

## Naturgasselskabernes kontrolmanual for PTZgasmålesystemer med tryk større end 8 bar[a]

3. udgave  
Kontrolmanual  
Oktober 2020

# MANUAL

# Kontrolmanual

Naturgasselskabernes kontrolmanual for PTZ-gasmålesystemer  
med tryk større end 8 bar[a]

Titel : Kontrolmanual

Rapport kategori : Kontrolmanual

Dato for udgivelse : Oktober 2020

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 749.00

Sagsnavn : Revision kontrolmanual PTZ og måleudstyr.

ISBN : 978-87-7795-425-2

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
1 Forord .....	4
1.1 Ændringer i forhold til udgave 2 .....	4
2 Indledning .....	5
2.1 Formål .....	5
2.2 Grundlag .....	6
2.3 Anvendelsesområde .....	6
2.4 Ikrafttræden .....	6
2.5 Revision .....	7
3 Definitioner og begreber .....	8
4 Organisering af kontrol .....	14
5 Datablade .....	14
5.1 Registreringer .....	14
5.2 Fejlvisning .....	15
5.3 Usikkerhedsbudget .....	15
6 Måletekniske krav til måleudstyr før opsætning .....	17
7 Etablering af kontrolgrundlag .....	19
7.1 Datablade .....	19
7.2 Data for komponenter .....	20
7.3 Data for installation .....	21
8 Kontrol af gasmålesystem før installation .....	22
8.1 Kalibrering af volumengasmåler .....	22
8.2 Laboratoriekalibrering af konverteringsudstyr .....	24
8.3 Godkendelse før montering på anlæg .....	25
8.3.1 Korrigerende handling .....	25
9 Kontrol af gasmålesystem efter montering .....	26
9.1 Kalibrering in situ .....	26
9.1.1 Udførelse .....	26
9.1.2 Godkendelse / afvisning af komponent .....	27
9.1.3 Korrigerende handling .....	27

---

9.1.4	Registreringer .....	28
9.2	Godkendelse af gasmålesystem med PTZ udstyr ved in situ kontrol .....	28
9.2.1	Godkendelseskriterium.....	28
9.2.2	Godkendelsesperiode .....	28
9.3	Pulskontrol .....	29
9.4	In situ kalibrering af tryktransmitter .....	29
9.5	In situ kalibrering af temperaturtransmitter .....	30
9.6	In situ kontrol af regneenhed/konverteringsfaktor .....	31
10	Bestemmelse af samlet fejlvisning .....	34
10.1	Gasvolumenmåling .....	34
10.2	Gastemperaturmåling .....	34
10.3	Gastryksmåling .....	34
10.4	Volumenregistrering .....	34
10.5	Konverteringsfejl .....	34
10.6	Gaskvalitet .....	35
	Baggrund.....	35
11	Opstilling af usikkerhedsbudget for fejlvisning .....	36
11.1	Volumengasmåler .....	36
11.2	Gastemperaturmåling .....	36
11.3	Gastryksmåling .....	36
11.4	Konverteringsfejl .....	37
11.5	Fejlkurvekorrektion.....	37
12	Referencer.....	38
13	Statistiske metoder for databehandling .....	39
13.1	Eksempel temperaturtransmitter .....	40
13.2	Eksempel tryktransmitter .....	42
13.3	Eksempel volumengasmåler .....	43
13.4	Eksempel pulskontrol.....	44
13.5	Eksempel konverteringsfaktor .....	44
13.6	Eksempel beregning af samlet fejlvisning .....	46
13.7	Eksempel beregning af samlet usikkerhed på fejlvisning .....	49
13.8	Eksempel udvikling i fejlvisning .....	50
13.8.1	Volumengasmåler.....	51
13.8.2	Temperatur- og tryktransmittere .....	51
13.8.3	Beregning af forventelig udvikling i fejlvisning .....	51

---

13.9 Beregningsprogram Usikkerhed på normalvolumenmængde .....	52
14 Bilag .....	54
14.1 Styreark .....	55
14.2 Indtastningsskema for regneark .....	56
14.2.1 .....	56
14.2.2 .....	57
14.3 Mellemberegningsark.....	58
14.4 Beregning af trykkalibrering .....	59
14.5 Beregning af temperaturkalibrering .....	60
14.6 Fejl og usikkerhedsberegning .....	61
14.6.1 .....	61
14.6.2 .....	62
14.7 Rapport.....	63

## 1 Forord

Denne kontrolmanual: "Kontrolmanual for PTZ-gasmålesystemer med tryk større end 8 bar[a] " danner grundlag for overvågningen af større gasmålesystemer.

Manualen anvendes ved distributionsselskabets egenkontrol jf. Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme (BEK nr 582 af 28/05/2018). Formålet er at dokumentere, at målerens brugstolerance overholder gældende krav.

Manualen er revideret oktober 2020 af fagudvalg for gasmåling (FAU GM) og godkendt af Birgitte Herskind, Evida.

### 1.1 Ændringer i forhold til udgave 2

I 3. udgave af Kontrolmanual for PTZ-gasmålesystemer er der foretaget følgende ændringer:

Anvendelsesområdet for kontrolmanualen er ændret fra tryk > 5 bar til tryk > 8 bar. Området mellem 5 og 8 bar er omfattet af Kontrolmanual for store gasmålere /9/.

Afsnit 2: reference til BEK 1037:2006 er opdateret til BEK 582:2018.

Afsnit 4:

Slettet: "Ved nedtagning vil en afslutning af en brugsperiode på en installation kunne ske for udskiftede elementer ved laboratoriekalibrering efter demontering, før eventuel genopsætning på anden installation."

Tilføjet: "Ved nedtagning af målesystemet inden for godkendelsesperioden er der ikke krav om kontrol eller recalibrering."

Fodnote " Foreligger der dokumentation for stabilitet, f.eks. in-line spintest , kalibreringshistorik eller liggende, kan recalibrering udsættes indtil det 10. år" ændret til " Foreligger der dokumentation for stabilitet fra diagnoseudstyr, kan recalibrering udsættes indtil det 10. år"

Tabel 6.4: kompressibilitetsfaktor tilføjet.

Afsnit 8.1, tilføjet: ”Kalibreringen skal være foretaget inden for de seneste 5 år inden opsætningen.”

Afsnit 8.1: tabel 8.3 erstattet af henvisning til Manual for kalibrering af volumengasmålere.

Afsnit 8.2: tabel 8.4-8.8 erstattet af henvisning til EN 12405-1.

Afsnit 9.4, 9.5, 9.6: ” Kalibreringen skal udføres af kvalificeret gasselskabslaboratorium eller af 3. parts kalibreringslaboratorium, afhængigt af aftalen for målesystemet” erstattet af krav om metrologisk sporbare målinger.

Afsnit 10.6, tilføjet: daglig opdatering af gasdata fra centralt system.

Herudover er der foretaget en række redaktionelle og sproglige ændringer.

## **2 Indledning**

### **2.1 Formål**

Denne manual er del af egenkontrollsystemet for gasmålere, som instrumentejere er forpligtet til at etablere jf. Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme (BEK nr 582 af 28/05/2018). Manualen gælder for gasmålesystemer med leveringstryk højere end 8 bar[a] (> 0.8 MPa), som anvendes i afregningsøjemed.

Kontrolmanualen har til formål at kunne dokumentere, at målesystemet overholder kravet til brugstolerance jf. bekendtgørelsen. Ud over det legale krav om overholdelse af brugstolerancen, må man være opmærksom på, at kunden kan have en interesse i at kende den faktiske fejlvisning på gasmålesystemet.

Systemet er udarbejdet til kontrol af gasmålesystemer bestående af en volumengasmåler, der registrerer gasforbruget ved de aktuelle temperatur- og trykforhold, og et elektronisk konverteringsudstyr, der omsætter dette forbrug til fastsatte afregningsenheder (Normalkubikmeter). Der tages ikke stilling til usikkerhedsbidrag fra bestemmelse af repræsentativ brændværdi til brug ved afregning af forbrug.



Systemet består af et kontrolsystem for volumengasmåleren, baseret på en periodevis nedtagning og recalibrering, og et kontrolsystem for konverteringsudstyret.

Kontrolsystemet for konverteringsudstyret bygger på en kalibrering før op-sætning af udstyret og in situ kontroller af udstyrets nøjagtighed med fastlagte intervaller.

Kvalitetsstyringen af kontroludstyrets nøjagtighed er ikke beskrevet i denne kontrolmanual.

## **2.2 Grundlag**

Usikkerheden på måling af gasforbrug er påvirket af en række faktorer, hvoraf en del alene vedrører det aktuelle målesystem, mens andre yderligere afhænger af forholdene på målelokaliteten (temperatur, atmosfæretryk, leveringstryk).

I afsnit 13 er beskrevet, hvorledes fejlen og usikkerheden på fejlen på det samlede volumen kan bestemmes under hensyntagen til forholdene på målelokaliteten, komponenternes forhold, usikkerheden ved kalibreringen, kontrolinstrumenternes usikkerhed samt usikkerhed fra bestemmelse af målesystemets fejlvisning ved in situ kontrol. Fejlvisning bestemmes som sum af fejlvisning på de enkelte dele af gasmålesystemet, som de bestemmes ved kontrollen. Specielt kan fremhæves, at usikkerheden på bestemmelse af fejlvisningen fastlægges ved addition "i kvadratisk middel" af de enkelte usikkerhedsbidrag, hvor de er indbyrdes uafhængige (dvs. som kvadratroden af summen af kvadraterne på usikkerhedsbidragene).

## **2.3 Anvendelsesområde**

Bestemmelserne i denne manual finder anvendelse på gasmålesystemer for naturgas, med leveringstryk større end 8 bar(a), og som anvendes i afregningsøjemed.

## **2.4 Ikrafttræden**

Manualen træder i kraft 21. oktober 2020.

## **2.5 Revision**

Ajourføring og revision af kontrolmanualen igangsættes af Fagudvalg GM.  
Indarbejdelse af ændringer påhviler Dansk Gasteknisk Center a/s.

### 3 Definitioner og begreber

Til afregningsformål udtrykkes gasforbruget i fastsatte normalvolumenenhed ved en temperatur på 0°C [273,15 K] og 1013,25 hPa.

Systemet, der omsætter gasforbruget ved de aktuelle temperatur- og trykforhold til fastsatte afregningsenhed, består af en volumengasmåler og flere komponenter til konvertering af målt volumen til basisvolumen.

Denne manual omfatter både gasmålesystemer, hvor gastrykket ved volumengasmålerens  $P_m$ -udtag tilstræbes fastholdt ved brug af en trykregulator, og systemer, hvor gastrykket ( $P_m$ ) svarer til forsyningsnettets driftstryk. I denne manual skelnes således ikke mellem målesystemer med eller uden trykregulator, idet der altid anvendes trykmåling i disse gasmålesystemer.

Manualen omfatter alene PTZ-konvertering.

**Anvendelsesområde** for komponent.

Det af fabrikanten angivne område for driftstryk, gastemperatur og omgivelsestemperatur, hvorunder fabrikantens data er gyldige.

#### **Datablad**

Samling af registreringer vedrørende en komponent eller et gasmålesystem.

#### **Driftsområde**

Det af gasselskabet fastsatte område for driftstryk, gastemperatur og omgivelsestemperatur, hvorunder en komponent eller gasmålesystem må anvendes.

#### **Fejlvisning**

Måleinstrumentets visning minus den (vedtagne) sande værdi af målestørrelsen.

#### **Fejlurvekorrektion**

Elektronisk udligning i regneenheden af volumengasmålerens fejlvisning fra initial- eller recalibreringen.

### **Fjernkontrol**

Fjernkontrol betegner kontrolaktiviteter for gasmålesystemer, som sker via kommunikationsforbindelse. Fjernkontrol kan for eksempel anvendes ved kontrol af pulsoptælling, ved kontrol af data indlæst i regneenhed og ved kontrol af regneenhedens beregning af konverteringsfaktor.

### **Gasmålesystem**

Et system til måling og registrering af en gasmængde. Et gasmålesystem består af følgende hovedelementer:

1. volumengasmåler (volumenmåler)
2. konverteringsudstyr

### **Godkendelsesgrænse**

Grænse, der benyttes ved kontrol og som danner udgangspunkt for godkendelse af komponenter og gasmålesystemet. Godkendelsesgrænser skal overholdes inklusive måleusikkerhed.

### **Godkendelsesperiode**

Den tidsperiode, hvor nøjagtigheden af et udstyr anses for at overholde de fastsatte nøjagtighedskrav, selv under hensyntagen til en eventuel langtidsdrift af udstyret. Godkendelsesperioden kan angives som en periodelængde, eller som en dato for udløb af godkendelsesperioden.

### **In situ kalibrering**

Kalibrering udført på målerstedet, som fastlægger forbindelsen mellem en komponents visning og den kendte påvirkning af komponenten.

### **In situ kontrol**

Kontrol af et målesystem, eller en del af et målesystem, der udføres på målestedet under normale driftsbetingelser og fastsatte kontrolbetingelser.

**Kalibrering**

Kalibrering udført på laboratorier, som fastlægger forbindelsen mellem en komponentens visning og den kendte påvirkning af komponenten.

**Konfidensinterval**

Område mellem to grænser indenfor hvilke værdier ligger med en vis sandsynlighed.

**Konfidensniveau**

Angiver hvor stor sandsynlighed der er for at en given værdi ligger indenfor angivne grænseværdier. Et konfidensniveau på 95 % er typisk anvendt.

