

Kontrolmanual for store gasmålere \geq G10

6. udgave - December 2024

Titel : Kontrolmanual for store gasmålere \geq G10

Rapport kategori : Kontrolmanual

Dato for udgivelse : December 2024

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

Sagsnummer : H:DGC\Proj\438\01\Gammelt_fau\FAU GM\Kontrolmanualer\Kontrolmanual for store gasmaalere 6. udg. dec 2024.docx

Sagsnavn : FAU GM

Oprindelse : Manualen er oprindelig forfattet af Henrik Spliid og Poul Thyregod fra IMM ved DTU

Indholdsfortegnelse	Side
0 Indledning	5
0.1 Formål	5
0.2 Grundlag	6
0.3 Anvendelsesområde	6
1 Definitioner og begreber	7
2 Organisering af kontrol	13
3 Data	14
3.1 Frekvenser	14
3.2 Registreringer	14
3.3 Usikkerhedsbudget	14
4 Etablering af kontrolgrundlag	16
4.1 Datablade	16
4.2 Data for volumengasmåler	17
4.3 Data for gasmålesystem	17
5 Valg af konverteringsudstyr og kontrolbetingelser	19
5.1 Driftsområde	19
5.1.1 Driftsklimaklasse (DKK)	19
5.1.2 Driftstrykklasse (DTK)	19
5.2 Gennemsnitlige driftsbetingelser	20
5.2.1 Nominel omgivelsestemperatur	20
5.2.2 Nominel middeldriftstryk	20
5.2.3 In-situ kontrol	20
5.2.4 Nøjagtighedskrav til kontroludstyr	21
6 Kontrol af konverterings- og reguleringsudstyr	22
6.1 Kalibrering på laboratorium	22
6.2 Kontrol in situ	22
6.2.1 Udførelse	22
6.2.2 Godkendelse / afvisning af komponent	22
6.2.3 Korrigerende handling	23
6.2.4 Registreringer	23

6.3 Godkendelse af gasmålesystem med elektronisk T, TZ og PTZ udstyr ved in-situ kontrol	23
6.3.1 Godkendelseskriterium.....	23
6.3.2 Godkendelsesperiode	24
6.4 Godkendelse af gasmålesystem med bælggasmåler med temperaturkompensering ved in-situ kontrol	24
6.4.1 Kontroltidspunkter	24
6.4.2 Kontrol af trykregulator	24
6.4.3 Godkendelse af trykregulator	24
6.4.4 Korrigerende handling.....	24
6.4.5 Registreringer	25
7 Godkendelsesgrænser	26
7.1 Tryk.....	26
7.2 Temperatur.....	26
7.3 Regneenhed.....	27
7.3.1 Kontrol	27
7.3.2 Aflæst konverteringsfaktor.....	27
7.3.3 Beregnet konverteringsfaktor.....	27
7.3.4 Godkendelse af regneenhed	27
8 Kontrolsystem for volumengasmålere	28
8.0 Indledning	28
8.1 Opsætning af målere	28
8.2 Nedtagningsprogram for enkelte målere.....	29
8.3 Kontrolprogram for kontrolpartier.....	29
8.3.1 Kontrolpartier	29
8.3.2 Godkendelsesperiode for kontrolparti.....	30
8.3.3 Prøvningshyppighed, måleteknisk stikprøve.....	30
8.3.4 Teknisk inspektion af stikprøve	31
8.3.5 Måleteknisk kontrol.....	31
8.3.6 Afvisning af et kontrolparti	33
8.3.7 Fornyset prøvning af afviste kontrolpartier	33
9 Referencer	35

Bilag

- A Godkendelsesdiagrammer
- B Eksempel på udarbejdelse af usikkerhedsbudget
- C Stikprøveplan for kontrol af gasmålere

- D Tabel fra standard om stikprøveinspektion

Forord

Denne kontrolmanual danner sammen med Kontrolmanual for Måleudstyr /1/ grundlag for kontrol af gasmålesystemer \geq G10 og leveringstryk \leq 8 bar(a).

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.

Ændringer og tilføjelser i 6. udgave

I 6. udgave af Kontrolmanual for store gasmålere er der foretaget følgende ændringer:

I afsnit 8.3.5 er godkendelsesgrænsen for bælgasmålere uden og med integreret temperaturkompensering ændret til hhv. 3,0 og 3,9.

Med denne ændring er kontrolmanualen bragt i overensstemmelse med BEK nr. 582 af 28/05/2018, som beskriver, at brugstolerancen er lig med det dobbelte af den tolerance, der var gældende, da målesystemet blev bragt i omsætning. Sidstnævnte værdi er ± 2 % for temperaturkompenerede målere, fordi MID (Direktiv 2014/32/EU) forhøjer den maksimalt tilladelige fejl fra 1,5 til 2,0 % for gasmålere med temperaturkonvertering, som kun viser det konverterede volumen. Brugstolerancen er således op til $\pm 4,0$ % i henhold til BEK nr. 582. Værdien på 3,9 % for målere med integreret temperaturkompensering tager højde for usikkerheden på trykreguleringen.

Godkendelsesdiagrammer i Bilag A er tilpasset til ovennævnte godkendelsesgrænser.

0 Indledning

0.1 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 gasmålere $\geq G10$, der anvendes ved et tryk ≤ 8 bar(a). Systemet er udarbejdet til kontrol af gasmålesystemer bestående af en bælg-gasmåler med temperaturkompensering eller en volumengasmåler med TZ- eller PTZ-konverteringsudstyr.

Systemet danner det måletekniske grundlag for bestemmelsen af måleusikkerheden på de forbrugsmålinger, der benyttes til fastlæggelse af kundernes afregning. Systemet har til formål at sikre, at den maksimale fejl på forbrugsmålingen i godkendelsesperioden ikke overstiger ± 4 % under normale driftsbetingelser for målesystemer med bælg-gasmålere, eller ± 3 % for målesystemer med turbine- eller rotationsmålere og konverteringsudstyr.

For gasmålesystemer, hvor konverteringsudstyret¹ forudsætter et fast leveringstryk, omfatter kontrollen tillige en kontrol af trykregulatoren.

