 1000$
där q är i [mbar] och P är i [bar].

5.6.4 Beräkning av osäkerhet

5.6.4.1 Acceptansgräns

5.6.4.1.1 Fast acceptansgräns (% av full skala)

Överför acceptansgränsen a_{tr} [mbar] för trycktransmittern från det generiska databladet för trycktransmittern. Acceptansgränsen motsvarar trycktransmitterns noggrannhetsklass.

5.6.4.1.2 Relativ acceptansgräns (% av avläsningen)

Överför den relativa acceptansgränsen a_{trr} [%rel] för trycktransmittern från det generiska databladet för trycktransmittern. Acceptansgränsen motsvarar trycktransmitterns noggrannhetsklass. Räkna om acceptansgränsen enligt:

$a_{tr} = a_{trr} \cdot P_n \cdot 10$ [mbar]
där P_n är i [bar]

5.6.4.2 Överför acceptansgränsen a_{ref} för tryckreferensen från tabell 2 i dok. nr. 001. Beräkna den relativa acceptansgränsen u_{ref} för varje belastningssteg som:

$u_{ref} = 100 \cdot (a_{ref} / 1000) / P_n$ [%]
där a_{ref} är i [mbar] och P är i [bar].

5.6.4.3 Överför acceptansgränsen a_I för amperemetern från tabell 2 i dok. nr. 001. Beräkna den relativa acceptansgränsen u_I för varje belastningssteg som:

$$u_I = a_I \cdot \frac{alfa}{P_{ms}} \cdot (\frac{P_n}{alfa} + 4)[\%]$$

där a_I är acceptansgränsen i [% rel].

5.6.4.4 Beräkna den relativa belastningsgränsen u_{Pn} för varje belastningssteg som:

$u_{Pn} = 100 \cdot (dP_n / 1000) / P_{ms}$ [%]
där dP_n är den högsta tillåtna avvikelsen från den nominella belastningen (jmf 6.2.3), $dP_n = \pm 2$ mbar.

5.6.4.5 Beräkna den relativa **variationsbredden** b_{rel} för varje belastningssteg:

$b_{rel} = 100 \cdot (b/1000) / P_{ms}$ [%]

5.6.4.6 Beräkna den relativa **hysteresen** q_{rel} för varje belastningssteg:

$q_{rel} = 100 \cdot (q/1000) / P_{ms}$ [%]

5.6.4.7 Beräkna för varje belastningssteg den relativa avläsningsosäkerheten dP_{rel} för avläsning av trycktransmitterns strömsignal:

$dP_{rel} = 100 \cdot alfa \cdot dI_a / P_{ms}$ [%]
där alfa är trycktransmitterns känslighet i [bar/mA] och dI_a är den uppskattade avläsningsosäkerheten (±) i [mA] på amperemetern.

5.6.4.8 Beräkna den relativa osäkerheten u_{krel} för varje belastningssteg:

$$u_{krel} = \sqrt{(u_{ref}^2 + u_I^2 + u_{Pn}^2 + (b_{rel}/2)^2 + (q_{rel}/2)^2 + dP_{rel}^2)/3} \ [\%]$$

5.6.4.9 Beräkna osäkerheten u_k:

$u_k = u_{krel} \cdot (P_{ms} \cdot 1000) / 100$
där u_k är i [mbar].

5.6.4.10 Beräkna **Kontrollgränsen** k för varje belastningssteg:

$k = a_{tr} - 2 \cdot u_k$
där a_{tr} är **acceptansgränsen** för trycktransmittern i [mbar].
Acceptansgränsen motsvaram trycktransmitterns noggrannhetsklass enligt det generiska databladet för trycktransmittern.

5.6.4.11 Beräkna kontrollgränsavvikelsen dk:

dk = k - abs(da)
där abs(da) är det numeriska värdet av avvikelsen da.

5.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelsen da med kontrollgränsen k för varje belastningssteg.

a. Om avvikelsen från kontrollgränsen dk är positiv för alla belastningssteg godkänns trycktransmittern och transmittern förses med ett kalibreringsmärke med instrumentnummer, kalibreringsdatum och nästa kalibreringsdatum.

b. Om avvikelsen från kontrollgränsen dk är negativ för ett eller flera belastningssteg får trycktransmittern inte användas och transmittern felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

5.7 Schemor

1 Kalibrering och osäkerhetsbudget, fast acceptansgräns för trycktransmitter. 2 sidor.

2 Kalibrering och osäkerhetsbudget, relativ acceptansgräns för trycktransmitter. 2 sidor.

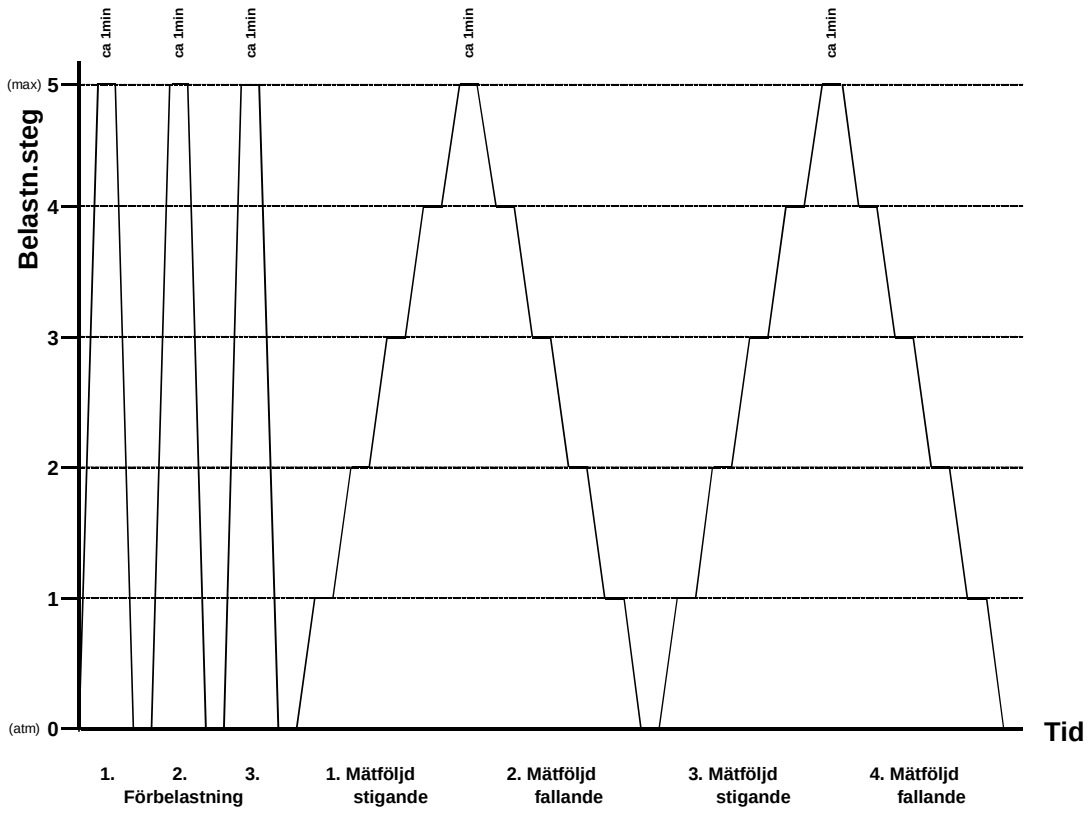
3 Exempel på ifyllt schema, fast acceptansgräns för trycktransmitter. 2 sidor.

4 Exempel på ifyllt schema, relativ acceptansgräns för trycktransmitter. 2 sidor.

5.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning.

Fig. 2 Mätförlopp



Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 1**
Fast acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 1 av 2**
Tryckref. fabr/nr									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr (4-20 mA):			bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)					% rel.
Känslighet (alfa):			bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):					mA
Acceptgr. för transm.			mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):					mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.					
Kalibreringsdata									
Tryck.ref	Trycktransmit.								
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande					
Pn	I1 (transm.)	I2 (transm.)	I3 (transm.)	I4 (transm.)					
bara	mA	mA	mA	mA					
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									
Tryck.ref	Trycktransmit. Omräknade värden				Medelvärde				
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Avvikelse	Variations-bredd	Hysteres
Pn	Po,1	Po,2	Po,3	Po,4	Pms	Pmf	da	b	q
bara	bara	bara	bara	bara	bara	bara	mbar	mbar	mbar
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 1**
Fast acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 2 av 2**
Trykref. fabr./nr.									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):			bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)					% rel.
Känslighet (alfa):			bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):					mA
Acceptgr. för transm.			mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):					mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.:					
Osäkerhetsbudget									
Nom. värde		Trycktransmitter	Tryckref.		Medelvärde	Amperemeter	Belastnings-gräns		
Pn	In	atr	aref	uref	Pms	uI	uPn		
bara	mA	mbar	mbar	%	bara	%	%		
1,05	7,360								
2,00	10,400								
3,00	13,600								
4,00	16,800								
5,00	20,000								
Nominellt värde	Variations-bredd	Hysteres	Avläsn.nog-grannhet	Osäkerhet		Kontroll-gräns	Kontrollgr.-avvikelse		
Pn	brel	qrel	dPrel	ukrel	uk	k	dk		
bara	%	%	%	%	mbar	mbar	mbar		
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									
Trycktransmittern godkänns, om dk>=0 för varje tryck steg									

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 2**
Relativ acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 1 av 2**
Trykreferens fabr/nr									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr (4-20 mA):			bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)					% rel.
Känslighet (alfa):			bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):					mA
Acceptgr. för transm.			mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):					mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.					
Kalibreringsdata									
Tryck.ref	Trycktransmit.								
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande					
Pn	I1 (transm.)	I2 (transm.)	I3 (transm.)	I4 (transm.)					
bara	mA	mA	mA	mA					
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									
Tryck.ref	Trycktransmit. Omräknade värden				Medelvärde				
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Avvikelse	Variations-bredd	Hysteres
Pn	Po,1	Po,2	Po,3	Po,4	Pms	Pmf	da	b	q
bara	bara	bara	bara	bara	bara	bara	mbar	mbar	mbar
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 2**
Relativ acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 2 av 2**
Trykref. fabr./nr.									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):			bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)					% rel.
Känslighet (alfa):			bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):					mA
Acceptgr. för transm.			mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):					mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.:					
Osäkerhetsbudget									
Nom. värde		Trycktransmitter	Tryckref.		Meddelvärde	Amperemeter	Belastnings-gräns		
Pn	In	atr	aref	uref	Pms	uI	uPn		
bara	mA	mbar	mbar	%	bara	%	%		
1,05	7,360								
2,00	10,400								
3,00	13,600								
4,00	16,800								
5,00	20,000								
Nominellt värde	Variations-bredd	Hysteres	Afvasn.nog grannhet	Osäkerhet		Kontroll-gräns	Kontrollgr.-avvikelse		
Pn	brel	qrel	dPrel	ukrel	uk	k	dk		
bara	%	%	%	%	mbar	mbar	mbar		
1,05									
2,00									
3,00									
4,00									
5,00									
Trycktransmittern godkänns, om dk>=0 för varje tryck steg									

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 3**
Fast acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 1 av 2**
Tryckref fabr/nr									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):		0 - 5	bara	Acceptgräns för amperemeter (±aI):				0,1	% rel.
Känslighet (alfa):		0,3125	bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):				0,001	mA
Acceptgr. för transm.		12,5	mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):				2	mbar
Kalibreret av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.:					
Kalibreringsdata									
Tryck.ref	Trycktransmit.								
Nom.I värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande					
Pn	I1 (transm.)	I2 (transm.)	I3 (transm.)	I4 (transm.)					
bara	mA	mA	mA	mA					
1,05	7,339	7,359	7,359	7,346					
2,00	10,392	10,401	10,391	10,403					
3,00	13,592	13,606	13,593	13,602					
4,00	16,793	16,805	16,797	16,807					
5,00	20,008	20,008	20,011	20,011					
Tryck.ref	Trycktransmit. Omräknade värden				Medelvärde				
Nominellt värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Avvikelse	Variations-bredd	Hysteres
Pn	Po,1	Po,2	Po,3	Po,4	Pms	Pmf	da	b	q
bara	bara	bara	bara	bara	bara	bara	mbar	mbar	mbar
1,05	1,0434375	1,0496875	1,0496875	1,045625	1,0465625	1,0476563	3,4375	6,25	1,09375
2,00	1,9975	2,0003125	1,9971875	2,0009375	1,9973438	2,000625	2,65625	0,3125	3,28125
3,00	2,9975	3,001875	2,9978125	3,000625	2,9976563	3,00125	2,34375	0,3125	3,59375
4,00	3,9978125	4,0015625	3,9990625	4,0021875	3,9984375	4,001875	1,5625	1,25	3,4375
5,00	5,0025	5,0025	5,0034375	5,0034375	5,0029688	5,0029688	-2,96875	0,9375	0

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 3**
Fast acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 2 av 2**
Trykref. fabr./nr.									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):		0 - 5	bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)				0,1	% rel.
Känslighet (alfa):		0,3125	bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):				0,001	mA
Acceptgr. för transm.		12,5	mbar	Max. tillåten avvikelse (±dPn):				2	mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dato.:					
Osäkerhetsbudget									
Nom. värde		Trycktransmitter	Tryckref.		Medelvärde	Amperemeter	Belastnings-gräns		
Pn	In	atr	aref	uref	Pms	uI	uPn		
bara	mA	mbar	mbar	%	bara	%	%		
1,05	7,360	12,5	1,5	0,142857	1,046563	0,219767	0,191102		
2,00	10,400	12,5	2	0,1	1,997344	0,162716	0,100133		
3,00	13,600	12,5	3	0,1	2,997656	0,141777	0,066719		
4,00	16,800	12,5	4	0,1	3,998438	0,131301	0,05002		
5,00	20,000	12,5	4	0,08	5,002969	0,124926	0,039976		
Nom. värde	Variations-bredd	Hysteres	Avläsn.nog grannhe	Osäkerhet		Kontroll-gräns	Kontrollgr. avvikelse		
Pn	brel	qrel	dPrel	ukrel	uk	k	dk		
bara	%	%	%	%	mbar	mbar	mbar		
1,05	0,597193	0,104509	0,02986	0,25691	2,68872	7,12256	3,68506		
2,00	0,015646	0,164281	0,015646	0,133612	2,668683	7,162635	4,506385		
3,00	0,010425	0,119885	0,010425	0,112962	3,386211	5,727578	3,383828		
4,00	0,031262	0,085971	0,007816	0,10311	4,122798	4,254404	2,691904		
5,00	0,018739	0	0,006246	0,088941	4,449677	3,600645	0,631895		
Trycktransmittern godkäns, om dk>=0 för varje trycksteg									

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 4**
Relativ acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 1 av 2**
Trykreff fabr./nr.									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):		0 - 5	bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)				0,1	% rel.
Känslighet (alfa):		0,3125	bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):				0,001	mA
Acceptgr. för transm..		0,6	% rel.	Max. tillåten avvikelse (±dPn):				2	mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Dat.:					
Kalibreringsdata									
Tryck.ref	Trycktransm.								
Nom. värdi	Stiaende	Fallande	Stigande	Fallande					
Pn	I1 (transm.)	I2 (transm.)	I3 (transm.)	I4 (transm.)					
bara	mA	mA	mA	mA					
1,05	7,353	7,367	7,357	7,371					
2,00	10,392	10,401	10,391	10,403					
3,00	13,592	13,606	13,593	13,602					
4,00	16,793	16,805	16,797	16,807					
5,00	20,008	20,008	20,011	20,011					
Tryck.ref	Trycktransmit. Omräknade värden				Medelvärde				
Nom. värde	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Stigande	Fallande	Avvikelse	Variations-bredd	Hysteres
Pn	Po,1	Po,2	Po,3	Po,4	Pms	Pmf	da	b	q
bara	bara	bara	bara	bara	bara	bara	mbar	mbar	mbar
1,05	1,0478125	1,0521875	1,0490625	1,0534375	1,0484375	1,0528125	1,5625	1,25	4,375
2,00	1,9975	2,0003125	1,9971875	2,0009375	1,9973438	2,000625	2,65625	0,3125	3,28125
3,00	2,9975	3,001875	2,9978125	3,000625	2,9976563	3,00125	2,34375	0,3125	3,59375
4,00	3,9978125	4,0015625	3,9990625	4,0021875	3,9984375	4,001875	1,5625	1,25	3,4375
5,00	5,0025	5,0025	5,0034375	5,0034375	5,0029688	5,0029688	-2,96875	0,9375	0

Kalibrering, trycktransmitter							**Dok. nr. 5.01.003.**		**Schema 4**
Relativ acceptansgräns för trycktransmitter (% af full skala)									**Sida 2 av 2**
Trykref. fabr./nr.									
Trycktransmitter nr:									
Tryckomr. (4-20 mA):		0 - 5	bara	Acceptansgräns för amperemeter (±aI)				0,1	% rel.
Känslighet (alfa):		0,3125	bar/mA	Skattad avläsningsosäkerhet (±dIa):				0,001	mA
Acceptgr. för transm.		0,6	% rel.	Max. tillåten avvikelse (±dPn):				2	mbar
Kalibrerat av:				Kalibreringsdat.:					
Godkänt av:				Datt.:					
Osäkerhetsbudget.									
Nom. värde		Trycktransmitter	Tryckref.		Meddelvärde	Amperemeter	Belastnings-gräns		
Pn	In	atr	aref	uref	Pms	uI	uPn		
bara	mA	mbar	mbar	%	bara	%	%		
1,05	7,360	6,3	1,5	0,1428571	1,0484375	0,2193741	0,1907601		
2,00	10,400	12	2	0,1	1,9973438	0,1627161	0,100133		
3,00	13,600	18	3	0,1	2,9976563	0,1417774	0,0667188		
4,00	16,800	24	4	0,1	3,9984375	0,1313013	0,0500195		
5,00	20,000	30	4	0,08	5,0029688	0,1249258	0,0399763		
Nom. värde	Variations-bredd	Hysteres	Afväsn.nog grannhet	Osäkerhet		Kontroll-gräns	Kontrollgr.-avvikelse		
Pn	brel	qrel	dPrel	ukrel	uk	k	dk		
bara	%	%	%	%	mbar	mbar	mbar		
1,05	0,119225	0,4172876	0,0298063	0,2257557	2,366907	1,566186	0,003686		
2,00	0,0156458	0,1642807	0,0156458	0,1336116	2,6686827	6,6626345	4,0063845		
3,00	0,0104248	0,1198853	0,0104248	0,1129619	3,3862109	11,227578	8,8838282		
4,00	0,0312622	0,0859711	0,0078156	0,1031102	4,1227978	15,754404	14,191904		
5,00	0,0187389	0	0,0062463	0,0889407	4,4496775	21,100645	18,131895		
Trycktransmittern godkänns, om dk>=0 för varje tryckstеg									

6 Kalibreringsinstruktion för temperaturtransmitter

6.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering av temperaturtransmitterar.

6.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarig för att instruktionen uppdateras.

6.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar kalibrering av temperaturtransmittrar med en utgångssignal 4 till 20 mA. Temperaturtransmittern omfattar temperaturgivare och transmitter.

Labbtemperaturen skall vara mellan 18°C och 26°C. Under kalibreringen får temperaturen inte ändra sig mer än 1°C.

6.4 Utrustningslista

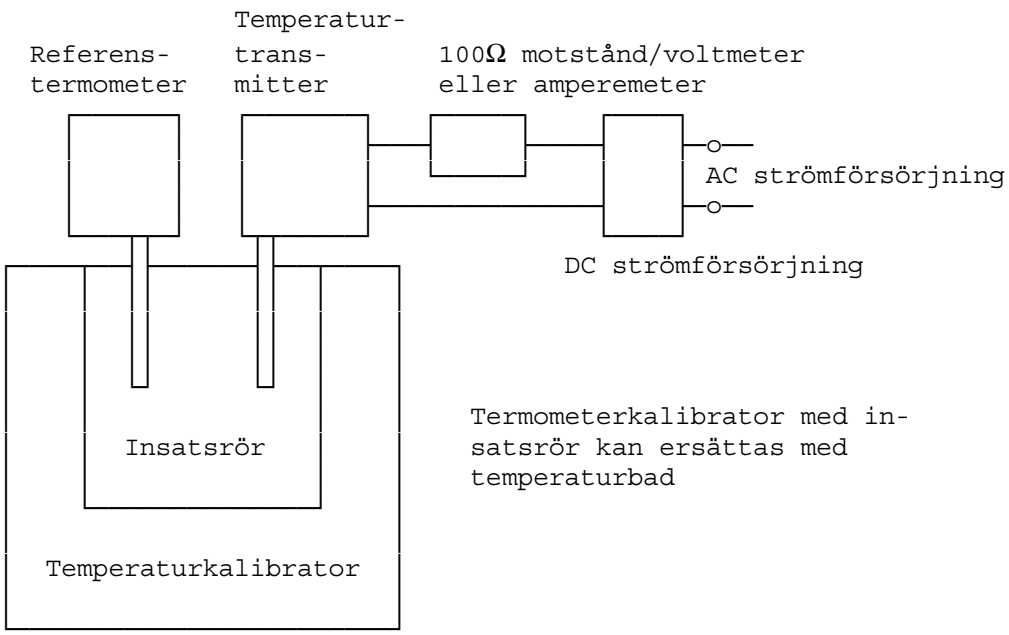
Temperaturreferens:

- Termometerkalibrator/temperaturbad med plats för givarna till referenstermometern och temperaturtransmittern. Temperaturvariation i kalibrator/temperaturbad får inte överstiga ±0,12°C.
- Referenstermometer.

Strömmätning:

- Amperemeter
- Voltmeter tillsammans med ett 100 Ω motstånd.

En skiss på uppställningen till kalibrering av temperaturtransmitter visas i Fig. 1.



Figur 1. Uppställning till kalibrering av temperaturtransmitter.

6.5 Definitioner

Felgräns. Felgränsen är den maximala (positiva) värde av mätfelet vid ett rektangulärt fördelat mätfel. Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid ett mätfel med normalfördelning.

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus kalibreringsosäkerheten.

6.6 Beskrivning

6.6.1 Förberedelser

6.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kalibreringsutrustningen inte har överskridits.

6.6.1.2 Elektronisk kalibreringsutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt fabrikantens specifikationer.

6.6.1.3 Temperaturtransmittern skall acklimatiseras i laboratoriet i minst ett dygn innan kalibreringen.

6.6.1.4 Kontrollera temperaturktransmittern för eventuella dåliga anslutningar eller skador. Om transmittern är skadad genomförs en kalibrering i den omfattning som är möjlig. Därefter får inte transmittern användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

6.6.1.5 Rengör temperaturgivaren.

6.6.1.5 Om temperaturkalibrator används välj insatsrör till kalibratorn med håldiameter och längd, som svarar mot kontrollgivarens respektive referensgivarens diametrar och längder. Längderna skall vara anpassade så att givarelementen ligger intill varandra.

6.6.1.7 Temperaturtransmittern ansluts till kalibreringsutrustningen och strömförsörjningen. Transmitterströmmen kan mätas antingen med en amperemeter eller genom att mäta spänningsfallet över ett 100 Ω motstånd. Kalibreringsutrustningens mätområde skall passa till temperaturtransmitterns kalibreringsområde. Montering och anslutning skall ske i överensstämmelse med mätutrustningens manualer.

6.6.1.8 Fyll i mätschemat (schema 1) med basdata.

6.6.1.9 Bestäm kalibreringstemperaturerna.

a) Temperaturtransmittern skall kalibreras i minst 4 punkter, vid minst 3 temperaturer, T_1 (=T_{min}), T_2, T_3 (=T_{max}), T_1.
b) Normalt kalibreringsområde är från -5°C till +45°C.

6.6.2 Mätförlopp

6.6.2.1 Stick ner temperaturtransmitter och referenstermometer i temperaturkalibrator/temp.bad. Om temp.bad används skall insticksdjupet vara sådant, att själva känselkropparna är på samma djup och nära varandra.

6.6.2.2 Ställ in kalibratorn/temperaturbadet på den första nominella kalibreringstemperaturen, $T_n = T_1$ (schema 1).

6.6.2.3 Vänta i ca 5 min tills att temperaturen på referenstermometern är stabiliserad. Dvs att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C under 1 min. Den stabila temperaturen som avläses på referenstermometern skall ligga innanför ±1°C av den nominella temperaturen T_n.

6.6.2.4 Avläs referenstermometern T_{ref} och transmitterströmmen I_t eller spänningsfallet över 100 Ω motståndet. Skriv in värdena i schema 1.

6.6.2.5 Ställ in kalibrator/temp.bad på nästa nominella temperatur och upprepa 6.2.3 till 6.2.4 tills temperaturtransmittern är kalibrerad i alla valda temperaturer.

