
Rapport SGC 195

Kontrollmanual för PTZ-mätsystem med tryck större än 5 bar

Översättning och anpassning av den danska utgåvan
från oktober år 2004

©Svenskt Gastekniskt Center – November 2008



Claes Hammar, E.ON ES Sverige AB

Kontrollmanual

Naturgasdistributörernas kontrollmanual för PTZ-mätsystem med tryck större än 5 bar[a]

Översättning och anpassning av den danska utgåvan från oktober år 2004

Översättning och bearbetning:
Claes Hammar, ES Mätteknik

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1 Manualens syfte	4
1.2 Förutsättningar	4
1.3 Användningsområde	5
2 Definitioner och begrepp	6
3 Genomförande av kontroll	12
4 Datablad	13
4.1 Registreringar	13
4.2 Felvisning	13
4.3 Osäkerhetsbudget	13
5 Mättekniska krav på mätutrustning före montage	15
6 Utförande av kontrollunderlag	17
6.1 Datablad	17
6.2 Data för komponenter	18
6.3 Data för installation	19
7 Kontroll av gasmätsystem före installation	20
7.1 Kalibrering av volymgasmätare	20
7.2 Laboratoriekalibrering av omvandlingsutrustning	22
7.3 Godkännande före montering i anläggningen	24
8 Kontroll av gasmätsystem efter montering	25
8.1 Kalibrering in situ	25
8.2 Godkännande av gasmätsystem med PTZ utrustning vid in situ kontroll	27
8.3 Puls kontroll	28
8.4 In situ kalibrering av trycktransmitter	28
8.5 In situ kalibrering av temperaturtransmitter	29
8.6 In situ kontroll av volymomvandlare/omvandlingsfaktor	29
9 Bestämning av den totala felvisningen	32
9.1 Gasvolymmätning	32
9.2 Gastemperaturmätning	32
9.3 Gastrycksmätning	32

9.4 Volymregistrering.....	32
9.5 Omvandlingsfel	32
10 Osäkerhetsbudget för felvisning	33
10.1 Volymgasmätare.....	33
10.2 Gastemperaturmätning	33
10.3 Gastrycksmätning	33
10.4 Omvandlingsfel	34
10.5 Felkurvskorrektion	34
11 Referenser	35
12 Statistiska metoder för databehandling	36
12.1 Exempel temperaturtransmitter	38
12.2 Exempel trycktransmitter	39
12.3 Exempel volymgasmätare	41
12.4 Exempel pulskontroll.....	41
12.5 Exempel omvandlingsfaktor.....	41
12.6 Exempel beräkning av den totala felvisningen.....	43
12.7 Exempel på beräkning av den totala osäkerheten på felvisningen	46
12.8 Exempel på långtidsdrift av felvisningen	47
12.9 Beräkningsprogram	49
13 Bilagor	50
Bilaga nr. 13.1: Inknappningsschema för beräkningsprogram.....	50
Bilaga nr. 13.2: Mellanberäkningar.....	50
Bilaga nr. 13.3: Beräkning av tryckkalibrering.....	50
Bilaga nr. 13.4: Beräkning av temperaturkalibrering.....	50
Bilaga nr. 13.5: Fel och osäkerhetsberäkning	50
Bilaga nr. 13.6: Rapport	50

1 Inledning

1.1 Manualens syfte

Denna kontrollmanual är en del av gasbolagens kvalitetsstyrningssystem för gasmätning och beskriver system för kontroll av gasmätsystem med leveranstryck större än 5 bar[a] (> 0.5 MPa), som används för debitering.

Kontrollmanualen har till syfte att säkra att bestämmelserna i danska ”Sikkerhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 1141 av 15/12/2003”, Föreskrifter om kontroll av mätning av luftformig gas för debitering”.

Utöver de legala kraven om att följa leveransvillkoren, måste man vara uppmärksam på, att kunden kan ha ett intresse i att veta den faktiska felvisningen för gasmätsystemet. Det finns alltså ett visst fokus på det faktiska, beräknade resultatet av kontrollen.

Systemet är utarbetat för kontroll av gasmätsystem bestående av en volymgasmätare, som registrerar gasförbrukningen vid de aktuella temperatur- och tryckförhållanden, och en elektronisk omvandlingsutrustning som omvandlar denna förbrukning till fastställda debiteringsenheter (Normalkubikmeter). Det tas ingen hänsyn till osäkerhetsbidrag från bestämningen av ett representativt värmevärde som används vid debitering av förbrukningen.

Systemet består av ett kontrollsystem för volymgasmätare, baserat på en periodvis nedtagning och recalibrering, och ett kontrollsystem för omvandlingsutrustningen.

Kontrollsystemet för omvandlingsutrustningen bygger på en kalibrering före installation av utrustningen och in situ kontroller av utrustningens noggrannhet med bestämda intervaller.

Kvalitetsstyrningen av kontrollutrustningens noggrannhet är inte beskriven i denna kontrollmanual.

1.2 Förutsättningar

Osäkerheten på mätningen av gasförbrukning påverkas av en rad faktorer, en del påverkar endast det aktuella mätsystemet, medan andra beror på förhållandena i mätmiljön (temperatur, atmosfärstryck, leveranstryck).

I avsnitt 12 finns beskrivet, hur mätfelet och mätosäkerheten för den totala volymen kan bestämmas med hänsyn tagen till förhållandena på mätplatsen, komponenternas egenskaper, osäkerheten vid kalibreringen, kontrollinstrumentens osäkerhet samt osäkerheten från bestämningen av mätsystemets felvisning vid in situ kontroll. Felvisning bestäms som summan av felvisningen för de enskilda delarna av gasmätsystemet, som de bestäms vid kontrollen. Speciellt kan framhållas, att osäkerheten på bestämningen av felvisningen beräknas som kvadratsumman av de enskilda osäkerhetsbidragen (dvs som kvadratroten av summan av kvadraterna på osäkerhetsbidragen), om delmätarna är inbördes oberoende av varandra.

1.3 Användningsområde

Bestämmelserna i denna manual är tillämpliga på gasbolagens gasmätsystem för naturgas, med leveranstryck större än 5 bar(a), och som omfattas av gällande utgåva av de danska dokumenten: ”RfG – Regler för Gastransport”, ”Forbrugerhåndteringsaftalen” och ”Distributionsbetingelser”.

2 Definitioner och begrepp

Vid debitering uttrycks gasförbrukningen i normalvolym vid en temperatur på 0°C [273,15 K] och 1013,25 hPa.

System, som omvandlar gasförbrukningen vid de aktuella temperatur- och tryckförhållandena till överenskomna debiteringsenheter, består av en volymgasmätare och flera komponenter för omvandling av uppmätt volym till normalvolym.

Denna manual omfattar både gasmätsystem, där gastrycket vid volymgasmätarens P_m -uttag betraktas som fast med hjälp av en tryckregulator, och system, där gastrycket (P_m) motsvarar distributionsnätets driftstryck. I denna manual skiljer man således inte mellan mätsystem med eller utan tryckregulator, eftersom det alltid finns tryckmätning i gasmätsystem utan tryckregulator.

Användningsområde för komponent.

Det av fabrikanterna angivna område för driftstryck, gastemperatur och omgivningstemperatur, inom vilka fabrikantens data gäller.

Datablad

Samling av data och noteringar angående en komponent eller ett gasmätsystem.

Driftsområde

Det av gasbolaget angivna områdena för driftstryck, gastemperatur och omgivningstemperatur, inom vilka en komponent eller gasmätsystem får användas.

Felvisning

Mätinstrumentets visning minus det (vedertagna) sanna värdet av mätstorheten.

Korrektion av felkurvan

Elektronisk korrigerings i volymomvandlaren av volymgasmätarens felvisning från förstagskontrollen eller rekallibreringen.

Fjärrkontroll

Med fjärrkontroll menas kontrollaktiviteter för gasmätsystem, som sker via en kommunikationsförbindelse. Fjärrkontroll kan till exempel användas vid kontroll av pulsräkning, vid kontroll av data som är inprogrammerad i volymomvandlare och vid kontroll av volymomvandlarens beräkning av omvandlingsfaktor.

Gasmätsystem

Ett system för mätning och registrering av en gasmängd. Ett gasmätsystem består av följande delmätare:

1. volyngasmätare (volymmätare)
2. omvandlingsutrustning

Godkännandegränser

Gränser, som används vid kontroll och som utgör utgångspunkt för godkännande av komponenter och gasmätsystemet. Godkännandegränser skall innehållas inklusive mätosäkerhet.

Godkännandeperiod

Den tidsperiod, under vilken utrustningens noggrannhet anses uppfylla gällande noggrannhetskrav, även med hänsyn tagen till eventuell långtidsdrift av noggrannheten.

Godkännandeperioden kan anges som en periodlängd, eller som ett datum för när godkännandeperioden är slut. Om godkännandeperioden för en utrustning har överskridits, får den inte användas, förrän den är godkänt vid en ny kontroll.

In situ kalibrering

Kalibrering av komponenter i gasmätsystem, som utförs där utrustningen är installerad under normala driftförhållanden och enligt gällande kontrollbestämmelser.

In situ kontroll

Kontroll av ett mätsystem, eller en del av ett mätsystem, som utförs där utrustningen är installerad under normala driftförhållanden och enligt gällande kontrollbestämmelser.

Kalibrering

Kalibrering utförd av ett ackrediterad eller på annat sätt godkänt laboratorium, eller av ett av gasbolagens egna laboratorier, och godkänt vid denne kalibrering i förhållande till kriterierna för godkännande.

Konfidensintervall

Området mellan två gränser innanför vilket värdena ligger med en viss sannolikhet.

Konfidensnivå

Anger hur stor sannolikhet det är för att ett givet värde ligger innanför angivna gränsvärden. En konfidensnivå på 95 % är typiskt.

Kontroll

Den process, som har till uppgift att undersöka, om en utrustning uppfyller gällande krav.

Kontrollförhållande

De av gasbolaget fastlagda gränserna för omgivningstemperatur och eventuellt gastryck, inom vilka det är tillåtet att utföra in situ kontroll av gasmätsystemen.

Omvandlingsutrustning (volymomvandlare)

De delar av gasmätsystemet, som används för omvandling från den uppmätta driftvolymen till normalvolym.

Omvandlingsutrustning består av följande delmätare:

- temperaturtransmitter eller -givare
- trycktransmitter
- volymomvandlare, enhet, som omvandlar den uppmätta driftvolymen till normalvolym med hjälp av signaler från trycktransmitter och temperaturtransmitter/givare samt med hjälp av inprogrammerade algoritmer för beräkning av aktuell kompressibilitetsfaktor.

MPE

Maximum permissible error, storleken på det maximalt tillåtna felet på en mätning under givna förhållanden.

Mätteknisk kontroll

Kalibrering av mätare efter nedtagning med avsikt att ta reda på volymgasmätarens mätnoggrannhet.

Kalibrering av omvandlingsutrustning efter nedtagning, med avsikt att ta reda på funktionen under den senaste användningsperioden.

Mätutrustning

Omfattar

- **Kalibreringsutrustning.**

Utrustning, som används under (laboratorie-) kalibrering

- tryckreferens. Tryckkalibrator (absolut tryck)
- temperaturkalibrator/referenstermometer
- voltmeter inkl. normalmotstånd
- amperemeter

- **Kontrollutrustning.**

Utrustning, som används under in situ kontroll

- kontrollmanometer
- kontrolltermometer
- pulsgenerator
- pulsräknare

Mätosäkerhet

En beräkning eller antagande, som karakteriserar det intervall av värden, som det sanna värdet ligger inom.

Nedtagningsprogram

Procedur för nedtagning av volymgasmätare innan en fastlagt driftsperiod har gått ut.

Nominell gastemperatur

Det av gasbolagen uppskattade eller uppmätta årsmedelvärdet (förbrukningsviktat) av gastemperaturen vid gasmätsystemet.

Nominellt medeldriftstryck

Det av gasbolagen uppskattade eller uppmätta årsmedelvärdet (förbrukningsviktat) av gastrycket vid volymgasmätarens P_1 -uttag.

Nominell omgivningstemperatur

Det av gasbolagen uppskattade eller uppmätta årsmedelvärdet av lufttemperaturen omkring gasmätsystemets komponenter.

Normalvolym

Beräknad gasvolym vid en temperatur på 273,15 K och ett gastryck på 1013,25 hPa.

Omgivningstemperatur

Lufttemperaturen omkring mätarinstallationen.

Pulskontroll

Kontroll av pulssignal från volymgasmätare.