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

Reguleringsudstyret indreguleres ved opsætningen og kontrolleres ligeledes ved in-situ kontroller.

Godkendelseskravet ved in-situ kontrollen er bestemt således, at det giver tilstrækkelig sikkerhed for, at den maksimale fejl på forbrugsmålingen i godkendelsesperioden ikke overstiger $\pm 3\%$ under normale driftsbetingelser.

Kvalitetsstyringen af nøjagtigheden ved kalibrering og af kontroludstyrets nøjagtighed er beskrevet i Kontrolmanual for Måleudstyr /1/.

¹ For bælg-gasmålere overvåges regulatorens afgangstryk i forbindelse med uafhængig stikprøvekontrol (sikkerhedssyn)

0.2 Grundlag

Usikkerheden ved 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 rapporterne /3/ og /4/ er beskrevet, hvorledes usikkerheden på den samlede afregning kan bestemmes under hensyntagen til forholdene på målelokaliteten, komponenternes forhold, usikkerheden ved kalibreringen, kontrolinstrumenternes usikkerhed samt de valgte godkendelsesgrænser ved kalibrering og ved kontrol. Specielt kan fremhæves, at usikkerheden på den samlede afregning bestemmes ved addition ”i kvadratisk middel” af de enkelte usikkerhedsbidrag (dvs. som kvadratroden af summen af kvadraterne på usikkerhedsbidragene).

Kontrolsystemet bygger på en akkrediteret kalibrering af komponenter før opsætning og en periodisk in-situ overvågning af gasmålesystemet. Godkendelsesgrænserne ved in-situ kontrol er fastlagt under hensyntagen til komponenternes og kontroludstyrets metrologiske parametre samt til forholdene på brugsstedet, som beskrevet i /4/. Herudover er der i den maksimale målefejl for korrekt afregning, taget hensyn til et usikkerhedsbidrag fra installationsbetingede forhold så som indflydelsen fra gasmålesystemers mekaniske opbygning og variationer i gastryk og gastemperatur.

0.3 Anvendelsesområde

Bestemmelserne i denne manual finder anvendelse på volumengasmålesystemer for naturgas, som er af type $\geq G10$, med leveringstryk ≤ 8 bar(a), og som er omfattet af Distributionsbetingelserne.

1 Definitioner og begreber

Til afregningsformål udtrykkes gasforbruget ved de aktuelle temperatur- og trykforhold i fastsatte basisvolumenenheder.

Systemet, der omsætter gasforbruget ved de aktuelle temperatur- og trykforhold til kendte afregningsenheder, består af en volumengasmåler og én eller flere komponenter til kompensering eller regulering.

Denne manual omfatter både bælgasmålere og øvrige gasmålesystemer, hvor gastrykket ved volumengasmålerens P_r -udtag (P_m) tilstræbes fastholdt ved brug af en trykregulator, og systemer, hvor gastrykket P_r eller P_m svarer til forsyningsnettets driftstryk.

Såfremt konverteringsudstyret forudsætter et fast leveringstryk, opfattes i denne manual trykregulatoren som en del af målesystemet.

acceptgrænse, a.

Grænse, der danner udgangspunkt for godkendelse ved kalibrering af kontroludstyret. Grænsen indgår i usikkerhedsbudgettet for kontroludstyret (Pkt. 3.3 og 5.2.4).

anvendelsesområde for komponent.

Det af fabrikanten angivne område for driftstryk, gastemperatur og omgivelsetemperatur, hvorunder fabrikantens udstyr er gyldige.

datablad

Samling af data og registreringer vedrørende en komponent (Pkt. 4.1) eller et gasmålesystem (Pkt. 4.3) der kan findes i forskellige databaser og lignende.

driftsklimaklasse DKK

Gasselskabets klassifikation af variationsområdet for omgivelsetemperaturen ved installationen (Pkt. 5.1.1).

driftstrykklasse DTK

Gasselskabets klassifikation af driftsområdet for gastrykket ved et gasmålesystem. Gastrykket klassificeres efter det nominelle

distributionsledningstryk eller gastrykket ved volumengasmålerens P_r -udtag eller P_m -udtag (Pkt. 5.1.2).

driftsområde

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

fejlniveau

Størrelse, der benyttes ved den måletekniske kontrol af bælgasmålere $\leq G25$.

For hver måler udregnes målerens fejlniveau ved udtrykket:

$$\text{fejlniveau} = X_1 = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)$$

hvor F_1 og F_2 angiver de ved kalibreringen fundne fejlvisninger i % af det nominelle volumen ved hhv. flow i) og ii) i 8.3.5.a.

fejlvariation

Størrelse, der benyttes ved den måletekniske kontrol af bælgasmålere $\leq G25$.

For hver måler udregnes målerens fejlvariation ved udtrykkene:

$$\text{fejlvariation} = X_2 = \frac{1}{2}(F_1 - F_2),$$

hvor F_1 og F_2 angiver de ved kalibreringen fundne fejlvisninger i % af det nominelle volumen ved hhv. flow i) og ii) i 8.3.5.a.

fejlvisning

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

fornyet prøvning

Prøvning der udføres, når en ordinær prøvning er resulteret i, at et kontrolparti ikke kan godkendes. En fornyede prøvning gennemføres kun, hvis det på en dokumenterbar måde er muligt at lokalisere og afgrænse fejlene i et parti målere. Den fornyede prøvning skal udføres senest året efter det år, hvor den ordinære prøvning er påbegyndt.

gasmålesystem

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

1. volumengasmåler (volumenmåler)
2. trykregulator (hvis installeret)
3. konverteringsudstyr (hvis installeret)

godkendelsesgrænse D'

Grænser, der benyttes ved in-situ kontrollen, og som danner grundlag for godkendelse af komponenten eller gasmålesystemet.

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.

Udstyret må ikke benyttes før det er godkendt ved en ny kontrol, såfremt

- godkendelsesperioden for et udstyr er overskredet
- der foretages indgreb i målesystemet, eller
- der konstateres uregelmæssigheder i systemet

indregulering af trykregulator

Indstilling af regulatorens afgangstryk.

in-situ kontrol

Kontrol af et målesystem, eller en del af et målesystem, der udføres på installationsstedet under normale driftsbetingelser og fastsatte kontrolbetingelser (Pkt. 6.2).

kalibrering

Kalibrering på akkrediteret, eller på anden måde godkendt, laboratorium, eller på et af gasselskabernes egne laboratorier i henhold til Kontrolmanual for måleudstyr/1/, og godkendt ved denne kalibrering i henhold til godkendelseskriterierne i Kontrolmanual for måleudstyr.