6.6.3 Behandling av mätdata

6.6.3.1 Om strömmen mäts med hjälp av 100 Ω motstånd och voltmeter beräknas transmitterströmmen I enligt:

$$I = 10\ V$$

där:

I är transmitterströmmen i mA.
V är spänningsfallet över 100 Ω motståndet i Volt

6.6.3.2 Beräkna den till transmitterströmmen I svarande temperaturen T enligt:

$$T = \frac{T_{max} - T_{min}}{16} \cdot (I - 4) + T_{min}$$

där:

T_{min} är transmitterns nominella temperatur svarande till 4 mA strömsignal

T_{max} är transmitterns nominella temperatur svarande till 20 mA strömsignal.

6.6.3.3 Beräkna avvikelsen daT,i för varje kalibreringstemperatur:

$da_{T,i} = T_i - T_{ref,i}$

där:

T_i är den beräknade transmittertemperaturen för steg i

$T_{ref,i}$ är referenstermometerns visning för steg i.

6.6.3.4 Beräkna kontrollgränsen k, jmf avsnitt 6.6.4. Skriv in kontrollgränsen i schema 1.

6.6.3.5 Beräkna avvikelsen från kontrollgränsen dki för varje kalibreringstemperatur som:

$dk_i = k - abs(da_{T,i})$

där:

k är kontrollgränsen.

$abs(da_{T,i})$ är det numeriska värdet av avvikelsen $da_{T,i}$.

6.6.4 Osäkerhetsbudget

Nedan finns en osäkerhetsbudget utarbetad vid temperaturen 45ºC för en temperaturtransmitter med följande data: T_{min} = -20ºC (4 mA) och T_{max} = 60ºC (20 mA). Det finns även osäkerhetsbudgeter Der är för två metoder: Ström som mäts med amperemeter eller ström som mäts genom att mäta spänningsfallet över ett 100 Ω motstånd.

Vid kalibrering av temperaturtransmittern jämförs differensen ΔT med acceptansgränsen a. Differensen ΔT är skillnaden mellan den beräknade transmittertemperaturen T och den uppmätta referenstemperaturen T_r. Osäkerhetsbudgeten beräknar $U_{\Delta T}$ med hjälp av osäkerheterna för temperaturmätningarna:

$$U_{\Delta T}^2 = U_T^2 + U_{T_r}^2$$

6.6.4.1 Referenstemperatur

Osäkerhetsbudgeten för referenstemperaturen ses i tabell 1.

Tabell 1. Osäkerheten för referenstemperaturen

Parameter	Fördelning	e_i	u_i	U_i
	N/R	°C	°C	°C
Kalibrering av referenstermometer (acceptansgräns)	R	0,15	0,087	
Temp.gradienter i kalibrator/temp.bad (acceptansgräns)	R	0,12	0,069	
Avläsning av referenstermometer	R	0,005	0,003	
Referenstermometers långtidsstabilitet under 1 år	R	0,05	0,029	
Expanderad osäkerhet (k=2)				0,23

Fördelning N: Normalfördelning. R: Rektangulärfördelning. Jmf Dok. 001.
e_i: Estimerad felgräns
u_i: Standardavvikelse
U_i: Expanderad osäkerhet

6.6.4.2 Beräknad temperatur

Temperaturen beräknas enligt:

$$T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{16} \cdot (I - 4) + T_{\min} = \alpha \cdot (I - 4) + T_{\min}$$

där:
I är den uppmätta strömmen och
α är kurvans lutning.
I denna instruktion är α = (60-(-20))/16 = 5 ºC/mA

Osäkerheten, U(T), för den beräknade temperaturen är således:
U(T) = α U(I)

6.6.4.2.1 Ström uppmätt med amperemeter

Osäkerhetsbudget för mätning av ström med hjälp av amperemeter visas i tabell 2.

Tabell 2. Osäkerheten vid mätning av ström med amperemeter

Parameter	Värde	Fördelning	e_i	u_i	U_i
T = 45 °C	mA	N/R	mA	mA	°C
Kalibrering av amperemeter (acceptansgräns)	17	R	0,017	0,0098	
Avläsning av amperemeter		R	0,0005	0,0003	
Amperemeterns långtidsdrift under 1 år		R	0,01	0,0058	
Expanderad osäkerhet (k=2)				0,0228	0,11

6.6.4.2.2 Ström uppmätt med hjälp av motstånd och voltmeter

Strömmen bestäms enligt:

$$I = 1000 \cdot \frac{V}{R}$$

där:
I är beräknad ström [mA]
V uppmätt spänning över motståndet [V]
R motstånd [ohm]

Osäkerheten för den beräknade strömmen blir:

$$u(I) = \sqrt{u^2(V) + u^2(R)}$$

där:
u är den relativa osäkerheten

Osäkerheten för spänningsmätningen: se i tabell 3.

Tabell 3. Mätning av spänningsfall

Parameter	Värde	Fördelning	e_i	u_i
T = 45 °C	V	N/R	V	V
Kalibrering av voltmeter (acceptansgräns)	1,7	R	0,0017	0,00098
Avläsning av voltmeter		R	0,00005	0,00003
Voltmeterns långtidsdrift under 1 år		R	0,0001	0,00006
Expanderad osäkerhet (k=2)				0,00197

Osäkerhetsbidraget från motståndet visas i tabell 4.

Tabell 4. Motstånd

Parameter	Värde	Fördelning	ei	ui
	ohm	N/R	ohm	ohm
Kalibrering av motstånd (acceptansgräns)	100	R	0,005	0,00289
Drift av motstånd under 3 år		R	0,001	0,00058
Expanderad osäkerhet (k=2)				0,00589

Den totala osäkerheten för den beräknade temperaturen visas i tabell 5.

Tabell 5. Totala osäkerheten för beräknad temperatur

Expanderad osäkerhet på beräknad temp	V	ohm	I		T
	%	%	%	mA	°C
T = 45 °C	0,116	0,0059	0,116	0,0197	0,10

6.6.4.3 Osäkerheten vid kalibrering av temperaturtransmitter

Osäkerheten vid bestämning av temperaturdifferensen visas i tabell 6.

Tabell 6. Osäkerhet vid kalibrering av temperaturtransmitter

Expanderad osäkerhet på temperaturdifferens	$U_{\Delta T}$
T = 45 ºC	°C
Mätt med amperemeter	0,22
Mätt med 100 ohm motstånd och voltmeter	0,21

Den lägsta kontrollgränsen k blir:

k = a - U = a - 0,22 [ºC]

där a är acceptansgränsen. Acceptansgränsen motsvarar temperaturtransmitterns noggrannhetsklass som finns i det generiske datablad för temperaturtransmittern.

6.6.5 Kriterium för godkännande

6.6.5.1 Om de två avvikelserna da_T för T_n = 0°C avviker mer än 0,3°C inbördes, får temperaturtransmittern inte användas, och felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

6.6.5.2 Om avvikelsen från kontrollgränsen dk_i är positiv för alla uppmätta kalibreringstemperaturerna godkänns temperaturtransmittern och transmittern förses med ett kalibreringsmärke med instrumentnummer, kalibreringsdatum och nästa kalibreringsdatum.

6.6.5.3 Om avvikelsen från kontrollgränsen dk_i är negativ för <u>en</u> av de uppmätta kalibreringstemperaturerna får temperaturtransmittern inte användas, och felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

6.7 Märkning

Om det valda temperaturintervallet, T_{min} till T_{max} är annat än det normala kalibreringsområdet, jmf avsnitt 6.6.1.9, skall temperaturtransmittern vara märkt med tillåtet temperaturintervall (kalibreringsområdet).

6.8 Schemor

1 Kalibrering av temperaturtransmitter.
2 Exempel på ifyllt schema.

6.9 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001. Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning. Kontrollmanual, stora mätare.

Kalibrering av temperaturtransmitter

Dok. nr. 5.01.004. Schema 1

Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kalibrator	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min}(4mA): °C	T_{max}(20mA): °C	Acceptgräns, a: °C	
Kalibreringsinstruktion: 5.01.004		Kontrollgräns, k: °C	
Operatör:	Kal.datum:	Godkänt:	Datum:
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kalibreringsvärde

Nominell Temperatur	Referens-termometerns visning	Temperaturtransmitter			Av-vikelse	Kontroll-gräns-avvikelse
		Spännings-fall[1)]	Ström	Temp.		
T_n	T_{ref}	V	I	T	$da_T = T - T_{ref}$	$dk = k - abs(da_T)$
°C	°C	V	mA	°C	°C	°C
0						
-5						
+20						
+45						
0						

[1)] Spänningsfall över 100Ω motstånd. Används när strömmen mäts med 100Ω motstånd/voltmeter.
Temperaturtransmitter godkänns, om dk ≥ 0
Nästa kalibreringsdatum för temperaturtransmitter:

Kalibrering av temperaturtransmitter

Dok. nr. 5.01.004. Schema 2

Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kalibrator	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min}(4mA): **-20** °C	T_{max}(20mA): **+60** °C	Acceptgräns, a: **0,6** °C	
Kalibreringsinstruktion: 5.01.004		Kontrollgräns, k: **0,38** °C	
Operatör:	Kal.datum:	Godkänt:	Datum:
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kalibreringsvärde

Nominell Temperatur	Referens-termometerns visning	Temperaturtransmitter			Avvikelse	Kontroll-gräns-avvikelse
		Spännings-fall[1)]	Ström	Temp.		
T_n	T_{ref}	V	I	T	da_T = T - T_{ref}	dk = k - abs(da_T)
°C	°C	V	mA	°C	°C	°C
0	0,01	0,8004	8,004	0,02	0,01	0,37
-5	-4,85	0,7016	7,016	-4,92	-0,07	0,31
+20	19,87	1,1984	11,984	19,92	0,05	0,33
+45	45,05	1,7014	17,014	45,07	0,02	0,36
0	-0,02	0,7998	7,998	-0,01	0,01	0,37

[1)] Spänningsfall över 100Ω motstånd. Används när strömmen mäts med 100Ω motstånd/voltmeter.
Temperaturtransmitter godkänns, om dk ≥ 0
Nästa kalibreringsdatum för temperaturtransmitter:

7 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperaturgivare

7.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering och kontroll av volymomvandlare med temperaturgivare.

7.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarig för att instruktionen uppdateras.

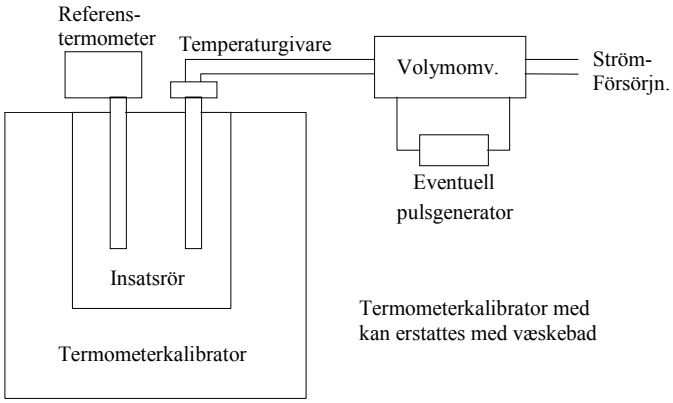
7.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar kalibrering av temperaturmätning med elektronisk temperaturmätare, där display och omvandling är inbyggt i volymomvandlaren. Instruktionen omfattar också kontroll av volymomvandlarens omvandlingsfaktor.

Volymomvandlaren användes på gasmätsystem med TZ omvandling. Volym-omvandlaren korrigerar för temperatur vid omvandling av uppmätt driftsvolym till basvolym (t ex normalvolym). Volymomvandlaren omvandlar med ett fast in-programmerat tryck.

7.4 Utrustningslista

Termometerkalibrator/temp.bad med plats till referenstermometer och volymomvandlarens temperaturgivare.
Referenstermometer.
Eventuellt en pulsgenerator.
En skiss till kalibrering av volymomvandlare visas i Fig. 1.



Figur 1. Uppställning för kalibrering av volymomvandlare

7.5 Definitioner

Felgräns. Felgränsen är den maximala (positiva) värde av mätfelet vid ett rektangulärt fördelat mätfel. Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid ett mätfel med normalfördelning.

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus kalibreringsosäkerheten.

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan volymomvandlarens visning och kalibreringssystemets visning för samma uppmätta eller beräknade parametrar.

7.6 Beskrivning

7.6.1 Förberedelser

7.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för referenstermometern inte har överskridits.

7.6.1.2 Elektronisk mätutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt fabrikantens specifikationer.

7.6.1.3 Volymomvandlare med temperaturgivare skall acklimatiseras vid laboratorietemperaturen i minst ett dygn innan kalibreringen.

7.6.1.4 Undersök volymomvandlare och temperaturgivare för eventuella dåliga anslutningar och andra skador. Om utrustningen är skadad utförs kalibrering i den omfattning, som det är möjligt. Därefter får inte den skadade utrustningen användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

7.6.1.5 Rengör temperaturgivare.

7.6.1.6 Om termometerkalibrator används, så väljs insatsrör till kalibratorn med håldiameter och håldjup, som svarar till volymomvandlarens temperaturgivare respektive håldiameter och håldjup, som svarar till referenstermometerns givare. Hålens djup skall vara så, att själva känselkropparna ligger intill varandra.

7.6.1.7 Fyll i mätschemorna (schema 1 och 2) med basdata.

7.6.2 Mätförlopp

7.6.2.1 Stick ner volymomvandlarens temperaturgivare och referenstermometern i termometerkalibrator/temp.bad. Om temp.bad används skall insticksdjupet vara sådant, att själva känselkropparna är på samma djup och nära varandra.

7.6.2.2 Ställ in kalibrator/vätskebad på den första nominella kalibreringstemperaturen, -5°C (schema 1).

7.6.2.3 Vänta cirka 5 min tills temperaturen som avläses på referenstermometern har stabiliserat sig. Dvs att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C under 1 min.

7.6.2.4 Avläs referenstermometern, T_{ref}, och för in värdena i schema 1.

7.6.2.5 Ställ in volymomvandlaren enligt manualen eller annan instruktion, så den uppdaterade temperatur kan avläsas. Avläs volymomvandlaren, T_{ra}, och för in värdena i schema 1.

7.6.2.6 Ställ in kalibrator/temp.bad på nästa nominella temperatur och upprepa 7.6.2.3 till 7.6.2.5 tills temperaturgivare/volymomvandlare är kalibrerade i alle temperaturer. OBS! Vid nominell temperatur T_n = 0°C genomförs kontroll av volymomvandlarens beräkning av KFAK, se 7.6.2.7.

7.6.2.7 Kontroll av K-faktor (KFAK).

7.6.2.7.1 Ställ in kalibrator/temp.bad på nominell temperatur T_n = 0°C.

7.6.2.7.2 Vänta ca 5 min tills temperaturen som avläses på referenstermometern har stabiliserat sig. Dvs att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C under 1 min.

7.6.2.7.3 Avläs referenstermometern och notera värdet, T_{ref}, i schema 2.

7.6.2.7.4 Ställ in volymomvandlaren enligt manualen eller annan instruktion, och avläs det inprogrammerade trycket. Anteckna värdet, P_{ra} i schema 2.

7.6.2.7.5 Ställ in volymomvandlaren enligt manualen eller annan instruktion och avläs KFAK. Eventuellt överförs tillräckligt många pulser, så att volym-omvandlaren uppdaterar KFAK-värdet, jmf manual/instruktion. Anteckna värdet, $KFAK_{ra}$, i schema 2.

7.6.3 Behandling av mätdata

7.6.3.1 Beräkna temperaturavvikelsen $da_{T,i}$ för varje temperatursteg, i, som (schema 1):
$da_{T,i} = T_{ra,i} - T_{ref,i}$
där:
$T_{ra,i}$ är volymomvandlarens visning för varje temperatursteg
$T_{ref,i}$ är referenstermometerns visning för varje temperatursteg.

7.6.3.2 Beräkna **kontrollgränsen** k_T för temperaturkalibreringen, jmf avsnitt 7.6.4.1.

7.6.3.3 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen $dD_{T,i}$ för varje temperatursteg som:
$dD_{T,i} = k_T - abs(da_{T,i})$
där:
$abs(da_T)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_T.

7.6.3.4 Beräkna K-faktor KFAKP,T (schema 2).
KFAKP,T kan beräknas enligt en av följande metoder.

7.6.3.4.1 GFC (Kamstrup **G**as**f**low**c**omputer)

$KFAK_{P,T} = 268{,}74 \cdot P_{raa} / [T_{rref} \cdot (1 - P_{raa} \cdot (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{rref} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:

$P_{raa} = P_{ra}/1000 + 1{,}013$, om trycket avläses i mbarg

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

7.6.3.4.2 MUPTZ (Kamstrup **M**ultigas och **U**nigas **PTZ**- och TZ-omvandlare)

$KFAK_{P,T} = K_0 \cdot P_{raa} \cdot (c + a \cdot P_{raa} \cdot (1 - b \cdot T)) / T_{rref}$

där:

K_0, a, b och c är konstanter enligt leverantören för den aktuella gassammansättningen.

$P_{raa} = P_{ra}/1000 + 1{,}013$, om trycket avläses i mbarg

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

7.6.3.4.3 MTK (Kamstrup **M**ultigas **T**-**k**orrektor)

$KFAK_{P,T} = 269{,}58 \cdot P_{raa} \cdot (1 + 0{,}002 \cdot (P_{raa} - 1{,}013)) / T_{rref}$

där:

$P_{raa} = P_{ra}/1000 + 1{,}013$, om trycket avläses i mbarg

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

7.6.3.4.4 PTB G9, AGA8-92DC och SGERG-88

$$KFAK_{P,T} = \frac{T_n}{P_n} \cdot \frac{Z_n}{Z} \cdot \frac{P_{raa}}{T_{rref}}$$

där:

$P_{raa} = P_{ra}/1000 + 1{,}013$, om trycket avläses i mbarg

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

Z_n beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z_n beräknas vid $T_n = 273{,}15$ K och $P_n = 1{,}01325$ bara (0,101325 MPa) med relevant gasdata.

Z beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z beräknas vid T_{rref} och P_{raa} med relevant gasdata.

PTB G9 (AGA NX-19-mod-BR.KORR.3H) användes i Dancontrol DC4400

AGA8-92DC och SGERG-88 användes i Flonidan MAXIFLO 9000

7.6.3.5 Beräkna den relativa K-faktoravvikelsen $da_{KFAKrel}$ som:

$da_{KFAKrel} = 100 \cdot (KFAK_{ra} - KFAK_{P,T}) / KFAK_{P,T}$ [%]

där:

$KFAK_{ra}$ är den avlästa K-faktor.

7.6.3.6 Beräkna **kontrollgränsen** k_k för K-faktorberäkningen, jmf avsnitt 7.6.4.2.

7.6.3.7 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD_k som:

$dD_k = k_k - abs(da_{KFAKrel})$

där:

$abs(da_{KFAKrel})$ är det numeriska värdet av avvikelsen $da_{KFAKrel}$.

7.6.4 Osäkerhetsbudget

7.6.4.1 Osäkerhetsbudget för temperaturmätningen.

Osäkerhetsbudget för temperaturmätningen framgår av tabell 1.

Tabell 1. Osäkerhetsbudget vid kalibrering av temperaturgivare.

Parameter	Fördelning[1)]	e_i[2)]	u_i[3)]
	N/R	°C	°C
Kalibrering av referenstermometer (acceptansgräns)	R	0,15	0,087
Gradienter i kalibrator/temp.bad	R	0,12	0,069
Avläsning av referenstermometer	R	0,005	0,003
Avläsning av volymomvandlare	R	0,05	0,029
Referenstermometerns långtidsstabilitet under 1 år	R	0,05	0,029

[1)] Jmf proceduren, dok. nr. 001.
[2)] Estimerad **felgräns.**
[3)] $u_i = e_i/\sqrt{3}$, eftersom alla fördelningar antages rektangulära.

Den totala standardavvikelsen vid kalibreringen:

$u_k = \sqrt{\Sigma u_i^2} = 0{,}12°C$

Kalibreringsosäkerheten svarande till 95% konfidensintervall:

$U = 2 \cdot u_k = 0{,}24°C$

Kontrollgränsen k blir:

$k_T = att - U = att - 0{,}24$

där att är **acceptansgränsen** [°C] för temperaturkalibreringen. Acceptansgränsen motsvarar temperaturgivarens noggrannhetsklass som anges i det generiska data-bladet för temperaturgivaren.

7.6.4.2 Osäkerhetsbudget för K-faktorkontroll (P,T beräkning).

7.6.4.2.1 Metod.

Acceptansgränsen på den uppmätta KFAK är ett bestämt procenttal i förhållande till den korrekta KFAK för de givna parametrarna P, T och gassammansättningen. Den korrekta KFAK bestäms av P_{ra} och T_{ref} och gassammansättningen. Eftersom

det finns en viss osäkerhet vid mätningen av T_{ref} finns det också en viss osäkerhet vid bestämningen av det korrekta KFAK.

KFAK är en funktion av P, T och Z. Z är även är en funktion av P, T och gassammansättningen.

KFAK = f(P, T, Z(P, T))

Eftersom P avläses på volymomvandlaren utan någon osäkerhet och eftersom man bortser från variationer i gassammansättningen, kan osäkerheten, U_{KFAK}, på den korrekta KFAK bestämmas som:

$$U_{KFAK} = \frac{\delta KFAK}{\delta T} \cdot U_T$$

där:
U_T är osäkerheten vid mätningen av T_{ref}
$\partial KFAK/\partial T$ är KFAKs sensitivitetskoefficient för temperaturberoendet

Eftersom Z i sig är en funktion av P och T kan sensitivitetskoefficienten skrivas som:

$$\frac{\delta KFAK}{\delta T} = -K_n \cdot P \cdot \left(\frac{1}{T^2 \cdot Z} + \frac{1}{T \cdot Z^2} \cdot \frac{\delta Z}{\delta T} \right)$$

Eftersom värdena för Z inte avviker särskilt mycket mellan de olika metoderna för beräkning av Z, kan osäkerhetsberäkningen användas för alla metoderna. $\partial KFAK/\partial T$ bestäms numeriskt enligt SGERG-88.

Osäkerhetsberäkningen utförs för T_{ref} = 273,15 K (0°C) och P_{ref} = 1,113 bara (100 mbarg). Den valda gassammansättningen är DGC Gasdata 1. Med dessa parametrar blir:

$\delta Z/\delta T$ = $4{,}19 \cdot 10^{-5}$ [K^{-1}]
Z = 0,9964
K_n = 268,69 [K/bar]

$$KFAK = 268{,}69 \cdot \frac{1{,}113}{273{,}15 \cdot 0{,}9964} = 1{,}0988$$

$$\frac{\delta KFAK}{\delta T} = -268{,}69 \cdot 1{,}113 \cdot \left(\frac{1}{273{,}15^2 \cdot 0{,}9964} + \frac{1}{273{,}15 \cdot 0{,}9964^2} \cdot 4{,}19 \cdot 10^{-5} \right)$$

$$= -299{,}06 \cdot \left(1{,}35 \cdot 10^{-5} + 1{,}55 \cdot 10^{-7}\right) = -0{,}00407 \ [K^{-1}]$$

7.6.4.2.2 Referenstemperatur
Bestämning av osäkerheten för referenstemperaturen visas i tabell 2.

Tabell 2. Osäkerhetsbidrag vid bestämningen av referenstemperaturen

Parameter	N/R	e_i [°C]	u_i [°C]	U_i [°C]
Kalibrering (acceptansgräns)	R	0,15	0,087	
Gradienter i kalibrator/temp.bad (acceptansgräns)	R	0,12	0,069	
Avläsning av T_{ref}	R	0,005	0,003	
Referenstermometerns långtidsstabilitet (acceptansgräns)	R	0,05	0,029	
Expanderad osäkerhet (k=2)				0,23

7.6.4.2.3 Osäkerhetsbudget
Den samlade osäkerheten vid bestämning av det korrekta KFAK blir då:

$$U_{KFAK} = \left| \frac{\delta KFAK}{\delta T} \cdot U_T \right| = 0{,}00407 \cdot 0{,}23 = 0{,}00094$$

$$E_{KFAK} = \frac{U_{KFAK}}{KFAK} \cdot 100 = \frac{0{,}00094}{1{,}0988} \cdot 100 = 0{,}085\ \%$$

Kontrollgränsen k blir då:
$k_k = a_k$ - abs(E_{KFAK}) = 0,5 – 0,09 = 0,41

där a_k är **acceptansgränsen** [%] för K-faktor kontrollen. Acceptansgränsen motsvarar kravet i förslaget till standard, prEN 12405.

7.7 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelsen med godkännandegränsen.

7.7.1 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är positiv för alla temperaturstegen godkänns temperaturgivaren.