Pulskontroll kan ske i samband med in situ kontroll vid räkning av pulser och jämförelse med uppräkningsdisplay på volymgasmätarens display.

Pulskontroll sker också via löpande jämförelser med kontrollimpulser från volymgasmätaren. I samband med in situ kontroll jämförs uppräkningsdisplay sedan senaste in situ kontrollen med uppräkningsdisplay av okorrigerad gasvolym i volymomvandlaren i förhållande till det mekaniska räkneverket på volymgasmätare.

Volymomvandlare

Komponent, som omvandlar från aktuella gastemperatur- och tryckförhållanden till överenskomna debiteringsenheter samt utför eventuell korrektion av felkurvorna för signalgivare och volymgasmätaren.

Manualen omfattar endast PTZ-omvandling, för såväl aktuell gastemperatur som för aktuellt gastryck (P_m).

Osäkerhetsbudget

Beräkningsmodell för den totala relativa osäkerheten.

I denna kontrollmanual används beräkningsmetoder enligt BIPM-metoden, som anger principer för summering av osäkerhetsbidrag av skilda typer.

Där används två typer osäkerhetsbidrag:

Typ A, som bestäms med statistiska metoder

Typ B, som bestäms genom subjektiva uppskattningar

Avsnitt 12.7 i denna manual visar hur man beräknar osäkerhetsbudgeten för felvisningen för ett gasmätsystem.

WME – weighted mean error

Viktat medelfel för volymgasmätare, som är kalibrerad vid flera gasflöden.

$$WME = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i / Q_{\max}) \cdot E_i}{\sum_{i=1}^n (Q_i / Q_{\max})}$$

Q_i är gasflödet i kalibreringspunkten

E_i är felvisningen i procent vid flöde Q_i

Q_i / Q_{\max} är viktningsfaktorn

För $Q_i = Q_{\max}$ sätts viktningsfaktorn till 0,4

3 Genomförande av kontroll

Gasmätsystem kontrolleras före installation mot initiala krav på gasmätsystemets enskilda delar i förhållande till det överordnade kravet på mätnoggrannheten för hela systemet.

Volymgasmätaren demonteras för recalibrering vart 5:e år (eller enligt gasbolagets regler för aktuell gasmätartyp).

In situ kontroll av omvandlingsutrustningen utförs i samband med montage/utbyte och därefter varje kalenderår dock med ett intervall på max 15 månader, samt vid demontage och i samband med fullständig kontroll av mätsystemet i samband med tvister.

Efter installation genomförs en in situ kontroll av hela gasmätsystemet.

Därefter utförs in situ kontroll av ett gasmätsystem

- enligt till kontrollprogrammet
- vid utskiftning av komponenter i omvandlingsutrustningen
- vid misstänkta fel

Omfattningen av kontrollen i samband med utbyte i gasmätsystemet bestäms av hur det påverkar mätresultatet. Det skall säkras att data för den nya utrustningen är korrekt implementerad i omvandlingsutrustningen.

Det skall alltid vara möjligt att göra en ny fel- och osäkerhetsbudget för den nya konfigurationen.

Det skall också vara möjligt att avsluta driftsperioden med kunskap om gasmätsystemets funktion fram till ändringen.

Om det inte är möjligt att genomföra kontroll omedelbart vid efter utbytet av delar av gasmätsystemet, skall kontrollen ske senast 1 månad efter utbytet/omstart.

Vid demontage skall en driftsperiod för utbytta delar från en installation kunna avslutas, för att efter laboriekalibrering kunna återanvändas i någon annan installation.

4 Datablad

Det skall finnas datablad för alla delkomponenter i gasmätsystemet.

4.1 Registreringar

Kontrollresultat och datablad skall sparas i minst 5 år.

Registreringar rekommenderas att finnas tillgängliga så länge volymgasmätaren och gasmätsystemet är i drift plus 5 år.

4.2 Felvisning

För varje gasmätsystem som omfattas av denna kontrollmanual skall det beräknas en felvisning, baserat på:

- resultaten av initial- eller rekalkibrering av volymgasmätaren
- resultat av in situ kontroll av omvandlingsutrustning med uppgift om felvisningen på temperatur- och tryckmätningen och pulskontrollen
- fel vid beräkningen av omvandlingsfaktorn

Fel vid beräkningen av kompressibilitetsfaktorn, beroende av aktuell gaskvalitet i förhållande till inprogrammerad gaskvalitet, handteras separat efter de riktninglinjer som finns angivna i "Naturgasselskabernes kontrollmanual för kontroll och uppdatering av omvandlingsfaktorer i flowcomputere"/1/.

Beräkningen av felvisningen sker efter principerna i avsnitt 12.1-12.6 och resultatet skall finnas tillgängligt i gasmätsystemets datablad.

4.3 Osäkerhetsbudget

Före montage och vid in situ kontroll av ett gasmätsystem utarbetas en osäkerhetsbudget för felvisningen i överensstämmelse med principerna i avsnitt 12.7.

Före installation av ett gasmätsystem baseras osäkerhetsbudgeten på resultaten av initialkalibreringen av gasmätsystemets enskilda komponenter och osäkerheter från kalibreringsinstitutionernas kalibrering.

Budgeten skall finnas tillgänglig enligt hänvisning i gasmätsystemets datablad.

Osäkerhetsbudgeten skall uppdateras vid utbyte av en komponent i mätsystemet.

Osäkerhetsbudgeten görs med hjälp av budgeten för kontrollutrustningen, och beräkningen av osäkerhetsbidraget för varje av gasmätsystemets komponenter inklusive bidraget från initial- eller recalibreringen av volymgasmätaren.

Osäkerhetsbudgeten omfattar bidragen från:

- Osäkerheten på felangivelsen från initial- eller recalibrering av volymgasmätaren. Om volymgasmätarens osäkerhetsbidrag från initial- eller recalibrering anges per flöde används en viktning av osäkerhetsbidraget enligt formeln för WME i avsnitt 2.
- Osäkerheten vid korrigering av felkurvan för volymgasmätare
- Kontrollutrustningens tillfälliga osäkerhetsbidrag, eventuell avläsningsosäkerhet, utrustningens repeterbarhet och eventuella långtids- och temperaturdrift i förhållande till kalibreringstidpunkten
- Trycktransmitterns repeterbarhet
- Omgivningstemperaturen och gastrycket (P_m) under kontrollförhållandena
- Omgivningstemperaturen i driftsområdet (nominell omgivningstemperatur)
- Långtidsdrift för gasmätsystemets komponenter
- Eventuell avläsningsosäkerhet på volymomvandlaren

Den totala osäkerheten beräknas vid sammanvägning av bidragen från gasmätsystemets volymgasmätare och omvandlingsutrustning.

Osäkerhetsbudgeten används som dokumentation av den beräknade felvisningen med en konfidensnivå på 95 %.

Avsnitt 12.7 i denna manual visar uppbyggnaden av en osäkerhetsbudget.

Den totala felvisningen plus och minus osäkerheten på felvisningen från omvandlingsutrustningen och volymgasmätaren får inte överstiga den för mätsystemet gällande toleransgräns för maximal felvisning.

5 Mättekniska krav på mätutrustning före montage

Kraven på hela mätsystemet och på mätsystemets enskilda komponenter bestäms av det största tillåtna felet (MPE = Maximum permissible error) på mätningen.

Enligt OIML-rekommendationen för Mätsystem för gasformiga bränslen /5/ rekommenderas följande överordnade toleransgränser för mätsystem vid typgodkännande eller förstagångsverifiering:

Tabell 5.1:

MPE vid bestämning av:	Noggrannhet Klass A	Noggrannhet Klass B	Noggrannhet Klass C
Omvandlad volym, omvandlad massa eller direkt massa	± 0,9 %	± 1,5 %	± 2,0 %

OIML-rekommendationen anger följande vägledning till val av komponenter vid mätsystemets uppbyggnad och noggrannhetsklasser, när det gäller volymmätning och volymomvandling:

Tabell 5.2:

Dimensionerande Q_{\max}	>100.000 m^3N/h	>10.000 m^3N/h	>1000 m^3N/h	<1000 m^3N/h
Felkurvkorrektion	+	+	+	-
In situ kontroll	+	+	-	-
Temperatur-omvandling	+	+	+	+
Tryckomvandling	+	+	+	-
Z omvandling	+	+	+	-
Registrering av flöde	+	+	-	-
Noggrannhetsklass	A	B	B	C

OIML-rekommendationen rekommenderar följande värden för största tillåtna fel på delmätningar och beräkningar för mätsystem i de tre noggrannhetsklasserna:

Tabell 5.3:

MPE på:	Noggrannhet klass A	Noggrannhet klass B	Noggrannhet klass C
Volymen vid drifttillstånd	± 0,70 %	± 1,20 %	± 1,50 %
Omvandling till referenstillstånd	± 0,50 %	± 1,00 %	± 1,50 %

För sekundära mätningar rekommenderar OIML-rekommendationen följande värden för största tillåtna fel (MPE) vid typgodkännande eller förstegångsverifiering:

Tabell 5.4:

MPE vid bestämning av:	Noggrannhet klass A	Noggrannhet klass B	Noggrannhet klass C
Temperatur	± 0,5 °C	± 0,5 °C	± 1,0 °C
Tryck	± 0,2 %	± 0,5 %	± 1,0 %

Överordnat sett skall gasmätsystemet totalt fortfarande uppfylla leveransvillkoren för aktuell anläggning, när man tar hänsyn till både mätsystemets totala felvisning inklusive osäkerheten på felvisningen.

6 Utförande av kontrollunderlag

De felbidrag, som används i kontrollsystemet, bygger på en bestämning av felvisningen under driftförhållanden och den tidsmässiga utvecklingen för varje komponenttyp och för mätsystemet som helhet, samt bestämningen av osäkerheten på felvisningen under hela det förväntade driftsområdet.

Underlaget för denna utvärdering är databladerna för komponenttyperna samt databladerna för volymgasmätarna.

För det enskilda gasmätsystem registreras de data, som är relevanta för kontrollsystemet, i ett datablad för gasmätsystemet.

6.1 Datablad

För varje komponentdel (temperaturgivare/transmitter, trycktransmitter, volymomvandlare) skall följande uppgifter vara tillgängliga för varje komponenttyp, som omfattas av gasmätsystemet.

Uppgifterna skall omfatta det, som är nödvändigt för typidentifikation och utarbetandet av osäkerhetsbudgeten.

Sådana uppgifter kan vara:

Komponentdel:

Komponenttyp: (fabrikat och modell)

Användningsområde (jmf fabrikantdatablad) **för:**

- driftstryck, bar
- gastemperatur, °C
- omgivningstemperatur, °C

Noggrannhet: (jmf fabrikantdatablad)

- klass
- temperaturdrift
- långtidsdrift
- Z-beräkning (omvandlingsformel)
- kalibreringstryck och -temperatur

Driftsområde: (bestämt av gasbolaget)

- nominellt gasflöde och variationsområde under normal drift
- nominellt gastryck och variationsområde under normal drift
- nominell gastemperatur och variationsområde under normal drift

Noggrannhet inom driftsområdet:

- Felvisning för hela driftsområdet
- δ_{td} (temperaturdrift)
- δ_{ld} (långtidsdrift)

Eventuella speciella kalibreringskrav

Det skall framgå av databladet, hur uppgifterna om noggrannheten har tagits fram, med hänvisningar till fabrikantsuppgifter.

Det skall också framgå, om omvandlingsutrustningen betraktas som en enhet (Black box-system) utan direkt möjlighet att byta ut enskilda komponenter, eller om de enskilda komponenterna kan bytas ut mot motsvarande, speciellt kalibrerade enheter.

Av databladet skall framgå grundläggande noggrannhetskrav vid initialkalibrering och rekalkibrering av både volymgasmätare och elektronisk omvandlingsutrustning, för att hela mätsystemet sannolikt kommer att uppfylla de leveransvillkor, som gäller för anläggningen.

