



# Kontrolmanual for måleudstyr

4. udgave  
Kontrolmanual  
Oktober 2020

MANUAL

# Kontrolmanual for måleudstyr

Titel : Kontrolmanual for måleudstyr

Rapport kategori : Kontrolmanual

Dato for udgivelse : Oktober 2020

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : 749.00

Sagsnavn : Revision kontrolmanual PTZ og måleudstyr

ISBN : 978-87-7795-426-9

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
1	Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr..... 4
1.1	Formål..... 4
1.2	Opbygning ..... 4
1.3	Godkendelse af kontroludstyr..... 5
1.4	Procedurer..... 5
1.5	Instruktioner..... 6
2	Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr..... 8
2.1	Formål..... 8
2.2	Ansvarsforhold..... 8
2.3	Gyldighedsområde ..... 8
2.4	Definitioner..... 8
2.5	Kontroludstyr..... 11
2.5.1	Vurdering af kalibreringsresultater..... 11
2.5.2	Kalibrering af kontroludstyr ..... 11
2.5.3	Eksterne kalibreringer..... 12
2.6	Dokumenter ..... 13
2.6.1	Certifikater..... 13
2.6.2	Instruktioner..... 13
2.6.3	Baggrundsmateriale ..... 13
2.7	Sammenhæng med anden kvalitetsdokumentation..... 13
3	Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ konvertering..... 14
3.1	Formål..... 14
3.2	Ansvar..... 14
3.3	Gyldighedsområde ..... 14
3.4	Udstyrsliste ..... 14
3.5	Definitioner..... 14
3.6	Beskrivelse..... 15
3.6.1	Forberedelser ..... 15
3.6.2	Måleforløb ..... 16
3.6.3	Behandling af måledata ..... 16
3.6.4	Usikkerhedsbudget ..... 20
3.6.5	Godkendelseskriterium..... 20
4	Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ konvertering..... 21
4.1	Formål..... 21
4.2	Ansvar..... 21
4.3	Gyldighedsområde ..... 21

---

4.4	Udstyrsliste .....	21
4.5	Definitioner .....	21
4.6	Beskrivelse.....	23
4.6.1	Forberedelser .....	23
4.6.2	Måleforløb .....	24
4.6.3	Behandling af måledata .....	24
4.6.4	Usikkerhedsbudget .....	27
4.6.5	Godkendelseskriterium .....	27
5	Instruktion for indregulering af trykregulator.....	28
5.1	Formål.....	28
5.2	Ansvar.....	28
5.3	Gyldighedsområde .....	28
5.4	Udstyrsliste .....	28
5.5	Definitioner.....	29
5.6	Beskrivelse.....	30
5.6.1	Forberedelser .....	30
5.6.2	Måleforløb .....	30
5.6.3	Usikkerhedsbudget .....	32
5.6.4	Godkendelseskriterium .....	32
5.7	Skemaer .....	33
6	Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressibilitetsfaktor Z og konverteringsfaktor KFAK .....	36
6.1	Gasdata 7, samt beregninger af Z og KFAK .....	37
7	Litteraturliste.....	38

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 3 / 43
<b>Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr</b>	Afsnit nr. 1
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## FORORD

Denne "Kontrolmanual for måleudstyr" danner sammen med "Kontrolmanual for store gasmålere  $\geq G10$ "/1/ grundlag for kontrol af gasmålesystemer  $\geq G10$  og leveringstryk  $\leq 8$  [bara]. Kontrolmanualen afgrænses til målesystemer med konverteringsudstyr. Det vil sige bælgasmålere er ikke omfattet.

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. Distributionsselskabet kan, om nødvendigt, udarbejde mere operative instruktioner og dokumentationsmetoder, så længe instruktionerne ikke forringer gasmålesystemernes målenøjagtighed.

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

Kontrolmanualen træder i kraft 21. oktober 2020.

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

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 4 / 43
	Afsnit nr. 1
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## **Ændringer og tilføjelser i 4. udgave oktober 2020**

Trykområdet i Tabel 2 og 4 er tilpasset til det ny anvendelsesområde for Kontrolmanual for store målere  $\geq G10$  (8 bara i stedet for 5 bara).

Referencer er opdateret.

Herudover er der foretaget en række redaktionelle og sproglige ændringer.

### **1 Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr**

#### **1.1 Formål**

Denne manual danner sammen med "Kontrolmanual for store gasmålere  $\geq G10$ " /1/ grundlaget for et kontrolsystem, der skal sikre, at gasmålesystemerne med stor sandsynlighed overholder fastlagte tolerancer.

Det er denne manuals formål at sikre, at det måleudstyr, der anvendes til kontrol af gasmåleudstyr vedligeholdes måleteknisk korrekt, således at gasmålesystemernes måleevne til enhver tid er i overensstemmelse med de specificerede krav.

#### **1.2 Opbygning**

Manualen er opbygget med en procedure, der beskriver de generelle krav til vedligehold og kalibrering af kontroludstyr og instruktioner, der specifikt beskriver, hvordan kontrollen gennemføres.

Den måletekniske kontrol af volumengasmålerne er omfattet af /1/. Volumengasmålerne er derfor ikke medtaget i denne manual.

I procedurer og instruktioner er der defineret ansvarsforhold for overholdelse og vedligehold af henholdsvis procedurer og instruktioner. Disse ansvarsforhold skal nærmere defineres i naturgasdistributionsselskabets kvalitetssystem.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 5 / 43
	Afsnit nr. 1
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Manualen består af følgende procedurer og instruktioner:

- Afsnit 2      Procedurer for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr.
- Afsnit 3      Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ konvertering
- Afsnit 4      Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ konvertering
- Afsnit 5      Instruktion for indregulering af trykregulator

### **1.3 Godkendelse af kontroludstyr**

Kontroludstyr godkendes, hvis det ved akkrediteret kalibrering er eftervist, at kontroludstyrets målefejl ligger inden for acceptgrænsen (figur 1), fratrukket usikkerheden fra den leverede kalibrering ( $k=2$ ). Ved at fratække kalibreringsusikkerheden fra acceptgrænsen sikres det, at der højst er 2,5 % sandsynlighed for at godkende måleudstyr, der ligger uden for acceptgrænsen. Den grænse, der opnås ved at fratække kalibreringsusikkerheden fra acceptgrænsen, kaldes kontrolgrænsen.

Hvis måleudstyrets målefejl ligger inden for kontrolgrænsen, og måleudstyret er mekanisk godkendt, godkendes måleudstyret.

### **1.4 Procedurer**

Procedurerne skal sikre, at gasmåleudstyret vedligeholdes måleteknisk korrekt. Dette gøres ved at opstille retningslinjer for behandling af kontroludstyr. Der sikres sporbarhed ved, at kontroludstyret sendes til intern eller eksternt kalibrering på akkrediterede kalibreringslaboratorier.

Procedurerne er opbygget som følger:

1 Formål

2 Ansvarsforhold

3 Gyldighedsområde: Der beskriver, hvilket kontroludstyr der er omfattet af manualen.



<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 6 / 43
	Afsnit nr. 1
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

4 Definitioner: Indeholder en række definitioner på ord og begreber, der benyttes i manualen. Desuden er der et (kort) afsnit om usikkerhedsberegning. Dette afsnit er informativt og kan springes over.

5 Kontroludstyr: Dette afsnit indeholder krav til vedligehold og kalibrering af kontroludstyr. Kravene skal sikre, at kontroludstyrets nøjagtighed til enhver tid er tilstrækkelig ved at opstille krav til kalibreringshyppighed og acceptgrænser ved kalibrering.

6 Dokumenter: Dette afsnit indeholder krav til opbevaring af kalibreringscertifikater m.v. samt en oversigt over instruktioner, baggrundsmateriale og skemaer. Dokumentation kan være elektroniske filer eller papirudgaver.

7 Referencer: Sammenhæng med anden kvalitetsdokumentation der indeholder relevante referencer, Se også litteraturlisten, afsnit 7.

## 1.5 Instruktioner

Instruktionerne er opbygget efter samme princip. Instruktionerne indeholder detaljerede beskrivelser af, hvordan gasmåleudstyr kalibreres og kontrolleres.