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.

kontrolklimaklasse

Gasselskabets klassifikation af kontrolbetingelserne for omgivelsestemperaturen ved en installation (Pkt. 5.1.1).

kontrolparti

En afgrænset bestand af volumengasmålere af samme fabrikat, type og essentielt samme ibrugtagningsår (Pkt. 8.3.1).

konverteringsudstyr

De dele af gasmåleudstyret, der benyttes til bestemmelse af konverteringen fra det målte driftvolumen til basisvolumen.

Konverteringsudstyr består af følgende delelementer:

- temperaturtransmitter eller -føler
- tryktransmitter (hvis installeret)
- regneenhed, enhed, der konverterer det målte driftvolumen til basisvolumen ved brug af signaler for tryktransmitter og/eller temperaturtransmitter/føler

måleteknisk kontrol

Kalibrering af målere fra et kontrolparti efter nedtagning med henblik på at opnå viden om kontrolpartiets målenøjagtighed (Pkt. 8.3.5).

måleudstyr

Omfatter

- **Kalibreringsudstyr.** Udstyr, der anvendes under (laboratorie-) kalibrering
- **Kontroludstyr.** Udstyr, der anvendes under in-situ kontrol

måleusikkerhed

En vurdering, 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 (Pkt. 8.2 og 8.3).

nominel middeldriftstryk

Det af gasselskabet skønnede eller målte årsgennemsnit (forbrugsvægtet) af gastrykket ved volumengasmålerens P_r -udtag eller P_m -udtag (Pkt. 5.2.2).

nominelt opsætningsår for kontrolparti

Klassifikation af et kontrolparti efter opsætningsårene for de målere, der indgår i kontrolpartiet (Pkt. 8.3.1).

overgangsflowværdi Q_t

Q_t er den flowværdi, hvor den tilladelige fejl for turbine- og rotationsmålere går fra $\pm 1 \%$ til $\pm 2 \%$.

Den tilladelige fejl ved Q_t er $\pm 1 \%$.

omgivelsestemperatur

Lufttemperaturen omkring målerinstallationen.

regneenhed

Komponent, der foretager omsætningen fra aktuelle gastemperatur- og trykforhold til kendte afregningsenheder.

Manualen omfatter følgende former for omsætning:

- TZ-konvertering alene for aktuel temperatur (anvendelse forudsætter fast gastryk P_r eller P_m , fx sikret ved en trykregulator)
- PTZ-konvertering, såvel for aktuel temperatur som for aktuelt gastryk P_r eller P_m .

repeterbarhed

Evnen hos et måleinstrument til under fastlagte brugsbetingelser at give meget nær den samme respons ved gentagne anvendelser af det samme indgangssignal.

usikkerhedsbudget

Beregningsmodel for gasmålesystemets samlede relative usikkerhed under forudsætning af in-situ kontrol med fastsatte godkendelsesgrænser /4/ Pkt. 8. Appendiks B i nærværende manual illustrerer bestemmelsen af et usikkerhedsbudget.

2 Organisering af kontrol

Der udføres in-situ kontrol af et gasmålesystem

- ved idriftsættelse af et nyt system
- efter udskiftning af komponenter i konverteringsudstyret
- såfremt der konstateres uregelmæssigheder i et system
- i henhold til kontrolprogrammet (Pkt. 3.1)

For gasmålesystemer med bælggasmåler med indbygget mekanisk temperaturkompensering udføres kontrol af trykregulatoren ved sikkerhedstilsyn af gasinstallationen.

3 Data

Der skal foreligge data (Pkt. 4.3) for hvert gasmålesystem.

3.1 Frekvenser

Mindst én gang årligt kontrolleres gasmålesystemers data for at sikre, at målesystemers godkendelsesperiode ikke er overskredet.

3.2 Registreringer

Kontrolresultater skal opbevares sådan, at kontrolresultater for de seneste 3 in-situ kontroller af et gasmålesystem er tilgængelige. Kontrolresultater skal dog mindst opbevares i 5 år.

3.3 Usikkerhedsbudget

For hver gasmålesystemstype, udarbejdes et usikkerhedsbudget i overensstemmelse med principperne i /4/, Pkt. 8.

Budgettet skal være tilgængeligt i forbindelse med gasmålesystemets data (jf. Pkt. 4.3).

Budgettet skal ajourføres ved udskiftning af en komponent til en komponent af andet fabrikat eller model.

Budgettet opbygges ved hjælp af budget for kontroludstyret, jf. Kontrolmanual for Måleudstyr/1/, og beregning af usikkerhedsbidrag for hver af gasmålesystemets komponenter (bortset fra volumengasmåleren).

Budgettet omfatter bidragene fra

- Kontroludstyrets maksimale systematiske usikkerhedsbidrag, herunder acceptgrænsen, a , ved kalibrering af kontroludstyret
- Kontroludstyrets tilfældige usikkerhedsbidrag, herunder udstyrets repe-terbarhed og eventuelle temperaturdrift
- Gasmålesystemets repeterbarhed
- Godkendelsesgrænse, D' , ved in-situ kontrol
- Omgivelsestemperatur (kontrolklimaklasse) og/eller gstryk (P_r , P_m) under kontrolbetingelser
- Omgivelsestemperatur i driftsområdet (nominel omgivelsestemperatur)

- Langtidsdrift

Den samlede usikkerhed beregnes ved sammenvejning af bidragene fra gasmålesystemets enkelte komponenter.

Appendiks B i nærværende manual illustrerer opbygningen af et usikkerhedsbudget.

Det samlede usikkerhedsbidrag hidrørende fra konverteringsudstyret (dvs. bortset fra usikkerheden fra volumengasmåleren) må ikke overstige $\pm 2 \%$.