6.2 Data för komponenter

Följande data för komponenter skall vara tillgängliga:

- Tillverkare
- Entydig identifikation
- Typ, fabriksnummer
- Kalibreringsdatum och -labb (hänvisning till certifikatet)
- Kalibreringsresultat (certifikat)
- Installationsdatum, hänvisning till installationsnummer
- Datum för planerlig nedtagning

6.3 Data för installation

Data skall omfatta följande upplysningar:

- Tillverkare
- Entydig identifikation
- Installationsadress
- Installationssätt
- Noggrannhetskrav vid initialkalibrering av elektronisk omvandlingsutrustning
- Noggrannhetskrav vid in situ kontroll av elektronisk omvandlingsutrustning
- Noggrannhetskrav vid rekalkibrering av elektronisk omvandlingsutrustning
- Nominell medelgastemperatur och variationsområde
- Nominellt medeldriftstryck och variationsområde
- Identifikation av volymgasmätare (hänvisning till datablad)
- Volymgasmätarens max/min driftsflöde enligt kalibreringscertifikatet
- Gasmätsystemets nominella driftsområde
- Kontrollförhållanden, kontrollklimatklass
- Referens till osäkerhetsbudget

För styrning av kontrollerna skall följande registreras:

- Godkännandeperiod/kontrollfrekvens
- Senaste kontrolldatum, kontrollresultat
- Nästa kontrolltidpunkt

7 Kontroll av gasmätsystem före installation

All utrustning i ett gasmätsystem skall vara typgodkänt enligt relevanta standarder vid leverans. Mätutrustningen skall också vid inköp vara beställd med tanke på att kunna användas i ett gasmätsystem med en noggrannhet som uppfyller leveransvillkoren för aktuell anläggning.

All utrustning i ett gasmätsystem skall före montering vara försedd med provningscertifikat, som visar att den minst uppfyller de initiala krav som nämns i avsnitt 5.

Om leverantörscertifikat/typgodkännande saknas måste utrustningen provas på labb.

Med data från provningscertifikat och laboratorieprovningar genomförs en beräkning av förväntad felvisning och osäkerheten på felvisningen för hela gasmätsystemet, fram till utgången av en kontrollperiod, inklusive eventuell temperaturdrift och långtidsdrift i driftsområdet för gasmätsystemet.

Felvisningen plus och minus osäkerheten på felvisningen skall uppfylla de för gasmätsystemet utlovade toleransgränserna fram till utgången av kontrollperioden.

7.1 Kalibrering av volymgasmätare

Volymgasmätaren skall före installation vara kalibrerad med naturgas vid ett tryck motsvarande mätsystemets aktuella driftförhållanden.

Volymgasmätaren demonteras för recalibrering vart 5:e år (eller enligt gasbolagets regler för aktuell gasmätartyp).

Turbinmätare skall kalibreras med naturgas vid två tryck, om förhållandet mellan största och minsta driftstryck är större än eller lika med 4, annars är provning vid ett provtryck tillräckligt. Driftstrycket för en turbinmätare skall ligga mellan $0,5 \cdot p_{\text{test}}$ och $2 \cdot p_{\text{test}}$.

Vid specificerat driftstryck över 50 bar kan kalibreringen genomföras vid ett minimumtryck på 50 bar /7/.

Vridkolvmätare kan kalibreras med luft vid normala atmosfäriska förhållanden /8/.

Volymgasmätare skall uppfylla följande gränser för felvisning vid förstagångskontroll /7/ och /8/:

Flöde $Q \text{ m}^3/\text{h}$	MPE
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2 \%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1 \%$

Transientflödet Q_t finns angivet i följande tabell för turbin- och vridkolvmätare /7/ och /8/:

Flödesområde	Turbinmätare Q_t	Vridkolvmätare Q_t
1:10	0,20 Q_{\max}	0,20 Q_{\max}
1:20	0,20 Q_{\max}	0,20 Q_{\max}
1:30	0,15 Q_{\max}	0,15 Q_{\max}
1:50	0,10 Q_{\max}	0,10 Q_{\max}
> 1:50	0,10 Q_{\max}	0,05 Q_{\max}

Följande kalibreringsflöde i procent av Q_{\max} skall användas vid bestämning av volymgasmätarens felvisning /7/ och /8/:

Turbinmätare Flödesområde:				Vridkolvmätare Flödesområde:	
1:10	1:20	1:30	1:50	1:10 – 1:30	$\geq 1:50$
10	5	3	2	Q_{\min}	Q_{\min}
25	10	5	5	5 *)	5
40	25	10	15	10 *)	15
70	40	25	25	25	25
100	70	40	40	40	40
	100	70	70	70	70
		100	100	100	100

*) används om flödet är större än Q_{\min} .

För volymgasmätare gäller att WME skall ha ett värde mellan

$$- 0,4 \% \text{ och } + 0,4 \%$$

Vid kalibrering av turbinmätare vid mer än ett tryck, får skillnaden i resultatet vid provningar vid flöde mellan 0,25 och $1,0 \cdot Q_{\max}$ inte ändra sig mer än 0,5 % för mätare med $DN > 100$ och 1,0 % för mätare med $DN < 100$ /7/.

Vid kalibrering av turbinmätare vid flera tryck vid flöde mellan 0,25 och $1,0 \cdot Q_{\max}$, får största skillnaden mellan högsta och lägsta felvisningen vid respektive tryck inte vara större än 0,3 % för mätare med $DN > 100$ och 0,5 % för mätare med $DN \leq 100$. /7/.

Vid upprepade provningar får felvisningen för varje flöde inte variera mer än 0,2 %.

7.2 Laborieriekalibrering av omvandlingsutrustning

Före installation av en komponent skall denna vara spårbart kalibrerad i överensstämmelse med de krav, som gäller för komponenten, eller vara försedd med motsvarande certifikat.

Det används två principer vid kalibrering av omvandlingsutrustning:

- Systemkalibrering (black-box-princip)
- Kalibrering av de enskilda komponenterna

Vid systemkalibrering betraktas volymomvandlaren, temperaturgivaren/-transmitter och trycktransmitter som en enhet. Det innebär att utbyte av enskilda komponenter endast kan ske med efterföljande recalibrering av hela systemet.

Systemkalibrerad omvandlingsutrustning skall vid provning uppfylla följande godkännandegränser för största tillåtna fel på omvandlingsfaktorn /6/:

Referensförhållanden
0,5 %

Det rekommenderas dock att genomföra en laborieriekalibrering av temperatur- och trycktransmitter, samt omvandlingsutrustningens signalingångar var för sig, i en omfattning motsvarande kalibreringen av enskilda komponenter, för att skaffa sig kunskap om transmittarnas individuella felvisning, när det är motiverat.

Vid kalibrering av de enskilda komponenterna skall varje temperaturgivare/-transmitter, trycktransmitter, interface, signalomformare, isolertransformator och volymomvandlare ha egna kalibreringscertifikat, och det finns möjlighet till utbyte av enskilda komponenter vid konstaterade fel på mätsystemet t ex i samband med in situ kontroll.

Individuellt kalibrerad omvandlingsutrustning skall vid provning uppfylla följande godkännandegränser för största tillåtna fel på /6/:

Visning eller utrustning	Referensförhållanden
Totalvisningen	± 0,5 %
Volymomvandlare	± 0,2 %
Temperaturtransmitter	± 0,1 %
Trycktransmitter	± 0,2 %

Referensförhållanden för omvandlingsutrustningen är följande:

Enhet	Referensförhållanden
Omgivningstemperatur	20 °C ± 3 °C
Relativ luftfuktighet	60 % ± 15 %
Växelspänningsförsörjning	Nominell spänning
Växelspänningsförsörjning	Nominell frekvens
Likspänningsförsörjning	Nominell spänning
Batteriförsörjning	Nominell spänning

Omvandlingsutrustningen skall minst vara avsedd för följande driftsområden:

Enhet	Driftsområde
Kalibrerat tryckområde	$p_{\max} / p_{\min} > 2$
Gastemperatur, normalt område	- 20 °C till + 50 °C
Gastemperatur, begränsat område	40 °C innanför normalt område
Gastemperatur, utvidgat område	Specificerat av tillverkaren
Kompressibilitetsfaktor	Enligt andra gasfamiljen enligt EN 437

Driftsområdet för omvandlingsutrustningen skall vara specificerad av tillverkaren med hänsyn till omgivningstemperatur, fuktighet och energiförsörjning. Följande värden för omgivningstemperaturen kan specificeras /6/:

Klass	Temperaturområde
1	+ 5 °C till + 30 °C
2	-10 °C till + 40 °C
3	- 25 °C till + 55 °C
speciell	Tillverkarens data

Utrustningen skall fungera vid en relativ luftfuktighet i området 10 % till 93 %.

Utrustningen skall vid typgodkännandet ha provats med godkänt resultat innanför följande gränser för energiförsörjning /6/:

Energiförsörjning	Driftsområde
Växelspänning	$0,85 U_{\text{norm}} - 1,1 U_{\text{norm}}$
Frekvens	$0,98 f_{\text{norm}} - 1,02 f_{\text{norm}}$
Likspänning	U_{\min} och U_{\max} enligt tillverkaren
Batterispänning	U_{\min} och U_{\max} enligt tillverkaren

Omfattningen av typgodkännandet är detaljerat beskrivet i EN 12405:2002 annex A och B. /6/.

7.3 Godkännande före montering i anläggningen

Med hjälp av kalibreringsresultaten för omvandlingsutrustningen och volymgasmätarens initiala felvisning, samt upplysningar om långtids- och temperaturdrift, genomförs en beräkning av gasmätsystemets totala felvisning och osäkerheten på felvisningen för en kontrollperiod på 12 månader.

Om felkurvskorrektion används i volymomvandlaren, förväntas korrektion till noll i felvisningen, och därför medtages inte något felbidrag från felkurvskorrigerade mätningar.

Om det görs ofullständig felkurvskorrektion, medtages restfelet efter felkurvskorrektionen i beräkningen av mätsystemets totala felvisning.

Beräkningen utförs efter principerna i avsnitt 12.1 till 12.7.

Resultatet av beräkningarna skall visa att gasmätsystemet med 95 % sannolikhet kommer att uppfylla leveransvillkoren för aktuell anläggning under en kontrollperiod, när det också tas hänsyn till driften och osäkerheten för den beräknade felvisningen.

Korrigerande åtgärder

Om beräkningarna visar att felvisningen kommer bli för stor, måste man välja komponenter i omvandlingsutrustningen eller en volymgasmätare med mindre felvisning eller en som har felkurvskorrektion för volymgasmätaren, temperatur- eller trycktransmitteren, eller välja komponenter med mindre långtids- eller temperaturdrift, beroende på de aktuella möjligheterna.

Registrering

I databladet för gasmätsystemet registreras certifikaten från kalibreringar och resultaten av kontroller före montering i anläggningen.

8 Kontroll av gasmätsystem efter montering

8.1 Kalibrering in situ

Vid kontrollen kalibreras mätutrustningens komponenter var för sig. Sensorer och alla tillhörande komponenter, volymomvandlare samt interface, signalomformare, isolertransformatorer, strömförsörjning, kablar och annan elektronisk utrustning, som kan påverka mätkedjan skall provas och kalibreras som en enhet. Vid in situ kalibrering avläses alla värden på volymomvandlaren display.

En audio-visuell inspektion av volymgasmätaren skall utföras.

Kontrollen av volymomvandlaren utförs sist.

Det skall utföras en kontroll av att de relevanta konstanter och formler är korrekt inprogrammerade i volymomvandlaren mjukvara, och att den utför flödesberäkningen enligt relevanta standarder. Kontrollen av inprogrammerade data kan ske in situ eller via kommunikationsförbindelse till volymomvandlaren.

Utförande

Kontrollera

- att installationsadressen och installationen är enligt databladet
- att plomber inte är brutna
- att den aktuella omgivningstemperaturen uppfyller kontrollvillkoren. Om detta inte är fallet, noteras de aktuella temperaturerna och kontrollen genomförs så snart det möjligt
- att kontrollinstrumenten uppfyller noggrannhetskravet på 1/5 av godkännandegränsen under in situ kontroll jmf avsnitt 8.4 och 8.5.
- att godkännandeperioden för kontrollinstrumenten inte är överskriden

Godkännande/avvisning av komponent

Om mätsystemet inklusive volymgasmätaren betraktas som en enhet, i förhållande till aktuella leveransförhållandena, finns det inte särskilda godkännandegränser för de enskilda komponenterna i mätsystemet.

Det betyder, att den totala felvisningen på gasmätsystemet skall vara mindre än vad som anges i leveransvillkoren, vid alla normalt förekommande driftsförhållanden i anläggningen, när det också tas hänsyn till osäkerheten på felvisningen.

Ett system som betraktas som en enhet anses som godkänt, om avvikelser mellan omvandlingsutrustningens visning och kontrollutrustningens visning inte överstiger den relevanta godkännandegränsen i avsnitt 8.4 och 8.5.

Felvisning plus eller minus osäkerheten på felvisningen för gasmätsystemet som helhet skall dock uppfylla leveransavtalet under hela kontrollperioden fram till nästa in situ kontroll, vilket kan medföra skärpta krav för några av komponenterna.