7.7.2 Om avvikelsen från godkännandegränsen dDk är positiv godkänns volymomvandlaren.

7.7.3 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är negativ för ett av temperaturstegen kan temperaturgivaren inte godkännas. Temperaturgivaren demonteras från volymomvandlaren, och felanmäls enligt proceduren, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2. Ny temperaturgivare monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 1. Den nye temperaturgivaren kontrolleras efter denna instruktion.

7.7.4 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_k är negativ kan volymomvandlaren inte godkännas. Volymomvandlaren felanmäls enligt proceduren, dok nr. 001, avsnitt 2.5.2.

7.8 Schemor

1 Kontroll av temperaturgivare
2 Kontroll av volymomvandlare
3 Exempel på ifyllt schema för kontroll av temperaturgivare
4 Exempel på ifyllt schema för kontroll av volymomvandlare

7.9 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning.

Kontroll av temperaturgivare

Dok. nr. 5.01.005. Schema 1

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Temperaturgivare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.005		Acceptansgräns (att): °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Kontrollgräns (k_T): °C	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kalibreringstemp. Nominellt värde	Referens-termometerns visning	Volym-omvandlarens visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännande gränsen
T_n	T_{ref}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{ref}$	$dD_T = k_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C	°C
-5				
0				
20				
45				

Temperaturgivaren godkänns, om $dD_T \geq 0$

Temperaturgivaren ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.005.Schema 2

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Pulsfaktor: m^3/imp			
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.005	Kontrollgräns: $k_k(P,T)$ = 0,41 %		
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor beräkning ($KFAK_{P,T}$).

Referens-termometerns visning	Avläsning av volymomvandlaren		Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse	Avvikelse från godkännande gränsen
T_{ref}	P_{ra}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= ($KFAK_{ra}$-$KFAK_{P,T}$)/ K-$FAK_{P,T}$·100	dD_k= k_k - abs($da_{KFAKrel}$)
°C/K	mbarg	-	-	%	%

$KFAK_{P,T}$ beräknas med hjälp av samma metod, som används i volymomvandlaren. Som parameter används P_{ra}, T_{ref} och den aktuella gassammansättningen
Metod för att bestämma KFAK
Volymomvandlare godkänns, om $dD_k \geq 0$

Volymomvandlare godkänd/icke godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av temperaturgivare

Dok. nr. 5.01.005. Schema 3

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Temperaturgivare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.005		Acceptansgräns (att): **0,60** °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Kontrollgräns (k_T): **0,36** °C	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kalibreringstemp. Nominellt värde	Referens-termometerns visning	Volym-omvandlarens visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännande gränsen
T_n	T_{ref}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{ref}$	$dD_T = k_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C	°C
-5	-4,85	-4,89	-0,04	0,32
0	-0,01	-0,01	0	0,36
20	19,90	19,93	0,03	0,33
45	45,13	45,17	0,04	0,32

Temperaturgivaren godkänns, om $dD_T \geq 0$

Temperaturgivaren ersatt med:		
Godkänt: OK.	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.005. Schema 4

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Pulsfaktor: m^3/imp			
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Id.nr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.005	Kontrollgräns: $k_k(P,T)$ = 0,41 %		
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor beräkning ($KFAK_{P,T}$).

Referens-termometerns visning	Avläsning av volymomvandlaren		Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse	Avvikelse från godkännande gränsen
T_{ref}	P_{ra}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= ($KFAK_{ra}$-$KFAK_{P,T}$)/ K-$FAK_{P,T}$·100	dD_k= k_k - abs($da_{KFAKrel}$)
°C/K	mbarg	-	-	%	%
-0,01 °C	90	1,0905	1,0889	0,15	0,26

$KFAK_{P,T}$ beräknas med hjälp av samma metod, som används i volymomvandlaren. Som parameter används P_{ra}, T_{ref} och den aktuella gassammansättningen
Metod för att bestämma KFAK: MUPTZ
Volymomvandlare godkänns, om $dD_k \geq 0$

Volymomvandlare godkänd/icke godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

8 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare med temperaturtransmitter/givare och tryck-transmitter

8.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering och kontroll av volymomvandlare med temperaturtransmitter/givare och trycktransmitter.

8.2 Ansvar

XX är ansvarig för att instruktionen följs.

YY är ansvarlig för att instruktionen uppdateras.

8.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar kalibrering av temperaturmätningen, där display är inbyggd i volymomvandlaren. Instruktionen omfattar också kalibrering av trycktransmittern efter avläsning på display. Instruktionen omfattar också kontroll av volym-omvandlarens omvandlingsfaktor.

Resultatet av kalibreringen gäller endast för den specifika utrustning, som ingår i kalibreringen av omvandlingsutrustningen. Resultatet gäller således inte, om trycktransmitter eller temperaturtransmitter/givare byts.

Volymomvandlaren används på gasmätsystem med PTZ omvandling. Volym-omvandlaren korrigerar för temperatur och tryck vid omvandling av uppmätt driftsvolym till normalvolym.

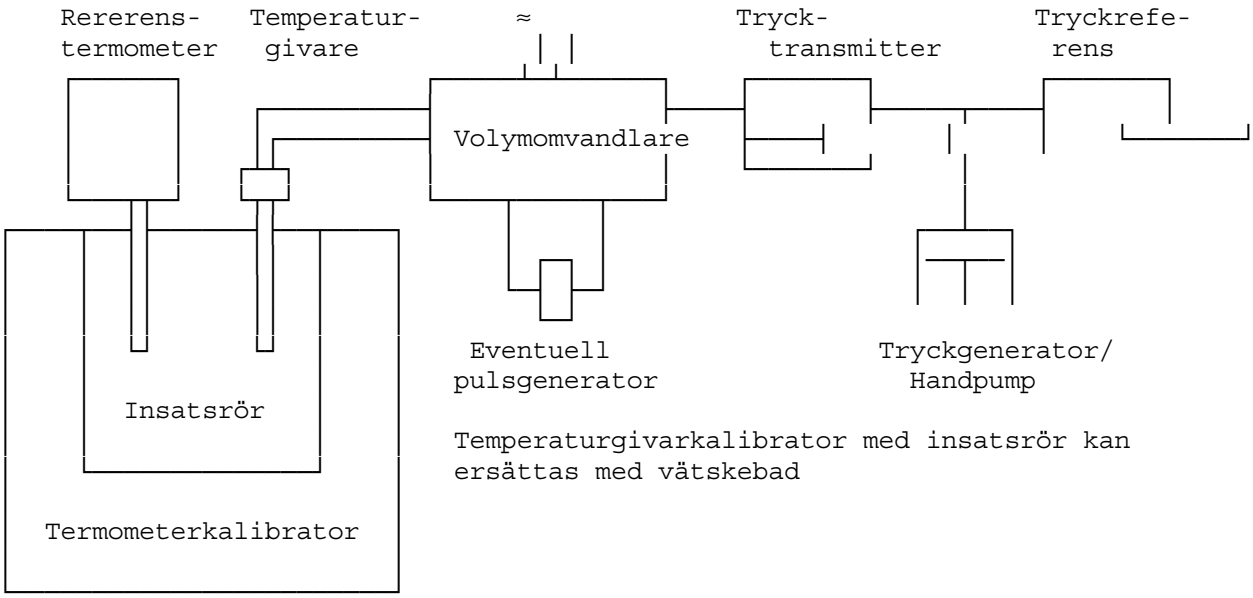
8.4 Utrustningslista

Termometerkalibrator/vätskebad med plats till referenstemperaturgivare och volymomvandlarens temperaturtransmitter/givare.
Referenstemperaturgivare.

Elektronisk tryckreferens till absolut tryck, inkl. tryckgenerator.

Eventuellt en pulsgenerator.

En ritning på uppställningen vid kalibrering av volymomvandlare visas i Fig. 1.



Figur 1. Uppställning vid kalibrering av volymomvandlare.

8.5 Definitioner

Felgräns. Felgränsen är den maximala (positiva) värde av mätfelet vid ett rektangulärt fördelat mätfel.

Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid ett mätfel med normalfördelning.

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel (positivt eller negativt) för den utrustning som kontrolleras.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus kalibreringsosäkerheten.

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan volymomvandlarens visning och kalibreringssystemets visning för samma uppmätta eller beräknade parametrar.

8.6 Beskrivning

8.6.1 Förberedelser

8.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för referensutrustningen inte har överskridits.

8.6.1.2 Elektronisk mätutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt fabrikantens specifikationer.

8.6.1.3 Volymomvandlare med temperaturtransmitter/givare och trycktransmitter skall acklimatiseras i laboratoriet i minst ett dygn innan kalibreringen.

8.6.1.4 Undersök volymomvandlare, temperaturtransmitter/givare och trycktransmitter för eventuella dåliga anslutningar och andra skador. Om utrustningen är skadad utförs kalibrering i det omfattning, som det är möjligt. Därefter får inte den skadade utrustningen användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

8.6.1.5 Rengör temperaturgivaren.

8.6.1.6 Om termometerkalibrator används, så väljs insatsrör till termometerkalibratorn med håldiameter och håldjup, som motsvarar volymomvandlarens temperaturtransmitter/givare och håldiameter och håldjup, som motsvarar referenstermometerns givare. Hålens djup skall vara så, att själva känselkropparna ligger intill varandra.

8.6.1.7 Koppla samman trycktransmittern med kalibreringsutrustningen. Montering och inkoppling skall ske i överensstämmelse med mätutrustningens manualer.

8.6.1.8 Fyll i mätschemorna (schema 1, 2 och 3) med basdata.

8.6.1.9 Fyll i schema 2 med trycktransmitterns minsta, genomsnittliga och största nominella tryck.

8.6.2 Mätförlopp

8.6.2.1 Kontroll av temperaturmätningen

8.6.2.1.1 Ställ in tryckgeneratorn på atmosfärstryck (öppna till atmosfären).

8.6.2.1.2 Stick volymomvandlarens temperaturtransmitter/givare och referenstermometern ner i termometerkalibratorn/vätskebadet. Om vätskebad används skall indsticksdjupen vara så att själva känselkropparna kommer på samma nivå och intill varandra.

8.6.2.1.3 Ställ in termometerkalibrator/vätskebad på den första nominella kalibreringstemperaturen, T_n = -5°C (schema 1).

8.6.2.1.4 Vänta ca. 5 min. tills att temperaturen som avläses på referenstermometern har stabiliserat sig. D v s att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C under 1 min.

8.6.2.1.5 Avläs referenstermometern, T_{ref}, och skriv in värdena i schema 1.

8.6.2.1.6 Ställ in volymomvandlaren enligt manualen eller särskild instruktion, så att den uppdaterade temperaturen kan avläsas. Avläs volymomvandlaren, T_{ra}, och skriv in värdena i schema 1.

8.6.2.1.7 Ställ in termometerkalibratorn/vätskebadet på nästa temperatur och upprepa 8.6.2.1.4 till 8.6.2.1.6 tills temperaturtransmitter/givare/volymomvandlare är kalibrerade vid alla temperaturerna.
OBS! Vid nominell temperatur $T_n = 0°C$ och nominellt tryck $P_n = P_{max}$ genomförs kontrollen av volym-omvandlarens beräkning av KFAK, se 6.2.3.

8.6.2.2 Kontroll av tryckmätning

8.6.2.2.1 Ställ in termometerkalibratorn/vätskebadet på nominell temperatur $T_n = 0°C$.

8.6.2.2.2 Trycktransmittern skall förbelastas minst 3 gånger till max belastning.

8.6.2.2.3 Ställ in tryckgeneratorn på första nominella kalibreringstryck, $P_n = P_{min}$, där P_{min} är trycktransmitterns minsta nominella tryck eller $P_n = 1,05$ bara, om $P_{min} < 1,05$ bara (schema 2).

8.6.2.2.4 Vänta tills trycket är stabilt. D v s att trycket, avläst på tryckreferensen, inte varierar mer än ±2 mbar under 1 minut.

8.6.2.2.5 Avläs tryckreferensen, P_{ref}, och skriv in värdena i schema 2.

8.6.2.2.6 Ställ in volymomvandlaren enligt manual eller särskild instruktion, så att det uppdaterade trycket kan avläsas. Avläs volymomvandlaren, P_{ra}, och skriv in värdena i schema 2.

8.6.2.2.7 Ställ in tryckgenerator på näste tryck och upprepa 8.6.2.2.4 till 8.6.2.2.6 tills trycktransmittern är kontrollerad vid alla tryck.
OBS! Vid nominellt tryck $P_n = P_{max}$ genomförs kontroll av volym-omvandlarens beräkning av KFAK, se 8.6.2.3.

8.6.2.3 Kontroll av K-faktor (KFAK)

8.6.2.3.1 Ställ in termometerkalibrator/vätskebad till nominell temperatur $T_n = 0°C$.

8.6.2.3.2 Ställ in tryckgenerator till nominellt tryck $P_n = P_{max}$.

8.6.2.3.3 Vänta ca 5 min tills att temperaturen som avläses på referenstermometer har stabiliserat sig. D v s att temperaturen inte varierar mer än ±0,1°C under 1 min.Kontrollera samtidigt att trycket är stabilt. Dvs att trycket, avläst på tryckreferensen, inte varierar mer än ±2 mbar under 1 minut.

8.6.2.3.4 Avläs referenstermometern och notera värdet, T_{ref}, i schema 3.

8.6.2.3.5 Avläs tryckreferensen och notera värdet, P_{ref}, i schema 3.

8.6.2.3.6 Ställ in volymomvandlaren enligt manual eller särskild instruktion, så att KFAK kan avläsas, och avläs volymomvandlaren, KFAK. Eventuellt avges så många pulser, att volymomvandlaren uppdaterar KFAK-värdet, se manual/instruktion. Notera värdet, $KFAK_{ra}$, i schema 3.

8.6.3 Behandling av mätdata

8.6.3.1 Temperaturmätning

8.6.3.1.1 Beräkna temperaturavvikelsen $da_{T,i}$ för varje temperatursteg, i, som (schema 1):

$$da_{T,i} = T_{ra,i} - T_{ref,i}$$

där:
$T_{ra,i}$ är volymomvandlarens visning för varje temperatursteg
$T_{ref,i}$ är referenstermometerns visning för varje temperatursteg.

8.6.3.1.2 Beräkna **kontrollgränsen** k_T för temperaturkalibreringen, jmf avsnitt 8.6.4.1, och notera värdena i schema 1.

8.6.3.1.3 Beräkna avvikelsen från godkännandegräsen $dD_{T,i}$ för varje temperatursteg som:

$$dD_{T,i} = k_T - abs(da_{T,i})$$

där:
$abs(da_T)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_T.

8.6.3.2 Tryckmätning

8.6.3.2.1 Beräkna tryckavvikelsen $da_{P,i}$ för varje tryck steg, i, som (schema 2):

$$da_{P,i} = P_{ra,i} - P_{ref,i}$$

$P_{ra,i}$ är volymomvandlarens visning för varje tryck steg
$P_{ref,i}$ är tryckreferensens visning för varje tryck steg.

8.6.3.2.2 Beräkna **kontrollgränsen** k_P för tryckkalibreringen, jmf avsnitt 8.6.4.2, och notera värdet i schema 2.

8.6.3.2.3 Beräkna avvikelsen mot godkännandegränsen $dD_{P,i}$ för varje tryck steg som:

$$dD_{P,i} = k_P - abs(da_{P,i})$$

där:
$abs(daP_P)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_P.

8.6.3.3 K-faktor kontroll

Beräkna K-faktor $KFAK_{P,T}$ (schema 3).

$KFAK_{P,T}$ kan beräknas efter en av följande metoder.

8.6.3.3.1 GFC (Kamstrup **G**as**f**low**c**omputer)

$KFAK_{P,T} = 268{,}74 \cdot P_{ref} / [T_{rref} \cdot (1 - P_{ref} \cdot (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{rref} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:

P_{ref} avläses i bara

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

8.6.3.3.2 MUPTZ (Kamstrup **M**ultigas och **U**nigas **PTZ**- och TZ-korrektor)

$KFAK_{P,T} = K_0 \cdot P_{raa} \cdot (c + a \cdot P_{raa} \cdot (1 - b \cdot T)) / T_{rref}$

där:

K_0, a, b och c är konstanter enligt leverantören för den aktuella gassammansättningen

P_{ref} avläses i bara

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

8.6.3.3.3 MTK (Kamstrup **M**ultigas **T**-**k**orrektor)

$KFAK_{P,T} = 269{,}58 \cdot P_{ref} \cdot (1 + 0{,}002 \cdot (P_{ref} - 1{,}013)) / T_{rref}$

där:

P_{ref} avläses i bara

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

8.6.3.3.4 PTB G9, AGA8-92DC och SGERG-88

$$KFAK_{P,T} = \frac{T_n}{P_n} \cdot \frac{Z_n}{Z} \cdot \frac{P_{ref}}{T_{rref}}$$

där:

P_{ref} avläses i bara

$T_{rref} = T_{ref}$, om temperaturen avläses i K

$T_{rref} = T_{ref} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

Z_n beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z_n beräknas vid $T_n = 273{,}15$ K och $P_n = 1{,}01325$ bara (0,101325 MPa) med de relevanta gasdata.

Z beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z beräknas vid T_{rref} och P_{ref} med de relevanta gasdata.

PTB G9 (AGA NX-19-mod-BR.KORR.3H) används i Dancontrol DC4400

AGA8-92DC och SGERG-88 används i Flonidan MAXIFLO 9000

8.6.3.3.5 Beräkna den relativa K-faktoravvikelsen $da_{KFAKrel}$ som:

$$da_{KFAKrel} = 100 \cdot (KFAK_{ra} - KFAK_{P,T}) / KFAK_{P,T} \ [\%]$$

där:
$KFAK_{ra}$ är den avlästa K-faktorn.

8.6.3.3.6 Beräkna avvikelsen mot godkännandegränsen dD_k som:

$$dD_k = k_k - abs(da_{KFAKrel})$$

där:
k_k är **kontrollgränsen** för K-faktorberäkningen, jmf avsnitt 8.6.4.3.
$abs(da_{KFAKrel})$ är det numeriska värdet av avvikelsen $da_{KFAKrel}$.

8.6.4 Osäkerhetsbudget

8.6.4.1 Osäkerhetsbudget för temperaturmätning.

Osäkerhetsbudget för temperaturmätning framgår av tabell 1.

Tabell 1. Osäkerhetsbudget vid kalibrering av temperaturtransmitter.

Parameter	Fördelning[1)]	e_i[2)]	u_i[3)]
	N/R	°C	°C
Kalibrering av referenstermometer (acceptansgräns)	R	0,15	0,058
Temperaturvariationer (skiktning) i kalibrator/vätskebad	R	0,12	0,069
Avläsning av referenstermometer	R	0,005	0,003
Avläsning av volymomvandlare	R	0,05	0,029
Referenstermometerns långtidstabilitet under 1 år	R	0,05	0,029

[1)] Jmf proceduren, dok. nr. 001.
[2)] Estimerad **felgräns.**
[3)] $u_i = e_i/\sqrt{3}$, för att alla fördelningar antages rektangulära.

Den totala standardavvikelsen vid kalibreringen:

$$u_k = \sqrt{\Sigma u_i^2} = 0{,}12°C$$

Kalibreringsosäkerheten svarar mot 95% konfidensintervall:

$$U_T = 2 \cdot u_k = 0{,}24°C$$

Kontrollgränsen k blir:

k_T = att - U_T = att - 0,24

där **att** är **acceptansgränsen** [°C] för temperaturkalibreringen. Acceptansgränsen motsvarar temperaturtransmitter/givarens noggrannhetsklass, som anges i databladet för temperaturtransmittern/givaren.

8.6.4.2 Osäkerhetsbudget för tryckmätning

Osäkerhetsbudget för tryckmätning framgår av tabell 2 och 3.

Tabell 2. Osäkerhetsbudget vid kontroll av tryckmätning.
(Unigas PTZ korrektor, Beamex PC105, 0-10 bar)

Parameter	Fördelning[1)]	e_i[2)]				
	N/R	mbar				
Tryck steg [bara]	-	1,05	2	3	4	5
Kalibrering av tryckreferens (acceptansgräns)	R	1,5	2,0	3,0	4,0	4,0
Avläsning av tryckreferens	R	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Avläsning av volymomvandlare	R	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryckreferens långtidsstabilitet	R	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

[1)] Jmf proceduren, dok. nr. 001.
[2)] Estimerad **felgräns.**

Tabell 3. Kalibreringsosäkerhet

Tryck steg [bara]	1,05	2	3	4	5
Standardavvikelse u_k [mbar]	1,0	1,3	1,8	2,4	2,4
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	2,0	2,5	3,6	4,7	4,7

$u_k = \sqrt{\Sigma u_i^2} = \sqrt{\Sigma(e_i/\sqrt{3})^2}$, för att alla fördelningar antages rektangulära.
$U_P = 2 \cdot u_k$

Kontrollgränsen k blir:

$k_P = a_P - U_P$

där a_P är **acceptansgränsen** [mbar] för tryckkalibreringen. Acceptansgränsen motsvarar trycktransmitterns noggrannhetsklass , som anges i databladet för tryck-transmittern. Vid en fast acceptansgräns överförs talet i mbar direkt. Vid en relativ acceptansgräns i % rel omräknas till mbar enligt:

$$a_p = a_{pr} \cdot P_n \cdot 10 \quad [mbar]$$

där:
a_{pr} är den relativa acceptansgränsen i % som anges i databladet för trycktransmittern
P_n är tryckreferensens visning i bara

8.6.4.3 *Osäkerhetsbudget för K-faktorkontroll (P,T beräkning).*

8.6.4.3.1 Metod.
Acceptansgränsen för den uppmätta KFAK är ett bestämt procenttal i förhållande till den korrekta KFAK för de givna parametrarna P, T och gassammansättningen. Den korrekta KFAK bestäms från P_{ref} och T_{ref} och gassammansättningen. Då det finns en viss osäkerhet på mätningen av P_{ref} och T_{ref} finns det också en viss osäkerhet på bestämmelsen på den korrekta KFAK.

KFAK är en funktion av P, T och Z. Z är en funktion av P, T och gassammansättningen.

KFAK = f(P, T, Z(P, T))

Eftersom man bortser från variationer i gassammansättningen, kan osäkerheten, U_{KFAK}, på den korrekta KFAK generellt bestämmas som:

$$U^2{}_{KFAK} = \left(U_P \frac{\delta KFAK}{\delta P}\right)^2 + \left(U_T \frac{\delta KFAK}{\delta T}\right)^2$$

där:
U_P är osäkerheten vid mätningen av P_{ref}
U_T är osäkerheten vid mätningen av T_{ref}
$\partial KFAK/\partial P$ är KFAKs sensitivitetskoefficienten för tryckberoendet
$\partial KFAK/\partial T$ är KFAKs sensitivitetskoefficienten för temperaturberoendet
Eftersom Z i sig själv är en funktion av P och T kan sensitivitetskoefficienterna skrivas som:

$$\frac{\delta KFAK}{\delta P} = \frac{K_n}{T} \cdot \left(\frac{1}{Z} - \frac{P}{Z^2} \cdot \frac{\delta Z}{\delta P}\right)$$

$$\frac{\delta KFAK}{\delta T} = -K_n \cdot P \cdot \left(\frac{1}{T^2 \cdot Z} + \frac{1}{T \cdot Z^2} \cdot \frac{\delta Z}{\delta T}\right)$$

Eftersom värdena för Z avviker mycket litet mellan de olika metoderna för beräkningen av Z, kan osäkerhetsberäkningen användas för alla metoderna.

∂KFAK/∂P och ∂KFAK/∂T bestäms numeriskt enligt SGERG-88.

Osäkerhetsberäkningen utförs för T_{ref} = 273,15 K (0°C) och i fem tryck steg. Den valda gassammansättningen är DGC Gasdata 1.

8.6.4.3.2 Referenstryck

Bestämning av osäkerheten för referenstrycket visas i tabell 4.

Tabell 4. Osäkerhetsbidrag vid bestämning av referenstryck

Parameter	Fördelning	e_i				
	N/R	mbar				
Tryck steg [bara]		1,05	2,00	3,00	4,00	5,00
Kalibrering av tryckreferens (acceptansgräns)	R	1,5	2	3	4	4
Avläsning av tryckreferens	R	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryckreferens långtidsstabilitet (acceptansgräns)	R	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Standardavvikelse u_P		0,96	1,22	1,78	2,35	2,35
Expanderad osäkerhet U_P (k=2)		1,91	2,45	3,56	4,69	4,69

8.6.4.3.3 Referenstemperatur

Bestämning av osäkerheten för referenstemperaturen visas i tabell 5.