Ved en kontrol sammenlignes gasmåleudstyrets visning med et kontroludstyrs (fx. et kontroltermometers) visning. Denne kontrol foregår kun i et punkt, som oftest driftspunktet. For at sikre, at gasmåleudstyrets målefejl ligger inden for godkendelsesgrænsen også uden for driftspunktet, må der kun anvendes og installeres allerede kalibreret gasmåleudstyr.

Instruktionerne er opbygget som følger:

- 1 Formål
- 2 Ansvar
- 3 Gyldighedsområde: Sammen med formål specificerer gyldighedsområdet hvilket måleudstyr, der er omfattet af instruktionen.
- 4 Udstyrsliste: Indeholder en oversigt over det udstyr, der skal benyttes til kontrollen.
- 5 Definitioner: Her er medtaget definitioner for ord og begreber, der er specielle for instruktionen. Der er også medtaget nogle ord og begreber, som ofte benyttes.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 7 / 43
<b>Oversigt over kontrolmanual for måleudstyr</b>	Afsnit nr. 1
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

- 6 Beskrivelse: Her gennemgås trin for trin forberedelser til kontrol, udførelsen af selve kontrollen (måleforløb), behandling af måledata, beregning af usikkerhed og godkendelseskriterium. Afsnittet om usikkerhed er medtaget for at dokumentere kontrolsystemets pålidelighed. Afsnittet kan springes over i de tilfælde, hvor der ikke skal beregnes usikkerhed ved kalibreringen. Godkendelseskriteriet indeholder de krav, måleudstyret skal opfylde, for at måleudstyret kan godkendes.
- 7 Skemaer: Dette afsnit indeholder en oversigt over de skemaer, der indgår i kalibreringen/kontrollen.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 8 / 43
<b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## **2 Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr**

### **2.1 Formål**

Formålet med denne procedure er at sikre, at det kontroludstyr, der anvendes på gasmålesystemer til kontrol af tryk og temperatur, bliver måleteknisk vedligeholdt, så det til stadighed er i stand til at eftervise, om målesystemernes måleevne er i overensstemmelse med de specificerede krav.

### **2.2 Ansvarsforhold**

Gasdistributionsselskabets interne procedure.

### **2.3 Gyldighedsområde**

#### Kontroludstyr

Dette udstyr omfatter:

- Kontrolmanometer
- Kontroltermometer

Aluminiumsklods: Benyttes til in-situ kontrol af temperaturtransmittere/følere i de tilfælde, hvor der ikke måles direkte i gasstrømmen.

### **2.4 Definitioner**

#### **Måleteknisk vedligehold**

Måleteknisk vedligehold omfatter kalibrering, vurdering af kalibreringsdata, vedligehold af instrumenthistorie, vurdering af udstyrets brugbarhed.

#### **Fejlvisning**

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

#### **In-situ kontrol**

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

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Side: 9 / 43
	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

### **Kalibrering**

Kalibreringslaboratorier skal være akkrediteret til kalibrering i henhold til DS/EN ISO/IEC 17025 af DANAK eller af et tilsvarende akkrediteringsorgan, som er medunderskriver af EA's multilaterale aftale om gensidig anerkendelse.

### **Kontrol**

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

### **Kontrolbetingelser**

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

### **Måleteknisk kontrol**

Kalibrering af målere fra et kontrolparti efter nedtagning med henblik på at opnå viden om kontrolpartiets målenøjagtighed.

### **Kontroludstyr**

Udstyr, der anvendes under in-situ kontrol.

### **Måleusikkerhed**

En vurdering, som karakteriserer det interval af værdier, inden for hvilke den sande værdi ligger.

**Målefejl.** Målefejl er differencen (positiv eller negativ) mellem måleudstyrets visning og den "sande" værdi.

### **Acceptgrænse a**

Er den grænse, der danner udgangspunkt for godkendelse ved kalibrering af kontroludstyret. Grænsen indgår i usikkerhedsbudgettet for kontroludstyret. Det er gasdistributionsselskabet, der skal sikre sig, at den leverede akkrediterede kalibrering af kontroludstyret har en usikkerhed, der modsvarer kontroludstyres måleevne.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Side: 10 / 43
	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Efter endt kalibrering skal resultaterne vurderes af sagkyndigt personale. I vurderingen af resultaterne skal der tages stilling til fejl, acceptgrænse, usikkerhed, eventuelt korrektion samt korrigerende handlinger.

### **Kontrolgrænse**

Kontrolgrænsen ( $k$ ) (positiv eller negativ) beregnes som måleudstyrets (positive) acceptgrænse ( $a$ ) minus 2 x standardafvigelsen ved kalibreringen ( $u_k$ ):

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

Ved at benytte to standardafvigelser ved udregning af kontrolgrænser er der 2,5 % sandsynlighed for at godkende et måleudstyr, der ligger uden for acceptgrænsen.

### **Usikkerhed på kontroludstyr**

Usikkerhedsbudget udregnes efter DANAK's akkrediteringsbestemmelser nr. AB11 /2/

Ved ekstern kalibrering omregnes den af laboratoriet opgivne kalibreringsusikkerhed til én standardafvigelse ( $k_s=1$  eller 68 % af konfidensinterval) ved at dividere med  $k_s$ . Ved kalibreringscertifikater hvor  $k_s$  er opgivet, benyttes det opgivne  $k_s$ . Hvis  $k_s$  ikke er opgivet findes  $k_s$  i tabel 1.

*Tabel 1.  $k_s$ -faktor.*

Antal standardafvigelser	Konfidensinterval	$k_s$
1	68 %	1
2	95 %	2

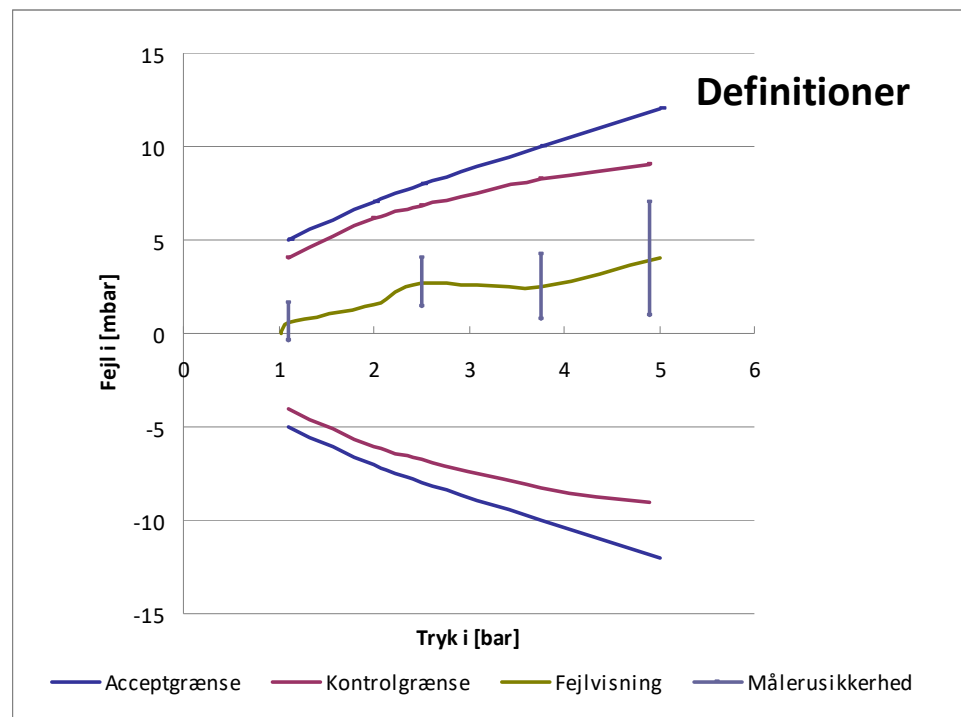
### **Usikkerhedsbudget**

Beregningsmodel for gasmålesystemets samlede relative usikkerhed under forudsætning af in-situ kontrol med fastsatte godkendelsesgrænser (se /1/ i bilag B), illustrerer ved bestemmelsen af et usikkerhedsbudget:

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Side: 11 / 43
	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

- **Acceptgrænsen a for kontroludstyr**
- **Måleusikkerhed på laboratorie kalibrering**
- **Fejlvisning**
- **Kontrolgrænse**

I nedenstående eksempel er de forskellige begreber vist i en figur 1, hvor hver måleusikkerhed illustrer de punkter der udføres ved en in-situ kontrol.