**Kontrol**

Den proces, som har til formål at fastlægge, om et udstyr opfylder fastlagte krav.

**Kontrolbetingelser**

De af gasselskabet fastsatte grænser for omgivelsestemperatur og evt. gastryk, hvorunder der må foretages in situ kontrol af gasmålesystemet.

**Konverteringsudstyr**

De dele af gasmålesystemet, der benyttes til bestemmelse af konverteringen fra det målte driftsvolumen til basisvolumen.

Konverteringsudstyr består af følgende delelementer:

- temperaturtransmitter eller –føler
- tryktransmitter
- regneenhed

**MPE**

Maximum permissible error, angivelse af maksimalt tilladelig fejl på en måling under givne omstændigheder.

**Måleudstyr**

Udstyr der indgår i gasmålersystemet.

**Kontroludstyr.**

Udstyr, der anvendes under in situ kontrol

- kontrolmanometer
- kontroltermometer
- evt. pulsgenerator
- evt. pulstæller

**Måleusikkerhed**

En beregning eller antagelse, som karakteriserer det interval af værdier, inden for hvilket den sande værdi ligger.

**Nedtagningsprogram**

Procedure for nedtagning af volumengasmålere inden udløbet af en fastlagt driftsperiode.

**Nominal gastemperatur**

Den af gasselskabet skønnede eller målte årsgennemsnitlige (forbrugsvægtet) gastemperatur ved gasmålesystemet.

**Nominelt middeldriftstryk**

Det af gasselskabet skønnede eller målte årsgennemsnit (forbrugsvægtet) af gastrykket ved volumengasmålerens  $P_r$ -udtag.

**Nominal omgivelsestemperatur**

Det af gasselskabet skønnede eller målte årsgennemsnit af lufttemperaturen omkring gasmålesystemet komponenter.

**Normalvolumen**

Beregnet gasvolumen ved en temperatur på 273,15 K og et gastryk på 1013,25 hPa.

**Omgivelsestemperatur**

Lufttemperaturen omkring målerinstallationen.

**Pulskontrol**

Kontrol af pulssignal fra volumengasmåler.

Pulskontrol kan ske i forbindelse med in situ kontrol ved optælling af pulser og sammenligning med fremgang på volumengasmålerens display.

Pulskontrol sker ligeledes via løbende sammenligning med kontrolimpulser fra volumengasmåleren.

I forbindelse med in situ kontrol sammenlignes fremgang siden sidste in situ kontrol på optælling af ukorrigeret gasvolumen i regneenhed i forhold til mekanisk tællværk på volumengasmåler.

### **Regneenhed**

Komponent, der foretager omsætningen fra aktuelle gastemperatur- og trykforhold til fastlagte afregningsenheder samt foretager eventuel fejlkorrektur for signalgivere og volumengasmåleren.

### **Usikkerhedsbudget**

Beregningsmodel for den samlede relative usikkerhed.

I denne kontrolmanual anvendes beregningsmetoder efter BIPM-metoden, som angiver principper for sammenlægning af usikkerhedsbidrag af forskellig type.

Der anvendes to typer usikkerhedsbidrag:

Type A, som fastlægges med statistiske metoder

Type B, som fastlægges ved subjektive skøn

Afsnit 13.7 i nærværende manual illustrerer bestemmelsen af et usikkerhedsbudget for fejlvisningen på et gasmålesystem.

**WME – weighted mean error**

Vægtet middelfejl for volumengasmåler, kalibreret ved flere gasflow.

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

$Q_i$  er gasflow i kalibreringspunkt

$E_i$  er fejlvisning i procent ved flow  $Q_i$

$Q_i / Q_{\max}$  er vægtningsfaktor

For  $Q_i = Q_{\max}$  sættes vægtningsfaktor lig 0,4



## 4 Organisering af kontrol

Gasmålesystem kontrolleres før installation imod initiale krav til gasmålesystemets enkelte dele i forhold til det overordnede krav til måletolerance for det samlede system.

Volumengasmåleren nedtages for recalibrering hvert 5. år<sup>1</sup>

- In situ kontrol af konverteringsudstyr udføres i forbindelse med opsætning/udskiftning og herefter hvert kalenderår dog med interval på max. 15 måneder.

Omfanget af kontrollen i forbindelse med udskiftninger i gasmålesystemet bestemmes ud fra indflydelsen på måleresultatet. Det skal sikres at data for det nye udstyr er korrekt implementeret i konverteringsudstyret.

Det skal altid være muligt at opstille et nyt fejl- og usikkerhedsbudget for den nye konfiguration.

Det skal ligeledes være muligt at afslutte den hidtidige driftsperiode med viden om gasmålesystemets funktion frem til ændringen.

Hvis det ikke er muligt at gennemføre kontrol umiddelbart ved opstart efter udskiftning af dele af gasmålesystemet, skal kontrol ske senest 1 måned efter udskiftning/opstart.

Ved nedtagning af målesystemet inden for godkendelsesperioden er der ikke krav om kontrol eller recalibrering.

## 5 Datablade

Der skal foreligge et datablad for hvert af gasmålesystemets delkomponenter.

### 5.1 Registreringer

Kontrolresultater og datablade skal mindst opbevares i 5 år.

---

<sup>1</sup> Foreligger der dokumentation for stabilitet fra diagnoseudstyr, kan recalibrering udsættes indtil det 10. år

Registreringer skal være tilgængelige, så længe komponenten er i drift på installationen plus 5 år.

## 5.2 Fejlvisning

For hvert gasmålesystem omfattet af denne kontrolmanual skal beregnes en aktuel fejlvisning, baseret på:

- resultater af initial- eller recalibrering af volumengasmåler
- resultat af in situ kontrol af konverteringsudstyr med angivelse af fejlvisning på temperatur- og trykmåling og pulskontrol
- fejl på samlet beregning af konverteringsfaktor

Fejl på beregning af kompressibilitetsfaktor, afhængig af aktuel gaskvalitet i forhold til indkodet gaskvalitet, håndteres separat efter retningslinierne angivet i "Naturgasselskabernes kontrolmanual for kontrol og opdatering af gasdata i konverteringsudstyr "/1/.

Beregningen af fejlvisningen sker efter principperne i afsnit 13.1-13.6 og resultatet skal være tilgængeligt i forbindelse med gasmålesystemets data-blad.

## 5.3 Usikkerhedsbudget

Før opsætning og ved in situ kontrol af et gasmålesystem udarbejdes et usikkerhedsbudget for fejlangivelsen i overensstemmelse med principperne i Afsnit 13.7.

Før opsætning af et gasmålesystem baseres usikkerhedsbudgettet på resultater af initialkalibrering af gasmålesystemets enkelte komponenter og usikkerheder fra kalibreringsinstitutionernes kalibrering.

Budgettet skal være tilgængeligt i forbindelse med gasmålesystemets data-blad.

Usikkerhedsbudgettet skal ajourføres ved udskiftning af en komponent i målesystemet.

Usikkerhedsbudgettet opbygges ved hjælp af budgettet for kontroludstyret, og beregning af usikkerhedsbidrag for hver af gasmålesystemets komponenter inklusiv bidrag fra initial- eller recalibrering af volumengasmåleren.

Usikkerhedsbudgettet omfatter bidragene fra:

- Usikkerhed på fejlangivelse fra initial- eller recalibrering af volumengasmåler. Hvis volumengasmålerens usikkerhedsbidrag fra initial- eller recalibrering angives pr. flow, anvendes en interpoleret vægtning af usikkerhedsbidraget efter formelen for WME i afsnit 3.
- Usikkerhed på fejlurvekorrektio n for volumengasmåler
- Kontroludstyrets tilfældige usikkerhedsbidrag, herunder eventuelt aflæsningsusikkerhed, udstyrets repeterbarhed og eventuelle langtid s- og temperaturdrift i forhold til kalibreringstidspunktet
- Tryktransmitterens repeterbarhed
- Omgivelsestemperatur og gastryk ( $P_m$ ) under kontrolbetingelser
- Omgivelsestemperatur i driftsområdet (nominel omgivelsestemperatur)
- Langtidsdrift på gasmålesystemets komponenter
- Eventuel aflæsningsusikkerhed på regneenhed

Den samlede usikkerhed beregnes ved sammenvejning af bidragene fra gasmålesystemets volumengasmåler og konverteringsudstyr.

Usikkerhedsbudgettet tjener til dokumentation af den beregnede fejlvisning med et fastsat konfidensniveau på 95 %.

Afsnit 13.7 i nærværende manual illustrerer opbygningen af et usikkerhedsbudget.

Den samlede fejlvisning plus og minus usikkerhed på fejlvisning hidrørende fra konverteringsudstyret og volumengasmåleren må ikke overstige den for målesystemet fastsatte tolerancegrænse for maksimal fejlvisning.

## 6 Måletekniske krav til måleudstyr før opsætning

Kravene til det samlede målesystem og til målesystemets enkelte komponenter er bestemt af den maksimalt tilladelige fejl (MPE = Maximum permissible error) på målingen.

Efter OIML-rekommandationen for Målesystemer for gasformig brændsel /3/ anbefales følgende overordnede tolerancegrænser for målesystemer ved typegodkendelse eller førstegangsverifikation:

Tabel 6.1:

MPE ved bestemmelse af:	Nøjagtighed Klasse A	Nøjagtighed Klasse B	Nøjagtighed Klasse C
Konverteret volumen, konverteret masse eller direkte masse	± 0,9 %	± 1,5 %	± 2,0 %

OIML-rekommandationen angiver følgende vejledning til valg af elementer til målesystemets opbygning og nøjagtighedsklasse, der vedrører volumenmåling og volumenkonvertering:

Tabel 6.2:

Design $Q_{\max}$	>100.000 $m^3/n/h$	>10.000 $m^3/n/h$	>1000 $m^3/n/h$	<1000 $m^3/n/h$
Fejlkurvekorrektur	+	+	+	
In situ kontrol	+	+	-	-
Temperatur konvertering	+	+	+	+
Tryk konvertering	+	+	+	-
Z konvertering	+	+	+	-
Timelogning af flow	+	+	-	-
Nøjagtigheds-klasse	A	A eller B	B	C

OIML-rekommandationen anbefaler følgende værdier for maksimal tilladelig fejl på delmålinger og beregninger for målesystemer i de tre nøjagtighedsklasser:

*Tabel 6.3:*

MPE på:	Nøjagtighed klasse A	Nøjagtighed klasse B	Nøjagtighed klasse C
Volumen ved måler tilstand	± 0,70 %	± 1,20 %	± 1,50 %
Konvertering til referencetilstand	± 0,50 %	± 1,00 %	± 1,50 %

For sekundære målinger anbefaler OIML-rekommandationen følgende værdier for maksimal tilladelig fejl (MPE) ved typegodkendelse eller førstegangsverifikation:

*Tabel 6.4:*

MPE ved bestemmelse af:	Nøjagtighed klasse A	Nøjagtighed klasse B	Nøjagtighed klasse C
Temperatur	± 0,5 °C	± 0,5 °C	± 1,0 °C
Tryk	± 0,2 %	± 0,5 %	± 1,0 %
Kompressibilitetsfaktor	± 0,3 %	± 0,3 %	± 0,5 %

Overordnet set skal gasmålesystemet samlet dog stadig overholde leveringsbetingelserne for pågældende anlæg, når der tages hensyn både til målesystemets samlede fejlvisning inklusiv usikkerhed på fejlvisning. OIML /3/ tillader op til det dobbelte i usikkerhedsbidrag for anlæg i drift, se tabel 9.1.

## 7 Etablering af kontrolgrundlag

De fejlbidrag, der bruges i kontrolsystemet, bygger på en bestemmelse af fejlvisningen under driftsforhold og dennes tidsmæssige udvikling for hver komponentart og for målesystemet under ét, samt bestemmelse af usikkerheden på fejlvisningen i hele det forventede driftsområde.

Grundlaget for denne vurdering er datablade for komponenttyperne samt datablade for volumengasmålerne.

For det enkelte gasmålesystem registreres de data, der er relevante for kontrolsystemet, i et datablad for gasmålesystemet.

### 7.1 Datablade

For hver komponentdel (temperaturføler/transmitter, tryktransmitter, regneenhed) skal følgende oplysninger være tilgængelige for hver komponenttype, der er omfattet af gasmålesystemet.

Oplysningerne skal omfatte det, der er nødvendige for typeidentifikation og udarbejdelse af usikkerhedsbudget.

Sådanne oplysninger kan være:

**Komponentdel:**

**Komponenttype:** (fabrikat og model)

**Anvendelsesområde** (jf. fabrikantdatablad) **for:**

- driftstryk, bar
- gastemperatur, °C
- omgivelsestemperatur, °C

**Nøjagtighed:** (jf. fabrikantdatablad)

- klasse
- temperaturdrift
- langtidsdrift
- Z-beregning (konverteringsformel)
- kalibreringstryk og -temperatur

**Driftsområde:** (fastsat af gasselskab)

- nominelt gasflow og variationsområde under normal drift
- nominelt gastyk og variationsområde under normal drift
- nominel gastemperatur og variationsområde under normal drift

**Nøjagtighed i driftsområde:**

- Fejlvisning for hele driftsområdet
- $\delta_{td}$  (temperaturdrift)
- $\delta_{ld}$  (langtidsdrift)

**Eventuelle særlige kalibreringskrav**

Det skal fremgå af databladet, hvorledes nøjagtighedsangivelserne er fremkommet, herunder henvisning til fabrikantoplysninger.