Om mätresultatet inte uppfyller kriteriet för godkännande, skall komponenten/systemet avvisas, och korrigerande åtgärder skall utföras.

Korrigerande åtgärder

Vid avvisning av systemkalibrerad omvandlingsutrustning skall hela systemet demonteras och ersättas med ett motsvarande laboratoriekalibrerat system.

Det kontrolleras, att:

- Det nya systemet har kalibreringscertifikat
- Det nya systemets felvisning och osäkerhetsbudget uppfyller det initiala godkännandekravet för gasmätsystemet
- Efter installation utförs in situ kontroll av systemet i överensstämmelse med avsnitt 8.2 till 8.5.

Det noteras:

- I gasmätsystemets datablad, att omvandlingsutrustningen är utbytt och data för det nya systemet noteras i databladet.

Vid avvisning av en komponent i ett mätsystem där de enskilda komponenterna kalibreras demonteras komponenten, och en motsvarande komponent installeras enligt anvisningarna för den aktuella komponenttypen.

Det kontrolleras, att:

- Den nya komponenten är godkänt enligt avsnitt 7.2
- Gasmätsystemets felvisning med den nya komponenten uppfyller godkännandekravet för systemet som helhet
- Efter montage utförs in situ kontroll av komponenten i överensstämmelse med avsnitt 8.2 till 8.5

Det noteras:

- i gasmätsystemets datablad, att komponenten är utbytt, och data för den nyinsatta komponenten noteras i databladet.

Registreringar

Man registrerar datum, operatör, kontrollinstrument, omgivningstemperatur, tryck, gstryck och -temperatur, mätningar, avvikelser, eventuella. injusteringar, kontrollresultat (godkännande, nedtagning), speciella förhållanden (kontrollmöjligheter saknas).

8.2 Godkännande av gasmätsystem med PTZ utrustning vid in situ kontroll

Kriterium för godkännande

Gasmätsystemet anses som godkänt, om kontrollen av den totala felvisningen inklusive kalibreringsdata för volymgasmätaren (eventuellt efter utbyte av defekta enheter) har blivit godkänd, och om den avslutande funktionskontrollen av volymomvandlarens omvandlingsberäkning har varit tillfredsställande.

Om gasmätsystemet inte kan godkännas, felanmäls gasmätsystemet med avsikten att utföra någon form av korrigerande åtgärder.

Godkännandeperiod

Den nedan nämnda godkännandeperioden anger gränsen innanför vilken förnyad kontroll skall genomföras.

För gasmätsystem är godkännandeperioden nominellt ett år från kontrolltidspunkten dock max 15 månader, om fel- och osäkerhetsbudgeten tillåter det.

8.3 Puls kontroll

Efter montage av ett gasmätsystem utförs pulsräkning för kontroll av det i volym-omvandlaren inprogrammerade pulsvärdet (puls/m³).

Vid pulsräkning skall det genomströmmande gasvolymen vara minst 400 gånger delningen på sista siffran på mätarens mekaniska räkneverk.

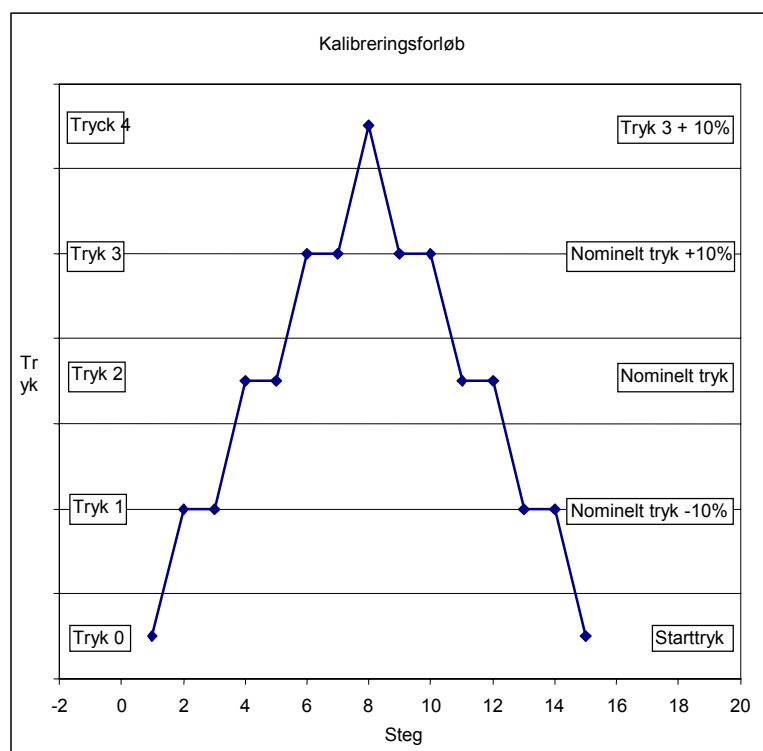
Pulskontroll kan utföras in situ eller från annan arbetsplats med fjärravläsning.

8.4 In situ kalibrering av trycktransmitter

Kalibreringen skall utföras av kvalificerat gasbolagslaboratorium eller av tredje parts kalibreringslaboratorium beroende på vad som är avtalat för mätsystemet.

Kalibrering av trycktransmitter skall ske efter isolering från rörledningen i minst 3 punkter vid både stigande och fallande tryck. Mellan de stigande och de fallande tryck skall trycktransmittern belastas till 10 % över högsta kalibreringstryck, dock inte över transmitters högsta arbetstryck.

Kalibreringen utförs vid 90 % av nominellt driftstryck, vid nominellt driftstryck och vid 110 % av nominellt driftstryck.



På gasmätsystem med mycket stora variationer på gastycket under normal drift, skall kalibreringen vid Tryck 1 till Tryck 3 täcka hela det normala variationsområdet för driftstrycket.

Resultatet av mätningarna i varje punkt, som är genomsnitt av värdena vid stigande tryck och värdena vid fallande tryck vid varje kalibreringstryck, skall uppfylla godkännandegränsen. Godkännandegränsen bestäms av följande tabell /5/:

Godkännandegräns vid bestämning av:	Noggrannhet klass A	Noggrannhet klass B	Noggrannhet klass C
Tryck	± 0,4 %	± 1,0 %	± 2,0 %

Om felvisningen är utanför godkännandegränsen, skall trycktransmittern bytas.

8.5 In situ kalibrering av temperaturtransmitter

Kalibreringen skall utföras av kvalificerat gasbolagslaboratorium eller av tredje parts kalibreringslaboratorium, beroende på vad som är avtalat för mätsystemet.

Eftersom termometrar för gastemperaturen normalt är sammanbyggd med en transmitter, kan en linearitets-, nollpunkts- eller spanndrift inte uteslutas.

In situ kalibrering utförs i 3 temperaturer (min, medel och max driftstemperatur) med hjälp av kalibrator (temperaturgivare).

Resultatet av kontrollen skall i varje punkt uppfylla godkännandegränsen. Godkännandegränsen bestäms av följande tabell /5/:

Godkännandegräns vid bestämning av:	Noggrannhet klass A	Noggrannhet klass B	Noggrannhet klass C
Temperatur	± 1 °C	± 1 °C	± 2 °C

Om felvisningen är utan för godkännandegränsen, byts temperaturtransmittern.

8.6 In situ kontroll av volymomvandlare/omvandlingsfaktor

Kontrollen skall utföras av kvalificerat gasbolagslaboratorium eller av tredje parts kalibreringslaboratorium, beroende på vad som är avtalat för mätsystemet.

Volymomvandlarens omvandlingsformel (SGERG eller AGA) skall användas.

Omvandlingsfaktorn kan väljas att kontrolleras in situ eller via kommunikationsförbindelse till volymomvandlaren.

Vid in situ kontroll genomförs kontrollen med fastlåst gastryck och gastemperatur. In situ kontrollen av elektronisk omvandlingsutrustning skall dessutom omfatta kontroll genom pulsräkning, kontroll av inprogrammerad felkurvskorrektion, beräkning av kompressibilitetsfaktorn och beräkning av omvandlad volym.

Gasdata som är inprogrammerad i volymomvandlaren kontrolleras.

Vid fjärrkontroll via kommunikationsförbindelse utförs kontrollen som momentan kontroll med aktuellt gastryck och aktuell gastemperatur.

I båda fallen kontrolleras volymomvandlarens beräkning av omvandlingsfaktorn i förhållande till beräkningen baserad på displayavläst eller fjärravläst tryck och temperatur.

Vid kontrollen används samma gasdata, som den som är inprogrammerad i volymomvandlaren.

Kontrollen av omvandlingsutrustningen skall uppfylla godkännandegränsen för mätutrustning i drift.

Godkännandegränsen för bestämning av omvandlingsfaktorn bestäms enligt följande tabell /5/:

Godkännandegräns vid bestämning av:	Noggrannhet klass A	Noggrannhet klass B	Noggrannhet klass C
Omvandling till referensförhållande	± 1,0 %	± 2,0 %	± 3,0 %

Efter in situ kontroll av gasmätsystem kan det vara nödvändigt att utföra en korrektion av debiteringsmätningen under kontrollperioden enligt följande princip:

- För kontroll avläses mätarställningen Q_1 och omvandlingsfaktorn k_1
- Efter kontroll avläses mätarställningen Q_2 och omvandlingsfaktorn k_2
- Förbrukningen under in situ kontroll är då:
$$\text{Förbrukningen} = (Q_2 - Q_1) \cdot (k_1 + k_2) / 2 \text{ [m}^3\text{N]}$$

Med hjälp av resultaten från in situ kontrollen genomförs en beräkning av den totala felvisningen för mätsystemet, inklusive resterande felvisning efter felkurvskorrektion, eller med värdena från den senaste kalibreringen för volymgasmätaren. Beräkningen utförs enligt principerna i avsnitt 12.1-12.6.

Det skall utarbetas en total osäkerhetsbudget på 95 % konfidensnivå för felvisningen, enligt principerna i avsnitt 12.7.

Den totala felvisningen plus och minus osäkerheten på felvisningen skall vara mindre än vad som är angivet som gräns i leveransvillkoren för anläggningen.

9 Bestämning av den totala felvisningen

Det totala felet på gasmätningen består av de, med förtecken summerade, felen från de enskilda delmätningarna.

Före summeringen omräknas de enskilda enheternas felvisning till hur de påverkar gasvolymen omräknat till normalvolym.

Den beräknade felvisningen anger den bästa värderingen av gasmätsystemets momentana felvisning och felvisningen fram till nästa kontroll.

För bestämning av de sanna värdena korrigeras kontrollinstrumentens visning för felvisning under kontrollförhållanden. Det vill säga för känd felvisning, temperaturdrift och långtidsdrift sedan senaste kalibreringen. Saknas korrektion för temperatur- och långtidsdrift skall detta kompenseras med ökat osäkerhetsbidrag från kontrollinstrumenten.

9.1 Gasvolymmätning

Kalibreringslaboratoriets bestämning av felvisningen

Eventuellt restfel efter felkurvskorrektion

Långtidsdrift på felvisningen

9.2 Gastemperaturmätning

Felkurva för temperaturmätningen vid in situ kontroll

Aktuellt gastemperatur vid in situ kontroll

9.3 Gastrycksmätning

Felkurva för tryckmätningen vid in situ kontroll

Aktuellt gastryck vid in situ kontroll

9.4 Volymregistrering

Aktuellt gasflöde vid in situ kontroll

9.5 Omvandlingsfel

Fel på beräkningen av omvandlingsfaktorn med hjälp av aktuell gastemperatur och aktuellt gastryck

10 Osäkerhetsbudget för felvisning

När man gör en osäkerhetsbudget för det totala mätsystemet inklusive volymgasmätaren, görs först osäkerhetsbudget för varje enhet i mätsystemet, sedan summeras de enskilda osäkerheterna.

Osäkerhetsbidragen beräknas på 95 % konfidensnivå (k_2).

Osäkerheten på den totala felvisningen bestäms genom addition "i kvadratisk medel" av osäkerhetsbidragen från de enskilda enheterna i mätsystemet (dvs som kvadratroten av summan av kvadraterna på osäkerhetsbidragen).

Den beräknade osäkerheten innehåller osäkerheten på det aktuella resultatet av kontrollen av mätsystemet och osäkerheten på mätsystemets drift fram till nästa kontroll.