Figur 1 Sammensætning af usikkerhedsbudget med acceptgrænse, kontrolgrænse, fejl og måleusikkerhed for en kalibrering af kontroludstyr

## 2.5 Kontroludstyr

### 2.5.1 Vurdering af kalibreringsresultater

Efter hver kalibrering skal resultatet af kalibreringen vurderes af den ansvarlige for kalibreringen.

### 2.5.2 Kalibrering af kontroludstyr

Kontroludstyr kalibreres internt eller eksternt, jf. tabel 2.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Side: 12 / 43
	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Ved ekstern kalibrering kontakter ansvarshavende kalibreringsinstitut for at aftale tidspunkt for kalibrering og kalibreringsområde.

*Tabel 2. Kalibreringsinterval m.v. for kontroludstyr.*

Måleudstyr	Kalibreringsinterval	Kalibreringsområde	Acceptgrænse
Kontrolmanometer, 0-200 mbarg	12 mdr.	0 - 100 mbarg	2 mbar
		150 mbarg	3 mbar
Kontrolmanometer, 1-8 bara	12 mdr.	1,05 bara	5 mbar
		2 bara	6 mbar
		3 bara	10 mbar
		≥4 bara	12 mbar
Kontroltermometer	12 mdr.	-10°C til 50°C 6 punkter	0,6°C
Termometerkalibrator	12 mdr.	-10°C til 50°C 6 punkter	0,6°C

Vejledende krav ved anskaffelse af kontroludstyr:

- Temperaturområde fra -10°C til +50°C
- Usikkerhed ved referencetemperatur bedre end 1/3 af acceptgrænsen
- Den numeriske sum af usikkerhed ved referencetemperatur, temperaturdrift ( $\Delta t = 30\text{ °C}$ ) og langtidsdrift over 1 år skal være bedre end acceptgrænsen. Bidragene fra temperatur- og langtidsdrift skal efterprøves i usikkerhedsbudgetter.

Efter kontrollen sammenlignes afvigelsen (målefejlen) med kontrolgrænsen.

### 2.5.3 Eksterne kalibreringer

Den ansvarshavende afdeling skal sikre sig, at eksterne kalibreringer lever op til gasselskabets krav inden for de relevante områder: Tryk og temperatur.

Ansvarshavende skal sikre sig, at det anvendte akkrediterede instituts usikkerheder modsvarer kontroludstyrets måleevne.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b>	Side: 13 / 43
<b>Procedure for vedligehold og kalibrering af kontroludstyr</b>	Afsnit nr. 2
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## **2.6 Dokumenter**

### **2.6.1 Certifikater**

Kalibreringscertifikater, logblade og kontrolblade skal opbevares sådan, at resultaterne for de seneste 3 kalibreringer er tilgængelige. Resultaterne skal opbevares i minimum 5 år.

### **2.6.2 Instruktioner**

- Afsnit 3 Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ konvertering
- Afsnit 4 Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ konvertering
- Afsnit 5 Instruktion for indregulering af trykregulator

### **2.6.3 Baggrundsmateriale**

- Bilag 2 Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressionsfaktor  $Z$  og konverteringsfaktor KFAK.

## **2.7 Sammenhæng med anden kvalitetsdokumentation**

”Kontrolmanual for store gasmålere  $\geq G10$ ” /1/ og

”Akkrediteringsbestemmelser” fra DANAK nr. AB 11 /2/



<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 14 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

### **3 Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ konvertering**

#### **3.1 Formål**

Denne instruktion omfatter in-situ kontrol af temperatur- og trykmåling samt konverteringsfaktor på gasmålesystemer.

#### **3.2 Ansvar**

Gasdistributionsselskabets interne procedure.

#### **3.3 Gyldighedsområde**

Instruktionen omfatter in-situ kontrol af konverteringsudstyr, bestående af regneenhed med temperaturmåler og trykmåler, hvor konvertering og display for begge målere er indbygget i regneenheden. Regneenheden korrigerer for temperatur og tryk ved konvertering af målt  $m^3$  til  $Nm^3$ .

Kontrollen har også til formål at kvalitetssikre de indlagte gasdata samt konfigurerings af regneenheden.

#### **3.4 Udstyrsliste**

- Trykreference
- Temperaturreference
  - Aluminiumsklods
- Software til beregninger samt aflæsning af kontroludstyr og konverteringsudstyr

#### **3.5 Definitioner**

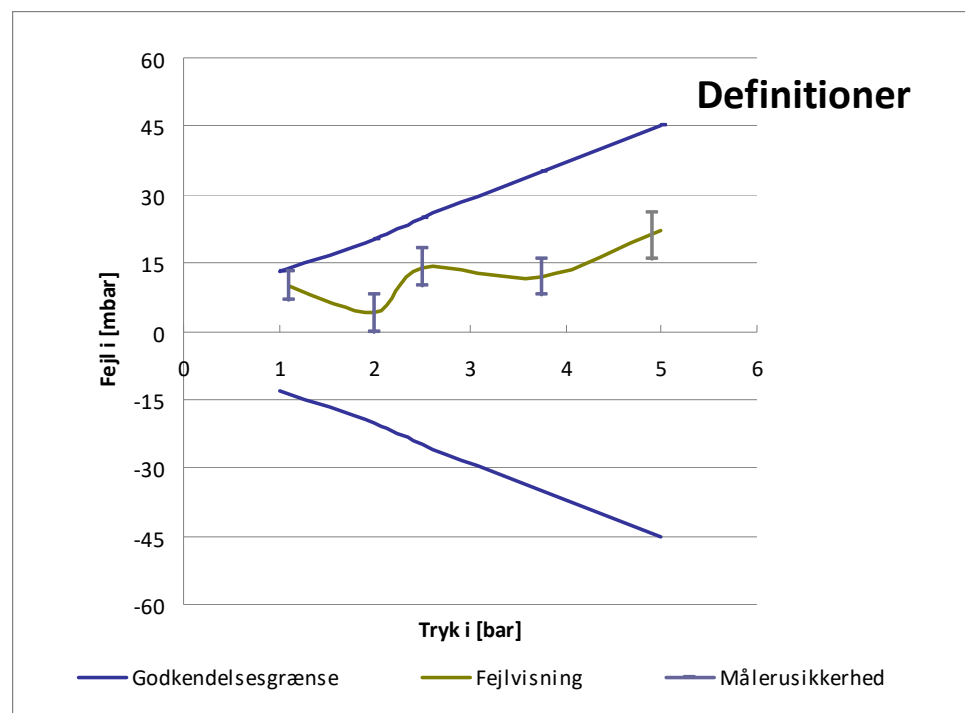
##### **Godkendelsesgrænse $D'$ (P eller T)**

Godkendelsesgrænsen er den maksimalt tilladte afvigelse mellem regneenhedens udlæsning og kontroludstyrets visning for samme målte, indkodede eller beregnede parameter (temperatur, tryk eller K-faktor).

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 15 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Følgende begreber er anvendt (se figur 2) til at bedømme resultatet af in-situ:

- **Godkendelsesgrænse**
- **Måleusikkerhed ved in-situ kontrol**
- **Fejlvisning**



Figur 2 Sammensætning af definitioner med godkendelsesgrænse, fejl og måleusikkerhed for målepunktet ved in-situ kalibrering

### 3.6 Beskrivelse

#### 3.6.1 Forberedelser

3.6.1.1 Kontroller at kalibreringsterminen for kontroludstyret ikke er udløbet.

3.6.1.2 Tænd for kontroludstyret og lad det opvarme i henhold til fabrikantens vejledninger eller interne procedure.

3.6.1.3 Undersøg regneenhed, temperatur- og tryktransmitter for eventuelle løse forbindelser og andre beskadigelser. Hvis en transmitter

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 16 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

eller regneenhed er beskadiget, så en fuldstændig kontrol ikke er mulig, gennemføres kontrollen i det omfang, det er muligt. Derefter demonteres den beskadigede del.

Trykket skal måles i målerens  $P_{ref}$  eller så tæt på måleren, som muligt.

Til måling af temperaturen, vælges enten mellem aluminiums-klods eller direkte i gasstrømmen.