Det skal ligeledes fremgå, om konverteringsudstyret betragtes som én enhed (Black box-system) uden umiddelbar mulighed for udskiftning af enkeltkomponenter, eller om enkeltkomponenterne kan udskiftes enkeltvis med tilsvarende, særskilt kalibreret enhed.

Af databladet skal fremgå basale nøjagtighedskrav ved initialkalibrering og recalibrering af både volumengasmåler og elektronisk konverteringsudstyr, for at det samlede målesystem med 95 % sandsynlighed vil opfylde de leveringsbetingelser, som er gældende for anlægget.

**7.2 Data for komponenter**

Følgende data skal være tilgængelige for komponenter:

- Selskab
- Entydig identifikation
- Type, fabrikationsnummer
- Kalibreringsdato og -sted (henvisning til certifikat)
- Kalibreringsresultat (certifikat)
- Opsætningsdato, henvisning til installationsnummer

### 7.3 Data for installation

Data kan omfatte følgende oplysninger, når det er aktuelt:

- Selskab
- Entydig identifikation
- Installationsadresse
- Installationsart
- Nøjagtighedskrav ved initialkalibrering af elektronisk konverteringsudstyr
- Nøjagtighedskrav ved in situ kontrol af elektronisk konverteringsudstyr
- Nøjagtighedskrav ved recalibrering af elektronisk konverteringsudstyr
- Nominel middel gastemperatur og variationsområde
- Nominelt middeldriftstryk og variationsområde
- Identifikation af volumengasmåler (henvisning til datablad)
- Volumengasmålerens maks./min. driftsflow i henhold til kalibreringscertifikat
- Gasmålesystemets nominelle driftsområde
- Kontrolbetingelser
- Reference til usikkerhedsbudget

For styring af kontrol skal registreres:

- Godkendelsesperiode/kontrolfrekvens
- Seneste kontrol dato, kontrolresultat



## 8 Kontrol af gasmålesystem før installation

Alt udstyr til gasmålesystemer skal være produceret efter relevante standarder ved modtagelsen fra leverandørerne. Måleudstyret skal ligeledes ved indkøb være ordret med henblik på at kunne anvendes i et gasmålesystem med nøjagtighed svarende til leveringsbetingelserne for pågældende anlæg.

Alt udstyr til gasmålesystemet skal før montering være forsynet med prøvningscertifikat, som viser at det mindst overholder de initiale krav nævnt i afsnit 6.

I mangel af leverandørcertifikat/typegodkendelse må udstyret udsættes for en laboratorieprøvning.

På basis af data fra prøvningscertifikaterne og laboratorieprøvninger gennemføres en beregning af forventet fejlvisning og usikkerhed på fejlvisning for det samlede gasmålesystem, frem til udløb af en kontrolperiode, inklusiv eventuel temperaturdrift og langtidsdrift i driftsområdet for gasmålesystemet.

Fejlvisningen plus og minus usikkerheden på fejlvisningen skal overholde de for gasmålesystemet lovede tolerancegrænser frem til udløb af kontrolperioden.

### 8.1 Kalibrering af volumengasmåler

Volumengasmåleren skal før opsætning være kalibreret med naturgas ved et tryk svarende til målesystemets aktuelle driftsbetingelser. Kalibreringen skal være foretaget inden for de seneste 5 år inden opsætningen.

Volumengasmåleren nedtages for recalibrering hvert 5. år<sup>2</sup>.

Turbinehjulsgasmålere skal kalibreres med naturgas ved to tryk, hvis forholdet mellem største og mindste driftstryk er større end eller lig med 4, ellers er afprøvning ved ét prøvetryk tilstrækkeligt. Driftstrykket for en turbinehjulsmåler skal ligge mellem  $0,5 \cdot p_{\text{test}}$  og  $2 \cdot p_{\text{test}}$ .

---

<sup>2</sup> Foreligger der dokumentation for stabilitet fra diagnoseudstyr, kan en recalibrering udsættes indtil det 10. år.

Ved specificeret driftstryk over 50 bar kan kalibreringen gennemføres ved et minimumstryk på 50 bar /5/.

Rotationsgasmålere kan kalibreres med luft ved normale atmosfæriske forhold, medmindre fabrikanten foreskriver højtrykskalibrering /6/.

Volumengasmålere skal overholde følgende grænser for fejlvisning ved førstegangskontrol /5/ og /6/:

Tabel 8.1:

Flow Q m <sup>3</sup> /h	MPE
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 2 \%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1 \%$

Overgangsflowet  $Q_t$  er angivet i følgende tabel for turbinehjuls- og rotationsmålere /5/ og /6/:

Tabel 8.2 :

Turbinehjulsålere		Rotationsmålere	
Flowområde	$Q_t$	Flowområde	$Q_t$
1:20	$0,20 Q_{\max}$	$20 \leq Q_{\max}/Q_{\min} \leq 30$	$0,20 Q_{\max}^{\#}$
1:30	$0,15 Q_{\max}$	$Q_{\max}/Q_{\min} > 30$	$\leq 0,10 Q_{\max}^{\#\#}$
$\geq 1:50$	$0,10 Q_{\max}$		

<sup>#</sup> for ældre målere (EN 12480:2002), flowområde 1:30:  $Q_t = 0,15 Q_{\max}$

<sup>\#\#</sup> for ældre målere (EN 12480:2002), flowområde  $> 1:50$ :  $Q_t = 0,05 Q_{\max}$

Kalibreringsflow vælges iht. Manual for kalibrering af volumengasmålere /10/.

For volumengasmålere gælder at WME skal have en værdi mellem  
 $- 0,4 \%$  og  $+ 0,4 \%$ .

Ved kalibrering af turbinehjulsålere ved flow mellem  $0,25$  og  $1,0 \cdot Q_{\max}$ , må forskel mellem højeste og laveste fejlvisning ved hvert tryk ikke være større end  $0,3 \%$  for målere med  $DN > 100$  og  $0,5 \%$  for målere med  $DN \leq 100$ ; ved tryk  $\leq 4$  bar dog  $1,0 \%$  uafhængig af målerstørrelse /5/.

Ved kalibrering af turbinehjulsålere ved flere end ét tryk, må forskellen i resultaterne af prøverne ved flow mellem  $0,25$  og  $1,0 \cdot Q_{\max}$  ikke ændre sig

mere end 0,5 % for målere med  $DN > 100$  og 1,0 % for målere med  $DN \leq 100$  /5/.

Ved gentagne prøvninger må forskellen mellem højeste og laveste fejlvisning ved hvert flow ikke være større end 0,2 %.

## **8.2 Laboratoriekalibrering af konverteringsudstyr**

Nyt konverteringsudstyr skal være typegodkendt iht. EN 12405 /4/.

Ved udskiftning af en komponent skal den ny komponent være sporbart kalibreret i overensstemmelse med de krav, der er fastlagt for komponenten, eller være udstyret med et tilsvarende certifikat.

Der anvendes to principper ved kalibrering af konverteringsudstyr:

- System-kalibrering (black-box-princip)
- Enkelt-komponent kalibrering

Ved systemkalibrering betragtes regneenhed, temperaturføler/-transmitter og tryktransmitter som én enhed. Det medfører at udskiftning af enkeltkomponenter kun kan ske med efterfølgende recalibrering af hele systemet.

Det anbefales dog at gennemføre en laboratoriekalibrering af temperatur- og tryktransmitter, samt konverteringsudstyrets signalindgange hver for sig, i et omfang svarende til kalibrering af enkeltelementerne, for at sikre sig viden om transmitternes individuelle fejlvisning, hvor det er hensigtsmæssigt.

Ved enkelt-komponent kalibrering udstyres hver temperaturføler/-transmitter, tryktransmitter, interface, signalomformer, skilletransformer og regneenhed med selvstændige kalibreringscertifikat, og der er mulighed for udskiftning af enkeltkomponenter ved konstaterede fejl på målesystemer f.eks. i forbindelse med in situ kontrol.

Driftsområdet for konverteringsudstyret skal være specificeret af fabrikanten med hensyn til omgivelsestemperatur, fugtighed og energiforsyning.

### 8.3 Godkendelse før montering på anlæg

På basis af kalibreringsresultaterne for konverteringsudstyret og volumengasmålerens initiale fejlvisning, samt oplysninger om langtids- og temperaturdrift, gennemføres en beregning af gasmålesystemets samlede fejlvisning og usikkerhed på fejlvisning for en kontrolperiode på 12 måneder.

Hvis der anvendes fejlkurvekorrektion i regneenheden, forventes korrektion til nul i fejlvisning, og der medtages derfor ikke et fejlbidrag. Hvis der ikke foretages fejlkurvekorrektion, medtages fejl i beregningen af målesystemets samlede fejlvisning.

Beregningen udføres efter principperne vist i afsnit 13.1 til 13.7.

Resultatet af beregningerne skal vise, at gasmålesystemet med 95 % sandsynlighed vil overholde leveringsbetingelserne for anlægget i en kontrolperiode, når der også tages hensyn til udviklingen i og usikkerheden på den beregnede fejlvisning.

#### 8.3.1 Korrigerende handling

Hvis beregningerne viser, at fejlvisningen vil blive for stor, skal der vælges komponenter med mindre fejlvisning. Alternativt kan der anvendes fejlkurvekorrektion for volumengasmåleren, temperatur- og tryktransmitter, eller vælges komponenter med mindre langtids- eller temperaturdrift, afhængigt af de aktuelle muligheder.

## 9 Kontrol af gasmålesystem efter montering

### 9.1 Kalibrering in situ

Ved kontrollen kalibreres måleudstyrets komponenter hver for sig. Sensorer og alle tilhørende komponenter, regneenhed samt interfaces, signalomformere, skilletransformere, strømforsyning, kabler og andet elektronisk udstyr, som danner en målekæde, skal prøves og kalibreres som en enhed. Ved in situ kalibrering aflæses alle værdier på regneenhedens display.

Der foretages en audio-visuel udvendig inspektion af volumengasmåleren.

Kontrollen af regneenheden foretages sidst.

Der skal udføres et check til sikring af, at de relevante konstanter og formler er korrekt indført i regneenhedens software, og at den udfører flowberegningen i henhold til de relevante standarder. Kontrollen af indførte data kan ske in situ eller via kommunikationsforbindelse til regneenheden.

#### 9.1.1 Udførelse

Kontroller

- adresse og data for installationen
- at plomber ikke er brudt
- at den aktuelle omgivelsestemperatur opfylder kontrolbetingelserne. Hvis dette ikke er tilfældet, noteres de aktuelle temperaturforhold og kontrollen forsøges gennemført snarest muligt. Ved in situ kontrol skal det anvendte måleudstyr (tryk- og temperaturtransmitter) kunne anvendes inden for de miljøforhold (tryk, temperatur, støv o.s.v.) som der er oplyst af leverandøren.
- at kontrolinstrumenterne opfylder nøjagtighedskravet fra Kontrolmanual for måleudstyr.
- at godkendelsesperioden for kontrolinstrumenterne ikke er overskredet

### 9.1.2 Godkendelse / afvisning af komponent

Da målesystemet inklusive volumengasmåleren betragtes under ét, i forhold til de aktuelle leveringsbetingelser, er der ikke særskilte ultimative godken-delsesgrænser for enkeltelementer i målesystemet.

Det betyder, at den samlede fejlvisning på gasmålesystemet skal være mindre end angivet i leveringsbetingelserne, ved alle normalt forekommende driftsforhold på anlægget, når der også tages hensyn til usikkerheden på fejlvisningen.

En komponent/et system anses for godkendt, såfremt afvigelsen mellem konverteringsudstyrets visning og kontroludstyrets visning ikke overstiger den relevante godkendelsesgrænse i afsnit 9.4 og 9.5.

Fejlvisning plus eller minus usikkerheden på fejlvisningen for gasmålesystemet som helhed skal dog overholde leveringsaftalen i hele kontrolperioden frem til næste in situ kontrol, hvilket kan medføre skærpelse af kravene til nogle af komponenterne.

Hvis måleresultatet ikke tilfredsstillende kriteriet for godkendelse, er komponenten/systemet afvist, og korrigerende handling skal iværksættes.

### 9.1.3 Korrigerende handling

Ved afvisning af system-kalibrerede konverteringsudstyr nedtages hele systemet og erstattes med et tilsvarende laboratoriekalibreret system.

Det kontrolleres, at:

- Det nye system er udstyret med kalibreringscertifikat
- Det nye systems fejlvisning og usikkerhedsbudget tilfredsstillende de initiale godkendelseskravet til gasmålesystemet
- Efter opsætning foretages in situ kontrol af systemet i overensstemmelse med afsnit 9.2 til 9.5.

Det noteres:

- I gasmålesystemets datablad, at konverteringsudstyret er udskiftet og data for det nye system noteres i databladet.

Ved afvisning af en komponent i et enkeltkomponent-kalibreret målesystem nedtages komponenten, og en tilsvarende komponent opsættes i henhold til opsætningsinstruktion for den pågældende komponenttype.

Det kontrolleres, at:

- Den nye komponent er godkendt jf afsnit 8.2
- Gasmålesystemets fejlvisning med den nye komponent tilfredsstillende godkendelseskravet for systemet som helhed
- Efter opsætning foretages in-situ kontrol af komponenten i overensstemmelse med afsnit 9.2 til 9.5

Det noteres:

- i gasmålesystemets stamdata, at komponenten er udskiftet, og data for den nyindsatte komponent registreres.