10.1 Volymgasmätare

Kalibreringslaboratoriets osäkerhet på felangivningen

Osäkerhet på felkurvskorrektion

Osäkerhet på långtidsdrift

10.2 Gastemperaturmätning

Osäkerhet från kontrolltermometern

Osäkerhet från kalibreringspunkternas spridning omkring felkurvan

Osäkerhet på långtidsdrift

Osäkerhet på temperaturdrift

Avläsningsosäkerhet på volymomvandlaren

10.3 Gastrycksmätning

Osäkerhet från kontrollmanometern

Osäkerhet från kalibreringspunkternas spridning omkring felkurvan

Osäkerhet på långtidsdrift

Osäkerhet på temperaturdrift

Avläsningsosäkerhet på volymomvandlaren

10.4 Omvandlingsfel

Osäkerhet på beräknat omvandlingsfel

Osäkerhet på Z-beräkning

Osäkerhet från variation i gassammansättning

Avläsningsosäkerhet på volymomvandlaren

(bortfaller om osäkerheten är mindre än motsvarande $\pm 0,01$ % av värdet)

10.5 Felkurvskorrektion

Osäkerhet från korrektionsalgoritmen (0,05 %)

För kontrollutrustningen medtas et totala osäkerhetsbidraget för varje kontrollutrustning för aktuell kontrollsituation.

11 Referenser

- /1/ Naturgasselskabernes kontrollmanual för kontroll och updatering av omvandlingsfaktorer i flödecomputere
- /2/ Sikkerhedsstyrelsens Bekäntgörelse nr. 1141 av 15/12/2003: Bekäntgörelse om kontroll med mätning av luftformig gas i afregningsøjemed
- /3/ Europaparlamentets och Rådets direktiv om mätinstrumenter 2003
- /4/ DS/EN 1776:1999: Gasförsyningsystemer – Mätstationer för naturgas – Funktionskrav.
- /5/ OIML 3. draft January 2004: Measuring systems för gaseous fuel
- /6/ prEN 12405.2:2002 Gasmätare – Elektronisk volymenombvandlingsutrustning till gasmätare (Final doc ver. 2.1b).
- /7/ DS/EN 12261:2002: Gasmätare – Turbinehjulsgasmätare.
- /8/ DS/EN 12480:2002: Gasmätare – Rotationsgasmätare.
- /9/ Time dependent performance of turbine gas meters FLOMEKO maj 2003.

12 Statistiska metoder för databehandling

I analysen av resultaten från kalibreringen förväntas ett linjärt förhållande mellan korrekt värde och avläst värde.

Det medför, att det skall beräknas en linjär korrelation mellan korrigerad avläsning på referensinstrumenten och avläsningen från gasmätsystemets sensorer.

Det beräknade linjära förhållandet erhålls från sensorernas svar på en given signal. De reella mätpunkternas spridning omkring linjen anses vara uttryck för osäkerheter och tillfälliga influenser under kalibreringen. Spridningen medräknas i osäkerheten för den aktuella parametern.

Följande beteckningar används vid analysen av kalibreringsdata:

x_i	Avläsning från referensinstrumentet korrigerat för instrumentets egen felvisning
y_i	Avläsning av mätvärdet från gasmätsystemet under in situ kontroll
$i = 1, 2, \dots, n$	Kontrollpunkternas nummer
n	Antal kontrollpunkter
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	Aritmetisk medelvärde över x_i
$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$	Aritmetisk medelvärde över y_i
s_{xx}	$= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
s_{yy}	$= \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$
s_{xy}	$= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
s	Statistisk sannolikhet i %
$t_{s; n-2}$	t-faktor från Student's t-fördelning av frihetsgrad (n-2)

De matematiska förutsättningarna för databehandlingen är följande:

Regressionslinje: $\hat{y} = ax + b$

Häldningskoefficient: $a = \frac{s_{xy}}{s_{xx}}$

Skärningspunkt på ordinat: $b = \bar{y} - a\bar{x}$

Spridning på regressionslinjen: $s^2 = \frac{s_{yy}}{n-2} \left(1 - \frac{s_{xy}^2}{s_{xx}s_{yy}} \right)$

Avgränsat konfidensintervall för medelvärdet \hat{y} vid mätvärdet x :

$\hat{y} \pm \Delta\hat{y}$

$\Delta\hat{y} = t_{s;n-2} \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{s_{xx}}}$

Student's t-faktor för n-2 frihetsgrader och 95 % konfidensnivå är följande:

n-2	t_{s;n-2}-faktor
1	12,706
2	4,303
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262
10	2,228
11	2,201
12	2,179
13	2,160
14	2,145
15	2,131

12.1 Exempel temperaturtransmitter

Vid en kalibrering av en temperaturtransmitter erhöjls följande värden:

Driftsområde °C		Avläst på volymomvandlaren °C	Sann temperatur °C
Minimum	1	1,298	1,141
Nominell	5	5,251	5,094
Maximum	10	10,232	10,058

Det ger följande beräkningar:

n_i	Mätt (x) °C	Sant (y) °C	Fel (x-y) °C	S_{xx}	S_{yy}	S_{xy}
1	1,298	1,141	0,157	18,4528	18,4041	18,4284
2	5,251	5,094	0,157	0,1174	0,1136	0,1155
3	10,232	10,058	0,174	21,5141	21,4091	21,4616
Medel	5,5937	5,4310				
Sum				40,0843	39,9268	40,0055

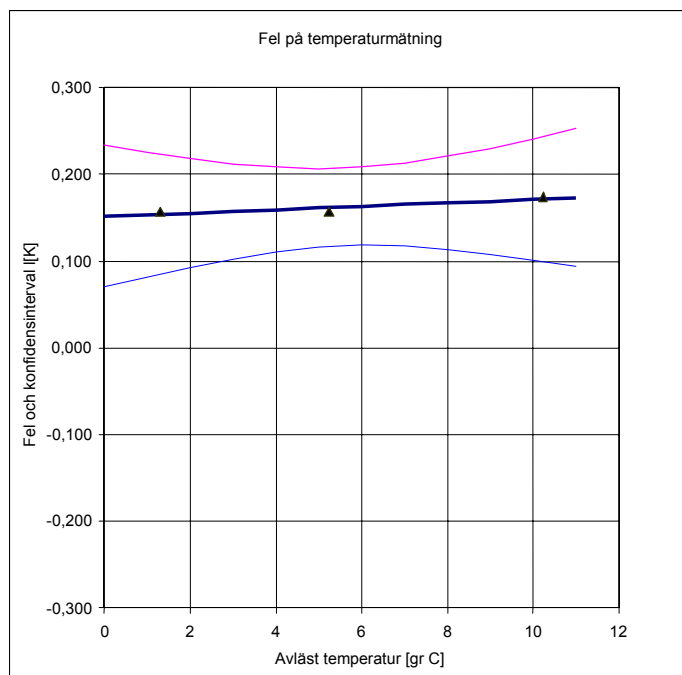
$$\text{Häjdningkoefficient: } a = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{40,0055}{40,0843} = 0,9980$$

$$\text{Skärning på ordinat: } b = \bar{y} - a\bar{x} = 5,4310 - 0,9980 \cdot 5,5937 = -0,1517$$

$$\text{Regressionslinje: } y = 0,9980 \cdot x - 0,1517$$

		Kalibrering			Driftsområde		
Sant	°C	1,141	5,094	10,058	-	-	-
Mätt	°C	1,298	5,251	10,232	1	5	10
Beräknat sant	°C	1,144	5,089	10,060	0,846	4,838	9,828
Absolut	K	274,29	278,24	283,21	274,00	277,99	282,98
Konfidensintervall	K	±0,069	±0,045	±0,072	±0,072	±0,045	±0,070
Konfidensintervall	%	±0,025	±0,016	±0,025	±0,030	±0,016	±0,025
Fel	%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Felkurvan och konfidensintervallet kan då visas på följande sätt:



12.2 Exempel trycktransmitter

Vid en kalibrering av en trycktransmitter erhöles följande genomsnittsvärden från kalibrering vid stigande och fallande tryck:

Driftsområde bar(a)		Kalibreringspunkt Tryck nr.	Avläst på volymomvandlare bar(a)	Sant tryck bar(a)
Minimum	44	1	44,083	44,034
Nominellt	47	2	47,055	47,037
Maximum	50	3	50,071	50,037

Det ger följande beräkningar:

n_i	Mätt(x) bar	Sant (y) bar	Fel (x-y) bar	S_{xx}	S_{yy}	S_{xy}
1	44,083	44,034	0,049	8,9202	9,0120	8,9660
2	47,055	47,037	0,018	0,0002	1E-06	1,47E-05
3	50,071	50,037	0,034	9,0080	9,0060	9,0070
Medel	47,070	47,036				
Sum				17,9284	18,0180	17,9730

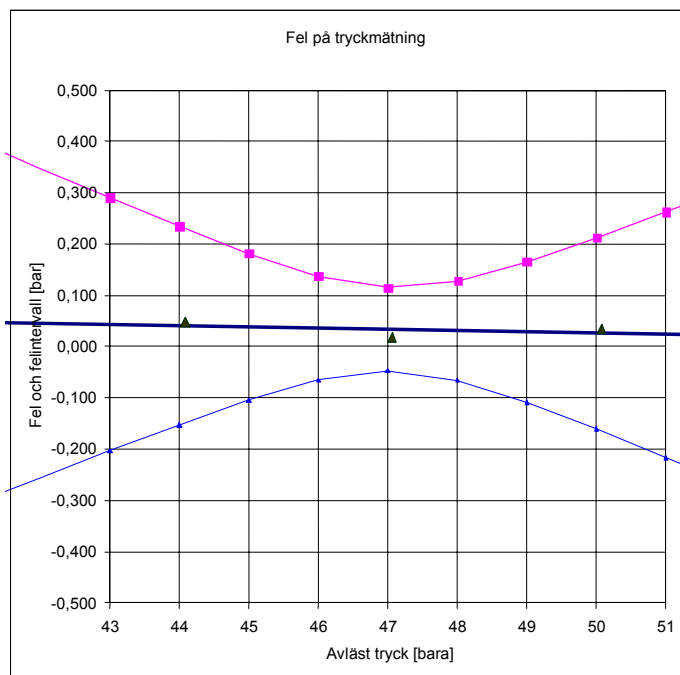
$$\text{Häldningskoefficient: } a = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{17,9730}{17,9284} = 1,0025$$

$$\text{Skärning på ordinat: } b = \bar{y} - a\bar{x} = 47,036 - 1,0025 \cdot 47,070 = -0,1507$$

$$\text{Regressionslinje: } y = 1,0025 \cdot x - 0,1507$$

		Kalibrering			Driftsområde		
Sant	bar	44,034	47,037	50,037	-	-	-
Mätt	bar	44,083	47,055	50,071	44	47	50
Beräknat sant	bar	44,043	47,022	50,046	43,958	46,966	49,974
Konfidensintervall	bar	±0,221	±0,140	±0,222	±0,218	±0,136	±0,212
Konfidensintervall	%	±0,50	±0,30	±0,44	±0,50	±0,29	±0,42
Fel	%	0,09	0,07	0,05	0,09	0,07	0,05

Felkurvan och konfidensintervallet kan då visas på följande sätt:



12.3 Exempel volymgasmätare

Vid en kalibrering av en volymgasmätare erhöles följande värden:

Sant flöde m ³ /h	Felvisning %
12,3	- 0,5
25,4	- 0,3
49,8	- 0,2
101,2	- 0,1
174,3	0
249,5	0,1

Vid kalibreringen är den totala osäkerheten på felangivningen beräknad av kalibreringslaboratoriet till $\pm 0,23$ %.

Vid användning av felkurvskorrektion förutsätts korrektion till 0 % fel i alla kalibreringspunkter.

Efter felkurvskorrektion finns en uppskattad restosäkerhet på grund av ofullkomligheter i korrektionen på $\pm 0,05$ %.

Utöver detta skall adderas et osäkerhetsbidrag från en möjlig influens från installationen, som stör flödesprofilen. Detta bidrag kan uppskattningsvis sättas till $\pm 0,20$ % /4/.

12.4 Exempel pulskontroll

Vid kontroll av volymomvandlarens förmåga att räkna pulser från volymgasmätaren kan följande metoder användas:

- räkning av de faktiska pulserna från volymgasmätaren med samtidig avläsning av gasmätarens uppräknings, avläst på mätarens räkneverk.
- Jämförelse av uppräknings sedan senaste in situ kontroll på mätarens räkneverk och volymomvandlarens visning av okorrigerad förbrukning.