- 3.6.1.4 Inden demontering bestemmes om udstyret er type 1 eller 2 i overensstemmelse med EN 12405/3. Ved type 1 demonteres hele konverteringsudstyret og ved type 2 demonteres alene den defekte komponent. Hvis en transmitter demonteres, monteres en ny transmitter med samme funktion.

Et eventuelt identifikationsnummer på den nye transmitter noteres på installationens datablad.

### 3.6.2 Måleforløb

Gasdistributionsselskabet udarbejder procedurer og instrukser, der beskriver måleforløbet.

### 3.6.3 Behandling af måledata

- 3.6.3.1 Beregn temperaturafvigelsen  $da_T$  som:

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

hvor:  $T_{ra}$  er regnehedens visning

$T_{va}$  aflæses på kontroludstyrstermometerets eller termometerkalibratorens visning.

- 3.6.3.2 Beregn om temperaturafvigelsen overholder krav til godkendelsesgrænsen:

$$-D'_T \leq da_T \leq D'_T$$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 17 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

hvor:

$D'_T$  er godkendelsesgrænsen for temperaturkontrollen. Godkendelsesgrænserne ved kontrol af temperaturtransmitter eller -føler er som angivet i tabel 3.

*Tabel 3 Godkendelsesgrænse for temperaturtransmitter eller -føler /1/*

	Målt i gasstrømmen	Målt separate i temperaturkalibrator, væske eller aluminiumsklods
Godkendelsesgrænse $D'_T$	2° [C]	1,5° [C]

Eksempel på kontrol af temperatrafvigelsen på en temperaturtransmitter.

$T_{ra}$  er regneenhedens visning på 20,4° C,  $T_{va}$  er kontroludstyrs termometer aflæst til 20,7° C.

$da_T$  kan beregnes ud fra formel 3.6.3.1.

$$da_T = 20,4^\circ \text{ C} - 20,7^\circ \text{ C} = -0,3^\circ \text{ C}$$

Godkendelsesgrænsen ved temperaturkontrollen for en temperaturtransmitter  $D'_T$  er 1,5° C ved anvendelse af aluminiumsklods.

For at kontrollere om godkendelsesgrænsen er overholdt indsætte værdierne i formlen:

$$-D'_T \leq da_T \leq D'_T$$

$$-1,5^\circ \text{ C} \leq -0,3^\circ \text{ C} \leq 1,5^\circ \text{ C}$$

Temperaturtransmitteren overholder godkendelsesgrænsen

### 3.6.3.3 Beregn trykafvigelsen $da_P$ som:

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

hvor:

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 18 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

$P_{ra}$  er regneenhedens visning

$P_{va}$  er kontroludstyrmanometerets målte visning.

3.6.3.4 Beregn om trykafvigelsen overholder krav til godkendelsesgrænsen for en trykkontrol givet ved:

$$-D'_p \leq da_p \leq D'_p$$

hvor:

$D'_p$  er godkendelsesgrænsen for trykkontrollen, se tabel 4.

*Tabel 4 Godkendelsesgrænser  $D'_p$*

Nominelt distributionsledningstryk (overtryk)	Trykregulering med/uden	Korrektortype	Gastryk $P_r$ eller $P_m$ under kontrolomstændigheder	Maksimal acceptgrænse $a$	Godkendelsesgrænse $D'_p$	$D'_p$ i %	
						min	max
100 [mbar]	u	PTZ	35-100 [mbaro]	5 [mbar]	15 [mbar]	1,32%	1,40%
2,5 [bar]	m	PTZ	100-400 [mbaro]	5 [mbar]	15 [mbar]	1,05%	1,32%
4 [bar]	m	PTZ	400-800 [mbaro]	6 [mbar]	20 [mbar]	1,09%	1,40%
7 [bar]	m	PTZ	>800 [mbaro]	8 [mbar]	25 [mbar]	-	1,36%
2,5 [bar]	u	PTZ	1,6-2,0 [bara]	6 [mbar]	20 [mbar]	1,00%	1,25%
4 [bar]	u	PTZ	2,0-2,5 [bara]	8 [mbar]	25 [mbar]	1,00%	1,25%
7 [bar]	u	PTZ	2,5-3,75 [bara]	10 [mbar]	35 [mbar]	0,93%	1,40%
	u	PTZ	3,75-5,0 [bara]	12 [mbar]	45 [mbar]	0,92%	1,20%
			5,0-6,0 [bara]	12 [mbar]	50 [mbar]	0,83%	1,00%
			6,0-7,0 [bara]	12 [mbar]	55 [mbar]	0,79%	0,92%
			7,0-8,0 [bara]	12 [mbar]	60 [mbar]	0,75%	0,86%

Eksempel på kontrol af trykafvigelsen på en tryktransmitter ved en installation med drifttryk på 100 mbar overtryk.

$P_{ra}$  er regneenhedens visning på 57 mbar,  $P_{va}$  er kontroludstyrmanometerets aflæst til 71 mbar.

$da_p$  kan beregnes ud fra formel 3.6.3.3.

$$da_p = 57 \text{ mbar} - 71 \text{ mbar} = -14 \text{ mbar}$$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 19 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Godkendelsesgrænse for en tryktransmitter  $D'_P$  er fastsat til 15 mbar, se tabel 4.

For at kontrollere om godkendelsesgrænsen er overholdt indsættes værdierne i formlen:

$$-D'_P \leq d_{ap} \leq D'_P$$

$$-15 \text{ mbar} \leq -14 \text{ mbar} \leq 15 \text{ mbar}$$

Tryktransmitteren overholder godkendelsesgrænsen.

3.6.3.5 Beregn K-faktor KFAK som:

- a) Regneenhedens formel og indlagte gasdata (noter formel og gasdata)
- b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gældende DGC gasdata.

3.6.3.6 Beregn den relative K-faktorafvigelse  $da_{KFAK_{rel}}$  beregnes ud fra et af, to udtryk hvis

$KFAK_{P,T} \geq KFAK_{ra}$  anvendes følgende udtryk 1

$$1) \quad \frac{(KFAK_{ra} - KFAK_{P,T})}{KFAK_{P,T}} [\%] = da_{KFAK_{rel}}$$

Og hvor  $KFAK_{P,T} < KFAK_{ra}$  anvendes følgende udtryk 2

$$2) \quad \frac{(KFAK_{ra} - KFAK_{P,T})}{KFAK_{P,T}} [\%] = da_{KFAK_{rel}}$$

hvor:

$KFAK_{ra}$  er den aflæste K-faktor og  $KFAK_{P,T}$  er den beregnet K-faktor.

*Tabel 5 Konverteringsfaktor K*

	Afvigelse maksimalt
Konverteringsfaktoren K	2 %

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 20 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Eksempel på kontrol af konverteringsfaktor K.

Ved en installation med driftryk på 800 mbar overtryk, med et omgivende tryk på 1,05 bara, aflæses konverteringsfaktor  $K_{FAK_{ra}}$  til 1,6764, ved gastemperaturen 17,07° C. Konverteringsfaktoren beregnes med Gasdata 7 (SGERG-88), da er  $K_{FAK_{P,T}}$  1,6801.

Den relative usikkerhed skal beregnes ud fra udtryk 1, idet  $K_{FAK_{ra}}$  er mindre end  $K_{FAK_{P,T}}$ .

$$\text{da } K_{FAK_{rel}} = \frac{(1,6764 - 1,6801)}{1,6764} \cdot 100 = 0,27\%$$

Godkendelsesgrænse for konverteringsfaktoren er fastsat til en relativ fejl på højst 2 %. Regneenhedens konverteringsfaktor kan derfor godkendes.

Der beregnes en SAND k-faktor baseret på tryk og temperatur målt med kontroludstyret og med anvendelse af godkendte gasdata.

Ved udskiftning af komponenter udføres in-situ kontrol både før og efter udskiftningen. Derudover udføres der in-situ kontrol under henvisning til følgende nedenstående situationer, som også er beskrevet i afsnit 6.3.2 i /1/:

- Opstart og nedtagning af konverteringsudstyr
- Kundereklamation
- Mistanke om fejl på måleudstyr

#### 3.6.4 Usikkerhedsbudget

Usikkerheden ved kontrolmålingen udregnes i overensstemmelse med bilag B "Eksempel på udarbejdelse af usikkerhedsbudget" i /1/.