#### 9.1.4 Registreringer

Der registreres dato, operatør, kontrolinstrument, omgivelsestemperatur, tryk, gastryk og -temperatur, målinger, afvigelser, evt. indregulering, kontrolresultat (godkendelse, nedtagning), eventuelle uregelmæssigheder (manglende kontrolmulighed).

## 9.2 Godkendelse af gasmålesystem med PTZ udstyr ved in situ kontrol

### 9.2.1 Godkendelseskriterium

Gasmålesystemet anses for godkendt, såfremt kontrollen af den samlede fejlvisning inklusive kalibreringsdata for volumengasmåleren (evt. efter udskiftning af defekte elementer) har ført til godkendelse, og såfremt den afsluttende funktionskontrol af regneenhedens konverteringsberegning har været tilfredsstillende.

Såfremt gasmålesystemet ikke kan godkendes, fejlmeldes gasmålesystemet med henblik på iværksættelse af en korrigerende handling.

### 9.2.2 Godkendelsesperiode

Den nedenfor nævnte godkendelsesperiode angiver grænsen, indenfor hvilken fornyet kontrol skal gennemføres.

For gasmålesystemer er godkendelsesperioden nominelt et år fra kontrol-tidspunktet dog max 15 måneder, såfremt fejl- og usikkerhedsbudgettet tillader det.

### 9.3 Puls kontrol

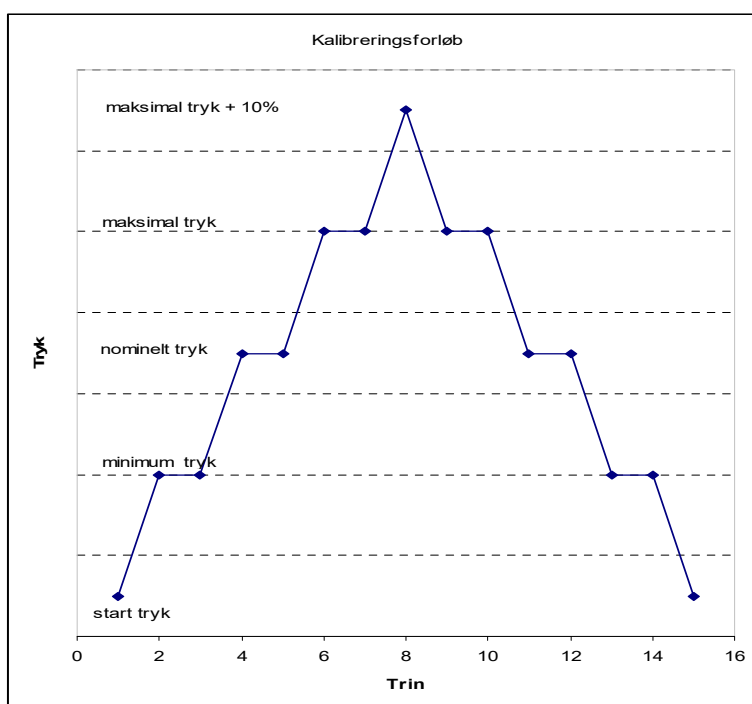
Pulskontrol kan udføres in situ eller fra andet arbejdssted på basis af fjernaf-læste data.

### 9.4 In situ kalibrering af tryktransmitter

Jf. BEK 582 skal egenkontrol være baseret på målinger, som er metrologisk sporbare.

Kalibrering af tryktransmitter skal ske efter isolering fra rørledningen i mindst 3 punkter ved både stigende og faldende tryk. Mellem de stigende og de faldende tryk skal tryktransmitteren belastes til 10 % over højeste kalibreringstryk, dog ikke over transmittersens højeste arbejdsdruk.

Fig 9.1



På gasmålesystemer med meget store variationer på gastrykket under normal drift, skal kalibreringen ved minimums tryk til maksimums tryk dække hele det normale variationsområde for driftstrykket.



Resultatet af måling i hvert punkt, som er gennemsnit af værdi ved stigende tryk og værdi ved faldende tryk ved hvert kalibreringstryk, skal overholde godkendelsesgrænsen.

Godkendelsesgrænsen fastsættes efter tabel 9.1. I det der henvises til OIML, der anbefaler, at man kan have op til den dobbelte usikkerhed på trykmålere i drift /3/:( se i øvrigt tabel 6.4)

*Tabel 9.1*

Godkendelsesgrænse ved bestemmelse af:	Nøjagtighed klasse A	Nøjagtighed klasse B	Nøjagtighed klasse C
Tryk	± 0,4 %	± 1,0 %	± 2,0 %

Hvis fejlvisningen er udenfor godkendelsesgrænsen, skal tryktransmitteren skiftes.

### **9.5 In situ kalibrering af temperaturtransmitter**

Jf. BEK 582 skal egenkontrol være baseret på målinger, som er metrologisk sporbare.

Da termometre for gastemperaturen normalt er sammenbygget med en transmitter, kan en linearitets-, nulpunkts- eller spandrift ikke udelukkes. In situ kalibrering foretages i 3 temperaturer (min., middel og max. drifts-temperatur) ved brug af kalibrator (temperaturgiver).

Resultatet af kontrol skal i hvert punkt overholde godkendelsesgrænsen. Godkendelsesgrænsen fastsættes efter tabel 9.2. I OIML anbefales der, at man kan have op til den dobbelte usikkerhed på temperaturmålere i drift /3/:( se i øvrigt tabel 6.4)

*Tabel 9.2*

Godkendelsesgrænse ved bestemmelse af:	Nøjagtighed klasse A	Nøjagtighed klasse B	Nøjagtighed klasse C
Temperatur	$\pm 1\text{ °C}$	$\pm 1\text{ °C}$	$\pm 2\text{ °C}$

Hvis fejlvisningen er uden for godkendelsesgrænsen, skiftes temperaturtransmitteren.

## 9.6 In situ kontrol af regneenhed/konverteringsfaktor

Jf. BEK 582 skal egenkontrol være baseret på målinger, som er metrologisk sporbare.

Der benyttes regneenhedens konverteringsformel (SGERG-88 eller AGA8-DC92).

Konverteringsfaktoren kan vælges kontrolleret in situ eller via kommunikationsforbindelsen til regneenheden.

Ved in situ kontrol gennemføres kontrollen med fastholdt eller fastlåst gastryk og gastemperatur. Ved fjernkontrol via kommunikationsforbindelse foretages kontrollen som øjeblikkontrol med aktuelt gastryk og aktuell gastemperatur.

In situ kontrollen af elektronisk konverteringsudstyr skal desuden omfatte kontrol af evt. indlagt fejlkurvekorrektio

Gasdata indlagt i regneenheden kontrolleres.

Der foretages følgende aflæsninger før in situ kontrol:

- Hovedmåler  $V_{mfør}$
- Konverteringsudstyr ukorrigeret  $V_{ukfør}$
- Konverteringsudstyr korrigeret  $V_{kfør}$
- Konverteringsfaktor  $k_{før}$
- Klokkeslæt for aflæsningerne samt dato

Efter færdig in-situ kontrol aflæses:

- Hovedmåler  $V_{mefter}$
- Konverteringsudstyr ukorrigeret  $V_{ukefter}$
- Konverteringsudstyr korrigeret  $V_{kefter}$
- Konverteringsfaktor  $k_{efter}$

- Klokkelæt for aflæsningerne og dato.

Der kan udføres pulskontrol ved at sammenligne tilvæksten  $V_m$  med tilvæksten  $V_{uk}$ . Acceptabel afvigelse afhænger af pulsopløsningen.

Både ved in situ kontrol og fjernkontrol kontrolleres regneenhedens beregning af konverteringsfaktoren i forhold til beregning baseret på display aflæst eller fjernaflæst tryk og temperatur.

Ved kontrollen anvendes samme gasdata, som de der er indlagt i regneenhed.

Kontrollen af konverteringsudstyret skal overholde godkendelsesgrænsen for måleudstyr. I OIML anbefaler, at man kan have op til den dobbelte usikkerhed på konverteringsudstyr i drift.

Godkendelsesgrænsen for bestemmelse af konverteringsfaktoren fastsættes efter tabel 9.3 /3/: ( se i øvrigt tabel 6.3)

Tabel 9.3

Godkendelsesgrænse ved bestemmelse af:	Nøjagtighed klasse A	Nøjagtighed klasse B	Nøjagtighed klasse C
Konvertering til referencetilstand	$\pm 1,0 \%$	$\pm 2,0 \%$	$\pm 3,0 \%$

Efter in situ kontrol af gasmålesystem kan det være nødvendigt at foretage en korrektion af forbrugsmålingen i kontrolperioden efter følgende princip:

- Før kontrol aflæses målerstand  $V_{m\text{før}}$  og konverteringsfaktor  $k_{\text{før}}$
- Efter kontrol aflæses målerstand  $V_{m\text{efter}}$  og konverteringsfaktor  $k_{\text{efter}}$
- Forbrug under in situ kontrol er herefter:

$$\text{Forbrug} = (V_{m\text{efter}} - V_{m\text{før}}) \cdot (k_{\text{før}} + k_{\text{efter}}) / 2 \quad [\text{m}^3\text{n}]$$

På basis af resultaterne fra in situ kontrollen gennemføres en beregning af den samlede fejlvisning for målesystemet, inklusiv resterende fejlvisning efter fejlkurvekompensation, eller med værdierne fra seneste kalibrering for volumengasmåleren. Beregning udføres efter principperne i afsnit 13.1-13.6.

Der skal udarbejdes et samlet usikkerhedsbudget på 95 % konfidensniveau for angivelsen af fejlvisningen, efter principperne i afsnit 13.7.

Den samlede fejlvisning plus og minus usikkerheden på fejlvisningen skal være mindre end angivet som grænse i leveringsbetingelserne for anlægget.

## 10 Bestemmelse af samlet fejlvisning

Den samlede fejl på gasmålingen består af de, med fortegn summerede, fejl fra de enkelte delmålinger.

Før summering omregnes de enkelte elementers fejlvisning til indflydelse på gas volumenet omregnet til basisvolumen.

Den beregnede fejlvisning angiver bedste vurdering af gasmålesystemets øjeblikkelige fejlvisning og fejlvisning frem til næste kontrol.

For fastlæggelse af sande værdier korrigeres kontrolinstrumenters visning for fejlvisningen i kontrolsituationen. Det vil sige for kendt fejlvisning, temperaturdrift og langtidsdrift siden sidste kalibrering. Manglende korrektion for temperatur- og langtidsdrift skal kompenseres ved forøgelse af usikkerhedsbidraget fra kontrolinstrumenterne.

### 10.1 Gasvolumenmåling

Kalibreringslaboratoriets bestemmelse af fejlvisning  
Langtidsdrift på fejlvisning

### 10.2 Gastemperaturmåling

Fejlkurve for temperaturmåling ved in situ kontrol  
Aktuel gastemperatur ved in situ kontrol

### 10.3 Gastryksmåling

Fejlkurve for trykmåling ved in situ kontrol  
Aktuelt gastryk ved in situ kontrol

### 10.4 Volumenregistrering

Aktuelt gasflow ved in situ kontrol

### 10.5 Konverteringsfejl

Fejl på beregning af konverteringsfaktor på basis af aktuel gastemperatur og aktuelt gastryk

## 10.6 Gaskvalitet

### Baggrund

Ved beregning tages højde for følgende fejl- og usikkerhedsbidrag:

- konverteringsfejl
- usikkerhed på konverteringsfejl
- langtidsdrift på konverteringsfejl

For systemer med fast indlagte gasdata, bliver konverteringsfejlen overvåget som beskrevet i kontrolmanual for kontrol og opdatering af gasdata i konverteringsudstyr. Ved beregning af den samlede fejlvisning på gasmålesystemet anvendes *konverteringsfejlen på årsbasis* for målesystemets nominelle tryk. Fejlen kan være mellem -0.25 og +0.25% jf. ovennævnt kontrolmanual. Fejlværdien er hentet på grafen for udviklingen i konverteringsfejl.

For systemer med daglig opdatering fra centralt system eller løbende opdatering af gasdata ved hjælp af GC, antages det, at konverteringsfejlen er hhv. 0,1 % og nul.

Både ved systemer med faste gasdata og systemer med opdatering vil der være en usikkerhed på konverteringsfejlen som følge af en usikkerhed på gasdata. Usikkerhed på gasdata skyldes bl.a. kalibreringsusikkerhed på gaskromatografen. Ved beregning af usikkerhed på konverteringsfejl anvendes følgende korrelation:

$$U_{\text{konverteringsfejl}} = U_{\text{gasdata}} \cdot (7.11 \cdot 10^{-3} \cdot P_{\text{gas}} + 5.47 \cdot 10^{-5} \cdot P_{\text{gas}}^2).$$

hvor

$P_{\text{gas}}$  = gastryk (bar)

$U_{\text{gasdata}}$  = usikkerhed på gasdata (%)

Denne værdi vil typisk være 0.25 %, men ved stor variation i gaskvalitet eller anvendelse af kundens egen GC kan usikkerheden være større<sup>3</sup>.

Langtidsdrift beskrives som:

$$P_{\text{gas}}/200 \text{ (\%/år)}$$

Dette er empirisk bestemt ud fra data for perioden 2002-2007.

---

<sup>3</sup> Usikkerheden på gaskvaliteten oplyses af Energinet.dk

## 11 Opstilling af usikkerhedsbudget for fejlvisning

Ved opstilling af et usikkerhedsbudget for det samlede målesystem inklusive volumengasmåleren, opstilles først usikkerhedsbudget for enkeltelementerne i målesystemet, hvorefter enkeltusikkerhederne summeres. Usikkerhedsbidragene beregnes på 95 % konfidensniveau ( $k_2$ ).