Tabell 5. Osäkerhetsbidrag för bestämning av referenstemperatur

Parameter	N/R	e_i [°C]	u_i [°C]	U [°C]
Kalibrering av referenstermometer (acceptansgräns)	R	0,15	0,087	
Temperaturvariationer i kalibrator/vätskebad (acceptansgräns)	R	0,12	0,069	
Avläsning av T_{ref}	R	0,005	0,003	
Referenstermometerns långtidsstabilitet (acceptansgräns)	R	0,05	0,029	
Expanderad osäkerhet U_T (k=2)				0,23

8.6.4.3.4 Osäkerhetsbudget

Den totala osäkerheten vid bestämning av det korrekta KFAK visas i tabell 6.

Tabell 6. Osäkerhetsbidrag till KFAK

Tryck steg	bara	1,05	2,00	3,00	4,00	5,00
T_{ref}	K	273,15	273,15	273,15	273,15	273,15
Z	-	0,9966	0,9935	0,9903	0,9870	0,9838
KFAK	K/bar	1,0364	1,9876	2,9801	4,0013	4,9996
U_p (k=2)	mbar	1,91	2,45	3,56	4,69	4,69
$\delta Z/\delta P$	1/bar	-0,0032	-0,0032	-0,0033	-0,0033	-0,0033
$\delta KFAK/\delta p$	1/bar	0,9904	0,9966	1,0031	1,0098	1,0165
U_T (k=2)	°C	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
$\delta Z/\delta T$	1/K	4,00E-05	7,65E-05	1,15E-04	1,54E-04	1,94E-04
$\delta KFAK/\delta T$	1/K	-3,84E-03	-7,40E-03	-1,13E-02	-1,52E-02	-1,93E-02
U_{KFAK} (k=2)		0,0021	0,0030	0,0044	0,0059	0,0065
E_{KFAK}	%	0,20	0,15	0,15	0,15	0,13
a_k	%	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
k_k	%	0,30	0,35	0,35	0,35	0,37

där a_k är **acceptansgränsen** [%] för K-faktor kontroll. Acceptansgränsen motsvarar kravet i förslaget till standard, prEN 12405.

8.7 Kriterium för godkännande

8.7.1 Jämför avvikelsen med godkännandegränsen.

8.7.1.1 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är positiv för alla temperaturstegen godkänns temperaturtransmitter/givaren.

8.7.1.2 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_P är positiv för alla tryck steg en godkänns trycktransmittern.

8.7.1.3 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_k är positiv godkänns volymomvandlaren.

8.7.1.4 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är negativ för ett enda temperatursteg kan temperaturtransmitter/givaren inte godkännas. Temperaturtransmitter/givaren demonteras från volymomvandlaren, och felanmälan görs enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

Om det är möjligt kan en ny temperaturtransmitter/givare monteras. Detta kan dock endast ske, om temperaturtransmittern/givaren är kalibrerad och om utbyte är tillåtet enligt fabrikantens anvisningar. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 1. Den nye temperaturtransmittern/givaren kontrolleras enligt föreliggande instruktion.

8.7.1.5 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_P är negativ för ett enda tryck-steg kan trycktransmittern inte godkännas. Trycktransmittern demonteras från volymomvandlaren, och volymomvandlaren felanmäls enligt proceduren, dok nr. 001, avsnitt 2.5.2.

Om det är möjligt kan en ny trycktransmitter monteras. Detta kan dock endast ske, om trycktransmittern är kalibrerad och om utbyte är tillåtet enligt fabrikantens anvisningar. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 2. Den nye trycktransmittern kontrolleras enligt föreliggande instruktion.

8.7.1.6 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_k är negativ kan volym-omvandlaren inte godkännas. Volymomvandlaren felanmäls enligt proceduren, dok nr. 001, avsnitt 2.5.2.

8.8 Schemor

1 Kontroll av temperaturmätning
2 Kontroll av tryckmätning
3 Kontroll av volymomvandlare
4 Exempel på ifyllt schema för kontroll av temperaturmätning
5 Exempel på ifyllt schema för kontroll av tryckmätning, fast acceptansgräns för trycktransmittern
6 Exempel på ifyllt schema för kontroll av tryckmätning, relativ acceptansgräns för trycktransmittern
7 Exempel på ifyllt schema för kontroll av volymomvandlare

8.9 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning.

Kontroll av temperaturmätning

Dok. nr. 5.01.006. Schema 1

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter/givare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns att: °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Kontrollgräns: k_T = att - 0,2 = °C	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kalibrerings-temperatur Nominellt värde	Referens-termometerens visning	Volymomvandlarens visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegränsen
T_n	T_{ref}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{ref}$	$dD_T = k_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C	°C
-5				
0				
20				
45				

Temperaturtransmitter/givare godkänns, om $DD_T \geq 0$

Temperaturtransmitter/givare ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckmätning

Dok. nr. 5.01.006 Schema 2

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Trycktransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Tryckreferens	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns a_P: mbar % rel	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltryck Nominellt värde	Tryckreferens visning	Volymom-vandlarens visning	Acceptans-gräns	Avvikelse	Osäkerhet	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännandegräns
P_n	P_{ref}	P_{ra}	a_p	$da_P = P_{ra} - P_{ref}$	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
bara	bara	bara	mbar	mbar	Mbar	mbar	mbar
P_{min} 1)							
P_{gns} 1)							
P_{max} 1)							

1) P_{min}: Trycktransmitterns minsta nominella tryck. Om $P_{min} < 1{,}05$ bara används $P = 1{,}05$ bara som P_{min}
P_{max}: Trycktransmitterns största nominella tryck
P_{gns}: Trycktransmitterns genomsnittliga nominella tryck, $P_{gns} = (P_{min} + P_{max}) / 2$

Trycktransmittern godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Tryck steg [bara]	1,05	2	3	4	5
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	2,0	2,5	3,6	4,7	4,7

Trycktransmittern ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.006. Schema 3

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Pulsfaktor: m^3/imp			
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Tryckreferens	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns: a_k = 0,5 %	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontroll av K-faktor beräkning (KFAKP,T)

Referens-termometerns visning	Tryck-referens visning	Avläsning av volym-omvandlare	Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse	Avvikelse från godkännandegränsen
T_{ref}	P_{ref}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= $(KFAK_{ra}-KFAK_{P,T})/ KFAK_{P,T}\cdot 100$	dD_k= k_k - abs($da_{KFAKrel}$)
°C	Bara	-	-	%	%

$KFAK_{P,T}$ beräknas vid hjälp av samma metod, som används i volymomvandlaren. Som parameter används P_{ref}, T_{ref} och den gällande gassammansättningen
Metod för att bestämma KFAK:

Kontrollgräns.

Tryck steg	bara	1,05	2,00	3,00	4,00	5,00
k_k	%	0,3	0,35	0,35	0,35	0,37

Volymomvandlare godkänns, om $dD_k \geq 0$

Volymomvandlaren godkänd/inte godkänd:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av temperaturmätning

Dok. nr. 5.01.006. Schema 4

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter/givare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns att: **0,60** °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Kontrollgräns: k_T = att - 0,24 = **0,36** °C	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kalibreringstemperatur Nominellt värde	Referenstermometerns visning	Volymomvandlarens visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegränsen
T_n	T_{ref}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{ref}$	$dD_T = k_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C	°C
-5	-4,85	-4,89	-0,04	0,32
0	-0,01	-0,01	0	0,36
20	19,90	19,93	0,03	0,33
45	45,13	45,17	0,04	0,32

Temperaturtransmitter/givare godkänns, om $dD_T \geq 0$

Temperaturtransmitter/givare ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckmätning

Dok. nr. 5.01.006. Schema 5

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Trycktransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Tryckreferens	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns a_P: **10** mbar % rel	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltryck Nominellt värde	Tryckreferens visning	Volymom-vandlarens visning	Acceptans-gräns	Avvikelse	Osäkerhet	Kontrollgräns	Avvikelse från godkännandegräns
P_n	P_{ref}	P_{ra}	a_p	$da_P = P_{ra} - P_{ref}$	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
bara	bara	bara	mbar	mbar	Mbar	mbar	mbar
P_{min} 1)	1,050	1,048	10	-2,0	2,0	8,0	6,0
P_{gns} 1)	3,025	3,021	10	-4,0	3,6	6,4	2,4
P_{max} 1)	5,000	5,002	10	+2,0	4,7	5,3	3,3

1) P_{min}: Trycktransmitterns minsta nominella tryck. Om $P_{min} < 1{,}05$ bara används P = 1,05 bara som P_{min}
P_{max}: Trycktransmittrens största nominella tryck
P_{gns}: Trycktransmitterns genomsnittliga nominella tryck, $P_{gns} = (P_{min} + P_{max}) / 2$

Trycktransmitter godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Trycksteg [bara]	1,05	2	3	4	5
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	2,0	2,5	3,6	4,7	4,7

Trycktransmittern ersatt med:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckmätning

Dok. nr. 5.01.006. Schema 6

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Trycktransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Tryckreferens	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns a_P: mbar 0,5 % rel	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltryck Nominellt värde	Tryckreferens visning	Volymom-vandlarens visning	Acceptans-gräns	Avvikelse	Osäkerhet	Kontrollgräns e	Avvikelse från godkännandegräns
P_n	P_{ref}	P_{ra}	a_p	$da_P = P_{ra} - P_{ref}$	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
bara	bara	bara	mbar	mbar	Mbar	mbar	mbar
P_{min} 1)	1,050	1,048	5,3	-2,0	2,0	3,3	1,3
P_{gns} 1)	3,025	3,021	15,1	-4,0	3,6	11,5	7,5
P_{max} 1)	5,000	5,002	25,0	+2,0	4,7	20,3	18,3

1) P_{min}: Trycktransmitterns minsta nominella tryck. Om $P_{min} < 1{,}05$ bara används P = 1,05 bara som P_{min}
P_{max}: Trycktransmitterns största nominella tryck
P_{gns}: Trycktransmitterns genomsnittliga nominella tryck, $P_{gns} = (P_{min} + P_{max}) / 2$

Trycktransmittern godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Tryck steg [bara]	1,05	2	3	4	5
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	2,0	2,5	3,6	4,7	4,7

Trycktransmittern ersatt med:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.006. Schema 7

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Pulsfaktor: m^3/imp			
Referenstermometer	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Tryckreferens	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.006		Acceptansgräns: a_k = 0,5 %	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontroll av K-faktor beräkning (KFAKP,T)

Referenstermo-meter visning	Tryck-referens visning	Avläsning av volym-omvandlare	Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
T_{ref}	P_{ref}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= ($KFAK_{ra}$-$KFAK_{P,T}$)/ $KFAK_{P,T}$- ·100	dD_k= k_k - abs($da_{KFAKrel}$)
°C	bara	-	-	%	%
-0,01	5,025	4,9992	5,0168	-0,35	0,02

$KFAK_{P,T}$ beregnes vid hjælp av samme metode, som benyttes i volymomvandlareen. Som parametre benyttes P_{ref}, T_{ref} och den gældende gassammensætning
Metod för att beräkna KFAK: MUPTZ

Kontrollgräns

Tryksteg	bara	1,05	2,00	3,00	4,00	5,00
k_k	%	0,3	0,35	0,35	0,35	0,37

Volymomvandlare godkänns, om $dD_k \geq 0$

Volymomvandlare godkänd/inte godkänd:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

9 Kontrollinstruktion för in-situ kontroll av gasmätsystem med PTZ omvandling

9.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar in-situ kontroll av temperatur- och tryckmätning samt omvandlingsfaktor på gasmätsystem.

9.2 Ansvar

XX är ansvarig för instruktionen följs.

YY är ansvarig för instruktionen uppdateras.

9.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar in-situ kontroll av volymomvandlare med elektronisk temperaturgivare och elektronisk tryckgivare, där omvandling och display för bägge givarna är inbyggda i volymomvandlaren. Volymomvandlaren korrigerar för temperatur och tryck vid omvandling av uppmätt driftsvolym till normalvolym.

9.4 Utrustningslista

Kontrollmanometer.
Kontrolltermometer.

Temperaturgivare:
a. Termometerkalibrator
b. Isolerad behållare med vätska (vätskebad)
c. Blockkalibrator av metall

9.5 Definitioner

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan volymomvandlarens visning och kontrollutrustningens visning för samma uppmätta eller beräknade parametrar (temperatur, tryck eller K-faktor).

9.6 Beskrivning

9.6.1 Förberedelser

9.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kontrollutrustningen inte har överskridits.

9.6.1.2 Slå till kontrollutrustningen och låt den uppvärmas i ca 10 minuter eller enligt till fabrikantens specifikationer.

9.6.1.3 Om gasmätsystemet inte är utrustat med testmätstuts (t ex "Pete's Plug"), tas termometerkalibratorn (a), vätskebadet (b) eller blockkalibratorn (c) fram.

a. Insatsrör väljs så att det motsvarar temperaturgivarens diameter. Kalibratorn slåss på och inställs på den aktuella gastemperaturen i hela °C. Kalibratorn stabiliseras i ca 10 min.
b. Vätskan skall omröras och vätskans temperatur stabiliseras i ca 10 minuter.

9.6.1.4 Undersök volymomvandlare, temperatur- och trycktransmitter för eventuella dåliga anslutningar och andra skador. Om en transmitter eller volym-omvandlaren är så skadad att en fullständig kontroll inte är möjlig, genom-förs kontrollen i den omfattning, som är möjlig. Därefter demonteras den skadade delen och den felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

9.6.1.5 Om en transmitter demonteras så monteras en ny transmitter med samma funktion. Innan montaget kontrolleras att den nya transmittern är kalibrerad och godkänd.

Eventuellt identifikationsnummer på den nya transmittern noteras på installationens datablad.

9.6.1.6 Fyll i schema nr 1, 2 och 3 med grunddata. Fyll i schema 1 med "Före-värden". Kontrollera och vid behov rätta medtagna schemor.

9.6.1.7 Avläsning av förbrukningsvärde

9.6.1.7.1 Avläs om möjligt samtidigt volymgasmätarens visning och volym-omvandlarens okorrigerade och korrigerade visning. Fyll i värdena i schema 1 under "Nu-värden".

9.6.1.7.2 Beräkna skillnaden mellan okorrigerade och korrigerade värden.

9.6.1.7.3 Beräkna de genomsnittliga omvandlingsfaktorerna som förhållandet mellan skillnaden i volymomvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

9.6.1.7.4 Kontrollera att de beräknade skillnaderna är i överensstämmelse med gasbolagets interna rutiner för förbrukningskontroll. Om skillnaderna är större än den tillåtna görs felanmälan enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

9.6.2 Mätförlopp

9.6.2.1 Gasmätsystem **med** testmätstuts.

9.6.2.1.1 Montera kontrolltermometern i testmätstutsen.

9.6.2.1.2 Kontrollmanometern förbinds med tryckröret till trycktransmittern. Förbindelsen skall vare mellan trycktransmittern och avstängnings-ventilen till tryckuttaget Pr.

9.6.2.1.3 Tryckuttaget Pr på volymgasmätaren stängs.

9.6.2.1.4 Om där inte är något gastryck simuleras normalt driftstryck med hjälp av en handpump.

9.6.2.1.5 Ställ in volymomvandlaren, så att temperaturen kan avläsas.

9.6.2.1.6 Vänta tills temperaturen är stabil. D v s att temperaturen mätt med kontrolltermometern inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder.

9.6.2.1.7 Avläs samtidigt kontrolltermometern och displayen på volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

9.6.2.1.8 Ställ in volymomvandlaren, så att trycket kan avläsas.

9.6.2.1.9 Justera, vid behov, kontrollmanometern enligt manometerns manual.

9.6.2.1.10 Vänta tills trycket är stabilt. Dvs att trycket mätt med kontroll-manometern inte varierar mer än ±1mbar.

9.6.2.1.11 Avläs samtidigt kontrollmanometern och displayen på volym-omvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

9.6.2.1.12 Avläs samtidiga värden på tryck (P), temperatur (T) och K-faktor (KFAK) på växelvis kontrollinstrumenten och volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 3.

9.6.2.1.13 Demontera kontrollmanometern och öppna för avstängningsventilen till tryckuttaget Pr.

9.6.2.1.14 Demontera kontrolltermometern.

9.6.2.2 Gasmätsystem **utan** testmätstuts.

9.6.2.2.1 Demontera temperaturtransmittern från dykfickan och stick ner givaren i termometerkalibratorn (a), i vätskebadet (b) eller i blockkalibratorn (c).

a. Kontrollera att insatsröret i kalibratorn motsvarar temperatur-givarens diameter.
b. Stick ner kontrolltermometern i vätskebadet så nära transmittern som möjligt. Känselkropparna i de två givarna skall vara så nära varandra som möjligt.
   Rör runt i vätskebadet för att säkra en jämn temperaturfördelning i badet.
c. Kontrollera att temperaturgivarens och kontrolltermometerns diametrar passar till blockkalibratorns håldiametrar.

9.6.2.2.2 Kontrollmanometern förbinds med tryckröret till trycktransmittern. Förbindelsen skall vare mellan trycktransmittern och avstängnings-ventilen till tryckuttaget Pr.

9.6.2.2.3 Tryckuttaget Pr på volymgasmätaren stängs.

9.6.2.2.4 Om där inte är något gastryck simuleras normalt driftstryck med hjälp av en handpump.

9.6.2.2.5 Ställ in volymomvandlaren, så att temperaturen kan avläsas.

9.6.2.2.6 Vänta tills temperaturen är stabil. Dvs att:

a. Kalibratorns inställningstemperatur inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder.
b. Temperaturen mätt i vätskebadet med kontrolltermometern inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder
c. Kontrolltermometern i blockkalibratorn inte varierar mer än ±0,3ºC under 15 sekunder.

9.6.2.2.7 Avläs samtidigt kontrolltermometern och displayen på volym-omvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

9.6.2.2.8 Om kriteriet för godkännande är uppfyllt (se avsnitt 6.5) monteras temperaturtransmittern åter i gasrörets dykficka.

9.6.2.2.9 Ställ in volymomvandlaren, så att trycket kan avläsas.

9.6.2.2.10 Justera, vid behov, kontrollmanometern enligt manometerns manual.

9.6.2.2.11 Vänta tills trycket är stabilt. Dvs att trycket mätts med kontroll-manometern inte varierar mer än ±1mbar.

9.6.2.2.12 Avläs samtidigt kontrollmanometern och displayen på volym-omvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

9.6.2.2.13 Avläs samtidiga värden på tryck (P), temperatur (T) och K-faktor (KFAK) på växelvis kontrollinstrumenten och volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 3.

9.6.2.2.14 Demontera kontrollmanometern och öppna för avstängningsventilen till tryckuttaget Pr.

9.6.3 Behandling av mätdata

9.6.3.1 Beräkna temperaturavvikelsen da_T som:

$$da_T = T_{ra} - T_{va}$$

där:

T_{ra} är volymomvandlarens visning
T_{va} är kontrolltermometerns eller termometerkalibratorns visning.

9.6.3.2 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD'_T som:

$$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$$

där:

D'_T är **godkännandegränsen** för temperaturkontrollen. Värdet av D'_T överförs från "Kontrollmanual, stora mätare", avsnitt 7.2.
$abs(da_T)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_T.

9.6.3.3 Beräkna tryckavvikelsen da_P som:

$$da_P = P_{ra} - P_{va}$$

där:

P_{ra} är volymomvandlarens visning
P_{va} är kontrollmanometerns visning.

9.6.3.4 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P som:

$$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$$

där:

D'_P är **godkännandegränsen** för tryckkontrollen. Värdet av D'_P överförs från "Kontrollmanual, stora mätare", avsnitt 7.1.
$abs(da_P)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_P.

9.6.3.5 Beräkna K-faktor KFAK som:

$$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot P_{vaa} / [T_{vaa} \bullet (1 - P_{vaa} \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$$

där:

$P_{vaa} = P_{va}$, om trycket avläses i bara
$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K
$T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:

a) Volymomvandlarens formel och inlagda gasdata (notera formel och gasdata)
b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med gällande DGC gasdata.

9.6.3.6 Beräkna den relativa K-faktoravvikelsen $da_{KFAKrel}$ som:

$$da_{KFAKrel} = abs[100 \cdot (KFAK_{ra} - KFAK_{P,T}) / KFAK_{P,T}] \quad [\%]$$

där:

$KFAK_{ra}$ är den avlästa K-faktorn.
abs[…]) är det numeriska värdet av avvikelsen

9.6.4 Osäkerhetsbudget

Osäkerheten vid kontrollmätningen beräknas i överensstämmelse med bilaga B i "Kontrollmanual, stora mätare".

9.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelsen med godkännandegränsen.

9.6.5.1 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_T är positiv godkänns temperaturtransmittern.

9.6.5.2 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P är positiv godkänns trycktransmittern.

9.6.5.3 Om den relativ skillnaden mellan avläst och beräknad omvandlingsfaktor, $da_{KFAKrel}$, inte överskrider 2%, anses volymomvandlarens omvandlingsberäkning att fungera tillfredsställande.

9.6.5.4 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_T är negativ kan temperaturtransmittern inte godkännas. Temperaturtransmittern demonteras från gasröret och volymomvandlaren och felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

Ny temperaturtransmitter monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 2. Den nye temperaturtransmittern kontrolleras enligt denna instruktion.

9.6.5.5 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P är negativ kan trycktransmittern inte godkännas. Trycktransmittern demonteras från gasröret och volymomvandlaren och felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".
Ny trycktransmitter monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 2. Den nye trycktransmittern kontrolleras enligt denna instruktion.

9.6.5.6 Om den relativa skillnaden mellan avläst och beräknat omvandlingsfaktor, $da_{KFAKrel}$, överskrider 2%, kan volymomvandlaren inte godkännas. Volymomvandlaren demonteras från transmittern och felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

Ny volymomvandlare monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 3. Den nye volymomvandlaren kontrolleras enligt denna instruktion.

9.7 Schemor

1 Kontroll av förbrukningsvärden
2 Kontroll av temperatur- och trycktransmitter
3 Kontroll av volymomvandlare
4 Exempel på ifyllt schema för kontroll av förbrukningsvärden
5 Exempel på ifyllt schema för kontroll av temperatur- och trycktransmitter
6 Exempel på ifyllt schema för kontroll av volymomvandlare

9.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Kontrollmanual, stora mätare.

Kontroll av förbrukningsvärden

Dok. nr. 5.01.008. Schema 1

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Godkännandegräns:	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Förbrukningsvärden. Samtidig avläsning av mätare och volymomvandlare.

	Före [m^3]	Nu [m3]	Skillnad = Nu - Före [m^3]
Datum			
Mätare, okorrigerad visning			
Volymomvandlare, okorrigerad visning			
Volymomvandlare, korrigerad visning			
Genomsnittlig omvandlingsfaktor			

Den genomsnittliga omvandlingsfaktorn beräknas som förhållandet mellan skillnaden i volymomvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

Kontroll av temperatur- och trycktransmitter Dok. nr. 5.01.008. Schema 2

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Trycktransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrolltermometer, Identnr.:		Kontrollmanometer, Identnr.:	
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Godkännandegräns (D'_T): °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Godkännandegräns (D'_P): mbar	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltermometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
T_{va}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{va}$	$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C

Temperaturtransmittern godkänns, om $dD'_T \geq 0$

Kontrollmanometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
P_{va}	P_{ra}	$da_P = P_{ra} - P_{va}$	$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$
bara	bara	mbar	mbar

Trycktransmittern godkänns, om $dD'_P \geq 0$

Temperaturtransmitter ersatt med:		
Trycktransmitter ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kontrolldatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.008. Schema 3

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Volymomvandlare godkänns, om $da_{KFAKrel} \leq 2\%$	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor (KFAK) beräkning. Samtidig avläsning av volym-omvandlaren och kontrollinstrumenten.

Avläsning av kontrollinstrument		Avläsning av volymom-vandlare	Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse
P_{va}	T_{va}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= abs[100 · ($KFAK_{ra}$-$KFAK_{P,T}$)/ $KFAK_{P,T}$]
bara	°C	-	-	%

$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot P_{vaa} / [T_{vaa} \bullet (1 - P_{vaa} \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:

$P_{vaa} = P_{va}$, om trycket avläses i bara.

$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K, $T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:

a) Volymomvandlarens formel och inlagda gasdata (notera formel och gasdata)

b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gällande DGC gasdata.

Volymomvandlare ersatt med:	
Godkänd:	
Datum:	
Nästa kontrolldatum:	

Kontroll av förbrukningsvärden Dok. nr. 5.01.008. Schema 4

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Godkännandegräns:	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Förbrukningsvärden. Samtidig avläsning av mätare och volymomvandlare.