4 Etablering af kontrolgrundlag

De godkendelsesgrænser, der bruges i kontrolsystemet, bygger på en vurdering af måleusikkerheden under driftsforhold og dennes tidsmæssige udvikling for hver komponentart og for målesystemet under ét.

Grundlaget for denne vurdering er datablade for komponenttyperne (jf. Pkt. 4.1) samt datablade for volumengasmålerne (jf. Pkt. 4.2).

For det enkelte gasmålesystem registreres de data, der er relevante for kontrolsystemet, i et datablad for gasmålesystemet (jf. Pkt. 4.3).

4.1 Datablade

For hver komponenttype (temperaturføler/transmitter, trykregulator, tryktransmitter, regneenhed) etableres et datablad,

Det datablad skal indeholde de oplysninger, der er nødvendige for typeidentifikation og udarbejdelse af usikkerhedsbudget.

Sådanne oplysninger kan være:

Komponentdel:

Komponenttype: (fabrikat og model)

Anvendelsesområde: (jf. fabrikantdatablad)

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

Nøjagtighed: (jf. fabrikantdatablad)

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

Driftsområde: (fastsat af gasselskab)

- driftstrykklasse
- driftsklimaklasse

Nøjagtighed i driftsområde: (formeludtryk)

- δ_{kl} (klasse)
- δ_{td} (temperaturdrift)
- δ_{ld} (langtidsdrift)

Eventuelle særlige kalibreringskrav

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

4.2 Data for volumengasmåler

Data skal indeholde følgende oplysninger:

- Entydig identifikation
- Type, fabrikationsnummer
- Kalibreringsdato og -sted (henvisning til certifikat)
- Kalibreringsresultat
- Opsætningsdato, henvisning til installationsnummer
- Evt. tilknytning til kontrolparti, se 8.3.1

4.3 Data for gasmålesystem

Data kan indeholde følgende oplysninger når det er aktuelt:

- Entydig identifikation
- Installationsadresse
- Installationsart
- Driftstrykklasse og driftsklimaklasse (dato for klassifikation)
- Nominelt middeldriftstryk og nominel omgivelsestemperatur (dato for klassifikation)
- Identifikation af volumengasmåler
- Volumengasmålerens maks./min. driftsflow i henhold til kalibreringscertifikat
- Installationens max./min. driftstryk ($P_r P_m$)
- Installationens indfyrede effekt; maks./min. (jf. indreguleringsrapport)

- Installationens max./min. driftsflow (baseret på installationens maks./min. indfyrede effekt og maks./min. driftstryk)
- Kontrol af målertilpasning (ligger installationens driftsflow inden for volumengasmålerens kalibreringsområde)
- Kontrolbetingelser
 - In-situ kontrol, jf. Pkt. 5.2.3
 - Nøjagtighedskrav til kontroludstyr jf. Pkt. 5.2.4
- Godkendelsesperiode/kontrolfrekvens
- Reference til usikkerhedsbudget, jf. Pkt. 3.3
- Seneste kontrol dato, kontrolresultat
- Næste kontrolår
- For hver komponent anføres:
 - Komponenttype og eventuel identifikation
 - Kalibrerings-/reguleringsreference (kalibreringscertifikat, typegodkendelse el.lign.)
 - Opsætningsdato
 - In-situ kontrolleret, dato, henvisning til kontrolrapport
 - Næste kontrolår

5 Valg af konverteringsudstyr og kontrolbetingelser

5.1 Driftsområde

Ethvert gasmålesystem skal være tilknyttet en driftsklimaklasse og en driftstrykkklasse.

Klassifikationen skal sikre, at sådanne variationer i temperatur og gastryk, som forekommer under sædvanlige driftsbetingelser, er indeholdt i det anvendelsesområde, der er fastsat for gasmålesystemets enkelte komponenter.

Gasselskabet skal overvåge, at gasmålesystemets klassifikation svarer til de aktuelle driftsbetingelser.

5.1.1 Driftsklimaklasse (DKK)

Gasmålesystemet klassificeres efter de omgivelsestemperaturer, der forventes at optræde ved installation. Der foretages en klassifikation i driftsklimaklasser efter omgivelsestemperaturens variationsområde.

Der benyttes følgende tre driftsklimaklasser (DKK):

Tabel 5,1 Driftsklimaklasser DKK

Klimaklasse	Variationsområde for omgivelsestemperatur
10	20°C ±10°C
20	20°C ±20°C
30	20°C ±30°C

5.1.2 Driftstrykklasse (DTK)

Gasmålesystemet klassificeres efter det nominelle distributionsledningstryk ved installationen, eller gastrykket ved volumengasmålerens P_r eller P_m -udtag.

Der benyttes følgende driftstrykklasser (DTK):

Tabel 5,2 Driftstrykklasser (DTK)

Nominal distributionsledningstryk (overtryk)	Gasttryk P_r eller P_m	Trykregulering med/uden	Korrektortype
24 [mbar]	= 22 [mbaro]	u	TZ
100 [mbar]	22 [mbaro] 35 – 100 [mbaro]	m u	TZ PTZ
2,5 [bar]	22-50 [mbaro]	m	TZ
4 [bar]	50-100 [mbaro]	m	TZ
7 [bar]	100-400 [mbaro]	m	PTZ
	400-800 [mbaro]	m	PTZ
	> 800 [mbaro]	m	PTZ
2,5 [bar]	1,6-3,5 [bara]	u	PTZ
4 [bar]	1,9-5 [bara]	u	PTZ
7 [bar]	1,9-8 [bara]	u	PTZ

5.2 Gennemsnitlige driftsbetingelser

Til brug for usikkerhedsbudgettet klassificeres gasmålesystemet endvidere efter den gennemsnitlige værdi (forbrugsvægtet) af omgivelsestemperatur og gastryk ved installationen.

5.2.1 Nominal omgivelsestemperatur

Den nominelle omgivelsestemperatur fastlægges som det skønnede eller målte årgennemsnit (forbrugsvægtet) af omgivelsestemperaturen ved gasmålesystemet.

5.2.2 Nominal middeldriftstryk

Det nominelle middeldriftstryk fastlægges som det skønnede eller målte årgennemsnit (forbrugsvægtet) af gastrykket ved volumengasmålerens P_r , P_m -udtag.