Usikkerheden på den samlede fejlvisning bestemmes ved addition "i kvadratisk middel" af usikkerhedsbidragene fra enkeltelementerne i målesystemet (dvs. som kvadratroden af summen af kvadraterne på usikkerhedsbidragene).

Den beregnede usikkerhed indeholder elementer af usikkerhed på det aktuelle resultat af kontrol af målesystemet og elementer af usikkerhed fra målesystemets brug frem til næste kontrol.

### 11.1 Volumengasmåler

- Kalibreringslaboratoriets usikkerhed på fejlangivelse
- Usikkerhed på fejlkurvekorrektions
- Usikkerhed på langtidsdrift

### 11.2 Gastemperaturmåling

- Usikkerhed fra kontroltermometer
- Usikkerhed fra kalibreringspunktets spredning omkring fejlkurve
- Usikkerhed på langtidsdrift
- Usikkerhed på temperaturdrift
- Aflæsningsusikkerhed på regneenhed

### 11.3 Gastryksmåling

- Usikkerhed fra kontrolmanometer
- Usikkerhed fra kalibreringspunktets spredning omkring fejlkurve
- Usikkerhed på langtidsdrift
- Usikkerhed på temperaturdrift
- Aflæsningsusikkerhed på regneenhed

#### 11.4 Konverteringsfejl

Usikkerhed på beregnet konverteringsfejl

Usikkerhed på Z-beregning

Usikkerhed fra variation i gassammensætning

Aflæsningsusikkerhed på regneenhed

(bortfalder hvis usikkerhed er mindre end svarende til  $\pm 0,01$   
% af værdi)

#### 11.5 Fejlkurvekorrektio

Usikkerhed fra korrektionsalgoritme (0,05 %)

For kontroludstyret medtages samlet usikkerhedsbidrag for hvert kontroludstyr gældende for kontrolsituationen.



## 12 Referencer

- /1/ Naturgasselskabernes kontrolmanual for kontrol og opdatering af gasdata i konverteringsudstyr udgave 3/ 2014.
- /2/ BEK nr 582 af 28/05/2018: Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme
- /3/ OIML R140:2007 Measuring systems for gaseous fuel.
- /4/ EN12405-1:2018 Gasmålere – Konverteringsenheder – Del 1: Volumenkonvertering
- /5/ DS/EN 12261:2018: Gasmålere – Turbinehjulsgasmålere.
- /6/ DS/EN 12480:2018: Gasmålere – Rotationsmålere.
- /7/ Time dependent performance of turbine gas meters  
FLOMEKO maj 2003.
- /8/ DS/EN ISO 12213 (Del 1,2 og 3):2009: Beregning af kompressibilitetsfaktor.
- /9/ Kontrolmanual for store gasmålere, 5. udgave, 2020.
- /10/ Manual for kalibrering af volumengasmålere, 3. udgave, 2011.

### 13 Statistiske metoder for databehandling

I analysen af resultater fra kalibrering forventes en lineær sammenhæng mellem korrekt værdi og aflæst værdi.

Det medfører, at der beregnes en lineær korrelation mellem korrigeret aflæsning på referenceinstrumentet og aflæsning fra gasmålesystemets sensor. Den beregnede lineære sammenhæng anses for sensorens respons på et givet signal. De reelle målepunkters spredning omkring linien anses for udtryk for usikkerheder og tilfældige påvirkninger under kalibreringen. Spredningen indregnes i usikkerhedsangivelsen på den pågældende parameter.

Følgende betegnelser anvendes ved analysen af kalibreringsdata:

$x_i$	Enkeltaflæsning fra referenceinstrument korrigeret for instrumentets egen fejlvisning
$y_i$	Enkeltaflæsning af måleværdi fra gasmålesystemet under in situ kontrol
$i = 1, 2, \dots, n$	Kontrolpunktets nummer
$n$	Antal kontrolpunkter
$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	Aritmetisk middelværdi over $x_i$
$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$	Aritmetisk middelværdi over $y_i$
$s_{xx}$	$= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
$s_{yy}$	$= \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$
$s_{xy}$	$= \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
$s$	Statistisk sikkerhed i %
$t_{s; n-2}$	t-faktor fra Student's t-fordeling af frihedsgrad (n-2)

Det matematiske grundlag for databehandlingen er følgende:

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

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

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

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

Tosidigt afgrænset konfidensinterval for middelværdien  $\hat{y}$  ved måleværdien  $x$ :

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

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

Student's t-faktor for  $n-2$  frihedsgrader og 95% konfidensniveau er følgende:

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

### 13.1 Eksempel temperaturtransmitter

Ved en kalibrering af en temperaturtransmitter er opnået følgende værdier:

Driftsområde °C		Aflæst på regneenhed °C	Sand temperatur °C
Minimum	1	1,298	1,141
Nominal	5	5,251	5,094
Maximum	10	10,232	10,058

Det giver følgende beregninger:

$n_i$	Målt (x) °C	Sand (y) °C	Fejl (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
Middel	5,5937	5,4310				
Sum				40,0843	39,9268	40,0055

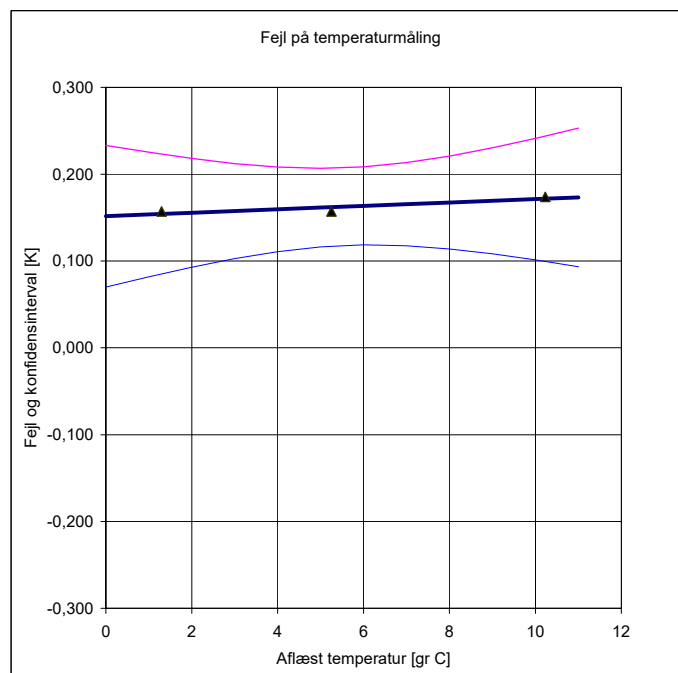
Hældningskoefficient:  $a = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{40,0055}{40,0843} = 0,9980$

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

Regressionslinie:  $y = 0,9980 \cdot x - 0,1517$

		Kalibrering			Driftsområde		
Sand	°C	1,141	5,094	10,058	-	-	-
Målt	°C	1,298	5,251	10,232	1	5	10
Beregnet sand	°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
Konfidensinterval	K	±0,069	±0,045	±0,072	±0,072	±0,045	±0,070
Konfidensinterval	%	±0,025	±0,016	±0,025	±0,030	±0,016	±0,025
Fejl	%	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Fejlkurven og konfidensintervallet kan herefter vises således:



### 13.2 Eksempel tryktransmitter

Ved en kalibrering af en tryktransmitter er opnået følgende gennemsnitsværdier fra kalibrering ved stigende og faldende tryk:

Driftsområde bar(a)		Kalibreringspunkt Tryk nr.	Aflæst på regneenhed bar(a)	Sand tryk bar(a)
Minimum	44	1	44,083	44,034
Nominelt	47	2	47,055	47,037
Maximum	50	3	50,071	50,037

Det giver følgende beregninger:

$n_i$	Målt (x) bar	Sand (y) bar	Fejl (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
Middel	47,070	47,036				
Sum				17,9284	18,0180	17,9730

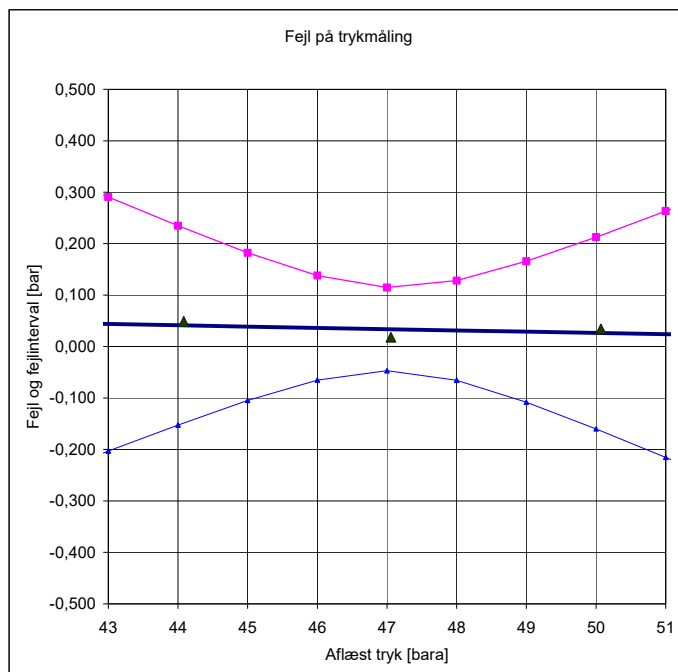
$$\text{Hældningskoefficient: } a = \frac{s_{xy}}{s_{xx}} = \frac{17,9730}{17,9284} = 1,0025$$

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

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

		Kalibrering			Driftsområde		
Sand	bar	44,034	47,037	50,037	-	-	-
Målt	bar	44,083	47,055	50,071	44	47	50
Beregnet sand	bar	44,043	47,022	50,046	43,958	46,966	49,974
Konfidensinterval	bar	±0,221	±0,140	±0,222	±0,218	±0,136	±0,212
Konfidensinterval	%	±0,50	±0,30	±0,44	±0,50	±0,29	±0,42
Fejl	%	0,09	0,07	0,05	0,09	0,07	0,05

Fejlkurven og konfidensintervallet kan herefter vises således:



### 13.3 Eksempel volumengasmåler

Ved en kalibrering af en volumengasmåler er opnået følgende værdier:

Sandt flow m <sup>3</sup> /h	Fejlvisning %	Kalibreringsusikkerhed fra lab.
12,3	- 0,5	0,23
25,4	- 0,3	0,23
49,8	- 0,2	0,23
101,2	- 0,1	0,23
174,3	0	0,23
249,5	0,1	0,23

Ved kalibreringen er den kombinerede usikkerhed på fejlangivelsen opgjort af kalibreringslaboratoriet til  $\pm 0,23$  %.

Ved anvendelse af fejlkurvekorrektion forudsættes korrektion til 0 % fejl i alle kalibreringspunkter.

Efter fejlkurvekorrektion regnes med en restusikkerhed på grund af ufuldkommenhed i korrektionen på  $\pm 0,05$  %.

Herudover skal påregnes et usikkerhedsbidrag fra en mulig indflydelse fra indbygningsforhold, som forstyrrer strømmingen. Dette bidrag kan skønmæssigt ansættes til  $\pm 0,20\%$ .

### 13.4 Eksempel pulskontrol

Ved kontrol af regneenhedens evne til optælling af pulssignal fra volumengasmåleren kan anvendes følgende metoder:

- optælling af faktiske impulser fra volumengasmåleren med samtidig aflæsning af gasmålerens fremgang, aflæst på målerens tællerværk.
- Sammenligning af tilvækst siden sidste in situ kontrol på målerens tællerværk og regneenhedens visning af ukorrigeret forbrug.

### 13.5 Eksempel konverteringsfaktor

Kontrol af beregning af konverteringsfaktoren i regneenheden sker ved fastholdt tryk og temperatur på transmittere under samtidig registrering af:

- Aflæst temperatur på regneenheden
- Aflæst tryk på regneenheden
- Aflæst beregnet konverteringsfaktor

På uafhængig computer beregnes kompressibilitetsfaktoren og konverteringsfaktor baseret på:

- aflæst gastemperatur
- aflæst gastryk
- beregningsformel som i flowcomputer (SGERG-88 eller AGA8-DC92)
- gasdata som i regneenheden

Eksempel på gasdata 6 i regneenheden:

Konstanter i regneenheden	Værdi	Enhed
Pulsværdi	5000,27	imp/m <sup>3</sup>
Kompressibilitetsfaktor $Z_0$	0,9971	—
Referencetemperatur $T_0$	273,15	K
Referencetryk $p_0$	1,01325	bar(a)
Relativ densitet	0,817	—
CO <sub>2</sub> -indhold	0,69	vol. %
N <sub>2</sub> -indhold	0,28	vol. %
Øvre brændværdi $H_0$	43,64	MJ/m <sup>3</sup> n

Vær opmærksom på referencetemperaturen for brændværdi, som skal svare til specifikationer i regneenheden.