	Före [m^3]	Nu [m3]	Skillnad = Nu - Före [m^3]
Datum	1993-10-06	1994-09-27	---
Mätare, okorrigerad visning	77	53952	53875
Volymomvandlare, okorrigerad visning	26980	80640	53660
Volymomvandlare, korrigerad visning	119117	356026	236909
Volymomvandlare, korrigerad visning			4,415

Den genomsnittliga omvandlingsfaktorn beräknas som förhållandet Mellan skillnaden i volymomvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

Kontroll av temperatur- och trycktransmitter Dok. nr. 5.01.008. Schema 5

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturtransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Trycktransmitter	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrolltermometer, Identnr.:		Kontrollmanometer, Identnr.:	
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Godkännandegräns (D'_T): **2** °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Godkännandegräns (D'_P): **45** mbar	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltermometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
T_{va}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{va}$	$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C
8,83	8,7	-0,13	1,87

Temperaturtransmittern godkänns, om $dD'_T \geq 0$

Kontrollmanometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
P_{va}	P_{ra}	$da_P = P_{ra} - P_{va}$	$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$
bara	bara	mbar	mbar
4,587	4,583	-4	41

Trycktransmittern godkänns, om $dD'_P \geq 0$

Temperaturtransmitter ersatt med:		
Trycktransmitter ersatt med:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kontrolldatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.008. Schema 6

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.008		Volymomvandlare godkänns, om $da_{KFAKrel} \leq 2\%$	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor (KFAK) beräkning. Samtidig avläsning av volymomvandlaren och kontrollinstrumenten.

Avläsning av kontrollinstrument		Avläsning av volymom-vandlare	Beräknat K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse
P_{va}	T_{va}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= abs[100 · ($KFAK_{ra}$-$KFAK_{P,T}$)/ $KFAK_{P,T}$]
bara	°C	-	-	%
4,587	8,83	4,4146	4,4271	0,28

$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot P_{vaa} / [T_{vaa} \bullet (1 - P_{vaa} \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$
där:
$P_{vaa} = P_{va}$, idet trycket avläses i bara.
$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K, $T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.
KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:
a) Volymomvandlarens formel och inlagda gasdata (notera formel och gasdata)
b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gällande DGC gasdata.

Volymomvandlare ersatt med:	
Godkänt: OK	
Datum:	
Nästa kontrolldatum:	

10 Kontrollinstruktion för in-situ kontroll av gas-mätsystem med TZ omvandling

10.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar in-situ kontroll av temperaturmätning, överensstämmelse mellan mätarens drifttryck och volymomvandlarens inkodade tryck och omvandlingsfaktor på gasmätsystem.

10.2 Ansvar

XX är ansvarig för instruktionen följs.

YY är ansvarig för instruktionen uppdateras.

10.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar in-situ kontroll av de elektroniska temperaturgivare, där display och omvandling är inbyggt i en volymomvandlare. Volymomvandlaren korrigerar för temperatur vid omvandling av uppmätt driftsvolym till normalvolym. Volymomvandlaren omvandlar med ett fast inkodat tryck.

10.4 Utrustningslista

Kontrolltermometer.
Kontrollmanometer.

Temperaturgivare:

a. Termometerkalibrator
b. Isolerad behållare med vätska (vätskebad)
c. Blockkalibrator av metall

10.5 Definitioner

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan volymomvandlarens visning och kontrollutrustningens visning för samma uppmätta, inkodade eller beräknade parametrar (temperatur, tryck eller K-faktor).

10.6 Beskrivning

10.6.1 Förberedelser

10.6.1.1 Denna instruktion utförs endast, om det finns gasflöde.

10.6.1.2 Kontrollera att kalibreringsintervallet för kontrollutrustningen inte har överskridits.

10.6.1.3 Slå till kontrollutrustningen och låt den uppvärmas i ca 10 minuter eller enligt till fabrikantens specifikationer.

10.6.1.4 Om gasmätsystemet inte är utrustat med testmätstuts (t ex "Pete's Plug"), tas termometerkalibratorn (a), vätskebadet (b) eller blockkalibratorn (c) fram.

a. Insatsrör väljs så att det motsvarar temperaturgivarens diameter. Kalibratorn slåss på och inställs på den aktuella gastemperaturen i hela °C. Kalibratorn stabiliseras i ca 10 min.
b. Vätskan skall omröras och vätskans temperatur stabiliseras i ca 10 minuter.

10.6.1.5 Undersök volymomvandlare och temperaturgivare för eventuella dåliga anslutningar och andra skador. Om utrustningen är så skadad att en fullständig kontroll inte är möjlig, genomförs kontrollen i den omfattning, som är möjlig. Därefter demonteras den skadade delen och den felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

10.6.1.6 Om volymomvandlaren och/eller temperaturgivaren demonteras så monteras en ny utrustning med motsvarande funktion. Innan montaget kontrolleras att den nya utrustningen är kalibrerad och godkänd.

Eventuella identifikationsnummer på den nya utrustningen noteras på installationens datablad.

10.6.1.7 Fyll i schema nr 1, 2 och 3 med grunddata. Fyll i schema 1 med "Förevärden". Kontrollera och vid behov rätta medtagna schemor.

10.6.1.8 Avläsning av förbrukningsvärde

10.6.1.8.1 Avläs om möjligt samtidigt volymgasmätarens visning och volymomvandlarens okorrigerade och korrigerade visning. Fyll i värdena i schema 1 under "Nu-värden".

10.6.1.8.2 Beräkna skillnaden mellan okorrigerade och korrigerade värden.

10.6.1.8.3 Beräkna de genomsnittliga omvandlingsfaktorerna som förhållandet mellan skillnaden i volymomvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

10.6.1.8.4 Kontrollera att de beräknade skillnaderna är i överensstämmelse med gasbolagets interna rutiner för förbrukningskontroll. Om skillnaderna är större än den tillåtna görs felanmälan enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

10.6.2 Mätförlopp

10.6.2.1 Gasmätsystem **med** testmätstuts.

10.6.2.1.1 Montera kontrolltermometern genom testmätstutsen.

10.6.2.1.2 Kontrollmanometern förbinds till tryckuttaget Pr på volymgasmätaren.

10.6.2.1.3 Ställ in volymomvandlaren, så att temperaturen kan avläsas.

10.6.2.1.4 Vänta tills temperaturen är stabil. D v s att temperaturen mätt med kontrolltermometern inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder..

10.6.2.1.5 Avläs samtidigt kontrolltermometern och displayen på volym-omvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

10.6.2.1.6 Ställ in volymomvandlaren, så att trycket kan avläsas.

10.6.2.1.7 Justera, vid behov, kontrollmanometern enligt manometerns manual.

10.6.2.1.8 Vänta tills trycket är stabilt. Dvs att trycket mätt med kontrollmanometern inte varierar mer än ±1mbar.

10.6.2.1.9 Avläs samtidigt kontrollmanometern och displayen på volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

10.6.2.1.10 Avläs samtidiga värden på tryck (P), temperatur (T) och K-faktor (KFAK) på växelvis kontrollinstrumenten och volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 3.

10.6.2.1.11 Demontera kontrolltermometern.

10.6.2.1.12 Demontera kontrollmanometern.

10.6.2.2 Gasmätsystem **utan** testmätstuts.

10.6.2.2.1 Demontera temperaturtransmittern från dykfickan och stick ner givaren i termometerkalibratorn (a), i vätskebadet (b) eller i blockkalibratorn (c).

a. Kontrollera att insatsröret i kalibratorn motsvarar temperaturgivarens diameter.
b. Stick ner kontrolltermometern i vätskebadet så nära transmittern som möjligt. Känselkropparna i de två givarna skall vara så nära varandra som möjligt.
   Rör runt i vätskebadet för att säkra en jämn temperaturfördelning i badet.
c. Kontrollera att temperaturgivarens och kontrolltermometerns diametrar passar till blockkalibratorns håldiametrar.

10.6.2.2.2 Kontrollmanometern förbinds med tryckuttaget Pr på volymgasmätaren.

10.6.2.2.3 Vänta tills temperaturen är stabil. D v s att:

a. Kalibratorns inställningstemperatur inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder.
b. Temperaturen mätt i vätskebadet med kontrolltermometern inte varierar mer än ±0,3°C under 15 sekunder
c. Kontrolltermometern i blockkalibratorn inte varierar mer än ±0,3ºC under 15 sekunder.

10.6.2.2.4 Ställ in volymomvandlaren, så att temperaturen kan avläsas.

10.6.2.2.5 Avläs samtidigt kontrolltermometern och displayen på volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 2.

10.6.2.2.6 Om kriteriet för godkännande är uppfyllt (se avsnitt 6.5) monteras temperaturgivaren åter i gasrörets dykficka.

10.6.2.2.7 Ställ in volymomvandlaren, så att trycket kan avläsas.

10.6.2.2.8 Justera, vid behov, kontrollmanometern enligt manometerns manual.

10.6.2.2.9 Vänta tills trycket är stabilt. Dvs att trycket mätt med kontrollmanometern inte varierar mer än ±1mbar.

10.6.2.2.10 Avläs medeltrycket på kontrollmanometern och displayen på volymomvandlaren och för in värdena i schema 2.

10.6.2.2.11 Avläs samtidiga värden på tryck (P), temperatur (T) och K-faktor (KFAK) på växelvis kontrollinstrumenten och volymomvandlaren och skriv in värdena i schema 3.

10.6.2.2.12 Demontera kontrollmanometern.

10.6.3 Behandling av mätdata

10.6.3.1 Beräkna temperaturavvikelsen da_T som:

$$da_T = T_{ra} - T_{va}$$

där:
T_{ra} är volymomvandlarens visning
T_{va} är kontrolltermometerns visning.

10.6.3.2 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD'_T som:
$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$

där:
D'_T är **godkännandegränsen** för temperaturkontrollen. Värdena på D'_T överförs från "Kontrollmanual, stora mätare", avsnitt 7.2.
$abs(da_T)$ är det numeriska värdet på avvikelsen da_T.

10.6.3.3 Beräkna tryckavvikelsen da_P som:

$$da_P = P_{ra} - P_{va}$$

där:
P_{ra} är volymomvandlarens visning
P_{va} är kontrollmanometerns visning.

10.6.3.4 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P som:

$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$

där:
D'_P är **godkännandegränsen** för tryckkontrollen. Värdet på D'_P överförs från "Kontrollmanual, stora mätare", avsnitt 7.2.
$abs(da_P)$ är det numeriska värdet på avvikelsen da_P.

10.6.3.5 Beräkna K-faktor KFAK som:

$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot P_{vaa} / [T_{vaa} \bullet (1 - P_{vaa} \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:
$P_{vaa} = (1013 + P_{va})/1000$, idet trycket avläses i mbarg
$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K
$T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:

a) Volymomvandlarens formel och inlagda gasdata (notera formel och gasdata)
b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gällande DGC gasdata.

10.6.3.6 Beräkna den relativa K-faktoravvikelsen $da_{KFAKrel}$ som:

$da_{KFAKrel} = abs[100 \cdot (KFAK_{ra} - KFAK_{P,T}) / KFAK_{P,T}]$ [%]

där:
$KFAK_{ra}$ är den avlästa K-faktor.
abs[…] är det numeriska värdet av avvikelsen

10.6.4 Osäkerhetsbudget

Osäkerheten vid kontrollmätningen beräknas i överensstämmelse med bilaga B i "Kontrollmanual, stora mätare".

10.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelsen med godkännandegränsen.

10.6.5.1 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'T är positiv godkänns temperaturgivaren.

10.6.5.2 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'P är positiv godkänns volymomvandlaren.

10.6.5.3 Om den relativ skillnaden mellan avläst och beräknad omvandlingsfaktor, daKFAKrel, inte överstiger 2%, anses volymomvandlarens omvandlingsberäkning att fungera tillfredsställande.

10.6.5.4 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'T är negativ kan temperaturgivaren inte godkännas. Temperaturgivaren demonteras från gasrör och volymomvandlare, och felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

Ny temperaturgivare monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 2. Den nye temperaturgivaren kontrolleras enligt denna instruktion.

10.6.5.5 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P är negativ justeras tryckregulatorn enligt instruktion 5.01.010. Därefter kontrolleras tryckavvikelsen enligt denna instruktion.

Om dD'_P fortfarande är negativ efter att tryckregulatorn har justerats, felanmäls regulatorn enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

10.6.5.6 Om den relativa skillnaden mellan avläst och beräknad omvandlingsfaktor, $da_{KFAKrel}$, överskrider 2%, kan volymomvandlaren inte godkännas. Volymomvandlaren demonteras, och felanmäls enligt "Kontrollmanual, stora mätare".

Ny volymomvandlare monteras. Eventuellt identifikationsnummer noteras i schema 3. Den nya volymomvandlaren kontrolleras enligt denna instruktion.

10.7 Schemor

1 Kontroll av förbrukningsvärden
2 Kontroll av tryck och temperaturgivare
3 Kontroll av volymomvandlare
4 Exempel på ifyllt schema för kontroll av förbruksvärden
5 Exempel på ifyllt schema för kontroll av tryck och temperaturgivare
6 Exempel på ifyllt schema för kontroll av volymomvandlare

10.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Kontrollmanual, stora mätare.
5.01.010 Kontrollinstruktion för inreglering av tryckregulator.

Kontroll av förbrukningsvärden

Dok. nr. 5.01.009. Schema 1

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Godkännandegräns:	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Förbrukningsvärden. Samtidig avläsning av mätare och volymomvandlare.

	Före [m^3]	Nu [m3]	Skillnad = Nu - Före [m^3]
Datum			
Mätare, okorrigerad visning			
Volymomvandlare, okorrigerad visning			
Volymomvandlare, korrigerad visning			
Genomsnittlig omvandlingsfaktor			

Den genomsnittliga omvandlingsfaktorn beräknas som förhållandet mellan skillnaden i volym-omvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

Kontroll av tryck- och temperaturgivare

Dok. nr. 5.01.009. Schema 2

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturgivare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrolltermometer, Identnr.:		Kontrollmanometer, Identnr.:	
Driftsflöde: m^3/h			
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Godkännandegräns (D'_T): °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Godkännandegräns (D'_P): mbar	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltermometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
T_{va}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{va}$	$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C

Temperaturgivare godkänns, om $dD'_T \geq 0$

Kontrollmanometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
P_{va}	P_{ra}	$da_P = P_{ra} - P_{va}$	$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$
mbarg	mbarg	mbar	Mbar

Volymomvandlare godkänns, om $dD'_P \geq 0$

Volymomvandlare ersatt med:		
Temperaturgivare ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kontrolldatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.009. Schema 3

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Volymomvandlare godkänns, om $da_{KFAKrel} \leq 2\%$	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor (KFAK) beräkning. Samtidig avläsning av volym-omvandlare och kontrollinstrument.

Avläsning av kontrollinstrument		Avläsning av volymom-vandlare	Beräknad K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse
T_{va}	P_{va}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= abs[100 · ($KFAK_{ra}$ - $KFAK_{P,T}$) / $KFAK_{P,T}$]
°C/K	mbarg	-	-	%

$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot ((1013+P_{vaa})/1000) / [T_{vaa} \bullet (1 - ((1013+P_{vaa})/1000) \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:

$P_{vaa} = P_{va}$, om trycket avläses i mbarg.

$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K, $T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:

a) Volymomvandlarens formel och inlagda gasdata (notera formel och gasdata)

b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gällande DGC gasdata.

Volymomvandlare ersatt med:	
Temperaturgivare ersatt med:	
Godkänd:	
Datum:	
Nästa kontrolldatum:	

Kontroll av förbrukningsvärden

Dok. nr. 5.01.009. Schema 4

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Godkännandegräns:	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Förbrukningsvärden. Samtidig avläsning av mätare och volymomvandlare.

	Före [m^3]	Nu [m3]	Skillnad = Nu - Före [m^3]
Datum	1993-07-15	1994-08-10	---
Mätare, okorrigerad visning	2752	156080	153328
Volymomvandlare, okorrigerad visning	233729	387356	153627
Volymomvandlare, korrigerad visning	240148	402157	162009
Genomsnittlig omvandlingsfaktor			1,0546

Den genomsnittliga omvandlingsfaktorn beräknas som förhållandet mellan skillnaden i volym-omvandlarens korrigerade visning och skillnaden i volymomvandlarens okorrigerade visning.

Kontroll av tryck- och temperaturgivare Dok. nr. 5.01.009. Schema 5

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Temperaturgivare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrolltermometer, Identnr.:		Kontrollmanometer, Identnr.:	
Driftsflöde: **70** m^3/h			
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Godkännandegräns (D'_T): **1,5** °C	
Operatör:	Kontrolldatum:	Godkännandegräns (D'_P): **10** mbar	
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Kontrolltermometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
T_{va}	T_{ra}	$da_T = T_{ra} - T_{va}$	$dD'_T = D'_T - abs(da_T)$
°C	°C	°C	°C
12,85	13,2	0,35	1,15

Temperaturgivare godkänns, om $dD'_T \geq 0$

Kontrollmanometer visning	Volymomvandlare visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
P_{va}	P_{ra}	$da_P = P_{ra} - P_{va}$	$dD'_P = D'_P - abs(da_P)$
mbarg	mbarg	mbar	mbar
86,3	90,0	3,7	6,3

Volymomvandlare godkänns, om $dD'_P \geq 0$

Volymomvandlare ersatt med:		
Temperaturgivare ersatt med:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kontrolldatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.009. Schema 6

Gasmätsystem		Identnr.:	
Adress:			
Volymgasmätare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Kontrollinstruktion: 5.01.009		Volymomvandlare godkänns, om $da_{KFAKrel} \leq 2\%$	
Operatör:	Kontrolldatum:	Visuell kontroll (OK/Indraget):	

Kontroll av K-faktor (KFAK) beräkning. Samtidig avläsning av volym-omvandlare och kontrollinstrument.

Avläsning av kontrollinstrument		Avläsning av volymom-vandlare	Beräknat K-faktor	Relativ K-faktoravvikelse
T_{va}	P_{va}	$KFAK_{ra}$	$KFAK_{P,T}$	$da_{KFAKrel}$= abs[100 · ($KFAK_{ra}$ - $KFAK_{P,T}$) / $KFAK_{P,T}$]
°C/K	mbarg	-	-	%
12,85 ºC	86,3	1,0374	1,0358	0,15

$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot ((1013+P_{vaa})/1000) / [T_{vaa} \bullet (1 - ((1013+P_{vaa})/1000) \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T_{vaa} - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

där:

$P_{vaa} = P_{va}$, idet trycket avläses i mbarg.

$T_{vaa} = T_{va}$, om temperaturen avläses i K, $T_{vaa} = T_{va} + 273{,}15$, om temperaturen avläses i °C.

KFAK kan dock också beräknas med hjälp av:

a) Volymomvandlarens formel inlagda gasdata (notera formel och gasdata)

b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gällande DGC gasdata.

Volymomvandlare ersatt med:	
Temperaturgivare ersatt med:	
Godkänd:	OK
Datum:	
Nästa kontrolldatum:	

11 Instruktion för inreglering av tryckregulator

11.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar inreglering av tryckregulator.

11.2 Ansvar

XX är ansvarig för instruktionen följs.

YY är ansvarig för instruktionen uppdateras.

11.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar inreglering av tryckregulatorer, som ingår i ett gasmätsystem.

11.4 Utrustningslista

Kontrollmanometer. Upplösning vid avläsning skall vara bättre än eller lika med 0,1 mbar.

11.5 Definitioner

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan en uppmätt eller beräknad parameter och det fastlagda värdet för denna parameter.

Steg 1. Steg 1 motsvarar brännarreffekten på en 1-stegs brännare eller den minsta effekt på en 2-stegs brännare.

Steg 2. Steg 2 motsvarar den maximala brännarreffekten på en 2-stegs brännare.

Kontrollast. Kontrollasten motsvarar den effekt regulatorn inregleras vid för en modulerande brännare eller för en installation med flera brännare.

Kriterium för acceptans. Acceptanskriteriet är det villkor, som det inreglerade tryck skall uppfylla för att inregleringen kan godkännas. Acceptanskriteriet är ½D'_P vid inreglering och D'_P vid in-situ kontroll av tryckregulatorn. D'_P finns i "Kontroll-manual, store mätare", avsnitt 7.1.

Tabell 1. Acceptanskriterium enligt "Kontrollmanual, stora mätare"

Gastryck[1]	Inreglering	In-situ kontroll
P_{va}	½D'_P	D'_P
Mbar	mbar	mbar
20	2,5	5
50-100	5	10

[1)] Gastryck är här det tryck, der är inkodat i volymomvandlaren.

11.6 Beskrivning

11.6.1 Förberedelser

11.6.1.1 Kontroller att kalibreringsintervallet för kontrollmanometern inte har överskridits.

11.6.1.2 Slå till kontrollmanometern och låt den uppvärmas i ca 10 min.

11.6.1.3 Kontrollmanometern ansluts till tryckuttaget Pr på volymgasmätaren.

11.6.1.4 Fyll i schema 1 med grunddata.

11.6.2 Mätförlopp

11.6.2.1 Generellt

11.6.2.1.1 Regulatorn inregleras vid en fastlagd belastning.

11.6.2.1.2 Aktuell effekt, E, och gasflöde, Q, beräknas och förs in i schema 1.

11.6.2.1.3 Tryck, P_{va}, avläses på kontrollmanometern.

11.6.2.1.4 Avvikelsen, da_P, och avvikelsen från godkännandegränsen, dD'_P, beräknas, jmf avsnitt 11.6.3, och noteras i schema 1.

11.6.2.1.5 Om avvikelsen inte uppfyller acceptanskriteriet (avvikelsen från godkännandegränsen är negativ), så upprepas 11.6.2.1.1 till 11.6.2.1.4, tills acceptanskriteriet är uppfyllt (avvikelsen från godkännandegränsen är positiv).

11.6.2.1.6 Vid 2-stegs eller modulerande brännare och vid installationer med flera brännare efterprovas, om acceptanskriteriet är uppfyllt vid ytterligare en eller flera belastningar.

11.6.2.1.7 Om acceptanskriteriet inte är uppfyllt vid enbart en belastning upprepas 11.6.2.1.1 till 11.6.2.1.6 tills acceptanskriteriet är uppfyllt.

11.6.2.2 Installation med endast en brännare.

11.6.2.2.1 1-stegs brännare
Regulatorn inregleras vid steg 1.
Acceptanskriterie: $abs(P_{va} - P_{ra}) \leq ½D'_P$.

där P_{ra} är det inställda (nominella) tryck på volymomvandlaren.

11.6.2.2.2 2-stegs brännare
Regulatorn inregleras vid steg 1.
Acceptanskriterie: $abs(P_{va} - P_{ra}) \leq ½D'_P$.
Efterprovas vid steg 2.

11.6.2.3 Modulerande brännare

11.6.2.3.1 Effekten **kan** inställas under inregleringen till mellan 40% och 80% av installerad effekt.
Regulatorn inregleras vid en fast effekt (kontrollasten) på mellan 40% och 80% av installerad effekt.
Acceptanskriterium: $abs(P_{va} - P_{ra}) \leq ½D'_P$.
Efterprovas vid minst möjliga och störst möjliga effekt.

11.6.2.3.2 Effekten **kan** inställas under inregleringen till mellan 40% och 80% av installerad effekt.
Regulatorn inregleras vid största möjliga effekt (kontrollast).
Acceptanskriterium: $P_{va} \geq P_{ra} - ½D'_P$
Regulatorinställningen efterprovas vid minsta möjliga effekt.
Acceptanskriterie: $P_{va} \leq P_{ra} + ½D'_P$

11.6.2.4 Installation med flere brännare

Regulatorn inregleras vid en fast effekt (kontrollasten) på mellan 40% och 80% av installerad effekt.
Acceptanskriterie: $abs(P_{va} - P_{ra}) \leq ½D'_P$.
Efterprovas vid minst möjliga och störst möjliga effekt.

11.6.3 Behandling av mätdata

11.6.3.1 Beräkna tryckavvikelsen da_P som:

$da_P = P_{va} - P_{ra}$

där P_{ra} är det inställda trycket på volymomvandlaren.

11.6.3.2 Beräkna avvikelsen från godkännandegräsen dD'_P som:

$dD'_P = ½D'_P - abs(da_P)$

där:

D'_P är **godkännandegränsen** för kontroll av tryck. Värdena av D'_P överförs från "Kontrollmanual, stora mätare", avsnitt 7.1. Se även tabell 1. $abs(da_P)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_P.

11.6.4 Osäkerhetsbudget

Det beräknas ingen osäkerhetsbudget i denna instruktion, för att osäkerhetsbidraget från tryckregleringen ingår i bilaga B i "Kontrollmanual, stora mätare".

11.6.5 Kriterium för godkännande

Jämför avvikelserna med godkännandegränserna.

Om avvikelsen från godkännandegränsen dD'_P är negativ, justeras tryckregulatorn tills dD'_P är positiv.