#### 3.6.5 Godkendelseskriterium

Sammenlign afvigelsen med godkendelsesgrænsen. Hvis afvigelsen på tryk (se tabel 4), temperatur (se tabel 3) og K-faktor (se tabel 5) ligger inden for godkendelsesgrænsen, godkendes udstyret.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med PTZ-konvertering</b>	Side: 21 / 43
	Afsnit nr. 3
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## **4 Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ konvertering**

### **4.1 Formål**

Denne instruktion omfatter in-situ kontrol af temperaturmåling, overensstemmelse mellem målerens driftstryk og regneenhedens indkodede tryk og konverteringsfaktor på gasmålesystemer.

### **4.2 Ansvar**

Gasdistributionsselskabets interne procedure.

### **4.3 Gyldighedsområde**

Instruktionen omfatter in-situ kontrol af de elektroniske temperaturmålere, hvor display og konvertering er indbygget i en regneenhed. Regneenheden korrigerer for temperatur ved konvertering af målt driftsvolumen til basisvolumen. Regneenheden konverterer med et fast indkodet tryk.

### **4.4 Udstyrsliste**

- Trykreference
- Temperaturreference
  - Aluminiumsklods
- Software til beregninger samt aflæsning af kontroludstyr og konverteringsudstyr

### **4.5 Definitioner**

#### **Godkendelsesgrænse $D'$ (P eller T)**

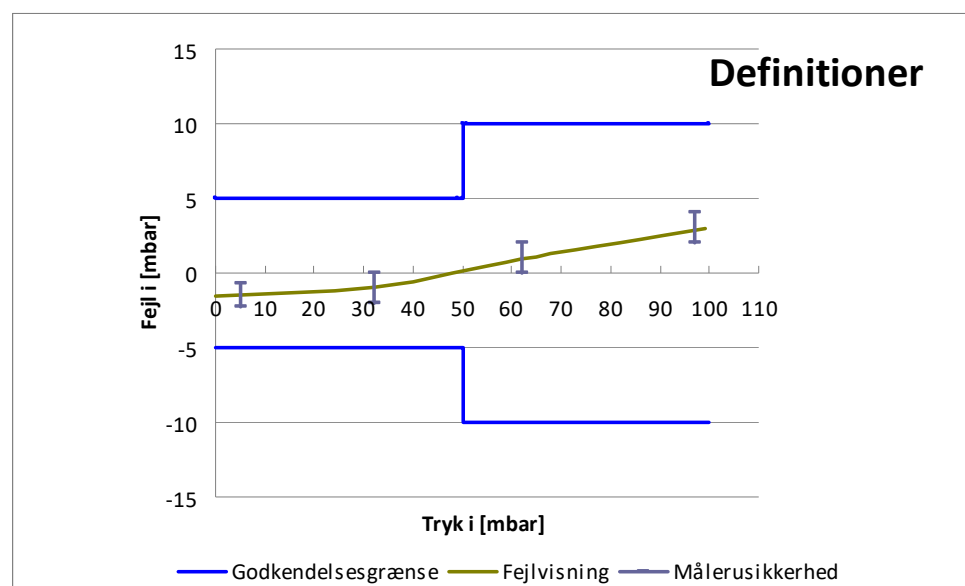
Godkendelsesgrænsen er den maksimalt tilladte afvigelse mellem regneenhedens udlæsning og kontroludstyrets visning for samme målte, indkodede eller beregnede parameter (temperatur, tryk eller K-faktor).



<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 22/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Følgende begreber er anvendt (se figur 3) til at bedømme resultatet af in-situ:

- **Godkendelsesgrænse**
- **Måleusikkerhed ved in-situ kontrol**
- **Fejlvisning**



*Figur 3 Sammensætning af definitioner med godkendelsesgrænse, fejl og måleusikkerhed for målepunktet ved in-situ kalibrering*

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 23/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## 4.6 Beskrivelse

### 4.6.1 Forberedelser

4.6.1.1 Denne instruktion udføres kun, hvis der er gasflow. Hvis dette er første in-situ kontrol efter indregulering af regulator, skal det fremgå, under hvilket gasflow regulatoren er indreguleret. In-situ kontrollen skal gennemføres så tæt på det indreguleret gasflow, som muligt.

4.6.1.2 Kontroller at kalibreringsterminen for kontroludstyret ikke er udløbet.

4.6.1.3 Tænd for kontroludstyret og lad det opvarme i henhold til fabrikantens vejledninger eller interne procedure.

4.6.1.4 Trykket skal måles i målerens  $P_{ref}$  eller så tæt på måleren som muligt.

Til måling af temperatur vælges metode mellem aluminiumsklods eller i gasstrømmen.

Inden demontering bestemmes om udstyret er type 1 eller 2 i overensstemmelse med EN 12405/3. Ved type 1 demonteres hele konverteringsudstyret og ved type 2 demonteres alene den defekte komponent. Hvis en transmitter demonteres, monteres en ny transmitter med samme funktion.

Et eventuelt identifikationsnummer på den nye transmitter noteres på installationens datablad.

4.6.1.5 Undersøg regneenhed og temperaturføler for eventuelle løse forbindelser og andre beskadigelser. Hvis udstyret er beskadiget så en fuldstændig kontrol ikke er mulig, gennemføres kontrollen i det omfang, det er muligt. Derefter demonteres den beskadigede del.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 24/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

#### 4.6.2 Måleforløb

4.6.2.1 Der henviser til gasdistributionsselskabets interne procedure og instruktioner.

#### 4.6.3 Behandling af måledata

4.6.3.1 Beregn temperaturoafvigelsen  $da_T$  som:

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

hvor:

$T_{ra}$  er regneenhedens visning

$T_{va}$  er kontroludstyrstermometerets visning.

4.6.3.2 Beregn om temperaturoafvigelsen overholder krav til godkendelsesgrænsen for temperaturkontrollen givet ved:

$$-D'_T \leq da_T \leq D'_T$$

hvor:

$D'_T$  er godkendelsesgrænsen for temperaturkontrollen. Værdien af  $D'_T$  er angivet i tabel 6.

*Tabel 6 Godkendelsesgrænse for temperaturtransmitter eller –føler /1/*

	Målt i gasstrømmen	Målt separate i temperaturkalibrator, væske eller alu-klods
Godkendelsesgrænse $D'_T$	2° [C]	1,5° [C]

Eksempel på kontrol af temperaturoafvigelsen på en temperaturtransmitter.

$T_{ra}$  er regneenhedens visning på 20,9° C,  $T_{va}$  er kontroludstyrstermometer aflæst til 21,4° C  $da_T$  kan beregnes ud fra formel 4.6.3.1.

$$da_T = 20,9^\circ \text{ C} - 21,4^\circ \text{ C} = -0,5^\circ \text{ C}$$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 25/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Godkendelsesgrænse ved temperaturkontrollen for en temperaturtransmitter  $D'_T$  er  $1,5^\circ\text{C}$  ved anvendelse af aluminiumsklods, se tabel 6.

For at kontrollere om godkendelsesgrænsen er overholdt indsættes værdierne i formlen:

$$-D'_T \leq da_T \leq D'_T$$

$$-1,5^\circ\text{C} \leq -0,5^\circ\text{C} \leq 1,5^\circ\text{C}$$

Temperaturtransmitteren overholder godkendelsesgrænsen for temperaturkontrollen.

#### 4.6.3.3 Beregn trykafvigelsen $da_p$ som:

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

hvor:

$P_{ra}$  er regneenhedens visning

$P_{va}$  er kontroludstyrmanometerets målte visning.

#### 4.6.3.4 Beregn om trykafvigelsen overholder krav til godkendelsesgrænsen givet ved:

$$-D'_p \leq da_p \leq D'_p$$

hvor:

$D'_p$  er godkendelsesgrænsen for trykkontrollen. Tabel 7 angiver de tilladte godkendelsesgrænser for tryk for TZ-målesystemer /1/.