5.2.3 In-situ kontrol

Før udførelse af in-situ kontrol skal det kontrolleres, at korrektortype er i overensstemmelse med driftrykklasse, og at omgivelsestemperaturen ligger inden for installationens driftsklimaklasse

5.2.4 Nøjagtighedskrav til kontroludstyr

Nøjagtigheden (dvs. maksimal systematisk usikkerhed, repeterbarhed og evt. temperaturdrift) af det anvendte kontroludstyr indgår i usikkerhedsbudgettet for gasmålesystemet (pkt. 3.3).

Brug af kontroludstyr, der er godkendt ifølge de krav, der er beskrevet i Kontrolmanual for Måleudstyr /1/ sikrer, at man kan vurdere kontroludstyrets bidrag til usikkerhedsbudgettet.

Den maksimale systematiske usikkerhed, der kan tillægges et godkendt kontroludstyr, afhænger /4/ pkt. 3.1 af

- Acceptgrænsen a ved kalibrering af udstyret
- Udstyrets tilfældige usikkerhed

Det udstyr, der benyttes ved kontrolprocedurerne i nærværende manual, skal være godkendt ifølge de krav, der er beskrevet i Kontrolmanual for Måleudstyr/1/.

Kontroltermometer skal være godkendt med en acceptgrænse $a = 0,6$ [°C].

Acceptgrænserne for kontrolmanometer er angivet i pkt. 7.1.

6 Kontrol af konverterings- og reguleringsudstyr

6.1 Kalibrering på laboratorium

Inden opsætning af en komponent skal denne være godkendt ud fra en akkrediteret kalibrering.

6.2 Kontrol in situ

Ved kontrollen kontrolleres måleudstyrets komponenter hver for sig. Der foretages en visuel inspektion af volumengasmåleren.

Kontrollen af regneenheden foretages sidst.

6.2.1 Udførelse

Kontroller

- at installationsadressen og installation svarer til de oplyste data
- at plomber ikke er brudt
- at den aktuelle omgivelsestemperatur og leveringstryk opfylder kontrolbetingelserne. Hvis dette ikke er tilfældet, noteres de aktuelle tryk og temperaturforhold og kontrollen forsøges gennemført snarest muligt
- at kontrolinstrumentet opfylder klassekrav (tryk)
- at godkendelsesperioden for kontrolinstrumenterne ikke er overskredet

Kontrollen skal udføres i overensstemmelse med instruksen for in-situ kontrol .

6.2.2 Godkendelse / afvisning af komponent

En komponent anses for godkendt, såfremt afvigelsen mellem konverteringsudstyrets visning og kontroludstyrets visning ikke overstiger den relevante godkendelsesgrænse, D' , jf. afsnit 7.

Hvis måleresultatet ikke tilfredsstillende kriteriet for godkendelse, afvises in-situ kontrollen.

6.2.3 Korrigerende handling

Ved afvisning nedtages den defekte komponent, og en andet udstyr opsættes i henhold til opsætningsinstruktion for det pågældende konverteringsudstyr. Ved TZ-korrektion foretages ikke en nedtagning af regulatoren, men der udføres en indregulering i henhold til instruks i Kontrolmanual for Måleudstyr /1/.

Det kontrolleres, at

- Komponentens type er i overensstemmelse med gasmålesystemets klassifikation
- Den nye komponent er godkendt jf. pkt. 6.1
- Efter opsætning foretages in-situ kontrol af komponenten i overensstemmelse med 6.2.1 til 6.2.2.

Ved udskiftning af komponenter, noteres dette i gasmålersystemets stamdata.

6.2.4 Registreringer

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

6.3 Godkendelse af gasmålesystem med elektronisk T, TZ og PTZ udstyr ved in-situ kontrol

6.3.1 Godkendelseskriterium

Gasmålesystemet anses for godkendt, såfremt kontrollen af de enkelte komponenter (evt. efter udskiftning eller indregulering) 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.

6.3.2 Godkendelsesperiode

De nedenfor nævnte godkendelsesperioder angiver grænsen inden for hvilken fornyet kontrol skal gennemføres.

For gasmålesystemer med TZ-konvertering og trykregulator er godkendelsesperioden op til fire år fra kontroltidspunktet, såfremt usikkerhedsbudgettet tillader det.

For gasmålesystemer med PTZ-konvertering er godkendelsesperioden op til to år fra kontroltidspunktet, såfremt usikkerhedsbudgettet tillader det.

6.4 Godkendelse af gasmålesystem med bælggasmåler med temperaturkompensering ved in-situ kontrol

6.4.1 Kontroltidspunkter

For gasmålesystemer med bælggasmåler med indbygget mekanisk eller påbygget elektronisk temperaturkompensering foretages kontrollen af volumengas måleren i henhold til kontrolprogrammet, beskrevet i afsnit 8.

Kontrol af trykregulatoren udføres ved

- målernedtagning i henhold til kontrolprogram
- sikkerhedstilsyn med gasinstallationer

6.4.2 Kontrol af trykregulator

Regulatorens afgangstryk under drift kontrolleres for evt. afvigelse fra det afregningsmæssigt registrerede gastryk.

6.4.3 Godkendelse af trykregulator

Trykregulatoren anses for godkendt, såfremt afvigelsen mellem det afregningsmæssigt registrerede gastryk og kontroludstyrets visning ikke overstiger den relevante godkendelsesgrænse D'_p , jf. afsnit 7.1.

6.4.4 Korrigerende handling

Ved afvigelser større end godkendelsesgrænsen justeres regulatorens afgangstryk.

6.4.5 Registreringer

Registreringer foretages i overensstemmelse med afsnit 6.2.4.

7 Godkendelsesgrænser

7.1 Tryk

Godkendelsesgrænsen D'_p ved kontrol af tryktransmitter eller trykregulator afhænger af det nominelle distributionsledningstryk samt af det aktuelle driftstryk under kontrolomstændighederne.

Godkendelsesgrænserne D'_p for kontrol af tryktransmitter eller trykregulator er anført i tabel 5. De anførte grænser er kun gyldige, hvis acceptgrænsen for det anvendte kontrolinstrument ikke overstiger den anførte maksimale acceptgrænse.