12.5 Exempel omvandlingsfaktor

Kontroll av beräkningen av omvandlingsfaktorn i volymomvandlaren sker vid fast tryck och temperatur på transmittarna under samtidig registrering av:

- Avläst temperatur på volymomvandlaren
- Avläst tryck på volymomvandlaren
- Avläst beräknad omvandlingsfaktor

På separat dator beräknas kompressibilitetsfaktorn och omvandlingsfaktorn baserat på:

- Avläst gastemperatur
- Avläst gastryck
- Beräkningsformel som i flödesdatorm (SGERG-88 eller AGA8-DC92)
- Gasdata som i volymomvandlaren

Exempel på data i volymomvandlaren:

Konstanter i volymomvandlaren	Värde	Enhet
Pulsvärde	5000,27	imp/m ³
Kompressibilitetsfaktor Z_0	0,9971	—
Referenstemperatur T_0	273,15	K
Referenstryck p_0	1,01325	bar(a)
Relativ densitet	0,649	—
CO ₂ -innehåll	1,04	vol. %
N ₂ - innehåll	0,35	vol. %
Övre värmevärde H_0	44,35	MJ/m ³ n

Var uppmärksam på referenstemperaturen för värmevärdet, som skall motsvara specifikationerna i volymomvandlaren.

Följande signaler från transmittarna har avlästs på volymomvandlaren:

Avläst på volymomvandlaren	Värde	Enhet
Gastemperatur	5,065	°C
Gastryck	47,115	bara

Följande resultat erhöles:

Konstanter i volymomvandlaren	Värde	Enhet
k-faktor från volymomvandlaren ¹⁾	53,3708	Nm ³ /m ³
Z_{SGERG}	0,8529	
k-faktor beräknad ²⁾	53,39745	Nm ³ /m ³
Avvikelse	-0,05	%

¹⁾ k-faktor från volymomvandlaren som registrerar Nm³/mätt m³

²⁾ k-faktor beräknad som basfaktor · avläst tryck/(avläst temp · Z_{SGERG})

Utöver denna kontroll av omvandlingsutrustningens beräkning av omvandlingsfaktorn skall felbidraget från skillnaden mellan gasdata inlagda i volymomvandlaren och de gasdata som faktiskt förekommer i gasnätet kontrolleras.

Vid övervakning av gaskvalitets variation i nätet och den påverkan det medför på omvandlingsfaktorn skall det kontrolleras, att det månatliga felet är mindre än $\pm 0,5 \%$ och det genomsnittliga felet över ett år är mindre än $\pm 0,25 \%$ /1/.

Vid varaktiga ändringar i gaskvaliten, som medför ett systematiskt fel på mer än $0,2 \%$ skall de i volymomvandlaren inprogrammerade gasdata ändras.

Denne kontroll sker enligt kontrollmanual /1/.

I beräkningen av osäkerheten på den totala felberäkningen för gasmätsystemet medtas därför ett osäkerhetsbidrag för gaskvaliten på $\pm 0,25 \%$.

12.6 Exempel beräkning av den totala felvisningen

Med hjälp av de kontroller av mätsystemets enskilda delar beräknas systemets totala felvisning.

Vid kontrollen av omvandlingsutrustningen bestäms felet på beräkningen av omvandlingsfaktorn vid omvandlingsutrustningens normala registrering av gastryck och gastemperatur.

Detta felbidrag anses konstant under alla driftsförhållanden.

Utöver detta felbidrag skall det medräknas felbidrag från gasmätarens volymmätning, enligt senaste kalibreringen av gasmätaren, eventuellt restfel efter felkurvskorrektion i volymomvandlaren, samt felbidrag från trycktransmitter och temperaturtransmitter.

Mätsystemets totala felbild bestäms av det faktiska driftsområdet för gasflöde, gastemperatur och gastryck med kontrolldata för följande värden:

Minimum gasflöde	Minimum gastemperatur	Minimum gastryck
Nominellt gasflöde	Nominell gastemperatur	Nominellt gastryck
Maximalt gasflöde	Maximal gastemperatur	Maximalt gastryck

Eftersom alla driftsfallen kan förekomma oberoende av varandra, måste den totala felvisningen undersökas för alla kombinationerna.

Som gasmätsystemets felvisning anges de totala felen av ovanstående kombinationer vid nominellt gasflöde, nominell gastemperatur och nominellt gastryck, kombinerat med felbidraget från volymomvandlarens beräkning av omvandlingsfaktorn, som anses konstant i driftsområdena för gasflöde, gastemperatur och gastryck.

För de komponenter, som behandlas i avsnitt 12.1-12.5 kan följande exempel visas:

Parameter:	Nivå:	Värde:	Enhet:
Gasflöde	Minimum	25	m ³ /h
	Nominellt	180	m ³ /h
	maximum	220	m ³ /h
Gastemperatur	Minimum	1	°C
	Nominellt	5	°C
	maximum	10	°C
Gastryck	Minimum	44	bara
	Nominellt	47	bara
	maximum	50	bara

Följande värden för relativt fel och osäkerhet kan därefter beräknas för de 9 driftspunkter var för sig efter principerna i avsnitt 12.1-12.5:

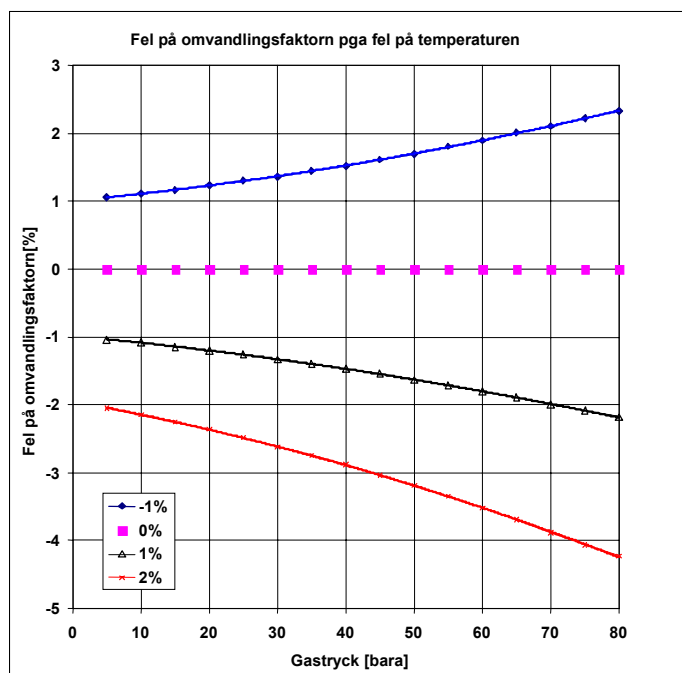
Parameter	Nivå	Värde	Relativt fel	Relativ osäkerhet
Gasflöde	Min	25 m ³ /h	-0,31 %	± 0,30 %
	Nom	180 m ³ /h	0,01 %	± 0,30 %
	Max	220 m ³ /h	0,06 %	± 0,30 %
Gastemperatur	Min	1 °C	0,06 %	± 0,06 %
	Nom	5 °C	0,06 %	± 0,06 %
	Max	10 °C	0,06 %	± 0,06 %
Gastryck	Min	44 bara	0,09 %	± 0,50 %
	Nom	47 bara	0,07 %	± 0,29 %
	Max	50 bara	0,05 %	± 0,43 %

Beräkningen av omvandlingsfaktorn för gasmätssystemet sker enligt följande formel:

$$K = \frac{Z_0}{Z} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{p}{p_0}$$

Eftersom temperatur och tryck påverkar på både beräkningen av kompressibilitetsfaktorn Z och temperatur- och tryckförhållandena skall fel och osäkerheters inverkan beräknas på omvandlingsfaktorn, och inte endast på temperatur- och tryckförhållandena.

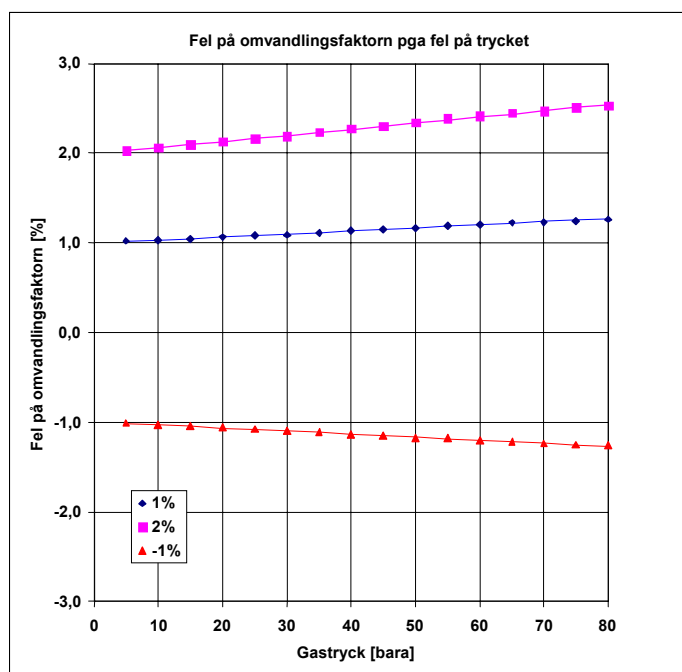
Temperaturfel har följande påverkan på omvandlingsfaktorn:



Förhållandet mellan felet och effekten på omvandlingsfaktorn kan uttryckas med formeln:

$$\text{Felfaktor}_T = (-1 - 0,009 \cdot p - 0,000075 \cdot p^2) \cdot (\text{Fel-}\%)_T \text{ [%]}$$

Tryckfel har följande effekt på omvandlingsfaktorn:



Förhållandet mellan felet och effekten på omvandlingsfaktorn kan uttryckas med följande formel:

$$\text{Felfaktor}_p = (0,996 + 0,0034 \cdot p) \cdot (\text{Fel-}\%)_p \text{ [%]}$$

För nominella driftförhållanden för gasmätsystemet kan därefter följande värden för fel och osäkerhet på omvandlingsfaktorn beräknas:

Transmitter	Gastryck bara	Fel %	Felfaktor —	Fel på K %
Temperatur	47	+0,06	-1,589	-0,09
Tryck	47	+0,07	+1,157	+0,08

Avvikelsen för k-faktor är tidigare beräknad till -0,05 %.

Den totala avvikelsen vid nominella driftvärden blir därmed:

Parameter	Fel %	Fel på K
Nominellt gasflöde	0,01	(0,01)
K – faktor beräkning	-0,05	-0,05
Temperaturtransmitter	0,06	-0,09
Trycktransmitter	0,07	0,08
Totalt fel på gasmätsystemet	—	-0,05

12.7 Exempel på beräkning av den totala osäkerheten på felvisningen

Osäkerheten på felvisningen beräknas som roten ur den kvadratiska summan av alla osäkerhetselementen i mätsystem och kontrollutrustning.

Följande osäkerheter är angivet på 95 % konfidensnivå för kontrollutrustningen:

Parameter	Relativ osäkerhet
Kalibrering volymgasmätare	± 0,23 %
Kontrolltermometer/temperaturgivare	± 0,05 %
Kontrollmanometer	± 0,04 %

Följande värden gäller för volymgasmätarens installation, gastemperatur och gastryck samt osäkerheten på beräkningen av omvandlingsfaktorn vid nominella driftförhållanden.

Enligt ISO 12.213 skall man räkna med en osäkerhet på beräkningen av kompressibilitetsfaktorn Z på $\pm 0,10 \%$.

Parameter	Relativ osäkerhet	Osäkerhet på K_{fak}
Volymgasmätarens installation	$\pm 0,20 \%$	—
Temperaturmätning	$\pm 0,06 \%$	$\pm 0,09$
Tryckmätning	$\pm 0,29 \%$	$\pm 0,34$
Omvandlingsfaktor-beräkning	$\pm 0,20 \%$	$\pm 0,10$
Gaskvalitetsvariation	$\pm 0,25 \%$	—

Den relative osäkerhetens påverkan på omvandlingsfaktorn följer samma beroende av gastryck och gastemperatur, som felen. Påverkan på osäkerheten på omvandlingsfaktorn bestäms som visas i avsnitt 12.6.

Dessutom kommer det ett bidrag från omgivningstemperaturens påverkan på temperatur- och trycktransmitterns visning.