Nominelt distributionsledningstryk (overtryk)	Trykregulering med/uden	Korrektortype	Gastryk $P_r$ eller $P_m$ under kontrolomstændigheder	Maksimal acceptgrænse $a$	Godkendelsesgrænse $D'_p$	$D'_p$ i %	
						min	max
24 [mbar]	u	TZ	- 22 [mbaro]	2 [mbar]	5 [mbar]*	0,48%	0,48%
100 [mbar]	m	TZ	22 [mbaro]	2 [mbar]	5 [mbar]*	0,48%	0,48%
2,5/4 [bar]	m	TZ	22-50 [mbaro]	2 [mbar]	5 [mbar]*	0,48%	0,88%
	m	TZ	50-100 [mbaro]	3 [mbar]	10 [mbar]	0,88%	0,99%

\*) Disse værdier er fastsat af forsyningstekniske årsager, og ikke af måletekniske årsager

Tabel 7 Godkendelsesgrænser  $D'_p$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 26/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Eksempel på trykkontrol ved en installation med driftstryk på 100 mbar overtryk.

$P_{ra}$  er regneenhedens visning på 62 mbar,  $P_{va}$  er kontroludstyrsmanometerets aflæst til 70 mbar.  $d_{ap}$  kan beregnes ud fra formel 4.6.3.3.

$$d_{ap} = 62 \text{ mbar} - 70 \text{ mbar} = -8 \text{ mbar}$$

Godkendelsesgrænse for trykkontrollen  $D'_p$  er fastsat til 10 mbar ud fra tabel 6.

For at kontrol om godkendelsesgrænsen er overholdt indsættes værdierne i formlen:

$$-D'_p \leq d_{ap} \leq D'_p$$

$$-10 \text{ mbar} \leq -8 \text{ mbar} \leq 10 \text{ mbar}$$

Regulatoren overholder godkendelsesgrænsen for trykkontrollen.

4.6.3.5 Beregn K-faktor KFAK som:

- a) Regneenhedens formel og indlagte gasdata (noter formel og gasdata)
- b) SGERG-88 eller AGA8-92DC med de gældende DGC gasdata.

4.6.3.6 Beregn den relative K-faktorafvigelse  $da_{KFAKrel}$  beregnes ud fra et af to udtryk, hvis

$KFAK_{P,T} \geq KFAK_{ra}$  anvendes følgende udtryk 1

$$1) \quad -\frac{(KFAK_{ra} - KFAK_{P,T})}{KFAK_{P,T}} [\%] = da_{KFAKrel}$$

Hvis  $KFAK_{P,T} < KFAK_{ra}$  anvendes udtryk 2

2)

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Kontrolinstruktion for in-situ kontrol af gasmålesystem med TZ-konvertering</b>	Side: 27/43
	Afsnit nr. 4
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

$$\frac{(KFAK_{ra} - KFAK_{P,T})}{KFAK_{P,T}} [\%] = da_{KFAK_{rel}}$$

Hvor:

$KFAK_{ra}$  er den aflæste K-faktor og hvor  $KFAK_{P,T}$  er den beregnet K-faktor.

*Tabel 8 Konverteringsfaktor K*

	Afvigelse maksimalt
Konverteringsfaktoren K	2 %

Eksempel på kontrol konverteringsfaktor, ved en installation med driftryk på 24 mbar overtryk. Den aflæste konverteringsfaktor  $KFAK_{ra}$  er 0,9932, ved gastemperaturen på 5,065° C. Konverteringsfaktoren beregnes med Gasdata 7 (AGA8-DC92), da er  $KFAK_{P,T}$  beregnes til 0,9951.

Den relative usikkerhed skal bestemmes ud fra udtryk 2, idet  $KFAK_{ra}$  er større end  $KFAK_{P,T}$ .

$$da_{KFAK_{rel}} = \frac{(0,9932 - 0,9951)}{0,9951} \cdot 100 = 0,19\%$$

Godkendelsesgrænse for konverteringsfaktoren er fastsat til en relativ fejl på højst 2 %, Regneenheden kan derfor godkendes.

#### 4.6.4 Usikkerhedsbudget

Usikkerheden ved kontrolmålingen udregnes i overensstemmelse med bilag B "Eksempel på udarbejdelse af usikkerhedsbudget" i /1/.

#### 4.6.5 Godkendelseskriterium

Sammenlign afvigelsen med godkendelsesgrænsen. Hvis afvigelsen på tryk (se tabel 7), temperatur (se tabel 6) og K-faktor (se tabel 8) ligger inden for godkendelsesgrænsen, godkendes udstyret.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 28/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## 5 Instruktion for indregulering af trykregulator

### Fordringer vedrørende kunden ved indregulering af regulator

For at kunne gennemføre indregulering af trykregulator på målerstreng skal der være et gasflow. Derfor er der følgende to situationer, når gasdistributionsselskabet kommer for at gennemføre en indregulering af trykregulator:

- 1) Gasforbrugende udstyr på gasstreng, hvor trykregulator skal indstilles eller indreguleres, er ikke i funktion, eller forbruget falder uden for indreguleringens krav.
- 2) Gasforbrugende udstyr på gasstreng, hvor trykregulator skal indstilles eller indreguleres, er i funktion.

For situation 2) kan indreguleringen gennemføres uden yderligere betingelser. For situation 1), skal der etableres et gasforbrug i den aktuelle gasstreng, i det tidsrum som indreguleringen af trykregulatoren foregår.

Hvis der ikke kan skabes tilstrækkelig gasflow eller gasforbrug pga. anden service på gasforbrugene udstyr, skal det aftales ny tid for indregulering mellem kunden og gasdistributionsselskabet.

### 5.1 Formål

Denne instruktion omfatter indregulering af trykregulator.

### 5.2 Ansvar

Gasdistributionsselskabets interne procedure.

### 5.3 Gyldighedsområde

Instruktionen omfatter indregulering af trykregulatorer, der indgår i et gasmålesystem.

### 5.4 Udstyrsliste

Kontrolmanometer: Opløsning ved aflæsning skal være bedre end eller lig med 0,1 mbar.

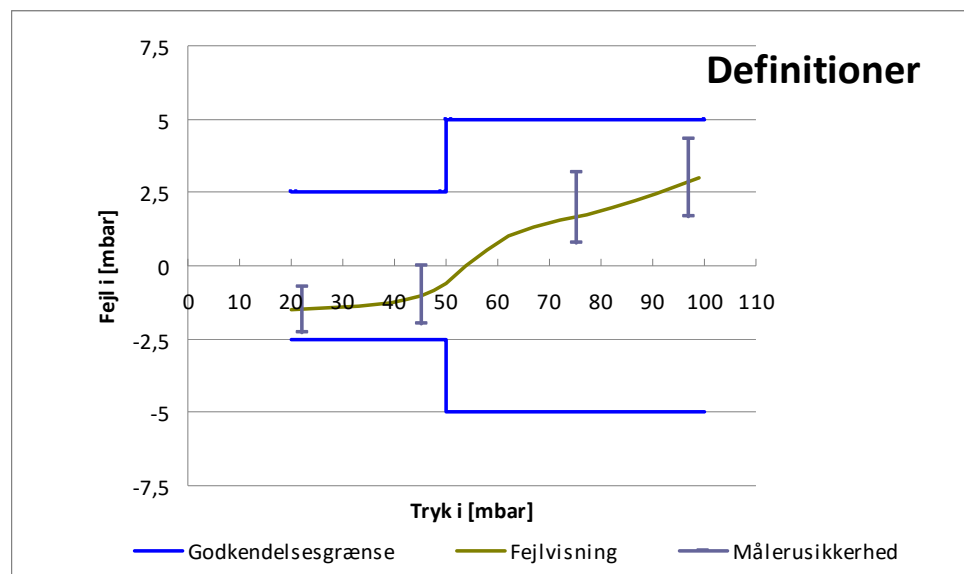
<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 29/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## 5.5 Definitioner

**Godkendelsesgrænse.** Godkendelsesgrænsen er den tilladelige afvigelse mellem en målt eller beregnet parameter og den fastsatte værdi for denne parameter.

Følgende begreber er anvendt (se figur 4) til at bedømme resultatet af indreguleringen:

- **Godkendelsesgrænse**
- **Måleusikkerhed på trykmåling af regulator ved indregulering**
- **Fejlvisning**



*Figur 4 Sammensætning af definitioner med godkendelsesgrænse, fejl og måleusikkerhed for målepunkt ved indregulering af regulator*

Godkendelsesgrænse er den betingelse, det indregulerede tryk skal opfylde for at indreguleringen kan godkendes. Godkendelsesgrænsen  $-\frac{1}{2}D_P \leq d_{aP} \leq \frac{1}{2}D_P$  ved indregulering, ses i tabel 9.