Tabel 5 – 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	
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%	
	u	PTZ	35-100 [mbaro]	5 [mbar]	15 [mbar]	1,32%	1,40%	
2,5 [bar] 4 [bar] 7 [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%	
	m	PTZ	100-400 [mbaro]	5 [mbar]	15 [mbar]	1,05%	1,32%	
	m	PTZ	400-800 [mbaro]	6 [mbar]	20 [mbar]	1,09%	1,40%	
2,5 [bar] 4 [bar] 7 [bar]	m	PTZ	>800 [mbaro]	8 [mbar]	25 [mbar]	-	1,36%	
	u	PTZ	1,6-2,0 [bara]	6 [mbar]	20 [mbar]	1,00%	1,25%	
	u	PTZ	2,0-2,5 [bara]	8 [mbar]	25 [mbar]	1,00%	1,25%	
	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%	

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

7.2 Temperatur

Godkendelsesgrænserne ved kontrol af temperaturtransmitter eller -føler er: For installationer, hvor der kan foretages særskilt måling af temperaturen direkte i gasstrømmen, er godkendelsesgrænsen

$$D'_T = 2^\circ \text{ [C]}$$

For installationer, hvor kontrol af temperaturtransmitter eller –føler foretages i separat temperaturkalibrator/væskebad/klods, er godkendelsesgrænsen

$$D'_T = 1,5^\circ [\text{C}]$$

7.3 Regneenhed

7.3.1 Kontrol

Der udføres en funktionskontrol af regneenheden. Kontrollen udføres ved at sammenholde regneenhedens konverteringsfaktor med en beregnet konverteringsfaktor.

7.3.2 Aflæst konverteringsfaktor

Ved kontrollen aflæses regneenhedens konverteringsfaktor.

7.3.3 Beregnet konverteringsfaktor

Der bestemmes en beregnet konverteringsfaktor på basis af tryk og temperatur aflæst på regneenheden, eller målt med kontroludstyr.

Ved beregning af konverteringsfaktoren benyttes AGA8-DC92, SGERG-88 eller anden kendt konverteringsformel.

7.3.4 Godkendelse af regneenhed

Hvis den relative forskel mellem aflæst og beregnet konverteringsfaktor ikke overstiger 2 %, anses regneenhedens konverteringsberegning for at fungere tilfredsstillende.

8 Kontrolsystem for volumengasmålere

8.0 Indledning

Kontrolsystemet for volumengasmålere bygger på en kalibrering af måleren før opsætning, og et systematisk kontrolprogram for målere.

Kontrolprogrammet er udformet som:

- a) et nedtagningsprogram for enkelte målere
- b) et kontrolprogram for grupper af målere (kontrolpartier)

ad a) Enkelte målere defineres som målere hvor bestanden er så begrænset, at det ikke er muligt at danne kontrolpartier. Nedtagningsprogrammet for enkelte målere har en godkendelsesperiode på 10 år. Under dette nedtagningsprogram nedtages måleren inden udløbet af godkendelsesperioden. Målere kan i den forbindelse enten kasseres eller recalibreres for genopsætning.

ad b) Kontrolprogrammet for målere samlet i kontrolpartier har en godkendelsesperiode på 5 år. Under dette kontrolprogram udtages en stikprøve fra kontrolpartiet inden udløbet af godkendelsesperioden og der foretages en kalibrering af målerne i stikprøven. Ved tilfredsstillende prøvning godkendes partiet for en ny femårsperiode.

Såfremt kalibreringsresultaterne indikerer at partiet ikke kan godkendes, nedtages partiet, eller der foretages fornyet prøvning jf. afs. 8.3.8. En fornyet prøvning gennemføres kun, hvis det på en dokumenterbar måde er muligt at lokalisere og afgrænse fejlene i et parti målere.

Hvor et kontrolparti er faldet og herefter nedtages, skal de enkelte målere ikke underkastes kalibrering.

8.1 Opsætning af målere

Før opsætning af en volumengasmåler skal måleren være kalibreret på et laboratorium, der er akkrediteret, eller på anden måde godkendt til at udføre denne type kalibrering. Ved kalibreringen skal måleren opfylde nøjagtighedskravet som for nye målere. Kalibreringen skal være foretaget inden for de seneste 5 år inden opsætningen.

En renoveret måler må kun opsættes, såfremt den er recalibreret i overensstemmelse med ovenstående krav.

8.2 Nedtagningsprogram for enkelte målere

Medmindre en volumengasmåler er tilknyttet et kontrolparti, der overvåges iht. reglerne i pkt. 8.3, er målerens godkendelsesperiode 10 år fra opsætningsdato.

8.3 Kontrolprogram for kontrolpartier

Selskaberne kan vælge at kontrollere en bestand af volumengasmålere ved at sammenfatte disse målere i kontrolpartier, som overvåges ved et stikprøvekontrolsystem.

Kontrolsystemet bygger på en opdeling af en bestand af volumengasmålere i kontrolpartier omfattende målere, der anses for at være så ensartede, at stikprøver fra kontrolpartiet med tilstrækkelig sikkerhed kan benyttes til vurderinger vedrørende partiet som helhed.

8.3.1 Kontrolpartier

Et kontrolparti er en afgrænset bestand af volumengasmålere af samme fabrikat, type, nøjagtighedsklasse og – i det væsentlige – samme konstruktion. Et kontrolparti omfatter målere, der er opsat inden for en afgrænset tidsperiode.

Forskellen mellem opsætningsåret for de enkelte målere i et kontrolparti må ikke overstige 4 år.

Et kontrolparti karakteriseres ved målernes fabrikat, type, nøjagtighedsklasse og det nominelle opsætningsår.

Såfremt alle volumengasmålere i kontrolpartiet har samme opsætningsår, er partiets nominelle opsætningsår målernes opsætningsår. Såfremt partiet omfatter volumengasmålere, opsat i to til fire på hinanden følgende år, er partiets nominelle opsætningsår det ældste af disse.

Kontrolpartier kan opdeles og sammenlægges, men kun således, at det ikke for nogen del af de herved fremkomne kontrolpartier gælder, at prøvnings-tidspunktet bliver senere end fem år efter seneste ordinære prøvning. Et kontrolparti, der er under prøvning, må hverken sammenlægges med andre eller opdeles.