Følgende signaler fra transmittere er udlæst på regneenheden:

Aflæst på regneenheden	Værdi	Enhed
Gastemperatur	5,065	°C
Gastryk	47,115	bara

Følgende resultater er herefter opnået:

Konstanter til regneenheden	Værdi	Enhed
k-faktor fra regneenheden <sup>1)</sup>	52,8375	m <sup>3</sup> n/m <sup>3</sup>
Z <sub>SGERG</sub>	0,8529	
k-faktor beregnet <sup>2)</sup>	52,8653,	m <sup>3</sup> n/m <sup>3</sup>
Afvigelse	0,05	%

<sup>1)</sup> k-faktor fra regneenhed som registreret m<sup>3</sup>n/målt m<sup>3</sup>

<sup>2)</sup> k-faktor beregnet som base faktor · aflæst tryk/(aflæst temp · Z<sub>SGERG</sub>)

Ud over denne vurdering af konverteringsudstyrets beregning af konverteringsfaktoren skal vurderes fejlbidrag fra forskel mellem gasdata indlagt i regneenhed og gasdata som de faktisk forekommer i gasnettet.

Ved overvågning af gaskvalitetens variation i nettet og den deraf følgende indflydelse på konverteringsfaktoren sikres, at den månedlige fejl er mindre end ± 0,5 % og den gennemsnitlige fejl over et år er mindre end ± 0,25 % /1/.

Ved varige ændringer i gaskvaliteten, som medfører en systematisk fejl på mere end 0,2 % skal de i regneenheden indlagte gasdata skiftes.

Denne kontrol sker efter kontrolmanual /1/.

I beregningen af usikkerheden på den samlede fejlberegning for gasmålesystemet medtages følgelig et usikkerhedsbidrag for gaskvaliteten på ± 0,25 %.



### 13.6 Eksempel beregning af samlet fejlvisning

På grundlag af kontrollen af målesystemets enkeltdele opgøres systemets samlede fejlvisning.

Ved kontrollen af konverteringsudstyret bestemmes fejl på beregning af konverteringsfaktor på basis af konverteringsudstyrets registrering af gastryk og gastemperatur.

Dette fejlbidrag regnes konstant under alle driftsbetingelser.

Ud over dette fejlbidrag skal medregnes fejlbidrag fra gasmålerens volumenmåling, bestemt ved seneste kalibrering af gasmåleren, eventuelt kun restfejl efter fejlkurvekompensering i regneenhed, samt fejlbidrag fra tryktransmitter og temperaturtransmitter.

Målesystemets samlede fejlbidrag fastlægges i det faktiske driftsområde for gasflow, gastemperatur og gastryk ud fra kontroldata for følgende værdier:

Minimum gasflow	Minimum gastemperatur	Minimum gastryk
Nominelt gasflow	Nominel gastemperatur	Nominelt gastryk
Maksimalt gasflow	Maksimal gastemperatur	Maksimalt gastryk

Da alle driftstilstande kan forekomme uafhængigt af hinanden, må den samlede fejlvisning undersøges for alle kombinationer.

Som gasmålersystemets fejlvisning angives samlede fejl af ovenstående kombinationer ved nominelt gasflow, nominel gastemperatur og nominelt gastryk, kombineret med fejlbidrag fra regneenhedens beregning af konverteringsfaktoren, som regnes konstant i driftsområderne for gasflow, gastemperatur og gastryk.

For de komponenter, som er behandlet i afsnit 13.1 – 13.5, kan opstilles følgende eksempel:

Parameter:	Niveau	Værdi:	Enhed:
Gasflow	Minimum	25	m <sup>3</sup> /h
	Nominelt	180	m <sup>3</sup> /h
	maksimum	220	m <sup>3</sup> /h
Gastemperatur	Minimum	1	°C
	Nominelt	5	°C
	maksimum	10	°C
Gastryk	Minimum	44	bara
	Nominelt	47	bara
	maksimum	50	bara

Følgende værdier for relativ fejl og usikkerhed kan herefter beregnes for de 9 driftspunkter hver for sig efter principperne i afsnit 13.1 – 13.5:

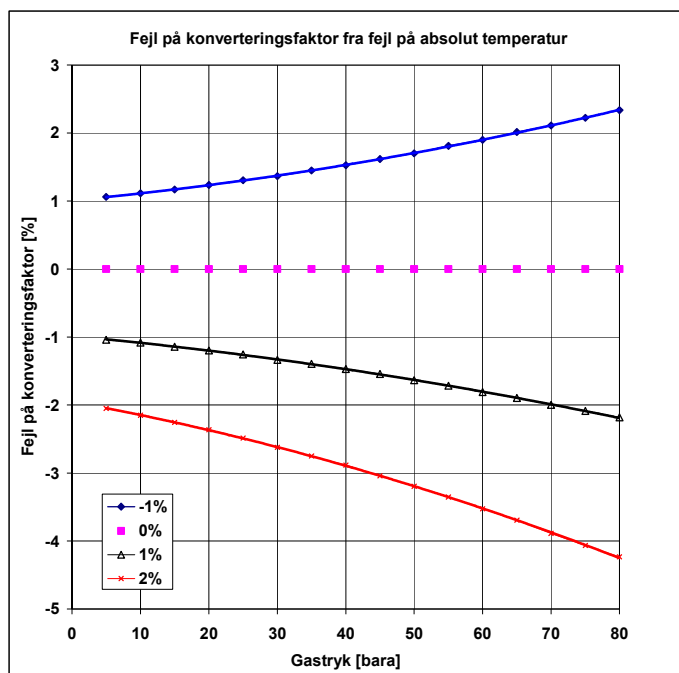
Parameter	Niveau	Værdi	Relativ fejl	Relativ usikkerhed
Gasflow	Min	25 m <sup>3</sup> /h	-0,31 %	± 0,30 %
	Nom	180 m <sup>3</sup> /h	0,01 %	± 0,30 %
	Max	220 m <sup>3</sup> /h	0,06 %	± 0,30 %
Gastemperatur	Min	1 °C	0,06 %	± 0,06 %
	Nom	5 °C	0,06 %	± 0,06 %
	Max	10 °C	0,06 %	± 0,06 %
Gastryk	Min	44 bara	0,09 %	± 0,50 %
	Nom	47 bara	0,07 %	± 0,29 %
	Max	50 bara	0,05 %	± 0,43 %

Beregning af konverteringsfaktoren for gasmålesystemet sker efter følgende formel:

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

Da temperatur og tryk har indflydelse på både beregning af kompressibilitetsfaktor  $Z$  og temperatur- og trykforholdet skal fejl og usikkerheders indflydelse beregnes på konverteringsfaktoren, frem for kun på temperatur- og trykforholdet.

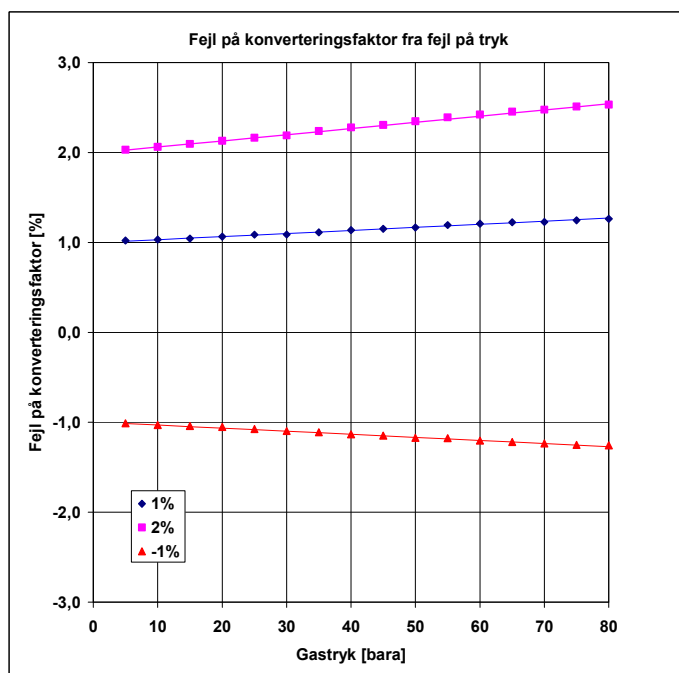
Temperaturfejl har følgende indflydelse på konverteringsfaktoren:



Forholdet mellem fejl og effekt på konverteringsfaktor kan udtrykkes ved formlen:

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

Trykfejl har tilsvarende følgende effekt på konverteringsfaktoren:



Forholdet mellem fejl og effekt på konverteringsfaktoren kan udtrykkes ved følgende formel:

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

For nominel driftstilstand for gasmålesystemet kan herefter beregnes følgende værdier for fejl og usikkerhed på konverteringsfaktoren:

Transmitter	Gastryk bara	Fejl %	Fejlfaktor —	Fejl på K %
Temperatur	47	+0,06	-1,589	-0,09
Tryk	47	+0,07	+1,157	+0,08

Afvigelse på k-faktor er tidligere beregnet til -0,05 %.

Den samlede afvigelse ved nominelle driftsværdier er herefter:

Parameter	Fejl %	Fejl på K
Nominelt gasflow	0,01	(0,01)
K – faktor beregning	0,41	0,05
Temperaturtransmitter	0,06	-0,09
Tryktransmitter	0,07	0,08
<b>Samlet fejl på gasmålesystem</b>	—	<b>0,05</b>

### 13.7 Eksempel beregning af samlet usikkerhed på fejlvisning

Usikkerheden på fejlvisningen opgøres som den kvadratiske sum af alle usikkerhedselementer i målesystem og kontroludstyr.

Følgende usikkerheder er angivet på 95 % konfidensniveau for kontroludstyret:

Parameter	Relativ usikkerhed
Kalibrering volumengasmåler	± 0,23 %
Kontroltermometer/temperaturgiver	± 0,05 %
Kontrolmanometer	± 0,04 %

Følgende værdier er gældende for volumengasmålers indbygning, gastemperatur og gastryk samt usikkerhed på beregning af konverteringsfaktor ved nominelle driftsbetingelser.

Ifølge ISO 12.213 /8/ skal der regnes med en usikkerhed på beregning af kompressibilitetsfaktor Z på ± 0,10 %.

Parameter	Relativ usikkerhed	Usikkerhed på $K_{\text{fak}}$
Volumengasmåler indbygning	$\pm 0,20 \%$	—
Temperaturmåling	$\pm 0,06 \%$	$\pm 0,09$
Trykmåling	$\pm 0,29 \%$	$\pm 0,34$
Konverteringsfaktor-beregning	$\pm 0,20 \%$	$\pm 0,10$
Gaskvalitet usikkerhed	$\pm 0,10 \%$	$\pm 0,11$

Den relative usikkerheds indflydelse på konverteringsfaktoren følger samme afhængighed af gastryk og gastemperatur, som fejlen. Indflydelsen på usikkerheden på konverteringsfaktoren bestemmes som vist i afsnit 13.6.

Dertil kommer et bidrag fra omgivelsestemperaturens indflydelse på temperatur- og tryktransmitters visning.

Følgende driftsområde med hensyn til omgivelsestemperatur er forventet for dette anlæg:

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

Parameter	Absolut usikkerhed	Relativ usikkerhed	Usikkerhed på $K_{\text{faktor}}$
Temperaturtransmitter	$\pm 0,025 \text{ }^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$	$\pm 0,00 \%$	$\pm 0,00$
Tryktransmitter	$\pm 0,002 \text{ } \%/^\circ\text{C}$	$\pm 0,02 \%$	$\pm 0,02$

Samlet usikkerhed på beregnet fejlvisning er herefter:

$$u_z = \pm(0,23^2+0,05^2+0,20^2+0,09^2+0,34^2+0,10^2+0,11^2+0,00^2+0,02^2)^{1/2} = \underline{\underline{\pm 0,49 \text{ } \%-point}}$$

### 13.8 Eksempel udvikling i fejlvisning

Med kendskab til tidsmæssig udvikling i fejlvisning for volumengasmåler, temperatur- og tryktransmitter kan beregnes om målesystemet vil kunne leve op til aftalegrundlagets vilkår fra in situ kontrollen og frem til næste kontroltidspunkt.

På grund af uvisheden om den faktiske udvikling af fejlvisningen må usikkerheden på fejlangivelsen forøges med usikkerhedsbidrag for mulige variationer på de anvendte størrelser af fejlbidrag.

### 13.8.1 Volumengasmåler

På grundlag af indsamlet erfaring om fejlvisningens udvikling baseret på kalibreringer af volumengasmålere af samme fabrikat, type og størrelse kan beregnes et fejlbidrag per kontrolperiode.

Ved en recalibreringsfrekvens på 5 år for tilsvarende volumengasmålere, kan fejludviklingen per år beregnes som gennemsnit af resultater for alle kalibrerede målere efter udtrykket:

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

Samtidig må tillægges et usikkerhedsbidrag for den mulige fejl i antagelsen af størrelsen  $2 \cdot$  spredningen  $s$  på gennemsnitsværdien af alle kalibreringer, som indgår i beregningen af fejlbidraget.

Ved mangel på kalibreringshistorik kan anvendes en drift på WME på  $\pm 0,03$  til  $\pm 0,08$  %/år /7/ .

### 13.8.2 Temperatur- og tryktransmittere

Langtidsdrift og usikkerhedsbidrag for langtidsdrift baseres på fabrikantoplysninger om transmitterne. Som eksempel på værdier fås:

Parameter	Tidsmæssig drift
Temperaturtransmitter	$\pm 0,05$ %/år
Tryktransmitter	$\pm 0,20$ %/år

### 13.8.3 Beregning af forventelig udvikling i fejlvisning

På basis af de i afsnit 13.8.1 og 13.8.2 fastlagte fejlbidrag og usikkerhedsbidrag kan beregnes en forventelig fejlvisning og usikkerhed på fejlvisningen ved udløbet af kontrolperioden.