Följande driftsområde med hänsyn till omgivningstemperaturen är förväntat för denna anläggning:

$$\text{Omgivningstemperatur} = 20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Parameter	Relativ osäkerhet	Relativ osäkerhet	Osäkerhet på K_{faktor}
Temperaturtransmitter	$\pm 0,025 \text{ }^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	$\pm 0,27 \%$	$\pm 0,44$
Trycktransmitter	$\pm 0,002 \text{ } \%/^\circ\text{C}$	$\pm 0,06 \%$	$\pm 0,07$

Den totala osäkerheten på beräknad felvisning blir således:

$$u_{\Sigma} = \pm \sqrt{(0,23^2 + 0,05^2 + 0,04^2 + 0,20^2 + 0,09^2 + 0,34^2 + 0,10^2 + 0,25^2 + 0,44^2 + 0,07^2)^{1/2}} = \underline{\underline{\pm 0,70 \text{ } \%-point}}$$

12.8 Exempel på långtidsdrift av felvisningen

Med kunskap om tidsmässiga utvecklingen i felvisningen för volymgasmätare, temperatur- och trycktransmitter kan man beräkna om mätsystemet kommer att kunna leva upp till avtalade villkor, från in situ kontrollen och fram till nästa kontrolltidpunkt.

På grund av osäkerheten om den faktiska utvecklingen av felvisningen måste osäkerheten på felangivningen ökas med osäkerhetsbidrag för möjliga variationer på den använda storleken på felbidraget.

Volymgasmätare

Med hjälp av dokumenterade erfarenheter om felvisningens utveckling baserat på kalibreringar av volymgasmätare av samma fabrikat, typ och storlek kan man beräkna ett felbidrag per kontrollperiod.

Vid en rekalkibreringsfrekvens på 5 år för aktuella volymgasmätare, kan man beräkna felutvecklingen per år som genomsnitt av resultaten för alla kalibrerade mätare enligt formeln:

$$\text{Felbidrag} = 1/5 \cdot (\text{WME}_2 - \text{WME}_1) [\%/år].$$

Samtidigt måste man lägga till ett osäkerhetsbidrag för det möjliga fel i antagandet av storleken 2 spridningen s på genomsnittsvärdena av alla kalibreringar, som ingår i beräkningen av felbidraget.

Om kalibreringshistorik saknas kan man använda en drift på WME på $\pm 0,03$ till $\pm 0,08$ %/år /9/ och /4/.

Temperatur- och trycktransmitttrar

Långtidsdrift och osäkerhetsbidrag för långtidsdrift baseras på fabrikantupplysningar om transmittterarna. Exempel på värden:

Parameter	Tidsmässig drift
Temperaturtransmitter	$\pm 0,05$ %/år
Trycktransmitter	$\pm 0,20$ %/år

Beräkning av förväntad utveckling av felvisningen

Med de i ovanstående avsnitt beräknade felbidrag och osäkerhetsbidrag kan man beräkna en förväntad felvisning och osäkerhet på felvisningen vid utgången av kontrollperioden.

Med en kontrollperiod på 12 månader efter installation av volymgasmätaren fås följande förväntade resultat vid utgången av kontrollperioden:

Parameter	Fel %	Relativ Osäkerhet %	Osäkerhet på K-faktor %
Resultat vid start av perioden	-0,05	± 0,70	± 0,70
Ändring gasmätare	—	± 0,08	± 0,08
Temperaturtransmitter	—	± 0,05	± 0,08
Trycktransmitter	—	± 0,20	± 0,23
Förväntat resultat efter kontrollperioden	- 0,05	—	± 0,74

12.9 Beräkningsprogram

För att underlätta beräkningarna med av aktuella data för varje enskild anläggning i hela gasmätsystemets driftsområde för gasflöde, gastemperatur, gastryck och omgivningstemperatur har beräkningsprogram utvecklats.

Programmet omfattar ett inknappningsformulär för användning vid driftsättning och in situ kontroll.

Programmet innehåller också beräkningsrutiner för fel och osäkerheter vid bestämning av gasvolymen i hela gasmätsystemets driftsområde.

Beräkningarna i driftsområdet genomförs enligt beskrivningarna i denna kontrollmanual i 27 kombinationer av gasflöde, gastryck och gastemperatur.

Programmets beräkningsformulär med data från kontrollmanualens exempel finns i bilaga 13.1 till 13.6.

13 Bilagor

Bilaga nr. 13.1: Inknappningsschema för beräkningsprogram

Bilaga nr. 13.2: Mellanberäkningar

Bilaga nr. 13.3: Beräkning av tryckkalibrering

Bilaga nr. 13.4: Beräkning av temperaturkalibrering

Bilaga nr. 13.5: Fel och osäkerhetsberäkning

Bilaga nr. 13.6: Rapport

Kontrollmanual för gasmätsystem, tryck större än 5 bar

Installation

--

Historik

--

--

--

--

Funktion

- 1) Åbn fil
- 2) Nyindtastning af en installation
- 3) Overførsel af datafil før in situ kontrol
- 4) Indlæsning af datafil efter in situ
- 5) Indtastning af ny in situ kontrol
- 6) Udskiftning af gasmåler uden ny in situ
- 7) Udskiftning af gasmåler med ny in situ
- 8) Indtastning ved recalibrering af volumenmåler og brug af seneste in situ
- 9) Indtastning ved skift af gasdata
- 10) Opdatering til nyeste version af regneark
- 11) Opret ny installation baseret på eksisterende
- 12) Slet installation

Inställningar

Standardfilplacering	C:\
Skabelon	Fejlberegning skabelon rev 0

Inknappning av data för gasmätsystem

Kontrollmanual för gasmätsystem

Tryck större än 5 bar(a)

EAN / Installation nr.	481205			
Firma, namn	Novo Nordisk a/s			
Adress	Thyborønvej 187, Pandrup			
Dato för kontroll	25-09-2003			
Noggrannhet enl. Leveransavtal	± %	3,00	OIML-kl.	B

Volygmätare:

Fabrikat	Instromet
Storlek	G160
Max.gasflöde för mätaren m ³ /h	250
Serie nr.	66918/1999
Eget nr.	1256900

Kalibrering före ibruktagning

Laboratorium	Pigsar		
Certifikat nr.	541/1999		
Dato för kalibrering	03-09-1999	Uppsatt dato	27-11-1999
Medie	naturgas		
Tryck, bar(a)	21		
Tidsmässig drift på WME, ± %/år	0,08		

Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gasflöde, m ³ /h	12,3	25,4	49,8	101,2	174,3	249,5			
Fel, %	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1			
Kalibreringsosäkerhet, %	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23			

Rekalibrering

Laboratorium	
Certifikat nr.	
Dato för kalibrering	Nedtagen. dato
Medie	
Tryck, bar(a)	

Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gasflöde, m ³ /h									
Fel, %									
Kalibreringsosäkerhet, %									

Nominellt driftsområde

	Min	Nom	Max
Gasflöde under normal drift, m ³ /h	25	180	220
Gasttryck, bar(a)	44	47	50
Gasttemperatur, °C	1	5	10
Omgivningstemperatur, °C	-10	18	35

In situ kontroll

Kontroll dato	25-09-2003
Certifikat nr.	MN 1485

Omvandlingsutrustning**Volymomvandl.**

Fabrikat och typ	Solartron 7951
serie nr.	251358
Felkurvkorrektin inlagt (ja/nej)	nej
Restosäkerhet efter korrektion, %	

Värderi anges automatisk

Trycktransmitter

Fabrikat och typ	Druck DPI PTX 610-1				
Serie nr.	692349				
Skala på transmitter	bar	min.	0	max.	50
Långtidsdrift, ± %/år	0,2				
Temperaturdrift, ± %/K	0,002				

Databladets värderi för transmitter
Värderi fra datablad iht. omgivningstemperatur

Kontrollinstrument namn och nr.	Tryckkalibrator A00-066
Certifikat nr.	MN 1282
Kalibreringsosäkerhet, ± %	0,04

Kalibreringsdata	Upp			Ned		
	Afläst	Sandt		Afläst	Sandt	
Visning vid atmosfärstryck, Tryck start	1,023	1,022	bar(a)			bar(a)
Tryck 1	44,084	44,028	bar(a)	44,082	44,040	bar(a)
Tryck 2	47,058	47,039	bar(a)	47,052	47,034	bar(a)
Tryck 3	50,073	50,048	bar(a)	50,068	50,026	bar(a)
Tryck 4			bar(a)			bar(a)
Tryck 5			bar(a)			bar(a)
Tryck 6			bar(a)			bar(a)
Tryck 7			bar(a)			bar(a)
Tryck 8			bar(a)			bar(a)
Tryck 9			bar(a)			bar(a)
Tryck 10			bar(a)			bar(a)
Tryck top	55,122	55,105	bar(a)			bar(a)

Godkännande:	
Element	Kontroll
Mätsystem	OK
Trycktransmitter	OK
Temp.transmitter	OK
Omvandlingsutrustning	OK

Temperaturtransmitter

Fabrikat och typ	Kamstrup Metro				
Serie nr.	859091				
Skala på transmitter	°C	min.	-20	max.	50
Långtidsdrift, ± %/år	0,05				
Temperaturdrift, ± %/K	0,025				

Databladets värden för transmittern
Värden från datablad mht omgivningstemperatur

Kontrollinstrument namn och nr.	Ovn A00-071 + termometer A00-065B
Certifikat nr.	MN 1453
Kalibreringsosäkerhet, ± °C	0,15

Kalibreringsdata									
Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Avläst temperatur, °C	1,298	5,251	10,232						
Sann temperatur, °C	1,141	5,094	10,058						

Värden från omvandlingsutrustn.

Formel + gasdata	SGERG	gasdata1
	AGA8	gasdata2
Pulsvärde för gasmätaren, imp/m ³	5000,27	
Kompressibilitetsfaktor Zo	0,9971	
Referenstemperatur To	273,15	
Referencetryck Po	1,01325	

Data vid in situ kontroll

Gasflöde vid kontroll, m ³ /h	183
Avläst gastryck volymomv., bar(a)	47,115
Avläst gastemperatur volymomv., °C	5,065
Avläst K-faktor volymomv., m ³ /m ³	53,3708
Kontrollosäkerhet, ± %	0,05
Omgivningstemperatur, °C	10,3
Kontrollperiod, månader	12
Kontrollutrustn.: typ, namn och nr	Tryckreferens nr A00-066 Temperaturreferens A00-065

Initialer för kontrollanten	MN
-----------------------------	----

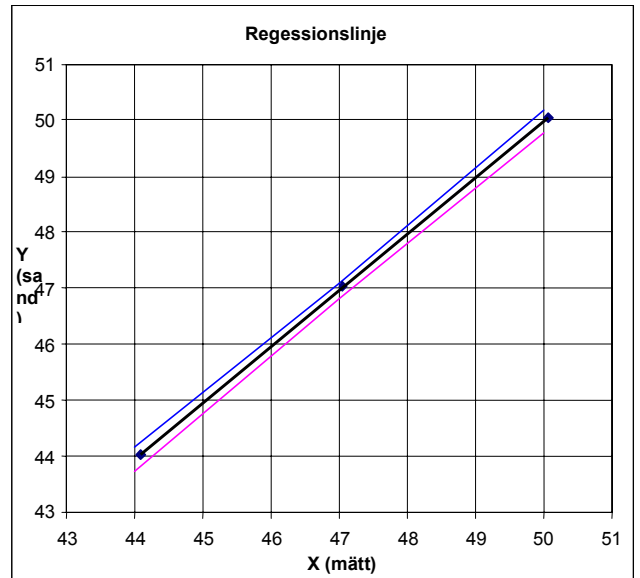
Beräkning av osäkerhet på tryckmätning

Data			
ni	Xi (mått)	Yi (sand)	
1	44,083	44,034	8,91918225
2	47,055	47,037	0,00021025
3	50,071	50,037	9,006001
4			#VÆRDI!!
5			#VÆRDI!!
6			#VÆRDI!!
7			#VÆRDI!!
8			#VÆRDI!!
9			#VÆRDI!!
Medel	47,0695	47,0358	17,9254
Stdavv	2,9938	3,0015	18,0180

$s^2 = 0,0003$
 $s = 0,0186$
 $n = 3$
 $ts, n-2 = 12,620$
 $s*ts = 0,2350$
 Formel for regressionslinie: $y=ax+b$
 $a = 1,0026$
 $b = -0,1546$

Fördelning enligt VDI 3672 (Entwurf) juli 1972

x=	44	47	50	47,12
y=	43,958	46,966	49,974	47,081
y1=	43,741	46,830	49,762	46,946
y2=	44,176	47,102	50,186	47,217
Fel	0,042	0,034	0,026	0,034
Δy	0,2178	0,1357	0,2118	0,1357
$\Delta y\%$	0,50	0,29	0,42	0,29
Fejl %	0,09	0,07	0,05	0,07