8.3.2 Godkendelsesperiode for kontrolparti

Ved ibrugtagning af et kontrolparti er godkendelsesperioden for partiet de fem kalenderår, der følger efter det nominelle opsætningsår.

Når stikprøvekontrollen resulterer i måleteknisk godkendelse af et kontrolparti (pkt. 8.3.5), er godkendelsesperioden for partiet de fem kalenderår, der følger efter det år, hvor stikprøven er udtaget (kontrolåret).

8.3.3 Prøvningshyppighed, måleteknisk stikprøve

Senest inden udgangen af det år, hvor godkendelsesperioden for et kontrolparti udløber, skal der udtages en måleteknisk stikprøve fra partiet til måleteknisk kontrol.

Størrelsen af den måletekniske stikprøve afhænger af størrelsen af kontrolpartiet.

For bælgasmålere, $\leq G25$ og øvrige målere benyttes følgende stikprøvestørrelser

Tabel 6 – Stikprøvestørrelse og godkendelsestal for bælgasmålere $\leq G25$ og øvrige målere

Partistørrelse	Stikprøvestørrelse	Godkendelsestal
20 \leq 280 målere	20 målere	1
281- 500 målere	32 målere	2
501- 1200 målere	50 målere	3
\geq 1201 målere	80 målere	5

Disse stikprøveplaner er mht. stikprøvestørrelse og godkendelsestal i overensstemmelse med ISO 2859 for AQL 2,5 % og inspektionsniveau ”normal”. Derimod følger partistørrelsen ikke standarden rigoristisk men er tilpasset til formålet. Stikprøvestørrelsen er størst for store partier. Det har den konsekvens, at et stort parti med en god kvalitet bliver godkendt med en større sikkerhed.

Målerne i stikprøven må ikke genopsættes, før de er recalibreret jf. pkt. 8.1.

Udvælgelsen af stikprøven skal foretages ved simpel tilfældig udvælgelse.

8.3.4 Teknisk inspektion af stikprøve

Ved den tekniske inspektion skal det kontrolleres, om målerne er identiske med de målere, som stikprøveplanen omfatter.

Før målerne underkastes nøjagtighedskontrol ved den måletekniske kontrol, skal de enkelte målere inspiceres for funktionsduelighed og andre afvigelser.

Dette tekniske eftersyn omfatter inspektion af især

- Plombens tilstand
- Mærker efter slag, transportskader
- Ydre utætheder
- Tegn på overbelastning eller forkert behandling
- Andre beskadigelser

Målere, som har fejlagtig identifikation, og målere, som er afvigende ved dette tekniske eftersyn, indgår ikke i den måletekniske stikprøve. Såfremt der findes sådanne afvigende målere, suppleres stikprøven ved simpel tilfældig udvælgelse indtil den har den størrelse, der er fastsat i pkt. 8.3.3.

8.3.5 Måleteknisk kontrol

Den måletekniske kontrol bygger på en kalibrering af de enkelte volumengasmålere i stikprøven. Kontrollen skal udføres af et laboratorium, der er akkrediteret til denne type kalibreringer.

Godkendelsesgrænserne ved kontrollen afhænger af volumengasmålerens temperaturkompenseringsmetode.

Der benyttes følgende godkendelsesgrænser.

Tabel 7 Godkendelsesgrænser δ_{vol} ved måleteknisk kontrol af volumengasmålere

Temperaturkompensering	Bælgasmåler δ_{vol}	Øvrige gasmålere δ_{vol}
Separat konvertering	3,0 % *)	2,0 %
Integreret temperaturkompensering	3,9 % *)	Anvendes ikke

*) Gælder for gastryk P_r eller P_m på bælgasmålere op til 100 [mbar].

*) Den maksimale fejl for målesystemer med bælgasmålere er 4 %. Værdien på 3,9 % for målere med integreret temperaturkompensering tager højde for usikkerheden på trykreguleringen. Den maksimale fejl for målere uden integreret temperaturkompensering er 3 % i henhold til BEK nr 582 af 28/05/2018.

Bælgasmålere \leq G25

Målere \leq G25 kalibreres ved 0,1 og 1,0 Q_{\max} .

a) Øvrige målere

Ved den måletekniske kontrol foretages en kalibrering ved følgende flow

- Q_t
- $0,25Q_{\max}$
- $0,4Q_{\max}$
- $0,7Q_{\max}$
- $1,0Q_{\max}$

Såfremt overgangsflowværdien Q_t er $\geq 0,2Q_{\max}$ udelades punktet $0,25Q_{\max}$.

Hvis fejlvisningen ved hvert af de (fire eller) fem prøvningsflow ligger inden for intervallet $\pm \delta_{\text{vol}}$, anses måleren for godkendt ved den måletekniske kontrol. I modsat fald er måleren ikke godkendt.

Godkendelse af kontrolparti

a) Bælgasmålere \leq G25

Ved vurderingen af resultatet af den måletekniske kontrol, kan man benytte et godkendelseskriterium baseret på en optælling af antallet af målere i den måletekniske stikprøve, der ikke kan accepteres ved den måletekniske kontrol, eller man kan benytte et godkendelseskriterium baseret på statistisk udjævning.

i) Godkendelse baseret på optælling

For den måletekniske stikprøve opgøres antallet af niveauafviste målere, samt antallet af variationsafviste målere.

Kontrolpartiet kan niveaugodkendes, såfremt antallet af niveauafviste målere ikke overstiger det for stikprøven gældende godkendelsestal (afsnit 8.3.3 tabel 6). Kontrolpartiet kan variationsgodkendes, såfremt antallet af variationsafviste målere ikke overstiger det for stikprøven gældende godkendelsestal (afsnit 8.3.3. tabel 6).

Kontrolpartiet anses for måleteknisk godkendt, såfremt det er såvel niveaugodkendt som variationsgodkendt.

ii) **Godkendelse baseret på statistisk udjævning**

Godkendelsesproceduren er som angivet i ref /2/. Ved vurdering af, hvorvidt godkendelseskriteriet er opfyldt, benyttes dog godkendelsesdiagrammerne i Appendiks A i nærværende manual.

b) Øvrige målere

Kontrolpartiet anses for måleteknisk godkendt, såfremt antallet af målere i den måletekniske stikprøve, der ikke har kunnet godkendes ved den måletekniske kontrol, ikke overstiger det for stikprøven gældende godkendelsessal (afsnit 8.3.3). I modsat fald er kontrolpartiet afvist.