Med en kontrolperiode på 12 måneder efter opsætning af volumengasmåleren fås følgende forventelige resultat ved udgangen af kontrolperioden:

Parameter	Fejl %	Relativ Usikkerhed %	Usikkerhed på normalvolumenmængde %
Resultat ved start af periode	-0,05	± 0,55	± 0,49
Ændring gasmåler	—	± 0,08	± 0,08
Temperaturtransmitter	—	± 0,05	± 0,02
Tryktransmitter	—	± 0,20	± 0,25
Gasdata	—	—	± 0,24
Forventet resultat efter kontrolperiode	- 0,05	—	± 0,60

### 13.9 Beregningsprogram Usikkerhed på normalvolumenmængde

For at lette beregningerne på basis af aktuelle data for hvert enkelt anlæg i hele gasmålesystemets driftsområde for gasflow, gastemperatur, gastryk og omgivelsestemperatur er udviklet et beregningsprogram.

Programmet omfatter et indtastningsskema til brug ved idriftsætning og in situ kontrol.

Programmet indeholder også beregningsrutiner til afdækning af fejl og usikkerhed på bestemmelse af gasvolumen i hele gasmålesystemets driftsområde.

Beregningerne i driftsområdet gennemføres efter beskrivelserne i denne kontrolmanual i 27 kombinationer af gasflow, gastryk og gastemperatur.

Programmets regneark med data for kontrolmanualens dataeksempel er gengivet i bilag nr. 14.1 til 14.6.

Der er ændret i programmet Fejlberegning, og disse ændringer er blevet beskrevet i denne kontrolmanual.

- For gasflow har der været indtastet fejl og usikkerheder for forskellige gasflow ved førstegangs kalibrering, men usikkerheden har været beregnet ved hjælp af en WMU faktor. Dette er ændret, så de indsatte fejl og usikkerheder er den minimumsgasflowværdi, der lægger sig tættest på gasflowet under nominelt drift.
- Det er blevet muligt for gasselskaberne at indtaste egne gasdata fra f.eks. gaskromotograf ved in situ kontrol. Under indtastningsfeltet for gasdata har man nu mulighed for at indtaste egne gasdata i feltet ”Gasselskab” enten til beregningsmetoderne til flowcomputerne, AGA8-DC92 eller SGERG-88. Ved SGERG-88, indtastet øvre

brændværdi  $H_0$ , relativ densitet  $d$  og kuldioxid  $CO_2$ . Ved AGA8-DC92 indtastes de forskellige kulbrinte værdier  $C$ , nitrogenindhold  $N_2$  samt kuldioxid  $CO_2$  i molprocent. Det samlede molprocent indhold skal være større end 99,5 % og mindre end eller 100,5 %, ellers opstår der fejl i programmet.

- Der er kommet beregnet acceptgrænser på siden ”rapport”. Derudover er de nominelle værdier angivet sammen med worst case.
- På graf over temperatur- og trykkurverne er der nu muligt at se op til 9 afbilledet punkter.
- Gaskvalitet usikkerheden kan nu indtastes dog med maksimal usikkerhed på 0,25 %.
- Til beregning af temperatursdrift på tryk- og temperaturtransmitter anvendt omgivelsestemperatur.



## **14 Bilag**

Bilag nr. 14.1 : Styreark

Bilag nr. 14.2.1 og bilag 14.2.2: Indtastningsskema for regneark

Bilag nr. 14.3 : Mellemberegningsark

Bilag nr. 14.4 : Beregning af trykkalibrering

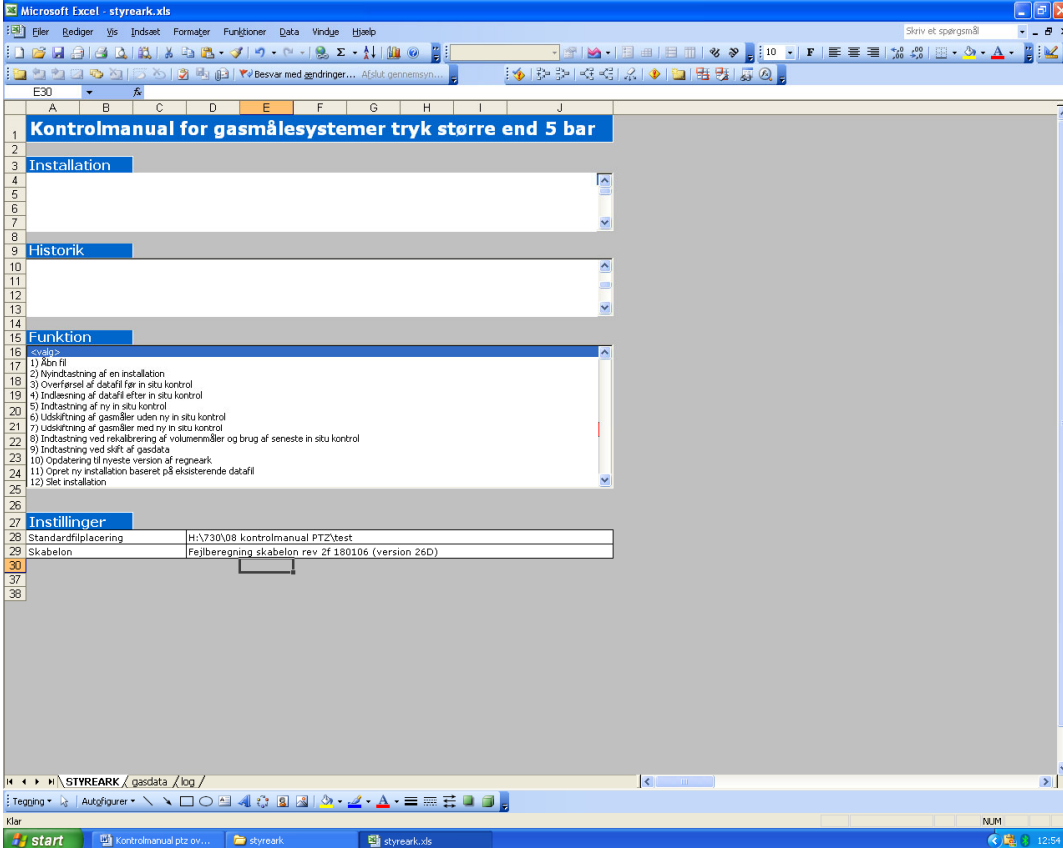
Bilag nr. 14.5 : Beregning af temperaturkalibrering

Bilag nr. 14.6.1 og bilag 14.6.2: Fejl og usikkerhedsberegning

Bilag nr. 14.7 : Rapport

## 14.1 Styreark

### Bilag nr 14.1



Microsoft Excel - styreark.xls

1 **Kontrolmanual for gasmålesystemer tryk større end 5 bar**

2

3 **Installation**

4

5

6

7

8

9 **Historik**

10

11

12

13

14

15 **Funktion**

16 Beskrivelse

17 1) Åbn fil

18 2) Nyindtastning af en installation

19 3) Overførsel af datafil før in situ kontrol

20 4) Indtastning af datafil efter in situ kontrol

21 5) Indtastning af ny in situ kontrol

22 6) Udskiftning af gasmåler uden ny in situ kontrol

23 7) Udskiftning af gasmåler med ny in situ kontrol

24 8) Indtastning ved recalibrering af volumemåler og brug af seneste in situ kontrol

25 9) Indtastning ved skift af gasdata

26 10) Opdatering til nyeste version af regneark

27 1) Opret ny installation baseret på eksisterende datafil

28 2) Slet installation

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

H:\STYREARK / gasdata / lq /

Tegeting Autogrid

Klar

start Kontrolmanual ptz ov... styreark styreark.xls NJM 12:54

28	Standardfilplacering	H:\730\08 kontrolmanual PTZ\test
29	Skabelon	Føljeregning skabelon rev 2f 180106 (version 26D)

## 14.2 Indtastningsskema for regneark

### 14.2.1

#### Indtastning af data for gasmålesystem

##### Kontrolmanual for gasmålesystemer

Tryk større end 5 bar(a)

EAN / Installation nr.	481205		
Firma, navn			
Adresse			
Dato for kontrol	25-09-2003		
Nøjagtighed iht. Leveringsaftale	± %	3,00	OIML-kl. B

##### Volumentgasmåler:

Fabrikat	Instromet
Størrelse	G160
Max.gasflow for måler	m <sup>3</sup> /h 250
Serie nr.	66918/1999
Selskabsnr.	1256900

##### Kalibrering for ibrugtagning

Laboratorium	Pigasur		
Certifikat nr.	541/1999		
Dato for kalibrering	03-09-1999	Opsat dato	27-11-1999
Medie	Naturgas		
Tryk, bar(a)	21		
Tidsmæssig drift på WME, ± %/år	0,08		

Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gasflow, m <sup>3</sup> /h	12,3	25,4	49,8	101,2	174,3	249,5			
Fejl, %	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,1			
Kalibreringsusikkerhed, %	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23			

##### Rekalibrering


Laboratorium			
Certifikat nr.			
Dato for kalibrering	Nedtaget dato		
Medie			
Tryk, bar(a)			

Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gasflow, m <sup>3</sup> /h									
Fejl, %									
Kalibreringsusikkerhed, %									

##### Nominelt driftsområde

	Min	Nom	Max
Gasflow under normal drift, m <sup>3</sup> /h	25	180	220
Gastryk, bar(a)	44	47	50
Gastemperatur, °C	1	5	10
Omgevelsestemperatur, °C	-10	18	35

##### Gasdata

Gasdata fra FAU GM hjemmeside	
Konverteringsfejlel (%)	0,20 <small>Kontinuerlig opdatering af gasdata ved hjælp af GC</small>
Usikkerhed på gasdata (%)	0,25 <small>Indtast den aktuelle konverteringsfejlel på årsbasis fra FAU GM hjemmeside. Standardværdi for usikkerhed på gasdata = 0,25. Indtast evt. større værdi ved varierende gaskvalitet</small>

OIML-klasse vælges automatisk efter nøjagtighed i henhold til Leveringsaftale.

< 2,3 %	A
2,3 - 3,5 %	B
> 3,5 %	C

Godkendelsesgrænser for målesystemets enkeltstående fastsættes automatisk efter OIML-klassen

OIML-klasse	A	B	C	
Målesystem iht. Leveringsaftale				%
Tryktransit	0,40	1,00	2,00	%
Temp.transit	1,00	1,00	2,00	°C
Konvertering	0,60	0,60	1,00	%

## 14.2.2

**In situ kontrol**

Kontrol dato	25-09-2003
Certifikat nr.	MN1485

**Konverteringsudstyr:****Regneenhed**

Fabrikat og type	Solartron 7951
serie nr.	251358
Fejlkorrektur indlagt (ja/nej)	nej
Restusikkerhed efter korrektion, %	

Værdi angives automatisk

**Tryktransmitter**

Fabrikat og type	Druck DPI PTX 610-1				
Serie nr.	692349				
Skalering af transmitter	bar	min.	0	max.	50
Langtidsdrift, ± %/år			0,2		
Temperaturdrift, ± %/K			0,002		

Databladets værdi for transmitter  
Værdi fra datablad iht. Omgivelses-  
temperatur

Kontrolinstrument navn og nr.	Trykkalibrator A00-066
Certifikat nr.	MN1282
Kalibreringsusikkerhed, ± %	0,04

Kalibreringsdata	Op			Ned	
	Aflæst	Sandt		Aflæst	Sandt
Visning ved atmosfærisk tryk, Tryk start	1,023	1,012	bar(a)		
Tryk 1	44,084	44,028	bar(a)	44,082	44,040
Tryk 2	47,058	47,039	bar(a)	47,052	47,034
Tryk 3	50,073	50,048	bar(a)	50,068	50,026
Tryk 4			bar(a)		
Tryk 5			bar(a)		
Tryk 6			bar(a)		
Tryk 7			bar(a)		
Tryk 8			bar(a)		
Tryk 9			bar(a)		
Tryk 10			bar(a)		
Tryk top			bar(a)		

bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)  
bar(a)

Godkendelse:	
Element	Kontrol
Målesystem	OK
Tryktransmitter	OK
Temp.transmitter	OK
Konverteringsudstyr	OK

Databladets værdi for transmitter  
Værdi fra datablad iht. Omgivelsestemp.**Temperaturtransmitter**

Fabrikat og type	Kamstrup Metro				
Serie nr.	859091				
Skalering af transmitter	°C	min.	-20	max.	50
Langtidsdrift, ± %/år			0,05		
Temperaturdrift, ± %/K			0,025		

Kontrolinstrument navn og nr.	Ovn A00-071 + termometer A00-065B
Certifikat nr.	MN 1453
Kalibreringsusikkerhed, ± °C	0,15

Anbefalede kalibreringstemp.		
Minimum	1,00	°C
Nominelt	5,00	°C
Maximum	10,00	°C

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

**Værdier i konverteringsudstyr**

Formel + gasdata	SGERG	gasdata5
	ACAS	gasdata6
Pulsværdi for gasmåler, imp/m <sup>3</sup>		5000,27
Kompressibilitetsfaktor, Zo		0,9971
Referencetemperatur, To		273,15
Referencetryk, Po		1,01325

**Data ved in situ kontrol**

Gasflow ved kontrol, m <sup>3</sup> /h	183
Aflæst gastryk regneenhed, bar(a)	47,115
Aflæst gastemperatur regneenhed, °C	5,065
Aflæst K-faktor regneenhed, m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	52,8375
Kontrolusikkerhed, ± %	0,05
Omgivelsestemperatur, °C	10,3
Kontrolperiode, måneder	12
Kontroludstyr: type, navn og nr	Trykreference nr. A00,066 Temperaturreference A00-065

Kontrol af regneenhed skal ske  
med fastlåst eller fastholdt tryk og  
temperatur.Udstyr anvendt til fastholdt tryk og  
temperatur.