<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 30/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

*Tabel 9 Godkendelsesgrænsen i henhold til /1/.*

Gastryk <sup>1</sup>	Indregulering	In-situ kontrol
P <sub>va</sub>	½D' <sub>p</sub>	D' <sub>p</sub>
mbar	mbar	mbar
20-50	2,5	5
50-100	5	10

<sup>1)</sup> Gastryk er her det tryk, der er indkodet i regneenheden.

**Trin 1.** Trin 1 svarer til brændereffekten på en 1-trins brænder eller til den mindste effekt på en 2-trins brænder.

**Trin 2.** Trin 2 svarer til den maksimale brændereffekt på en 2-trins brænder.

**Kontrollast.** Kontrollasten svarer til den effekt regulatoren indreguleres ved for en modulerende brænder eller for en installation med flere brændere.

## 5.6 Beskrivelse

### 5.6.1 Forberedelser

5.6.1.1 Kontroller at kalibreringsterminen for kontrolmanometeret ikke er udløbet.

5.6.1.2 Tænd for kontrolmanometeret og lad det opvarme efter leverandørens vejledning.

5.6.1.3 Kontrolmanometeret forbindes til trykudtaget Pr på volumengasmåleren.

### 5.6.2 Måleforløb

#### 5.6.2.1 Generelt

5.6.2.1.1 Regulator indreguleres ved en fastlagt belastning j.fr. 5.6.2.2..

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 31/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

5.6.2.1.2 Aktuel effekt, E, og gasflow, Q, beregnes og indføres i skema 1 eller i tilsvarende registreringssystemer hos gasselskabet.

5.6.2.1.3 Tryk,  $P_{va}$ , aflæses på kontrolmanometeret.

5.6.2.1.4 Afvigelse,  $P_{va} - P_{ra}$  beregnes, og noteres i skema 1.

5.6.2.1.5 Hvis afvigelsen ikke overholder godkendelsesgrænsen ( $-\frac{1}{2}D'p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'p$ ) på begge sider af ulighedstegnet gentages 5.6.2.1.1 til 5.6.2.1.4, indtil godkendelsesgrænsen er overholdt.

5.6.2.2 Installationstype.

5.6.2.2.1 1-trins brænder  
Regulator indreguleres ved trin 1.

Godkendelsesgrænse beregnes ved formlen:

$$-\frac{1}{2}D'p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'p$$

hvor  $P_{ra}$  er det indstillede (nominelle) tryk på regneenheden.

5.6.2.2.2 2-trins brænder  
Regulator indreguleres ved trin 1 eller 2.

Godkendelsesgrænse beregnes ved formlen:

$$-\frac{1}{2}D'p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'p$$

Og efterprøves ved det trin som der ikke er blevet indreguleret efter.

5.6.2.2.3 Ved modulerende og flere brændere

Ved installationer med modulerende og flere brændere kontrolleres om godkendelsesgrænsen ( $-\frac{1}{2}D'p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'p$ ) er overholdt i et punkt ved en indfyret effekt på mellem 20 % og 80 % af installeret forventet effekt (kontrollast).

Indreguleringen efterprøves i minimum et andet repræsentativt punkt.

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 32/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

### 5.6.3 Usikkerhedsbudget

Der beregnes ikke usikkerhedsbudget i denne instruktion, idet usikkerhedsbidraget fra trykreguleringen er indeholdt i bilag B ”Eksempel på udarbejdelse af usikkerhedsbudget” i /1/.

### 5.6.4 Godkendelseskriterium

Sammenlign afvigelserne med godkendelsesgrænserne med  $D'_p$  i tabel 9. Indregulering er godkendt når godkendelsesgrænsen er overholdt på begge sider af ulighedstegnet.

To eksempel på beregning af godkendelsesgrænse af en regulator ved indregulering af f.eks. et trins brænder:

#### Eksempel 1

$$P_{ra} = 92 \text{ mbar}$$

$$P_{va} = 88 \text{ mbar}$$

$$D'_p = 10 \text{ mbar}$$

$$- \frac{1}{2}D'_p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'_p$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 10 \leq 88 - 92 \leq \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$- 5 \text{ mbar} \leq -4 \text{ mbar} \leq 5 \text{ mbar}$$

Indregulering er godkendt, fordi formeludtrykket er sandt for begge sider af ulighedstegnet.

#### Eksempel 2

$$P_{ra} = 94 \text{ mbar}$$

$$P_{va} = 88 \text{ mbar}$$

$$D'_p = 10 \text{ mbar}$$

$$- \frac{1}{2}D'_p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'_p$$

$$- \frac{1}{2} \cdot 10 \leq 88 - 94 \leq \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$- 5 \text{ mbar} \leq -6 \text{ mbar} \leq 5 \text{ mbar}$$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Instruktion for indregulering af trykregulator</b>	Side: 33/43
	Afsnit nr. 5
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

Indregulering er ikke godkendt, fordi godkendelsesgrænsen ikke er overholdt på venstre sider af ulighedstegnet.

### **5.7 Skemaer**

- 1 Indregulering af trykregulator kan udføres i skema 1 eller i et af gassel-skabets interne systemer.
- 2 Eksempel på udfyldt skema til indregulering af trykregulator skema 2

# Indregulering af trykregulator

Dok. nr. 5.01 skema 1

<b>Gasmålesystem</b>		Identnr.:		
Adresse:		<input type="checkbox"/> 1-trins brænder <input type="checkbox"/> 2-trins brænder <input type="checkbox"/> Modulerende brænder <input type="checkbox"/> Flere brændere		
<b>Regneenhed</b>	Fa.:	Type:	Identnr.:	Tryk P <sub>ra</sub> : mbar
<b>Regulator</b>	Fa.:	Type:	Identnr.:	
<b>Brænder.</b> Installeret effekt:	kW	Kontrollast:	kW	20%last: kW
Kontrolmanometer, Identnr.:		Godkendelsesgrænse:	D'p: mbar	80%last: kW
Kontrolinstruktion: Afs 5 i kontrolmaual for måleudstyr		Operatør:	Kontroldato:	
Visuel vurdering (OK/Inddraget):				

## Kontrolværdier

Belastning	Brændereffekt	Gasflow	Kontrolmanometer visning	Afvigelse	Godkendelsesgrænse beregning
	E	Q	P <sub>va</sub>	P <sub>va</sub> - P <sub>ra</sub>	$-\frac{1}{2}D'_p \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'_p$
	kW	m <sup>3</sup> /h	mbar	Mbar	mbar
Trin 1/Minimum					
Trin 2/Maximum					
Kontrollast					

## Eksempel på indregulering af trykregulator

Dok. nr. 5.02 skema 2

<b>Gasmålesystem</b>		Identnr.:		
Adresse:		<input type="checkbox"/> 1-trins brænder <input type="checkbox"/> 2-trins brænder <input checked="" type="checkbox"/> Modulerende brænder <input type="checkbox"/> Flere brændere		
<b>Regneenhed</b>	Fa.:Flonidan	Type:Uniflo 1200	Identnr.:12v55	Tryk P <sub>ra</sub> : 90 mbar
<b>Regulator</b>	Fa.:Schumberger	Type: Direxi 100	Identnr.: 45-456	
<b>Brænder.</b> Installeret effekt: 550 kW		Kontrollast: 300 kW	20%last: 110 kW	80%last: 440 kW
Kontrolmanometer, Identnr.: 8779		Godkendelsesgrænse:	D' <sub>p</sub> : 5 mbar	
Kontrolinstruktion: Afs 5 i kontrolmaual for måleudstyr		Operator: JBS	Kontroldato: 21/6-2010	
Visuel vurdering (OK/Inddraget): OK				

### Kontrolværdier

Belastning	Brændereffekt	Gasflow	Kontrolmanometer visning	Afvigelse	Godkendelsesgrænse beregning
	E	Q	P <sub>va</sub>	P <sub>va</sub> - P <sub>ra</sub>	$-\frac{1}{2}D'_P \leq P_{va} - P_{ra} \leq \frac{1}{2}D'_P$
	kW	m <sup>3</sup> /h	mbar	mbar	mbar
Trin 1/Minimum	270	22,5	92,4	2,4	$-5 \leq 2,4 \leq 5$
Trin 2/Maximum	410	34,2	86,3	-3,7	$-5 \leq -3,7 \leq 5$
Kontrollast	300	25	88,2	-1,8	$-5 \leq -1,8 \leq 5$

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressibilitetsfaktor Z og konverteringsfaktor KFAK</b>	Side: 36/43
	Afsnit nr. 6
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

## 6 Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressibilitetsfaktor Z og konverteringsfaktor KFAK

Konverteringsfaktoren KFAK benyttes til at omregne gasforbrug fra aktuelle m<sup>3</sup> til basis m<sup>3</sup> (Basistilstand er her 0°C og 1,01325 bara (normaltilstand)).