11.7 Schemor

1 Inreglering av tryckregulatorn
2 Exempel på ifyllt schema för inreglering av tryckregulator

11.8 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Kontrollmanual, stora mätare.

Inreglering av tryckregulator

Dok. nr. 5.01.010. Schema 1

Gasmätsystem		Identnr.:		
Adress:			__ 1-stegs brännare __ 2-stegs brännare __ Modulerande brännare __ Flera brännare	
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:	Tryck P_{ra}: mbar
Regulator	Fa.:	Typ:	Identnr.:	
Brännare. Installerad effekt: kW		Kontrollast: kW	40%last: kW	80%last: kW
Kontrollmanometer, Identnr.:		Godkännandegräns:	D'_P: mbar	
Kontrollinstruktion: 5.01.010		Operatör:	Kontrolldatum:	
Visuell kontroll (OK/Indraget):				

Kontrollvärden

Belastning	Brännareffekt	Gasflöde	Kontrollmanometer visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
	E	Q	P_{va}	$da_P = P_{va} - P_{ra}$	$dD'_P = ½D'_P - abs(da_P)$
	kW	m^3/h	mbar	Mbar	mbar
Steg 1/Minimum					
Steg 2/Maximum					
Kontrollast					

Regulatorn godkänns, om $dD'_P \geq 0$.

Regulator ersatt med:		
Godkänt:	Datum:	Nästa kontrolldatum:

Inreglering av tryckregulator

Dok. nr. 5.01.010. Schema 2

Gasmätsystem		Identnr.:		
Adress:			__ 1-stegs brännare __ 2-stegs brännare X Modulerande brännare __ Flera brännare	
Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:	Tryck P_{ra}: **90** mbar
Regulator	Fa.:	Typ:	Identnr.:	
Brännare. Installerad effekt: **550** kW		Kontrollast: **300** kW	40%last: **220** kW	80%last: **440** kW
Kontrollmanometer, Identnr.:		Godkännandegräns:	D'_P: **10** mbar	
Kontrollinstruktion: 5.01.010		Operatör:	Kontrolldatum:	
Visuell kontroll (OK/Indraget):				

Kontrollvärden

Belastning	Brännareffekt	Gasflöde	Kontrollmanometer visning	Avvikelse	Avvikelse från godkännandegräns
	E	Q	P_{va}	$da_P = P_{va} - P_{ra}$	$dD'_P = ½D'_P - abs(da_P)$
	kW	m^3/h	mbar	mbar	mbar
Steg 1/Minimum	270	22,5	92,4	2,4	2,6
Steg 2/Maximum	410	34,2	86,3	-3,7	1,3
Kontrollast	300	25	88,2	-1,8	3,2

Regulatorn godkänns, om $dD'_P \geq 0$.

Regulator ersatt med:		
Godkänt: OK	Datum:	Nästa kontrolldatum:

12 Kalibreringsinstruktion för volymomvandlare

12.1 Omfattning

Denna instruktion omfattar intern kalibrering och kontroll av volymomvandlare med mA ingång för temperaturtransmitter/givare och trycktransmitter.

12.2 Ansvar

XX är ansvarig för instruktionen följs.

YY är ansvarig för instruktionen uppdateras.

12.3 Giltighetsområde

Instruktionen omfattar kalibrering av temperaturingången, tryckingången samt kontroll av volymomvandlarens konverteringsfaktor.

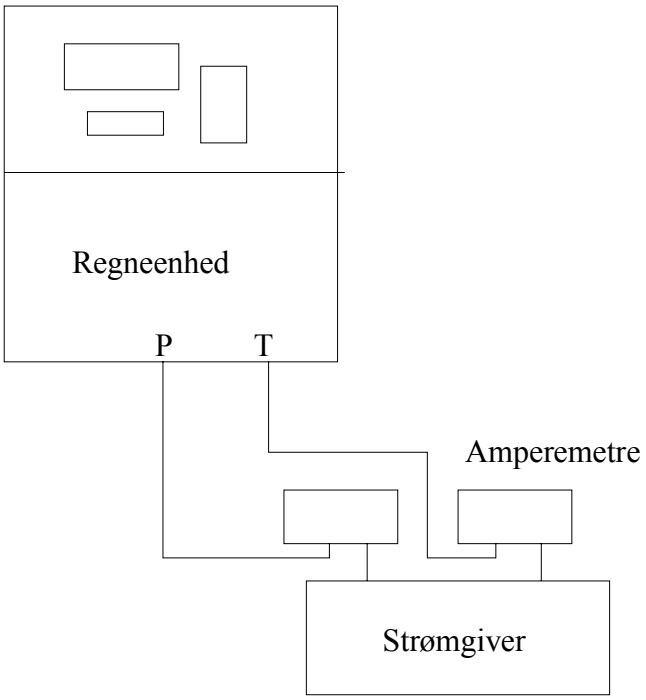
Resultatet av kalibreringen gäller endast för volymomvandlaren. Resultatet gäller således inte trycktransmitter eller temperaturtransmitter/givare.

Volymomvandlaren används på gasmätsystem med PTZ konvertering. Volym-omvandlaren korrigerar för temperatur och tryck vid konvertering av uppmätt driftsvolym till normalvolym.

12.4 Utrustningslista

En strömgenerator med två utgångar, 4 till 20 mA, eller två strömgeneratorer med en utgång var, 4 till 20 mA. Två amperemetrar (specifikation II, jmf Dok. 001, tabell 2)

En skiss på uppställningen till kalibrering av volymomvandlare visas i Fig. 1.



Figur 1. Kalibrering av volymomvandlare (regneenhed)

12.5 Definitioner

Felgräns. Felgränsen är det maximala (positiva) värdet av mätfelet vid ett rektangulärt fördelat mätfel.
Felgränsen är den dubbla standardavvikelsen vid ett normalfördelat mätfel.

Acceptansgräns. Acceptansgränsen är det högsta tillåtna mätfel för en mätutrustnings (positiva eller negativa) mätfel.

Kontrollgräns. Kontrollgränsen är det högsta tillåtna värdet för ett mätfel minus osäkerheten vid kalibreringen.

Godkännandegräns. Godkännandegränsen är den högsta tillåtna avvikelsen mellan volymomvandlarens visning och kalibreringssystemets visning för samma uppmätta eller beräknade parametrar.

12.6 Beskrivning

12.6.1 Förberedelser

12.6.1.1 Kontrollera att kalibreringsintervallet för referensutrustningen inte har överskridits.

12.6.1.2 Elektronisk mätutrustning skall uppvärmas i minst 30 minuter före kalibrering eller enligt tillverkarens specifikationer.

12.6.1.2 Volymomvandlaren skall acklimatiseras vid laboratorie-temperaturen i minst ett dygn innan kalibreringen.

12.6.1.3 Undersök volymomvandlaren för eventuella dåliga anslutningar och andra skador. Om utrustningen är skadad utförs kalibrering i den omfattning, som det är möjligt. Därefter får inte den skadade utrustningen användas. Den felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

12.6.1.5 Anslut volymomvandlaren och kalibreringsutrustningen som visas på Fig. 1 och i överensstämmelse med tillverkarens specifikationer.

12.6.1.6 Fyll i mätschemorna (schema 1, 2 och 3) med basdata.

12.6.2 Mätförlopp

12.6.2.1 Kontroll av temperaturingången

12.6.2.1.1 Ställ in strömgeneratorn för temperaturingången till den nominella strömmen.

12.6.2.1.2 Ställ in volymomvandlare enligt manualen eller särskild instruktion, så att temperaturen kan avläsas.

12.6.2.1.3 Avläs amperemeter och volymomvandlarens temperaturvisning och notera värdena i schema 1.

12.6.2.1.4 Upprepa 12.6.2.1.1 till 12.6.2.1.3 för övriga angivna strömmar.

12.6.2.2 Kontroll av tryckingången.

12.6.2.2.1 Beräkna den nominella strömmen som motsvarar 1,05 bara, jmf 12.6.3.2.1.

12.6.2.2.2 Ställ in strömgeneratorn för tryckingången till den nominella strömmen.

12.6.2.2.3 Ställ in volymomvandlaren enligt manualen eller särskild instruktion, så att trycket kan avläsas.

12.6.2.2.4 Avläs amperemetern och volymomvandlarens tryckvisning och notera värdena i schema 2.

12.6.2.2.5 Upprepa 12.6.2.2.2 till 12.6.2.2.4 för övriga angivna strömmar.

12.6.2.3 Kontroll av konverteringsfaktor (KFAK).

12.6.2.3.1 Ställ in strömgeneratorn så att strömmen motsvarar 0 ºC och P_{max}. Jmf 12.6.3.1.1 och 12.6.3.2.1.

12.6.2.3.2 Ställ in volymomvandlaren enligt manual eller särskild instruktion, så att konverteringsfaktorn kan avläsas.

12.6.2.3.3 Avläs båda amperemetrarna och volymomvandlarens konverteringsfaktor och notera värdena i schema 3.

12.6.3 Behandling av mätdata

12.6.3.1 Temperaturmätning

12.6.3.1.1 Beräkna den temperatur, som motsvarar den uppmätta strömmen enligt:

$$T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{16} \cdot (I - 4) + T_{\min}$$

12.6.3.1.2 Beräkna temperaturavvikelsen da_T för varje strömsteg som (schema 1):

$da_T = T_{ra} - T$

där:
T_{ra} är volymomvandlarens visning för varje strömsteg

12.6.3.1.3 Beräkna kalibreringsosäkerheten U_T. Jmf 12.6.4.1.

12.6.3.1.4 Beräkna **kontrollgränsen** k_T för temperaturingången, jmf avsnitt 12.6.4.1, och notera värdena i schema 1.

12.6.3.1.5 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD_T för varje strömsteg som:

$dD_T = k_T - abs(da_T)$

där:
$abs(da_T)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_T.

12.6.3.2 Tryckmätning

12.6.3.2.1 Beräkna det tryck, som motsvarar den uppmätta strömmen enligt:

$$P = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{16} \cdot (I - 4) + P_{\min}$$

12.6.3.2.2 Beräkna tryckavvikelsen da_P för varje strömsteg som (schema 2):

$da_P = P_{ra} - P$
P_{ra} är volymomvandlarens visning för varje strömsteg

12.6.3.2.3 Notera eller beräkna acceptansgränsen a_P. Jmf 12.6.4.1.

12.6.3.2.4 Beräkna kalibreringsosäkerheten U_P. Jmf 12.6.4.1.

12.6.3.2.5 Beräkna **kontrollgränsen** k_P för tryckingången, jmf avsnitt 12.6.4.1, och notera värdena i schema 2.

12.6.3.2.6 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD_P för varje strömsteg som:

$dD_P = k_P - abs(da_P)$

där:
$abs(daP_P)$ är det numeriska värdet av avvikelsen da_P.

12.6.3.3 Konverteringsfaktor

12.6.3.3.1 Beräkna den temperatur och det tryck, som motsvarar de uppmätta strömmarna enligt, I_T och I_P, enligt 12.6.3.1.1 och 12.6.3.2.1

12.6.3.3.2 Beräkna konverteringsfaktorn KFAKP,T (schema 3) vid hjälp av antingen:

GFC:
$KFAK_{P,T} = 268{,}70 \cdot P / [T \bullet (1 - P \bullet (1 - 0{,}00272 \bullet (T - 0{,}15)) \bullet 0{,}01185)]$

eller:

MUPTZ:
$KFAK_{P,T} = K_0 \cdot [c + a \cdot P \cdot (1 - b \cdot T)] \cdot P / T$

där:
K_0, a, b och c är konstanter angivna av tillverkaren för den gällande gassammansättningen

eller:

PTB G9, AGA8-92DC och SGERG-88:

$$KFAK_{P,T} = \frac{T_n}{P_n} \cdot \frac{Z_n}{Z} \cdot \frac{P}{T} = K_n \cdot \frac{P}{Z \cdot T}$$

$$K_n \equiv \frac{T_n \cdot Z_n}{P_n}$$

där:
P skrivs i bara
T skrivs i K, dvs som T = T + 273,15, där temperaturen avläses i °C.

Z_n beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z_n beräknas vid T_n = 273,15 K och P_n = 1,01325 bara (0,101325 MPa) med de relevanta gasdata.

Z beräknas med hjälp av antingen PTB G9, AGA8-92DC eller SGERG-88 beroende på den använda metoden i omvandlaren. Z beräknas vid T och P med de relevanta gasdata.

PTB G9 (AGA NX-19-mod-BR.KORR.3H) används i Dancontrol DC4400

AGA8-92DC och SGERG-88 används i Flonidan MAXIFLO 9000

12.6.3.3.3 Beräkna den relativa Konverteringsfaktoravvikelse $da_{KFAKrel}$ som:

$$da_{KFAKrel} = 100 \cdot (KFAK_{ra} - KFAK_{P,T}) / KFAK_{P,T} \ [\%]$$

där:
$KFAK_{ra}$ är den avlästa Konverteringsfaktorn.

12.6.3.3.4 Beräkna **kontrollgränsen** k_k för konverteringsfaktorberäkningen, jmf avsnitt 12.6.4.2.

12.6.3.3.5 Beräkna avvikelsen från godkännandegränsen dD_k som:

$$dD_k = k_k - abs(da_{KFAKrel})$$

där:
$abs(da_{KFAKrel})$ är det numeriska värdet av avvikelsen $da_{KFAKrel}$.

12.6.4 Osäkerhetsbudget

12.6.4.1 Osäkerhetsbudget för temperatur- och tryckingång

Osäkerhetsbudgeten för temperatur- och tryckingången för olika strömmar framgår av tabell 1.

Budgeten är beräknat på basis av en amperemeter med de valda specifikationerna, jmf avsnitt 12.4.

Tabell 1. Osäkerhetsbudgeten för mätning av ström på temperatur- och tryckingång

Parameter		En-het	Osäkerhetskomponenter					
Strömvärde	I	mA	4	7,36	8	12	16	20
Kalibrering av amperemeter (acceptansgräns)	e_i	mA	0,0020	0,0037	0,0040	0,0060	0,0080	0,0100
Kalibrering av amperemeter (standardavvikelse)	u_i	mA	0,0012	0,0021	0,0023	0,0035	0,0046	0,0058
Avläsning av amperemetern	e_i	mA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	u_i	mA	5,8E-05	5,8E-05	5,8E-05	5,8E-05	5,8E-05	5,8E-05
Expanderad osäkerhet (k=2)	U_I	mA	0,0023	0,0043	0,0046	0,0069	0,0092	0,0115

Osäkerheten på temperatur- och tryckavläsningen beror på den enskilda transmitterns skalindelning. Osäkerheten kan beräknas efter:

$$U_T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{16} \cdot U_I$$

$$U_P = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{16} \cdot U_I$$

och de motsvarande kontrollgränserna blir:
k_T = att - U_T [°C]
k_P = a_P - U_P [mbar]

där *att* är **acceptansgränsen** [°C] för temperaturingången och a_P är **acceptansgränsen** [mbar] för tryckingången. Acceptansgränsen motsvarar volymomvandlarens noggrannhetsklass som är angett i databladet för volymomvandlaren.

Acceptansgränsen kan också anges i % rel av avläst ström på temperatur- och tryckingång. Om den relativa acceptansgränsen betecknas som a_I [%] av avläst ström beräknas acceptansgränsen som:

$$a_P = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{16} \cdot \frac{a_I}{100} \cdot I \cdot 1000 \quad [mbar]$$

$$a_T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{16} \cdot \frac{a_I}{100} \cdot I \quad [°C]$$

Om acceptansgränsen för tryckingången uppges i % rel (% av avläsningen) av avläst tryck beräknas a_P som:

$$a_P = a_{Pr} \cdot P \cdot 10 \quad mbar$$

där:
a_{Pr} är den relativa acceptansgränsen i % som anges i databladet för volymomvandlaren
P är det avlästa tryck i bara

Som acceptansgräns används i räkneexemplet a_P = att = 0,2 % rel.

12.6.4.2 Osäkerhetsbudget för K-faktorkontroll (P,T beräkning).

Acceptansgränsen för den uppmätta KFAK är ett bestämt procenttal i förhållande till den korrekta KFAK för de givna parametrarna P, T och gassammansättningen. Den korrekta KFAK bestäms av P och T och gassammansättningen. Eftersom det finns en viss osäkerhet på mätningen av P och T finns det också en viss osäkerhet på bestämningen av den korrekta KFAK.

KFAK är en funktion av P, T och Z. Z är en funktion av P, T och gassammansättningen.

KFAK = f(P, T, Z(P, T))

Eftersom man bortser från variationer i gassammansättningen, kan osäkerheten, U_{KFAK}, på den korrekta KFAK generellt bestäms som:

$$U^2{}_{KFAK} = \left(U_P \frac{\delta KFAK}{\delta P}\right)^2 + \left(U_T \frac{\delta KFAK}{\delta T}\right)^2$$

där:
U_P är osäkerheten vid mätningen av P
U_T är osäkerheten vid mätningen av T
∂KFAK/∂P är KFAKs sensitivitetskoefficient för tryckberoende
∂KFAK/∂T är KFAKs sensitivitetskoefficient för temperaturberoende

Eftersom Z i sig själv är en funktion av P och T kan sensitivitetskoefficienterna skrivs som:

$$\frac{\delta KFAK}{\delta P} = \frac{K_n}{T} \cdot \left(\frac{1}{Z} - \frac{P}{Z^2} \cdot \frac{\delta Z}{\delta P}\right)$$

$$\frac{\delta KFAK}{\delta T} = -K_n \cdot P \cdot \left(\frac{1}{T^2 \cdot Z} + \frac{1}{T \cdot Z^2} \cdot \frac{\delta Z}{\delta T}\right)$$

∂KFAK/∂P och ∂KFAK/∂T bestäms numeriskt enligt SGERG-88.

Osäkerhetsbidragen från tryck- och temperaturingångarna bestäms av transmittrarnas skalindelning, som visst i avsnitt 12.6.4.1.

Den relativa osäkerheten beräknas som:
$E_{KFAK} = U_{KFAK} / KFAK * 100$ [%]

Kontrollgränsen blir:
$k_k = a_k - E_{KFAK}$ [%]

där a_k är **acceptansgränsen** [%] för K-faktorkontroll. Som acceptansgräns används $a_k = 0{,}25\%$.

12.7 Kriterier för godkännande

12.7.5.1 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är positiv för alla strömsteg (schema 1) godkänns temperaturingången.

12.7.5.2 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_P är positiv för alla strömsteg (schema 2) godkänns tryckingången.

12.7.5.3 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_k är positiv godkänns volymomvandlaren.

12.7.5.4 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_T är negativ för minst ett strömsteg (schema 1) kan temperaturingången inte godkännas. Felanmälan görs enligt procedur, Dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

12.7.5.5 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_P är negativ för minst ett strömsteg (schema 2) kan tryckingången inte godkännas. Felanmälan görs enligt procedur, Dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

12.7.5.6 Om avvikelsen från godkännandegränsen dD_k är negativ kan volymomvandlaren inte godkännas. Volymomvandlaren felanmäls enligt procedur, dok. nr. 001, avsnitt 2.5.2.

12.8 Schemor

1. Kontroll av temperaturingång
2. Kontroll av tryckingång
3. Kontroll av volymomvandlare
4. Exempel på ifyllt schema för kontroll av temperaturingång
5. Exempel på ifyllt schema för kontroll av tryckingång, relativ acceptansgräns för trycktransmitter
6. Exempel på ifyllt schema för kontroll av volymomvandlare

12.9 Koppling till annan kvalitetsdokumentation

Dok. nr. 001 Procedur för underhåll och kalibrering av kalibrerings- och kontrollutrustning.

Kontroll av temperaturingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 1

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för temperaturingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min} (4 mA)	ºC	T_{max} (20 mA)	ºC
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns att: °C	% rel
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymom-vandlarens visning	Beräknat temperatur	Avvikelse	Osäkerhet	Acceptans-gräns	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännande gränsen
I_n	I	T_{ra}	T	$da_T = T_{ra} – T$	U_T	att	k_T = att - U_T	dD_T = k_T - abs(da_T)
mA	mA	°C	°C	°C	°C	°C	ºC	°C
4								
8								
12								
16								
20								

Temperaturingången godkänns, om $dD_T \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	4	8	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_T [ºC]					

Temperaturingången godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 2

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för tryckingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
P_{min} (4 mA)	bara	P_{max} (20 mA)	bara
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns a_P: mbar % rel	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymom-vandlarens visning	Beräknat tryck	Av-vikelse	Acceptans gräns	Osäkerhet	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännandegränsen
I_n	I	P_{ra}	P	$da_P = P_{ra} - P$	a_P	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
mA	mA	bara	bara	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
8								
12								
16								
20								

Tryckingång godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	4	8	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]					

Tryckingång godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlar

Dok. nr. 5.01.011. Schema 3

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för temperaturingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för tryckingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min} (4 mA)	ºC	T_{max} (20 mA)	ºC
P_{min} (4 mA)	bara	P_{max} (20 mA)	bara
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns: a_k = 0,25 %	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontroll av K-faktor beräkning (KFAKP,T).

Temperatur				Tryck				KFAK		Relativ avvikelse	Godkän-nandegräns.
Nominell		Avläst		Nominellt		Avläst		Beräknat	Avläst		
T_n	I_n	I_T	T	P_n	I_n	I_P	P	$KFAK_{P,T}$	$KFAK_{ra}$	Avläst	dD_k
°C	mA	mA	°C	bara	mA	mA	bara			%	%
0											

$KFAK_{P,T}$ beräknas med hjälp av samma metod, som används i volymomvandlaren. Som parametrar används P, T och den gällande gassammansättningen
Metod för att bestämma KFAK: _____

Kontrollgräns.

Tryck	bara	
Motsvarande ström	mA	
T_{ref}	K	
Motsvarande ström	mA	
Z	-	
KFAK	K/bar	
U_P (k=2)	mbar	
$\delta Z/\delta P$	1/bar	
$\delta KFAK/\delta P$	1/bar	
U_T (k=2)	°C	
$\delta Z/\delta T$	1/K	
$\delta KFAK/\delta T$	1/K	
U_{KFAK} (k=2)		
E_{KFAK}	%	
a_k	%	
k_k	%	

Volymomvandlare	
Godkänd:	
Inte godkänd:	
Datum:	
Nästa kalibreringsdatum:	

Volymomvandlaren godkänns, om $dD_k \geq 0$

Kontroll av temperaturingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 4a

(acceptansgräns: FS eller ABS)

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för temperaturingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min} (4 mA)	-20 ºC	T_{max} (20 mA)	60 ºC
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns att:	0,3 °C
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymom-vandlarens visning	Beräknad temperatur	Avvikelse	Osäkerhet	Acceptans-gräns	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännande gränsen
I_n	I	T_{ra}	T	$da_T = T_{ra} – T$	U_T	att	$k_T =$ att - U_T	$dD_T =$ k_T - abs(da_T)
mA	mA	°C	°C	°C	°C	°C	ºC	°C
4	3,99876	-19,82	-20,006	0,186	0,012	0,3	0,288	0,102
8	7,98523	0,01	-0,074	0,084	0,023	0,3	0,277	0,193
12	12,0036	20,02	20,018	0,002	0,035	0,3	0,265	0,263
16	15,9673	39,79	39,837	-0,047	0,046	0,3	0,254	0,207
20	19,9458	59,56	59,729	-0,169	0,058	0,3	0,242	0,073

Temperaturingången godkänns, om $dD_T \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	4	8	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_T [ºC]	0,0116	0,0231	0,0346	0,0462	0,0577

Temperaturingång godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av temperaturingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 4b

(acceptansgräns: rel av avläst ström)

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för temperaturingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min} (4 mA)	-20 ºC	T_{max} (20 mA)	60 ºC
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns att: °C	0,2 % rel av avläst ström
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymom-vandlarens visning	Beräknad temperatur	Avvikelse	Osäkerhet	Acceptans-gräns	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännande gränsen
I_n	I	T_{ra}	T	$da_T = T_{ra} – T$	U_T	att	k_T = att - U_T	dD_T = k_T - abs(da_T)
mA	mA	°C	°C	°C	°C	°C	ºC	°C
4	3,99876	-19,82	-20,006	0,186	0,012	0,040	0,028	-0,158
8	7,98523	0,01	-0,074	0,084	0,023	0,080	0,057	-0,027
12	12,0036	20,02	20,018	0,002	0,035	0,120	0,085	0,083
16	15,9673	39,79	39,837	-0,047	0,046	0,160	0,113	0,067
20	19,9458	59,56	59,729	-0,169	0,058	0,199	0,142	-0,027

Temperaturingång godkänns, om $dD_T \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	4	8	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_T [ºC]	0,0116	0,0231	0,0346	0,0462	0,0577

Temperaturingång godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 5a

(acceptansgräns: FS eller ABS)

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för tryckingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
P_{min} (4 mA)	0 bara	P_{max} (20 mA)	5 bara
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns a_P: 10 mbar	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymomvandlarens visning	Beräknat tryck	Avvikelse	Acceptans gräns	Osäkerhet	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännande-gränsen
I_n	I	P_{ra}	P	$da_P = P_{ra} - P$	a_P	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
mA	mA	bara	bara	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
7,36	7,35998	1,049	1,050	-0,994	10	1,328	8,672	7,678
12	12,0036	2,502	2,501	0,875	10	2,165	7,835	6,960
16	15,9673	3,744	3,740	4,219	10	2,887	7,113	2,894
20	19,9458	4,979	4,983	-4,062	10	3,609	6,391	2,329

Tryckingång godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	7,36	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	1,3284	2,1654	2,8870	3,6086

Tryckingång godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av tryckingång

Dok. nr. 5.01.011. Schema 5b

(acceptansgräns: rel av avläst ström)

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för tryckingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
P_{min} (4 mA)	0 bara	P_{max} (20 mA)	5 bara
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns a_P: mbar 0,2 % rel av avläst ström	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontrollvärden

Nominell ström	Avläst ström	Volymom vandlaren s visning	Beräknat tryck	Avvikelse	Acceptans gräns	Osäkerhet	Kontroll-gräns	Avvikelse från godkännande-gränsen
I_n	I	P_{ra}	P	$da_P = P_{ra} - P$	a_P	U_P	$k_P = a_P - U_P$	$dD_P = k_P - abs(da_P)$
mA	mA	bara	bara	mbar	mbar	mbar	mbar	mbar
7,36	7,35998	1,049	1,050	-0,994	4,600	1,328	3,272	2,278
12	12,0036	2,502	2,501	0,875	7,502	2,165	5,337	4,462
16	15,9673	3,744	3,740	4,219	9,980	2,887	7,093	2,874
20	19,9458	4,979	4,983	-4,062	12,466	3,609	8,858	4,795

Tryckingång godkänns, om $dD_P \geq 0$

Kalibreringsosäkerhet

Ström [mA]	7,36	12	16	20
Kalibreringsosäkerhet U_P [mbar]	1,3284	2,1654	2,8870	3,6086

Tryckingång godkänd/inte godkänd:		
Godkänd:	Datum:	Nästa kalibreringsdatum:

Kontroll av volymomvandlare

Dok. nr. 5.01.011. Schema 6

Volymomvandlare	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för temperaturingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
Referensamperemeter för tryckingång	Fa.:	Typ:	Identnr.:
T_{min} (4 mA)	-20 ºC	T_{max} (20 mA)	60 ºC
P_{min} (4 mA)	0 bara	P_{max} (20 mA)	5 bara
Kontrollinstruktion: 5.01.011		Acceptansgräns: a_k = 0,25 %	
Operatör:	Kontrolldatum:		
Visuell kontroll (OK/Indraget):			

Kontroll av K-faktor beräkning ($KFAK_{P,T}$).