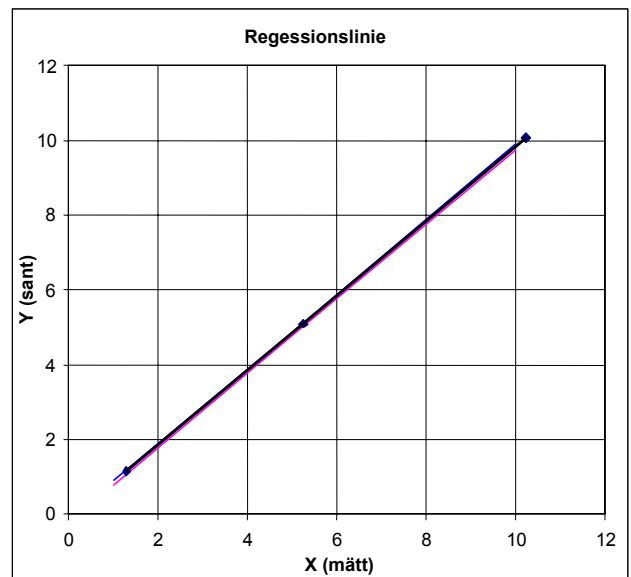
Beräkning av osäkerhet på temperaturmätning

Data					
ni	Xi (mält)	Yi (sand)	Sxx	Syy	Sxy
1	1,298	1,141	18,4527521	18,4041	18,42841
2	5,251	5,094	0,11742044	0,113569	0,115479
3	10,232	10,058	21,5141361	21,40913	21,46157
4			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
5			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
6			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
7			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
8			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
9			#VÆRD!!	#VÆRD!!	#VÆRD!!
Medel	5,5937	5,4310	40,0843	39,9268	40,0055
Stdavv	4,4768	4,4680			

$s^2 = 0,0000$
 $s = 0,0061$
 $n = 3$ $ts, n-2 = 12,620$
 $s^*ts = 0,0773$
 Formel för regressionslinje: $y = ax + b$
 $a = 0,9980$
 $b = -0,1517$

Fördelning enligt VDI 3672 (Entwurf) juli 1972

Mätt	x=	1	5	10	5,07 °C
Sant	y=	0,846	4,839	9,829	4,903 °C
	y1=	0,775	4,793	9,759	4,858 °C
	y2=	0,918	4,884	9,899	4,948 °C
	Fejl	0,154	0,161	0,171	0,162 °C
	$\Delta y =$	0,0717	0,0452	0,0699	0,0451 °C
	$\Delta y\%$	0,03	0,02	0,02	0,02
	Fel %	0,06	0,06	0,06	0,06 (på abs temp.)



Sammanställning: fel gasmätsystem

1. Volymgasmätare:

	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
Mätarinstallation	—	0,20

Exkl installation:

Parameter	Drifts- nivå	Värde m ³ /h	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
Gasflöde	min	25	-0,31	0,23
	norm	180	0,01	0,23
	max	220	0,06	0,23

Inkl installation:

Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
-0,31	0,30
0,01	0,30
0,06	0,30

2. Omvandlingsutrustning

Parameter	Drifts- nivå	Värde	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
Gastemperatur °C	min	1	0,06	0,06
	norm	5	0,06	0,06
	max	10	0,06	0,06
Gastruck bara	min	44	0,09	0,50
	norm	47	0,07	0,29
	max	50	0,05	0,43

Beräkning av felens och osäkerhetens effekt på omvandlingsfaktorn					
tryck = 44 bara		tryck = 47 bara		tryck = 50 bara	
Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
-0,09	0,09	-0,09	0,10	-0,09	0,10
-0,09	0,09	-0,09	0,09	-0,10	0,09
-0,09	0,09	-0,10	0,10	-0,10	0,10
0,11	0,57	—	—	—	—
—	—	0,08	0,34	—	—
—	—	—	—	0,06	0,50

Resultande omvandlingsfel, KFAK:

Volymomvandl.	-0,05	0,05
Z-beräkning	—	0,10
Gaskvalitetsvariation	—	0,25

Driftsnivå för:			
Temp	Tryck	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
min	min	-0,03	0,77
	norm	-0,06	0,62
	max	-0,08	0,72
norm	min	-0,03	0,78
	norm	-0,06	0,63
	max	-0,08	0,73
max	min	-0,03	0,78
	norm	-0,06	0,64
	max	-0,09	0,73

Bidrag från omgivningstemperatur:

Parameter	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
Temperatur	—	0,27
Tryck	—	0,06

Beräkning av felens och osäkerhetens effekt på omvandlingsfaktorn					
tryk = 44 bara		tryk = 47 bara		tryk = 50 bara	
Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
—	0,42	—	0,44	—	0,45
—	0,07	—	0,07	—	0,07

3. Gasmätssystemets totala felvisning:

Driftsnivå för:					Fel - osäkerhet %		Fel + osäkerhet %	
Flöde	Temp.	Tryk	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %				
min	min	min	-0,33	0,83	-1,16	0,49		
		norm	-0,36	0,69	-1,05	0,33		
		max	-0,39	0,78	-1,17	0,39		
	norm	min	-0,34	0,83	-1,17	0,50		
		norm	-0,36	0,70	-1,06	0,33		
		max	-0,39	0,79	-1,18	0,40		
	max	min	-0,34	0,84	-1,18	0,50		
		norm	-0,37	0,71	-1,07	0,34		
		max	-0,39	0,79	-1,19	0,40		
norm	min	min	-0,02	0,83	-0,85	0,81		
		norm	-0,05	0,69	-0,74	0,64		
		max	-0,07	0,78	-0,85	0,71		
	norm	min	-0,02	0,83	-0,86	0,81		
		norm	-0,05	0,70	-0,75	0,65		
		max	-0,08	0,79	-0,86	0,71		
	max	min	-0,03	0,84	-0,87	0,81		
		norm	-0,06	0,71	-0,76	0,65		
		max	-0,08	0,79	-0,88	0,71		
max	min	min	0,03	0,83	-0,80	0,86		
		norm	0,01	0,69	-0,68	0,69		
		max	-0,02	0,78	-0,80	0,76		
	norm	min	0,03	0,83	-0,80	0,86		
		norm	0,00	0,70	-0,69	0,70		
		max	-0,02	0,79	-0,81	0,76		
	max	min	0,03	0,84	-0,82	0,87		
		norm	0,00	0,71	-0,71	0,70		
		max	-0,03	0,79	-0,82	0,77		

Max	-0,68	0,87
Min	-1,19	0,33

Tillägg för drift i kontrollperioden

	Relativt fel %/år	Relativ osäkerhet %
gasmåler	—	0,08
temperaturtransmitter	—	0,14
tryktransmitter	—	0,21

Beräkning an felens och osäkerhetens effekt på					
tryck = 44		tryck = 47		tryck = 50	
Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %
—	—	—	—	—	—
—	0,22	—	0,22	—	0,23
—	0,24	—	0,25	—	0,25

Efter tillägg för drift i kontrollperioden:

Driftsnivå för:					Fel - osäkerhet %		Fel + osäkerhet %	
Flöde	Temp.	Tryk	Relativt fel %	Relativ osäkerhet %				
min	min	min	-0,33	0,89	-1,23	0,56		
		norm	-0,36	0,77	-1,13	0,41		
		max	-0,39	0,85	-1,24	0,47		
	norm	min	-0,34	0,90	-1,24	0,56		
		norm	-0,36	0,78	-1,14	0,41		
		max	-0,39	0,86	-1,25	0,47		
	max	min	-0,34	0,91	-1,25	0,57		
		norm	-0,37	0,78	-1,15	0,42		
		max	-0,39	0,87	-1,26	0,47		
norm	min	min	-0,02	0,89	-0,91	0,87		
		norm	-0,05	0,77	-0,82	0,72		
		max	-0,07	0,85	-0,93	0,78		
	norm	min	-0,02	0,90	-0,92	0,88		
		norm	-0,05	0,78	-0,83	0,72		
		max	-0,08	0,86	-0,94	0,78		
	max	min	-0,03	0,91	-0,93	0,88		
		norm	-0,06	0,78	-0,84	0,73		
		max	-0,08	0,87	-0,95	0,79		
max	min	min	0,03	0,89	-0,86	0,93		
		norm	0,01	0,77	-0,76	0,77		
		max	-0,02	0,85	-0,87	0,83		
	norm	min	0,03	0,90	-0,87	0,93		
		norm	0,00	0,78	-0,77	0,78		
		max	-0,02	0,86	-0,88	0,84		
	max	min	0,03	0,91	-0,88	0,93		
		norm	0,00	0,78	-0,79	0,78		
		max	-0,03	0,87	-0,89	0,84		

Max	-0,76	0,93
Min	-1,26	0,41

IN SITU KONTROLL AV GASMÄTSYSTEM

Gasmätssystem på adress:	481205
Firma	Novo Nordisk a/s
Adress	Thyborønvej 187, Pandrup
Kontrolldato	25-09-2003

Volymgasmätare	
fabrikat	Instromet
storlek	G160
serienr.	66918/1999
eget nr.	1256900

Omvandlingsutrustn.	Typ	Nr.
Volymomv.	Solartron 7951	251358
trycktransmitter	Druck DPI PTX 610-1	692349
temperaturtransmitter	Kamstrup Metro	859091

Kalibreringsdata före ibruktagnin den:

27-11-1999

laboratorium	Pigsar		
certifikatnr.	541/1999		
dato	03-09-1999		
medie	naturgas		
tryck, bar abs.	21		
kal.osäkerhet, %	0,23%	WME	-0,05 %

In situ kontroll resultat

certifikatnr.	MN 1485
dato	25-09-2003

Avvikelse på tryckmätn.

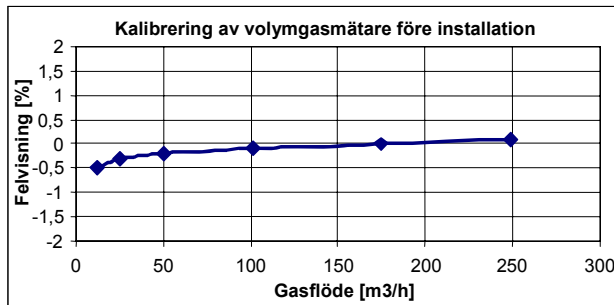
Nominellt tryck, bar abs.	47,000	
avvikelse, bar	0,034	
rel. fel, %	0,072	OK
kontrollosäkerhet, %	± 0,29	

Avvikelse på temperaturmätn.

Nominell temperatur, °C	5,00	
avvikelse, °C	0,16	
rel. fel på abs temperatur, %	0,058	OK
kontrollosäkerhet, °C	± 0,05	

Avvikelse på omvandlingsfaktor

avläst omvandlingsfaktor	53,3708	
mätt tryck, bar abs.	47,115	
mätt temperatur, °C	5,065	
beräknad omvandlingsfaktor	53,39745	
rel. omvandlingsfel, %	-0,05	OK
kontrollosäkerhet, %	± 0,05	



Felkurvkorrektion i flödesdator	nej
Restosäkerhet efter felkurvkorrektion	

Aktuellt gasflöde, m³/h

183

Kalibreringsdata efter nedtagning den:

laboratorium			
certifikatnr.			
dato			
medie			
tryck, bar abs.			
kal.osäkerhet, %		WME	
		Drift, WME	

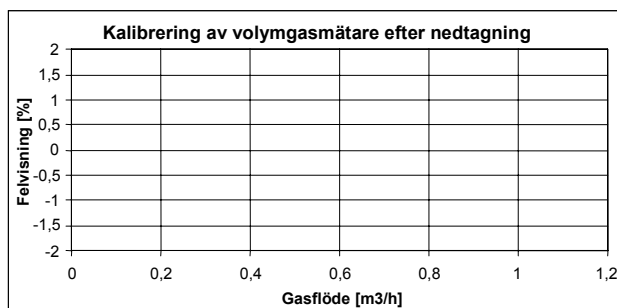
Total felvisning på gasmätarsystemet:

Vid kontroll eller mätarbyte

Nominellt fel på gasmätarsystem	-0,05 %	OK
Osäkerhet på felet	± 0,7%	

Vid utgången av kontrollperioden

Beräknat fel på gasmätarsystem	-0,05 %	OK
Beräknad osäkerhet på felet	± 0,78%	



Anmärkningar:

dato	25-09-2003
initialer	MN



Scheelegatan 3, 212 28 Malmö ● Tel 040-680 07 60 ● Fax 040-680 07 69
www.sgc.se ● info@sgc.se