KFAK kan beregnes ud fra den reelle gasligning:

$$KFAK = \frac{V_n}{V} = \frac{P}{P_n} \cdot \frac{T_n}{T} \cdot \frac{Z_n}{Z} = K_n \cdot \frac{P}{T \cdot Z} \quad [1]$$

hvor:

$$K_n \equiv \frac{T_n \cdot Z_n}{P_n} \quad [2]$$

V	er volumen [m <sup>3</sup> ]
P	er absolut tryk [bara]
T	er temperatur [K]
Z	er kompressibilitetsfaktoren
Indeks	
-	aktuel tilstand
n	normaltilstand

Tryk og temperatur er målte eller givne størrelser:

$$P_n = 1,01325 \text{ bara}$$

$$T_n = 273,15 \text{ K}$$

Ved beregningen af KFAK indgår tryk, temperatur og kompressibilitetsfaktor. Trykket enten måles eller fastsættes til en konstant værdi, temperaturen måles og kompressibilitetsfaktoren beregnes.

Kompressibilitetsfaktorens værdi afhænger af gassammensætningen se bilag 1, gassens tryk og temperatur. Kompressibilitetsfaktoren kan beregnes efter forskellige metoder. Den oprindelige metode er AGA NX-19. En nyere me-

<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressibilitetsfaktor Z og konverteringsfaktor KFAK</b>	Side: 37/43
	Afsnit nr. 6
Udgave nr.: 4	Dato: 2020.10.21

tode er AGA-8. Denne metode bestemmer kompressibilitetsfaktoren på grundlag af gassammensætningen. De nyeste metoder er beskrevet i standarden ISO 12213. I denne standard er der beskrevet to metoder. Den ene metode, AGA8-92DC, benytter gassammensætningen til bestemmelse af kompressibilitetsfaktoren, medens den anden metode, SGERG-88, benytter gassens fysiske egenskaber til at bestemme kompressibilitetsfaktoren. Metoderne afviger fra hinanden i den opgivne nøjagtighed og i det anførte parameterområde for tryk, temperatur og gassammensætning.

Metoderne benyttes i konverteringsenhederne til beregning af KFAK se også /6/.

I nærværende sammenligning er Z beregnet efter 2 forskellige metoder, som begge benyttes i konverteringsenhederne:

- AGA8-92DC Natural gas – Calculation of compression factor. Part 2: Calculation using molar-composition analysis. EN ISO 12213-2:2009.
- SGERG-88 Natural gas – Calculation of compression factor. Part 3: Calculation using physical properties. EN ISO 12213-3:2009.

Ved beregningerne af Z er der benyttet DGC Gasdata 7 fra 2010. Gasdataerne er vist i bilag 1.

### **6.1 Gasdata 7, samt beregninger af Z og KFAK**

Bilag 1 viser DGC's opdaterede gasdata fra den 9. april 2010: Gasdata 7

Bilag 2 viser resultatet af beregningerne med DGC Gasdata 7. Z og KFAK er beregnet for tre forskellige tryk og temperaturer.



<b>Kontrolmanual for måleudstyr</b> <b>Sammenligning mellem forskellige metoder til at beregne kompressibilitetsfaktor Z og konverteringsfaktor KFAK</b>	Side: 38/43
	Afsnit nr. 7
Udgave nr.: 3	Dato: 2010.06.01

## 7 Litteraturliste

- 1) Kontrolmanual for store gasmålere  $\geq G10$ , 5. udgave 2020  
<http://www.dgc.dk/publikationer/manualer.htm>
- 2) Akkrediteringsbestemmelser ved DANAK's akkreditering af kalibreringslaboratorier nr. AB 11 fra 01/12-2011 "Måleusikkerhed i kalibrering"  
<http://www2.danak.dk/akkreditering/AB/AB11.pdf>
- 3) Standarden EN12405-1:2018 "Gasmålere-Konverteringsudstyr-Del 1: Volumenkonvertering"
- 4) Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme (BEK nr 582 af 28/05/2018)
- 5) Kontrolmanual for PTZ gasmålesystemer med tryk større end 8 bara, 3. udgave 2020. <http://www.dgc.dk/publikationer/manualer.htm>
- 6) Standard til AGA8-92DC er EN ISO 12213-2:2009 "Natural gas - Calculation of compression factor, Part 2: Calculation using molar-composition analysis".
- 7) Standard til SGERG-99 er EN ISO 12213-3:2009 "Natural gas - Calculation of compression factor, Part 3: Calculation using physical properties".

---

## Bilag 1

### Gasdata

oprindelig	gasdata1	gasdata2	gasdata3	gasdata4	gasdata5 (29.03.2006)	gasdata6 (08.02.2007)	gasdata7 (09.04.2010)
<b>AGA8</b>							
metan (mol-%)	87,64	88,00	88,35	88,65	88,95	89,78	90,19
ethan	6,59	6,40	6,35	6,20	6,10	5,81	5,65
propan	3,08	2,80	2,55	2,35	2,35	2,27	2,15
i-butan	0,47	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,37
n-butan	0,60	0,60	0,55	0,60	0,55	0,53	0,52
i-pentan	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11
n-pentan	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
hexan+	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
kvælstof	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,28	0,28
kuldioxid	1,04	1,20	1,20	1,20	1,00	0,69	0,59
<b>SGERG</b>							
Hø (MJ/m <sup>3</sup> )	44,35	44,03	43,82	43,70	43,64	43,64	43,55
densitet (kg/m <sup>3</sup> )	0,8391	0,8358	0,8314	0,8288	0,8240	0,8170	0,8130
kuldioxid (mol-%)	1,04	1,20	1,20	1,20	1,00	0,69	0,50
rel. densitet (-)	0,6490	0,6464	0,6430	0,6410	0,6373	0,6319	0,6288

<sup>1)</sup> DGC Gasdata / kilde: Revision af konverteringsfaktorer til omregning fra driftkubikmeter til normalkubikmeter, DGC fra 9. april 2010.

## Bilag 2

Sammenligning af Z-faktor beregning (DGC Gasdata 7)

Beregningsformel		Beregnet Z-faktor		
Formel	T(k) / P(bar)	273,15	288,15	308,15
AGA8-92DC	1,05	0,9968	0,9972	0,9979
AGA8-92DC	3	0,9908	0,9919	0,9940
AGA8-92DC	5	0,9847	0,9864	0,9899
SGERB-88	1,05	0,9968	0,9972	0,9979
SGERB-88	3	0,9908	0,9919	0,9940
SGERB-88	5	0,9847	0,9864	0,9897

Z<sub>n</sub>-faktor (Normaltilstand)

P <sub>n</sub> =1,01325 bara	T <sub>n</sub> =273,15 K
AGA8-92DC	0,9969
SGERB-88	0,9969

Beregnet K<sub>n</sub>

K <sub>n</sub> = T <sub>n</sub> * Z <sub>n</sub> / P <sub>n</sub>	
AGA8-92DC	268,742398
SGERB-88	268,742398

Sammenligning af KFAK beregning (DGC Gasdata 7)

Beregningsformel		Beregnet KFAK = K <sub>n</sub> * P / T * Z		
Formel	T(k) / P(bar)	273,15	288,15	308,15
AGA8-92DC	1,05	1,0364	0,9821	0,9176
AGA8-92DC	3	2,9790	2,8208	2,6321
AGA8-92DC	5	4,9958	4,7275	4,4051
SGERB-88	1,05	1,0364	0,9821	0,9176
SGERB-88	3	2,9790	2,8208	2,6321
SGERB-88	5	4,9958	4,7275	4,4060