Temperatur				Tryck				KFAK		Relativ avvikelse	Godkän-nandegräns.
Nominell		Avläst		Nominellt		Avläst		Beräknat	Avläst		
T_n	I_n	I_T	T	P_n	I_n	I_P	P	$KFAK_{P,T}$	$KFAK_{ra}$	$da_{KFAKrel}$	dD_k
°C	mA	mA	°C	bara	mA	mA	bara			%	%
0	8,000	7,98621	-0,069	5,000	20,000	19,9873	4,996	4,9969	4,9984	0,029	0,15

$KFAK_{P,T}$ beräknas med hjälp av samma metod, som används i volymomvandlaren. Som parametrar används P, T och den gällande gassammansättningen
Metod för att bestämma KFAK: SGERG-88 Gasdata 1

Kontrollgräns

Tryck	bara	5,00
Motsvarande ström	mA	20,00
T_{ref}	K	273,15
Motsvarande ström	mA	8
Z	-	0,9838
KFAK	K/bar	4,9996
U_P (k=2)	mbar	3,61
$\delta Z/\delta P$	1/bar	-0,0033
$\delta KFAK/\delta P$	1/bar	1,0165
U_T (k=2)	°C	0,0231
$\delta Z/\delta T$	1/K	1,94E-04
$\delta KFAK/\delta T$	1/K	-1,93E-02
U_{KFAK} (k=2)		0,0037
E_{KFAK}	%	0,07
a_k	%	0,25
k_k	%	0,18

Volymomvandlare	
Godkänd:	
Inte godkänd:	
Datum:	
Nästa kalibreringsdatum:	

Volymomvandlare godkänns, om $dD_k \geq 0$

13 Jämförelse mellan olika metoder för att beräkna kompressibilitetsfaktorn Z och omvandlingsfaktorn KFAK

Omvandlingsfaktorn KFAK används för att räkna om gasförbrukningen från drift m^3 till normal m^3 (normaltillstånd är här 0°C och 1,01325 bara).

KFAK kan beräknas med den allmänna gaslagen:

$$KFAK = \frac{V_n}{V} = \frac{P}{P_n} \cdot \frac{T_n}{T} \cdot \frac{Z_n}{Z} = K_n \cdot \frac{P}{T \cdot Z} \qquad [1]$$

där:

$$K_n \equiv \frac{T_n \cdot Z_n}{P_n} \qquad [2]$$

V är volymen [m^3]
P är absolut tryck [bara]
T är temperatur [K]
Z är kompressibilitetsfaktorn

Index
- drift tillstånd
n normaltillstånd

Tryck och temperatur är uppmätt eller givna storheter:

P_n = 1,01325 bara
T_n = 273,15 K

Vid beräkningen av KFAK ingår tryck, temperatur och kompressibilitetsfaktor. Trycket antingen mäts eller fastställs till ett konstant värde, temperaturen mäts och kompressibilitetsfaktorn beräknas.

Kompressibilitetsfaktorns värde beror på gassammansättningen, gasens tryck och temperatur. Kompressibilitetsfaktorn kan beräknas enligt olika metoder. Den ursprungliga metoden är AGA NX-19. Denne metod används i Danmark i den korrigerade utgåvan, den finns beskriven i PTB TR G 9. Denna metod bestämmer kompressibilitetsfaktorn på grundval av gasens fysiska egenskaper. En nyare metod är AGA-8. Denna metod bestämmer kompressibilitetsfaktorn på grundval av gassammansättningen. De nyaste metoderna är beskrivna i standarden ISO 12213. I denna standard beskrivs två metoder. Den ena metoden, AGA8-92DC, använder gassammansättningen vid bestämning av kompressibilitetsfaktorn, medan den andra metoden, SGERG-88, använder gasens fysiska egenskaper till att bestämma kompressibilitetsfaktorn. Metoderna avviker från varandra i noggrannhet och parameterområde för tryck, temperatur och gassammansättning.

Eftersom den danska naturgasen från början var rätt så likvärdig över tiden, har det utvecklats enkla approximativa metoder för beräkning av kompressibilitetsfaktorn. Metoderna tar endast hänsyn till tryck och temperaturvariationer. Metoderna används i volymomvandlarna för beräkning av KFAK.

I denna jämförelse är Z beräknat enligt 8 olika metoder, varav 5 metoder används i volymomvandlarna. Som bas för jämförelserna används SGERG-88. De 8 metoderna är:

GFC	Kamstrup **G**as**f**lödesdator 85-81-101
MPTZ	Kamstrup **M**ultigas **PTZ**-kompensering 81-19-54
UTZ	Kamstrup **U**nigas **TZ**- kompensering 61-B11-00-11
MTK	Kamstrup **M**ultigas **T**- kompensering 61-30-14
PTB G 9	**P**hysikalisch-**T**echnische **B**undesanstalt, Technische Richtlinien, **G 9**, Messgeräte für Gas, "Berechnung von Realgasfaktoren und Kompressibilitätszahlen für Erdgas", 8/82. Metoden används i Dancontrol DC 4400. PTB G 9 omfattar två metoder. Den ena metoden gäller för naturgaser med ett övre värmevärde mellan 31,8 MJ/m^3 och 39,8 MJ/m^3. Denna metod motsvarar AGA NX-19-mod. Den andra metoden utvidgar värmevärdesområdet till 46,2 MJ/m^3. Denna metod motsvarar AGA NX-19-mod-BR.KORR.3H.
AGA-8	Compressibility and Supercompressibility for Natural Gas and Other Hydrocarbon Gases, **AGA** Transmission Measurement Committee Report No. **8**, 1985.
AGA8-92DC	Natural gas – Calculation of compression factor. Part 2: Calculation using molar-composition analysis. ISO 12213-2:1997(E).
SGERG-88	Natural gas – Calculation of compression factor. Part 3: Calculation using physical properties. ISO 12213-3:1997(E).

De approximativa metoderna för beräkning av Z är:

GFC	$Z = 1-P\cdot(1-0{,}00272\cdot(T-0{,}15))\cdot 0{,}01185$
MUPTZ	$Z = 1/(1+0{,}011\cdot P\cdot(1-0{,}0027\cdot T))$
MTK	$Z_n/Z = 1+0{,}002\cdot(P-1{,}013)$, $Z_n = 0{,}99710$

Metoden MUPTZ används i Kamstrups Multigas och Unigas TZ- och PTZ-kompensering

Vid beräkningarna av Z har de ursprungliga gasdata från 1989 använts samt DGC Gasdata1 från 1999. Gasdata visas i bilaga 1.

13.1 Gasdata 1989

Bilaga 2 visar resultatet av beräkningarna med gasdata från 1989. Z och KFAK är beräknade för tre olika tryck och temperaturer. Dessutom har de förenklade beräkningarna jämförts med AGA-8 beräkningen. Beräkningarna enligt PTB G 9 är gjorda utan korrektion av värmevärdet, motsvarande AGA NX-19-mod.

Som det framgår av resultaten är beräkningsmetoderna GFC, MUPTZ, MTK och PTB G 9 stort sett lika. Avvikelserna i förhållande till AGA-8 är mindre än 0,1%.

I bilaga 3 har de övriga beräkningsmetoderna jämförts med MUPTZ metoden. Som framgår avviker MTK, PTB G 9 och AGA-8 mindre än 0,1% från MUPTZ, medan GFC avviker upp till 0,13% från MUPTZ.

För att förenkla kontrollen i "Kontrollinstruktion för in-situ kontroll av gasmätsystem med PTZ-omvandling", Dok. nr. 5.01.008, har jämförelsen mellan avläst och beräknat KFAK gjorts i förhållande till MUPTZ metoden. Med de funna avvikelserna betyder detta inget för kontrollgränsen för volymomvandlaren med gasdata 1989.

13.2 DGC Gasdata 1

Bilaga 4 till 7 visar resultatet av beräkningarna med DGC Gasdata 1. Z och KFAK är beräknat för tre olika tryck och temperaturer.

I bilaga 4 har Z beräkningarna jämförts med SGERG-88 beräkningen. Det framgår, att GFC, MUPTZ, MTK och AGA-8 beräkningarna avviker från SGERG-88 med mer än 0,1%, medan PTB G 9 och AGA8-92DC beräkningarna avviker mindre än 0,05%.

I bilaga 5, 6 och 7 är KFAK beräknat på grundval av Z beräkningarna i bilaga 4. Det framgår av bilaga 5, att MUPTZ, MTK och AGA-8 beräkningarna avviker med mer än 0,1% från SGERG-88, medan GFC, PTB G 9 och AGA8-92DC avviker med mindre än 0,06% från SGERG-88.

I bilaga 6 har KFAK beräkningarna jämförts med KFAK beräknat enligt MUPTZ. Det framgår, att endast AGA-8 avviker mindre än 0,1% från MUPTZ, medan de övriga metoderna avviker med mer än 0,1% från MUPTZ. MUPTZ bör således inte användas för kontroll av gas med samma sammansättning som Gasdata1.

I bilaga 7 har KFAK beräkningarna jämförts med KFAK beräknat efter GFC. Det framgår, att MUPTZ, MTK och PTB G 9 avviker med mer än 0,1% från GFC, medan AGA-8, AGA8-92DC och SGERG-88 avviker med mindre än d 0,07% från GFC. GFC kan således användas för kontroll av gas med samme sammansättning som Gasdata1.

13.2.1 Gasdata

Komponenter			1989[1)]	DGC Gasdata 1[2)]
Metan	CH_4	%	91,1	87,645
Etan	C_2H_6	%	5,0	6,596
Propan	C_3H_8	%	1,8	3,075
i-Butan	C_4H_{10}	%	0,4	0,468
n-Butan	C_4H_{10}	%	0,5	0,601
i-Pentan	C_5H_{12}	%	0,1	0,110
n-Pentan	C_5H_{12}	%	0,1	0,068
Tunga CH	C_6+	%	0,1	0,045
Koldioxid	CO_2	%	0,6	1,044
Kväve	N_2	%	0,3	0,347
Summa		%	100,0	99,999
Fysiska egenskaper				
Nedre värmevärde	$H_{n,n}$	MJ/m^3 (n)	39,09	
Övre värmevärde	$H_{o,n}$	MJ/m^3 (n)	43,27	44,35
Wobbetal (övre)	$W_{o,n}$	MJ/m^3 (n)	54,80	55,05
Densitet	ρ	kg/m^3 (n)	0,806	0,8391
Rel. densitet	d	-	0,623	0,649

[1)] På basis av 40 analyser från 1989
Källa: "Naturgasanvänding inom kraftvärme-sektorn", Nordisk Gastekniskt Center, 1990.
[2)] DGC Gasdata1. Källa: Revision av omvandlingsfaktorer för omräkning från driftkubikmeter till normalkubikmeter, DGC, December 1999.

Jämförelse av Z-faktor beräkning (Gasdata)

Beräkningsmetoder		Beräknad Z-faktor			Skillnad i % mellan beräknad Z-faktor och Z(AGA-8)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	0,996797	0,997304	0,997981	-0,008346	-0,009579	0,003139
MUPTZ	1,05	0,996977	0,997443	0,998063	0,009765	0,004263	0,011365
MTK	1,05	0,996865	0,996865	0,996865	-0,001475	-0,053609	-0,108693
PTB G 9	1,05	0,996827	0,997318	0,997864	-0,00529	-0,008213	-0,008664
AGA-8	1,05	0,99688	0,9974	0,99795	-	-	-
GFC	3	0,990848	0,992298	0,994232	-0,020382	-0,024337	0,011303
MUPTZ	3	0,991412	0,992727	0,994487	0,036533	0,018885	0,03689
PTB G 9	3	0,990887	0,992309	0,993854	-0,016415	-0,023243	-0,026733
AGA-8	3	0,99105	0,99254	0,99412	-	-	-
GFC	5	0,984747	0,987164	0,990387	-0,031807	-0,040091	0,018913
MUPTZ	5	0,985768	0,987938	0,990845	0,071898	0,038231	0,065125
PTB G 9	5	0,98478	0,987168	0,989746	-0,028453	-0,039692	-0,045811
AGA-8	5	0,98506	0,98756	0,9902	-	-	-

Z-faktor

P=1,01325 bara	T=273,15 K
AGA-8	0,99699
PTB G 9	0,99694

Beräknad Kn

GFC	268,7026
MUPTZ	268,79
MTK	268,7529
PTB G 9	268,7529
AGA-8	268,7667

Jämförelse av KFAK beräkning (Gasdata)

Beräkningsmetoder		Beräknad KFAK			Skillnad i % mellan beräknad KFAK och KFAK(AGA-8)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	1,036793	0,982293	0,917884	0,039443	0,037815	0,021711
MUPTZ	1,05	1,036373	0,981965	0,917661	-0,001081	0,004421	-0,002681
MTK	1,05	1,036346	0,982398	0,918637	-0,003634	0,048527	0,103697
PTB G 9	1,05	1,036386	0,981952	0,917718	0,000181	0,003105	0,003556
AGA-8	1,05	1,036384	0,981921	0,917685	-	-	-
GFC	3	2,980049	2,820709	2,632416	0,051486	0,052582	0,013547
MUPTZ	3	2,977686	2,818939	2,631317	-0,027838	-0,010199	-0,028195
PTB G 9	3	2,978852	2,819738	2,632629	0,011308	0,018138	0,02163
AGA-8	3	2,978516	2,819227	2,632059	-	-	-
GFC	5	4,997522	4,725633	4,404393	0,062921	0,068351	0,005937
MUPTZ	5	4,991224	4,721011	4,401648	-0,063169	-0,029536	-0,056404
PTB G 9	5	4,995545	4,724039	4,405925	0,023351	0,034597	0,040721
AGA-8	5	4,994379	4,722406	4,404132	-	-	-

Jämförelse av KFAK beräkning (Gasdata 1989)

Beräkningsmetoder		Beräknad KFAK			Skillnad i % mellan beräknad KFAK och KFAK(MUPTZ)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	1,036793	0,982293	0,917884	0,040524	0,033393	0,024392
MUPTZ	1,05	1,036373	0,981965	0,917661	-	-	-
MTK	1,05	1,036345	0,982397	0,918636	-0,002653	0,044003	0,10628
PTB G 9	1,05	1,03638	0,981961	0,917745	0,000672	-0,000386	0,00923
AGA-8	1,05	1,036384	0,981921	0,917685	0,001081	-0,004421	0,002681
GFC	3	2,980049	2,820709	2,632416	0,079346	0,062788	0,041754
MUPTZ	3	2,977686	2,818939	2,631317	-	-	-
PTB G 9	3	2,977893	2,818953	2,632051	0,006953	0,000486	0,027873
AGA-8	3	2,978516	2,819227	2,632059	0,027846	0,0102	0,028203
GFC	5	4,997522	4,725633	4,404393	0,126169	0,097915	0,062376
MUPTZ	5	4,991224	4,721011	4,401648	-	-	-
PTB G 9	5	4,992291	4,721304	4,403806	0,021369	0,006206	0,04904
AGA-8	5	4,994379	4,722406	4,404132	0,063209	0,029544	0,056436

Jämförelse av Z-faktor beräkning (DGC Gasdata 1)

Beräkningsmetoder		Beräknad Z-faktor			Skillnad i % mellan Z-faktor och Z(SGERG88)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	0,996797	0,997304	0,997981	0,0197	0,0155	0,0242
MUPTZ	1,05	0,996977	0,997443	0,998063	0,0379	0,0293	0,0324
MTK	1,05	0,996609	0,996609	0,996609	0,0009	-0,0542	-0,1133
PTB G 9	1,05	0,996561	0,997079	0,997663	-0,0039	-0,0072	-0,0077
AGA-8	1,05	0,996880	0,997400	0,997950	0,0281	0,0251	0,0210
AGA8-92DC	1,05	0,996597	0,997155	0,997748	-0,0003	0,0005	0,0008
SGERG-88	1,05	0,996600	0,997150	0,997740	-	-	-
GFC	3	0,990848	0,992298	0,994232	0,0584	0,0452	0,0677
MUPTZ	3	0,991412	0,992727	0,994487	0,1153	0,0885	0,0933
PTB G 9	3	0,990108	0,991622	0,993290	-0,0164	-0,0230	-0,0272
AGA-8	3	0,991050	0,992540	0,994120	0,0788	0,0696	0,0564
AGA8-92DC	3	0,990259	0,991868	0,993568	-0,0011	0,0018	0,0008
SGERG-88	3	0,990270	0,991850	0,993560	-	-	-
GFC	5	0,984747	0,987164	0,990387	0,1003	0,0764	0,1129
MUPTZ	5	0,985768	0,987938	0,990845	0,2041	0,1549	0,1592
PTB G 9	5	0,983467	0,986018	0,988805	-0,0298	-0,0398	-0,0470
AGA-8	5	0,985060	0,987560	0,990200	0,1321	0,1166	0,0940
AGA8-92DC	5	0,983735	0,986435	0,989284	-0,0025	0,0025	0,0014
SGERG-88	5	0,983760	0,986410	0,989270	-	-	-

Z-faktor (normaltilstånd)

P=1,01325 bara	T=273,15 K
PTB G 9	0,99668
AGA-8	0,99699
AGA8-92DC	0,99672
SGERG-88	0,99672

Beräknad Kn

GFC	268,7026
MUPTZ	268,79
MTK	268,6839
PTB G 9	268,6839
AGA-8	268,7667
AGA8-92DC	268,6928
SGERG-88	268,6939

Jämförelse av KFAK beräkning (DGC Gasdata 1)

Beräkningsmetoder		Beräknad KFAK			Skillnad i % mellan KFAK och KFAK(SGERG-88)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	1,036793	0,982293	0,917884	0,0384	0,0398	0,0278
MUPTZ	1,05	1,036373	0,981965	0,917661	-0,0021	0,0064	0,0034
MTK	1,05	1,036346	0,982398	0,918637	-0,0046	0,0505	0,1097
PTB G 9	1,05	1,036396	0,981935	0,917666	0,0001	0,0034	0,0039
AGA-8	1,05	1,036384	0,981921	0,917685	-0,0010	0,0020	0,0060
AGA8-92DC	1,05	1,036393	0,981893	0,917619	-0,0001	-0,0009	-0,0012
SGERG-88	1,05	1,036394	0,981902	0,917630	-	-	-
GFC	3	2,980049	2,820709	2,632416	-0,0002	0,0101	-0,0157
MUPTZ	3	2,977686	2,818939	2,631317	-0,0795	-0,0526	-0,0574
PTB G 9	3	2,980432	2,820967	2,633448	0,0127	0,0193	0,0235
AGA-8	3	2,978516	2,819227	2,632059	-0,0516	-0,0424	-0,0293
AGA8-92DC	3	2,980076	2,820361	2,632798	0,0007	-0,0022	-0,0012
SGERG-88	3	2,980054	2,820424	2,632830	-	-	-
GFC	5	4,997522	4,725633	4,404393	-0,0421	-0,0211	-0,0609
MUPTZ	5	4,991224	4,721011	4,401648	-0,1680	-0,1189	-0,1232
PTB G 9	5	5,000926	4,728335	4,408984	0,0260	0,0360	0,0433
AGA-8	5	4,994379	4,722406	4,404132	-0,1049	-0,0894	-0,0669
AGA8-92DC	5	4,999732	4,726492	4,406998	0,0021	-0,0029	-0,0018
SGERG-88	5	4,999625	4,726631	4,407078	-	-	-

Jämförelse av KFAK beräkning (DGC Gasdata 1)

Beräkningsmetoder		Beräknad KFAK			Skillnad i % mellan KFAK och KFAK(MUPTZ)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	1,036793	0,982293	0,917884	0,0405	0,0334	0,0244
MUPTZ	1,05	1,036373	0,981965	0,917661	-	-	-
MTK	1,05	1,036346	0,982398	0,918637	-0,0026	0,0441	0,1064
PTB G 9	1,05	1,036396	0,981935	0,917666	0,0022	-0,0030	0,0006
AGA-8	1,05	1,036384	0,981921	0,917685	0,0011	-0,0044	0,0027
AGA8-92DC	1,05	1,036393	0,981893	0,917619	0,0020	-0,0073	-0,0046
SGERG-88	1,05	1,036394	0,981902	0,917630	0,0021	-0,0064	-0,0034
GFC	3	2,980049	2,820709	2,632416	0,0793	0,0628	0,0418
MUPTZ	3	2,977686	2,818939	2,631317	-	-	-
PTB G 9	3	2,980432	2,820967	2,633448	0,0922	0,0719	0,0810
AGA-8	3	2,978516	2,819227	2,632059	0,0278	0,0102	0,0282
AGA8-92DC	3	2,980076	2,820361	2,632798	0,0802	0,0505	0,0563
SGERG-88	3	2,980054	2,820424	2,632830	0,0795	0,0527	0,0575
GFC	5	4,997522	4,725633	4,404393	0,1262	0,0979	0,0624
MUPTZ	5	4,991224	4,721011	4,401648	-	-	-
PTB G 9	5	5,000926	4,728335	4,408984	0,1944	0,1551	0,1667
AGA-8	5	4,994379	4,722406	4,404132	0,0632	0,0295	0,0564
AGA8-92DC	5	4,999732	4,726492	4,406998	0,1704	0,1161	0,1216
SGERG-88	5	4,999625	4,726631	4,407078	0,1683	0,1190	0,1234

Jämförelse av KFAK beräkning (DGC Gasdata 1)

Beräkningsmetoder		Beräknad KFAK			Skillnad i % mellan KFAK och KFAK(GFC)		
Formel	P(bara)\T(K)	273,15	288,15	308,15	273,15	288,15	308,15
GFC	1,05	1,036793	0,982293	0,917884	-	-	-
MUPTZ	1,05	1,036373	0,981965	0,917661	-0,0405	-0,0334	-0,0244
MTK	1,05	1,036346	0,982398	0,918637	-0,0431	0,0107	0,0820
PTB G 9	1,05	1,036396	0,981935	0,917666	-0,0383	-0,0364	-0,0238
AGA-8	1,05	1,036384	0,981921	0,917685	-0,0394	-0,0378	-0,0217
AGA8-92DC	1,05	1,036393	0,981893	0,917619	-0,0385	-0,0407	-0,0289
SGERG-88	1,05	1,036394	0,981902	0,917630	-0,0384	-0,0398	-0,0277
GFC	3	2,980049	2,820709	2,632416	-	-	-
MUPTZ	3	2,977686	2,818939	2,631317	-0,0793	-0,0627	-0,0417
PTB G 9	3	2,980432	2,820967	2,633448	0,0129	0,0091	0,0392
AGA-8	3	2,978516	2,819227	2,632059	-0,0515	-0,0526	-0,0135
AGA8-92DC	3	2,980076	2,820361	2,632798	0,0009	-0,0123	0,0145
SGERG-88	3	2,980054	2,820424	2,632830	0,0002	-0,0101	0,0157
GFC	5	4,997522	4,725633	4,404393	-	-	-
MUPTZ	5	4,991224	4,721011	4,401648	-0,1260	-0,0978	-0,0623
PTB G 9	5	5,000926	4,728335	4,408984	0,0681	0,0572	0,1042
AGA-8	5	4,994379	4,722406	4,404132	-0,0629	-0,0683	-0,0059
AGA8-92DC	5	4,999732	4,726492	4,406998	0,0442	0,0182	0,0591
SGERG-88	5	4,999625	4,726631	4,407078	0,0421	0,0211	0,0610

14 Exempel på ifyllning av loggblad

14.1 Omfattning

Syftet med detta avsnitt är att underlätta förståelsen för hur schemor mm skall ifyllas.