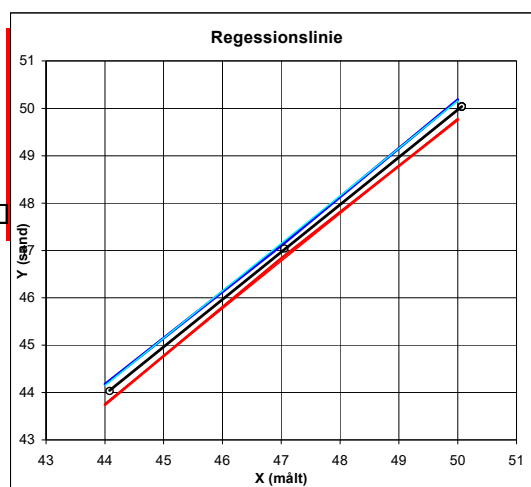
Dato for kontrol	19-11-2007
Initialer for kontrollant	MLA
Firma	DGC



## 14.4 Beregning af trykkalibrering

### Beregning af usikkerhed på trykmåling

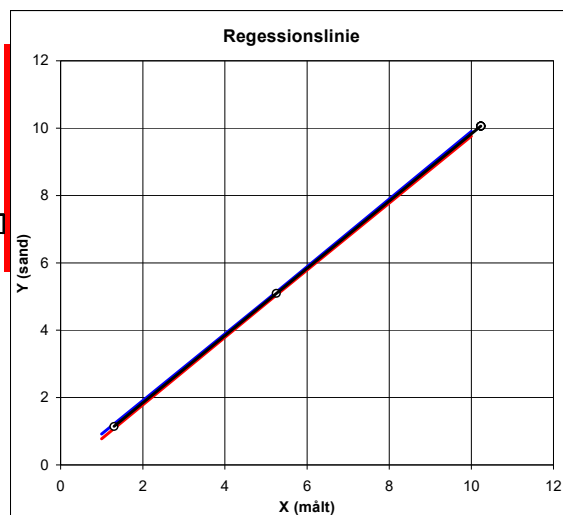
		Data-sæt		Sxx	Syy	Sxy
ni	Xi (målt)	Yi (sand)				
1	44,083	44,034	8,91918225	9,011003	8,964975	
2	47,055	47,037	0,00021025	4,44E-07	-9,67E-06	
3	50,071	50,037	9,006001	9,007001	9,006501	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!	
Middel	47,0695	47,0358	17,9254	18,0180	17,9715	SUM
Stdafv	2,9938	3,0015				
		s <sup>2</sup>	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			
Fordeling efter 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		
Fejl	0,042	0,034	0,026	0,034		
^y=	0,2178	0,1357	0,2118	0,1357		
^y%	0,50	0,29	0,42	0,29		
Fejl %	0,09	0,07	0,05	0,07		



## 14.5 Beregning af temperaturkalibrering

### Beregning af usikkerhed på temperaturmåling

Data-sæt					
ni	Xi (målt)	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
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
			#VÆRDI!	#VÆRDI!	#VÆRDI!
Middel	5,5937	5,4310	40,0843	39,9268	40,0055
Stdafv	4,4768	4,4680			
			s^2	0,0000	
			s	0,0061	
n=	3		ts,n-2	12,620	
			s*ts	0,0773	
			Formel for regressionslinie: y=ax+b		
			a=	0,9980	
			b=	-0,1517	
Fordeling efter VDI 3672 (Entwurf) juli 1972					
Målt	x=	1	5	10	5,07 °C
Sand	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
	^y=	0,0717	0,0452	0,0699	0,0451 °C
	^y%	0,03	0,02	0,02	0,02
	Fejl %	0,06	0,06	0,06	0,06 (på abs temp.)



## 14.6 Fejl og usikkerhedsberegning

### 14.6.1

#### Fejlopgørelse for gasmålesystem

##### 1. Volumengasmåler:

			Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
Måler-indbygning			—	0,20
<b>Excl. indbygning:</b>				
Parameter	Drifts-niveau	Værdi m <sup>3</sup> /h	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
Gasflow	min	25	-0,31	0,23
	norm	180	0,01	0,23
	max	220	0,06	0,23

<b>Incl. indbygning:</b>	
Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
-0,31	0,30
0,01	0,30
0,06	0,30

Beregning af relativ usikkerhed					
				12,3	1
				25,4	2
				49,8	3
1	2	0,23	0,23	101,2	4
5	6	0,23	0,23	174,3	5
5	6	0,23	0,23	249,5	6
					7
					8
					9

##### 2. Konverteringsudstyr:

Parameter	Drifts-niveau	Værdi	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
Gastemperatur °C	min	1	0,06	0,06
	norm	5	0,06	0,06
	max	10	0,06	0,06
Gastryk bara	min	44	0,09	0,50
	norm	47	0,07	0,29
	max	50	0,05	0,43

Beregning af fejls og usikkerheds effekt på konverteringsfaktor					
tryk = 44 bara		tryk = 47 bara		tryk = 50 bara	
Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
-0,09	0,09	-0,09	0,10	0,02	0,02
-0,09	0,09	-0,09	0,09	0,02	0,02
-0,09	0,09	-0,10	0,10	0,02	0,02
0,11	0,57	—	—	—	—
—	—	0,08	0,34	—	—
—	—	—	—	0,06	0,50

##### Resulterende konverteringsfejl, KFAK:

Regneenhed	0,05	0,05
Z-beregning	—	0,10
Gasdata	0,20	0,11

Driftsniveau for:		Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
Temp	Tryk		
	min	0,27	0,60
	norm	0,25	0,39
norm	min	0,27	0,60
	norm	0,24	0,38
	max	0,33	0,52
max	min	0,27	0,60
	norm	0,24	0,39
	max	0,34	0,52

##### Bidrag fra omgivelsestemperatur:

Parameter	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
Temperatur	—	0,00
Tryk	—	0,0194

Beregning af fejls og usikkerheds effekt på konverteringsfaktor					
tryk = 44 bara		tryk = 47 bara		tryk = 50 bara	
Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
—	0,00	—	0,00	—	0,00
—	0,02	—	0,02	—	0,02



14.6.2

3. Gasmålesystemets samlede fejlvisning:

Driftsniveau for:			Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Fejl - usikkerhed %	Fejl + usikkerhed %	
Flow	Temp.	min	min	-0,03	0,67	-0,70	0,64
		norm		-0,06	0,49	-0,55	0,43
		max		0,03	0,61	-0,58	0,63
	min	norm	min	-0,03	0,67	-0,71	0,64
			norm	-0,06	0,49	-0,55	0,43
			max	0,03	0,61	-0,58	0,63
		max	min	-0,04	0,67	-0,71	0,63
			norm	-0,07	0,49	-0,56	0,43
			max	0,03	0,61	-0,58	0,63
norm	min	min	0,28	0,67	-0,39	0,95	
		norm	0,25	0,49	-0,24	0,75	
		max	0,34	0,61	-0,26	0,95	
	norm	min	0,28	0,67	-0,39	0,95	
		norm	0,25	0,49	-0,24	0,74	
		max	0,34	0,61	-0,26	0,95	
	max	min	0,28	0,67	-0,40	0,95	
		norm	0,25	0,49	-0,24	0,74	
		max	0,34	0,61	-0,26	0,95	
max	min	min	0,34	0,67	-0,34	1,01	
		norm	0,31	0,49	-0,18	0,80	
		max	0,39	0,61	-0,21	1,00	
	norm	min	0,33	0,67	-0,34	1,00	
		norm	0,30	0,49	-0,19	0,80	
		max	0,40	0,61	-0,21	1,00	
	max	min	0,33	0,67	-0,34	1,00	
		norm	0,30	0,49	-0,19	0,79	
		max	0,40	0,61	-0,21	1,00	

Max	-0,18	1,01
Min	-0,71	0,43

Tillæg for drift i kontrolperiode

	Relativ fejl %/år	Relativ usikkerhed %
gasmåler	—	0,08
temperaturtransmitter	—	0,01
tryktransmitter	—	0,21
Gasdata	—	—

Beregning af fejls og usikkerheds effekt på konverteringsfaktor					
tryk = 44 bara		tryk = 47 bara		tryk = 50 bara	
Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %
—	—	—	—	—	—
—	0,02	—	0,02	—	0,00
—	0,24	—	0,25	—	0,25
—	—	—	0,24	—	—

Efter tillæg for drift i kontrolperioden:

Driftsniveau for:			Relativ fejl %	Relativ usikkerhed %	Fejl - usikkerhed %	Fejl + usikkerhed %	
Flow	Temp.	min	min	-0,03	0,76	-0,79	0,73
		norm		-0,06	0,60	-0,66	0,54
		max		0,03	0,70	-0,67	0,73
	min	norm	min	-0,03	0,76	-0,79	0,72
			norm	-0,06	0,60	-0,67	0,54
			max	0,03	0,70	-0,67	0,73
		max	min	-0,04	0,76	-0,80	0,72
			norm	-0,07	0,60	-0,67	0,54
			max	0,03	0,70	-0,67	0,73
norm	min	min	0,28	0,76	-0,48	1,04	
		norm	0,25	0,60	-0,35	0,86	
		max	0,34	0,70	-0,36	1,04	
	norm	min	0,28	0,76	-0,48	1,04	
		norm	0,25	0,603	-0,35	0,85	
		max	0,34	0,70	-0,36	1,04	
	max	min	0,28	0,76	-0,48	1,03	
		norm	0,25	0,60	-0,36	0,85	
		max	0,34	0,70	-0,36	1,04	
max	min	min	0,34	0,76	-0,42	1,09	
		norm	0,31	0,60	-0,30	0,91	
		max	0,39	0,70	-0,30	1,09	
	norm	min	0,33	0,76	-0,43	1,09	
		norm	0,30	0,60	-0,30	0,91	
		max	0,40	0,70	-0,30	1,09	
	max	min	0,33	0,76	-0,43	1,09	
		norm	0,30	0,60	-0,30	0,90	
		max	0,40	0,70	-0,30	1,10	

Max	-0,30	1,10
Min	-0,80	0,54

## 14.7 Rapport

## IN SITU KONTROL AF GASMÅLESYSTEM

Gasmålesystem på måleradresse:	481205
Firma	
Adresse	
Kontrol dato	25-09-2003

## Volumengasmåler

Fabrikat	Instromet
Størrelse	G160
Serienr.	66918/1999
Selskabsnr.	1256900

## Konverteringsudstyr

Type + nr.	
Regneenhed	Solartron 7951, 251358
Tryktransmitter	Druck DPI PTX 610-1, 692349
Temperaturtransmitter	Kamstrup Metro, 859091

## In situ kontrol resultat

Certifikatnr.	MN1485
Dato	25-09-2003

## Kalibreringsdata for ibrugtagning den:

27-11-1999

Laboratorium	Pigsar		
Certifikatnr.	541/1999		
Dato	03-09-1999		
Medie	Naturgas		
Tryk, bar abs.	21		
Kal.usikkerhed, %	0,23%	WME	-0,05 %

## Afvigelse på trykmåling

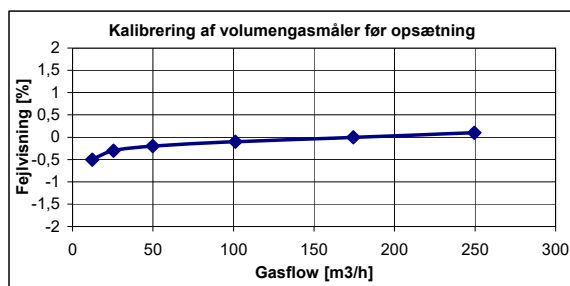
Nominelt tryk, bar abs.	47,000	OK
Afvigelse, bar	0,034	
Rel. fejl, %	0,072	OIML-Klasse: B
Kontrolusikkerhed, %	± 0,29	Acceptgrænse: ± 1,00 %

## Afvigelse på temperaturmåling

Nominel temperatur, °C	5,00	OK
Afvigelse, °C	0,16	
Rel. fejl på abs temperatur, %	0,058	OIML-Klasse: B
Kontrolusikkerhed, °C	± 0,05	Acceptgrænse: ± 1,00 °C

## Afvigelse på konverteringsfaktor

Aflæst konverteringsfaktor	52,8375	OK
Målt tryk, bar abs.	47,115	
Målt temperatur, °C	5,065	
Beregnet konverteringsfaktor	52,8653	
Rel. konverteringsfejl, %	0,05	OIML-Klasse: B
Kontrolusikkerhed, %	± 0,05	Acceptgrænse: ± 0,60 %



Fejlkorrektur i flowcomputer	nej
Restusikkerhed efter fejlkorrektur	

Aktuelt gasflow, m<sup>3</sup>/h 183

## Samlet fejlvisning på gasmålesystem:

Ved kontrol eller målerskift	OK	
Nominel fejl på gasmålesystem	0,25 %	OIML-Klasse: B
Usikkerhed	± 0,49%	Leverandørbe: ± 3,00 %

## Ved udløb af kontrolperioden

Beregnet fejl på gasmålesystem	0,25 %	OIML-Klasse: B
Beregnet usikkerhed	± 0,6%	Leverandørbe: ± 3,00 %

## Bemærkninger:

Dato	19-11-2007
Initialer	MLA
Firma	DGC