14.2 Översikt

Två exempel har valts:

1. Extern kalibrering av elektronisk tryckreferens.
2. Extern kalibrering av kontrolltermometer.

Der finns bilagt en kopia av de externa kalibreringscertifikaten och i kommentarerna visas vilka informationer, som överförs från certifikaten till schemorna.

14.3 Elektronisk tryckreferens

I bilaga 1 visas ett ifyllt loggblad för mätutrustningen. Det förutses, att AMETEK har levererat ett ackrediterat certifikat vid leveransen, cert. nr. 593 med kalibreringsdatum 1992-05-02.

Tryckreferensen är senare kalibrerad hos DTI under ackreditering nr 200 (Reg. nr. 200). Kalibreringscertifikatet visas i bilaga 3. Kalibreringsdatum framgår av första sidan. Av första sidan framgår det också, att tryckreferensen är justerad och därefter rekalibrerad.

Bilaga 1 visar den grundläggande information, som bör noteras i loggbladet.

Bilaga 2 visar kontrollbladet efter den externa kalibreringen. Talen i kolumn 1 till 5 är överfört från certifikatet, bilaga 3. För exemplets skull är talen från både före och efter justeringen överfört.

Kalibreringsresultaten före justeringen framgår av sida 2 i kalibreringscertifikatet. Resultaten är sammanfattade i ett medelvärde och en korrektion på sidan 3. Korrektionen är det värde, som skall adderas till det avlästa värdet, för att få det "sanna" värdet. Korrektionen uträknas som skillnaden mellan kalibrerings-laboratoriets referenstryck och medelvärdet för tryckreferensen.

Kalibreringsresultaten efter justeringen framgår av sida 5 i kalibreringscertifikatet. Resultaten är sammanfattade i ett medelvärde och en korrektion på sidan 6.

I kolumn 1 på schema 001.S4 införs kalibreringsdatum.

I kolumn 2 på schema 001.S4 skulle det nominella värdet P_n stå. I detta fall är de aktuella "sanna" värdena noterade i kalibreringscertifikatet under referenstryck, så dessa värden används i stället. De använda värdena motsvaras av de nominella värdena i tabell 2, dok. nr. 001.

I kolumn 3 på schema 001.S4 införs de uppmätta värdena P_m för tryckreferensen, i detta fall "medeltal avläsning".

Avvikelsen från det nominella värdet da_i införs i kolumn 4. Avvikelsen beräknas som skillnaden mellan kolumn 3 och kolumn 2. I detta fall framgår avvikelsen av certifikatet, eftersom avvikelsen är lika med korrektionen med motsatt tecken.

I kolumn 5 införes kalibreringsosäkerheten u_k. Denna osäkerhet framgår av sidan 6 i kalibreringscertifikatet som osäkerhet på korrektion. Av sidan 8 i kalibreringscertifikatet framgår, att den rapporterade osäkerheten på korrektionen är angivet som maximum av standardavvikelsen multiplicerat med en faktor 2, dvs. K=2. Den rapporterade osäkerhet, divideras därför med 2, för att omräkna den till en standardavvikelse (K=1)

I kolumn 6 införs acceptansgränsen a från tabell 2 i dok. nr. 001. acceptansgränsen varierar med trycket.

I kolumn 7 beräknas kontrollgränsen k som acceptansgränsen minus två gånger kalibreringsosäkerheten (K=1).

I kolumn 8 godkänns tryckreferensen om $k \geq abs(da_i)$. Eftersom detta **inte** är fallet för de första tre tryckstegen före justering, kan tryckreferensen inte godkännas. Efter justering är $k \geq abs(da_i)$ för alla tryckssteg och tryckreferensen kan nu godkännas för ytterligare användning.

14.4 Kontrolltermometer

I bilaga 4 visas ett ifyllt loggblad för mätutrustningen. I detta exempel har det inte levererats ett godkänt kalibreringscertifikat med mätutrustningen.

Bilaga 4 visar den grundläggande information, som bör noteras i loggbladet.

Bilaga 5 visar kontrollbladet efter den externe kalibreringen. Talen i kolumn 1 till 5 är överfört från certifikatet, bilaga 6.

Av certifikatet framgår, att kontrolltermometern är kalibrerad hos FORCE Instituttet under ackreditering nr 254 (Reg. nr. 254). Kalibreringsdatum framgår av första sidan under "Kalibrering utförd".

Kalibreringsresultaten framgår av sida 3.

I kolumn 1 på schema 001.S11 införs kalibreringsdatum.

I kolumn 2 på schema 001.S11 skulle det nominella värdet T_n stå. I detta fall är de aktuella "sanna" värdena noterade i kalibreringscertifikatet sida 3 under REF, så dessa värden används i stället. De använda värdena motsvaras av de nominella värdena i tabell 2, dok. nr. 001.

I kolumn 3 på schema 001.S11 införs de uppmätta värdena T_m för kontrolltermometern, i detta fall finns värdena under "I".

Avvikelser från det nominella värdet da_i införs i kolumn 4. Avvikelsen beräknas som skillnaden mellan kolumn 3 och kolumn 2. I detta fall framgår avvikelsen av certifikatet, eftersom avvikelsen är lika med korrektionen Kt1 med motsatt tecken.

I kolumn 5 införs kalibreringsosäkerheten u_k. Denna osäkerhet framgår av sidan 2 i kalibreringscertifikatet under osäkerhet för referensutrustningen (U_{lab}, K = 2) och utrustning under kalibrering (u_{MUK}, K=2). Den totala osäkerheten bestäms av:

$$U_{samlet} = 2 \cdot \sqrt{(c \cdot s)^2 / N + u_{MUK}^2 / 6 + (U_{lab} / 2)^2}$$

FORCE Instituttet stabiliserar utrustningen så länge under kalibreringen, att standardavvikelsen är noll. Man kan därför bortse från första ledet.

$$U_{samlet} = 2 \cdot \sqrt{0{,}01^2 / 6 + (0{,}05/2)^2} = 0{,}051$$

Av kalibreringscertifikatet framgår, att osäkerheten är beräknat med K=2, så den beräknade osäkerheten skall divideras med 2, för att omräknas till <u>en</u> standardavvikelse (K=1).

I kolumn 6 införs acceptansgränsen a från tabell 3 i dok. nr. 001.

I kolumn 7 beräknas kontrollgränsen k som acceptansgränsen minus två gånger kalibreringsosäkerheten (K=1).

I kolumn 8 godkänns kontrolltermometern, om $k \geq abs(da_i)$. Då detta är fallet för alle nominella temperaturer godkänns kontrolltermometern för ytterligare användning.

14.5 Bilagor

1. Loggblad för elektronisk tryckreferens
2. Kontrollblad för elektronisk tryckreferens
3. Kalibreringscertifikat nr. 200-P-2733 för elektronisk tryckreferens
4. Loggblad för kontrolltermometer
5. Kontrollblad för kontrolltermometer
6. Kalibreringscertifikat nr. T00235 för kontrolltermometer

Schema 001.S2. Loggblad för mätutrustning

Bilaga 1

Instrumenttyp: Elektronisk tryckreferens		S/N: 1956/89-4	ID nr.: 3011
Fabrikat: Druck		Anskaffningsdatum: 1992	
Leverantör: AMETEK			
Certifikat medlevererat: Ja	Nr.: 593	Datum: 1992-05-02	

Datum	Initialer	Noteringar
1992-05-20	XXX	Mottaget, rekv. nr. 325
1993-02-07	XXX	Reparerat, kalibrerat, OK, cert. nr. 633
1994-03-01	XXX	Kalibrerat, justerat, kalibrerat, OK,
		cert nr. 200-P-2733

Schema 001.S4. Kontrollblad för elektronisk tryckreferens

Bilaga 2

ID nr.: 3011

Kali-bre-rings-datum	Kalibre-rings-punkt[1]. Nom. värde	Kalibre-rings-punkt[1]. Uppmätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibre-ringso-säker-het[2]	Acceptans gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	P_n	P_m	$da_i=P_m-P_n$	u_k	a	$k=a-2u_k$		
	bara	bara	mbar	mbar	mbar	mbar	Datum	Init
1/3-94	1,01948	1,02135	1,87	0,25	1,5	1,0	30/3-94 NEJ	
	2,22055	2,22313	2,57	0,25	2,0	1,5	NEJ	
före	3,02131	3,02395	2,64	0,25	3,0	2,5	NEJ	XX
juste-	4,22244	4,22458	2,14	0,25	4,0	3,5	OK	
ring	5,02319	5,02440	1,21	0,25	4,0	3,5	OK	
1/3-94	1,01950	1,01928	-0,23	0,215	1,5	1,07	30/3-94	
	2,22057	2,22088	+0,30	0,215	2,0	1,57		
efter	3,02133	3,02175	+0,42	0,215	3,0	2,57	OK	XX
juste-	4,22245	4,22232	-0,13	0,215	4,0	3,57		
ring	5,02321	5,02210	-1,11	0,215	4,0	3,57		

[1] Överförs från kalibreringscertifikatet.
[2] Överförs från kalibreringscertifikatet, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 2.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

Tryckreferensen godkänns **inte** före justering, da $k < abs(da_i)$ för de tre första tryckstegen.
Tryckreferensen godkänns efter justering, da $k \geq abs(da_i)$ för alla tryckstegen.

ABS(DA_I) ÄR DET NUMERISKA VÄRDET AV DA_I. DET NUMERISKA VÄRDET AV DA_I ÄR VÄRDET UTAN HÄNSYN TILL TECKNET. SÅLEDES ÄR ABS(+0,30) = 0,30 OCH ABS(-0,23) = 0,23.

BILAGA 3

DANAK
Reg.nr. 200

DTI

Bilag 3

KALIBRERINGSCERTIFIKAT

Dato 1994.03.08 **Certifikat nr.** 200-P-2733 **Side 1 af 8**

Init. HAT/NCH **Sagsnummer** 270-4-0590 **Antal bilag** 0

Rekvirent: NATURGAS MIDT-NORD I/S **Rekv.nr.:** 19458

Kontaktperson: Kurt Ryesgaard Jensen

Adresse: Vognmagervej 14

By: 8800 Viborg **Tlf.:** 86 626499

Emne: TRYKKALIBRATOR

NGMN certifikat nr. 12512-2

Fabrikat: DRUCK

Type: DPI 601 **Serie nr.:** 1956/89-4
Mærket: 3011

Område: 0-5 barA **Inddeling:** 0,0001 bar

Udgangssignal: - **Klasse:** -

Diameter: -

Modtaget: 1994.02.10 **Kalibreret:** 1994.03.01

Kalibreringsprocedure: Q 11.2.1.2
Kalibreret i området fra atmosfæretryk til 5 barA

Bemærkninger: Kalibratoren er justeret og rekalibreret

PRESSOMETRILABORATORIET

Ib Wessel
Civilingeniør

Kalibreringscertifikatet må i uddrag kun gengives med DTI's tilladelse. Kalibreringen er gennemført på omstående vilkår.

Dansk Teknologisk Institut *Århus* *Teknologiparken 8000 Århus C* *Telefon 89 43 89 43 Telefax 89 43 89 89 Giro 4 65 65 63*

Gregersensvej Postboks 141 2630 Taastrup *Telefon 43 50 43 50 Telefax 43 50 72 50 Giro 4 65 65 63*

PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 2 af 8

Før justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT
Måleresultater

Rumtemp	(°C)	21.8	Ref		387
Rel.fugt	(%)	54	Stmp/cyl/rør		811
G	(m/s²)	9.816224	Ref.temp	(°C)	20.95
Afl.usik	(barA)	.0001	Højde	(m)	-.2

Område 0 til 5 barA

barA	Op barA	Ned barA	Op barA	Ned barA
1.01948	1.021	1.0214	1.0214	1.0216
1.41985	1.4214	1.4222	1.4218	1.4225
1.82023	1.822	1.8228	1.8228	1.8231
2.22055	2.2225	2.2233	2.2231	2.2236
2.62093	2.6232	2.6239	2.6236	2.6241
3.02131	3.0237	3.024	3.0238	3.0243
3.42168	3.4238	3.4245	3.424	3.4246
3.82206	3.8243	3.8245	3.8245	3.8245
4.22244	4.2243	4.2247	4.2244	4.2249
4.62281	4.6246	4.6248	4.6247	4.6248
5.02319	5.0243	5.0243	5.0245	5.0245

PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 3 af 8

Før justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT
Korrektioner

Reference-tryk barA	Middeltal aflæsning barA	Korrektion barA
1.01948	1.02135	-0.00187
1.41985	1.42197	-0.00212
1.82023	1.82268	-0.00244
2.22055	2.22313	-0.00257
2.62093	2.62370	-0.00277
3.02131	3.02395	-0.00264
3.42168	3.42423	-0.00254
3.82206	3.82445	-0.00239
4.22244	4.22458	-0.00214
4.62281	4.62473	-0.00191
5.02319	5.02440	-0.00121

Max hysterese	(barA)	0.00080
Usikkerhed på korrektion	(+/-barA)	0.00050
heraf aflæseusikkerhed	(+/-barA)	0.00010
Emnets usikkerhed uden anvendelse af korrektion	(+/-barA)	0.00327
Max relativ korrektion i % af måleområdet		0.06

PRØVEKONDITIONER

Prøvemedium: Tør kvælstof	(kg/m³)	1.158	
Rumtemperatur	(°C)	21.8	+/- 0.6
Luftfugtighed	(%RF)	54	+/- 10
Barometerstand	(mbar)	1019.5	+/- 1.8

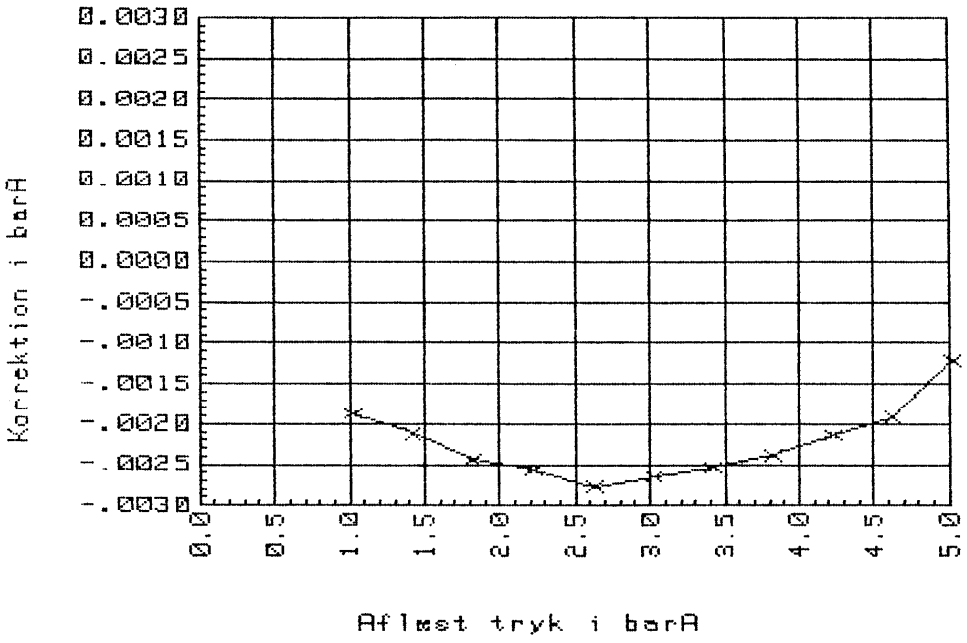
PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 4 af 8

Før justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT

KORREKTIONER



BEMÆRK: Kun de med x markerede punkter er målt.
Mellem punkterne er der trukket rette linier.

PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 5 af 8

Efter justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT
Måleresultater

Rumtemp	(°C)	21.8	Ref		387
Rel.fugt	(%)	54	Stmp/cyl/rør		811
G	(m/s²)	9.816224	Ref.temp	(°C)	21.15
Afl.usik	(barA)	.0001	Højde	(m)	-.2

Område 0 til 5 barA

barA	Op barA	Ned barA	Op barA	Ned barA
1.0195	1.0192	1.0193	1.0193	1.0193
1.41988	1.4197	1.42	1.42	1.42
1.82025	1.8203	1.8206	1.8204	1.8206
2.22057	2.2206	2.2209	2.2208	2.2212
2.62095	2.6211	2.6215	2.6212	2.6216
3.02133	3.0214	3.022	3.0216	3.022
3.4217	3.4219	3.4223	3.4219	3.4224
3.82208	3.822	3.8223	3.8219	3.8222
4.22245	4.2222	4.2224	4.2221	4.2226
4.62283	4.6223	4.6227	4.6224	4.6225
5.02321	5.0222	5.0222	5.022	5.022

PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 6 af 8

Efter justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT
Korrektioner

Reference-tryk barA	Middeltal aflæsning barA	Korrektion barA
1.01950	1.01928	+0.00023
1.41988	1.41993	-0.00005
1.82025	1.82047	-0.00022
2.22057	2.22088	-0.00030
2.62095	2.62135	-0.00040
3.02133	3.02175	-0.00042
3.42170	3.42213	-0.00042
3.82208	3.82210	-0.00002
4.22245	4.22232	+0.00013
4.62283	4.62247	+0.00035
5.02321	5.02210	+0.00111

Max hysterese	(barA)	0.00060
Usikkerhed på korrektion	(+/-barA)	0.00043
heraf aflæseusikkerhed	(+/-barA)	0.00010
Emnets usikkerhed uden anvendelse af korrektion	(+/-barA)	0.00154
Max relativ korrektion i % af måleområdet		0.02

PRØVEKONDITIONER

Prøvemedium: Tør kvælstof	(kg/m³)	1.158	
Rumtemperatur	(°C)	21.8	+/- 0.6
Luftfugtighed	(%RF)	54	+/- 10
Barometerstand	(mbar)	1019.5	+/- 1.8

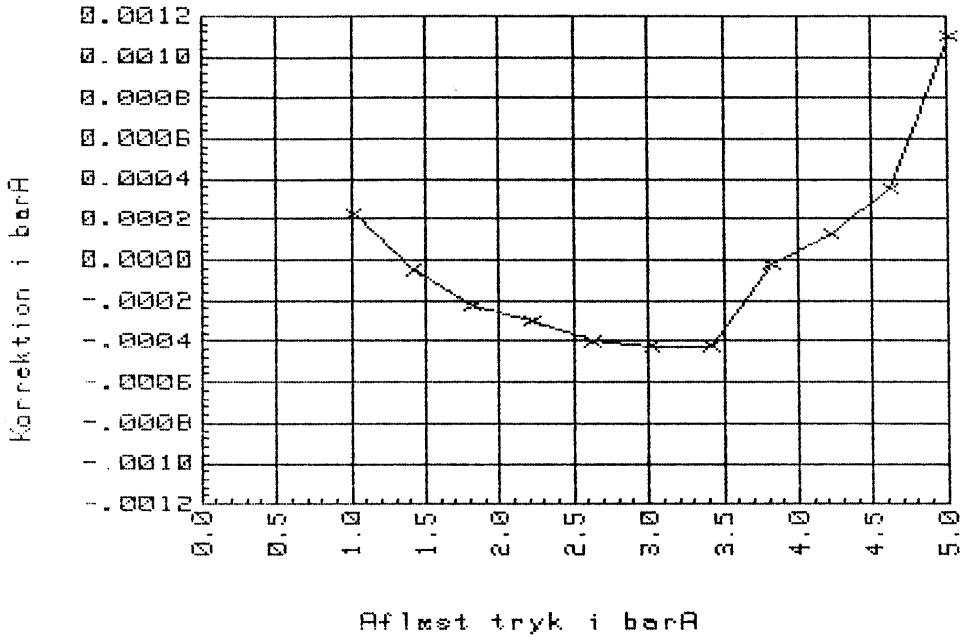
PRESSOMETRILABORATORIET
DANSK TEKNOLOGISK INSTITUT
DANAK akk. nr: 200

Dato: 1994.03.01
Cert: 200-P-2733
Side: 7 af 8

Efter justering

KALIBRERINGSCERTIFIKAT

KORREKTIONER



BEMÆRK: Kun de med x markerede punkter er målt.
Mellem punkterne er der trukket rette linier.

KALIBRERINGSCERTIFIKAT
Sporbarhed

Referenceinstrumenter:
Tryk: Barometer 13-159 sporbar til NAMAS 13. marts 1991
via DTI certifikat nr 128.1229 af 19. august 1991.
og Dead Weight Tester 13-387 med stempel/cylinder enhed 811
sporbar til LNE nr 2100510/1 af 10. november 1992
og lodder sporbare til SP Sverige via DTI kalibreringscertifikat
200-P-2501 af 18. - 21. oktober 1993.

BEMÆRKNINGER:
'Sandt' tryk fås som summen af det aflæste tryk og korrektionen (med fortegn).

Den rapporterede usikkerhed på korrektionen er angivet som maksimum af standardafvigelsen multipliceret med en faktor 2, dvs. k=2. Standardafvigelsen er beregnet på baggrund af bidrag til usikkerheden, der stammer fra referenceinstrument, kalibreringsmetode og omgivelsesbetingelser, samt fra aflæseusikkerhed og den halve hysterese på det kalibrerede instrument i overensstemmelse med WECC Doc. 19.

Emnets usikkerhed uden anvendelse af korrektion er udregnet som summen af usikkerhed på korrektion og max korrektion.

Schema 001.S2. Loggblad för mätutrustning

Bilaga 4

Instrumenttyp: Kontrolltermometer		S/N: 153	ID nr.: -
Fabrikat: Labfacility		Anskaffningsdatum: 1994	
Leverantör: Fa. HXR			
Certifikat medlevererat: Nej	Nr.:	Datum:	

Datum	Initialer	Noteringar
1994-08-10	YYY	Mottaget, rekv. nr. 123
1994-09-15	YYY	Kalibrerat, OK, cert. nr. T00235

Schema 001.S11. Kontrollblad för kontrolltermometer

Bilaga 5

ID nr.: 153								
Kalibrerings-datum	Kalibre-ringspunkt[1]. Nominellt värde	Kalibre-ringspunkt[1]. Uppmätt värde	Avvikelse från nominellt värde	Kalibrerings-osäkerhet[2]	Acceptans-gräns[3]	Kontroll-gräns	Godkänt[4]	
	T_n	T_m	$da_i=T_m-T_n$	u_k	a	$k=a-2u_k$		
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Datum	Init
15/9-94	-4,997	-4,99	0,007	0,025	0,6	0,55	2/10-94	
	0,017	0,02	0,003	0,025	0,6	0,55		
	9,987	10,01	0,023	0,025	0,6	0,55	OK	YY
	20,025	20,04	0,015	0,025	0,6	0,55		
	29,976	29,98	0,004	0,025	0,6	0,55		
	50,02	50,03	0,1	0,025	0,6	0,55		

[1] Överförs från kalibreringscertifikatet.
[2] Överförs från kalibreringscertifikatet, omräknat till en standardavvikelse (K=1).
[3] Överförs från procedur nr. 001, tabell 3.
[4] Godkänns, om $k \geq abs(da_i)$

SGC Svenskt Gastekniskt Center AB

Scheelegatan 3, 212 28 Malmö ● Tel 040-680 07 60 ● Fax 040-680 07 69
www.sgc.se ● info@sgc.se