Når prøvning af en måleteknisk stikprøve fra et kontrolparti resulterer i en måleteknisk godkendelse af partiet, fastsættes godkendelsesperioden for partiet som de fem kalenderår, der følger efter det år, hvor stikprøven blev udtaget (kontrolåret).

8.3.6 Afvisning af et kontrolparti

Såfremt prøvning af en måleteknisk stikprøve fra et kontrolparti resulterer i, at partiet ikke kan godkendes, skal partiet nedtages. Partiet skal nedtages hurtigst muligt, dog senest 2 år efter kontrolåret.

Målerne, der nedtages når, kontrolpartiet er afvist, skal ikke efterfølgende underlægges en nøjagtighedskontrol.

Man kan dog vælge at opdele et ikke godkendt kontrolparti i to eller flere kontrolpartier. Hvert af disse nye kontrolpartier skal nedtages eller underkastes fornyet prøvning efter reglerne i pkt. 8.3.7. En fornyet prøvning gennemføres kun, hvis det på en dokumenterbar måde er muligt at lokalisere og afgrænse fejlen i et parti målere.

8.3.7 Fornyet prøvning af afviste kontrolpartier

Fornyet prøvning skal udføres senest året efter det år, hvor stikprøven til den ordinære prøvning blev udtaget.

En fornyet prøvning udføres efter reglerne i pkt. 8.3.3 – 8.3.6.

Såfremt en fornyet prøvning resulterer i måleteknisk godkendelse af et kontrolparti, betragtes dette som tilfredsstillende, og godkendelsesperioden fastsættes som de fem kalenderår, der følger efter det år, hvor den ordinære stikprøve blev udtaget.

Såfremt en fornyet prøvning resulterer i, at partiet ikke kan godkendes, skal partiet nedtages hurtigst muligt. Partiet skal være nedtaget senest 2 år efter det år, hvor den ordinære stikprøve blev udtaget.

9 Referencer

- /1/ Kontrolmanual for måleudstyr, Dansk Gasteknisk Center 2020.
- /2/ Kontrolmanual for stikprøvekontrol af små gasmålere $\leq G6$, 5. udgave, Dansk Gasteknisk Center 2024
- /3/ Pilotundersøgelse af nøjagtighed ved kalibrering og kontrol af to udvalgte målesystemer, DGC-projekt 761.55, 14. februar 1992
- /4/ Pilotundersøgelse af nøjagtighed ved kalibrering og kontrol af to udvalgte målesystemer, DGC-projekt 761.55, Delrapport 2, 30. oktober 1992
- /5/ DS/EN ISO 12213: 2009 Naturgas – beregning af kompressibilitetsfaktor

A Godkendelsesdiagrammer for måleteknisk kontrol af volumengasmålere

Turbine- og rotationsmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 2,0%)

- A1 Partistørrelse 20 - 280 målere
- A2 Partistørrelse 281 - 500 målere
- A3 Partistørrelse 501 - 1200 målere
- A4 Partistørrelse ≥ 1201 målere

Bælggasmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 3,0%)

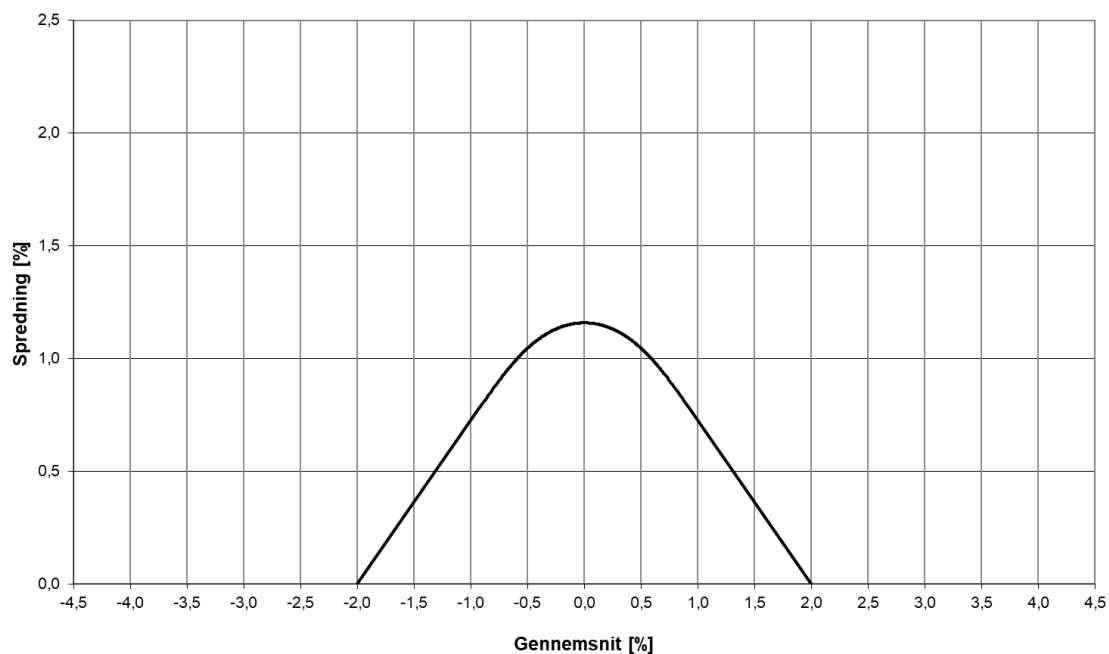
- A5 Partistørrelse 20 - 280 målere
- A6 Partistørrelse 281 - 500 målere
- A7 Partistørrelse 501 - 1200 målere
- A8 Partistørrelse ≥ 1201 målere

Bælggasmålere med integreret temperaturkompensering (tolerance 3,9%)

- A9 Partistørrelse 20 - 280 målere
- A10 Partistørrelse 281 - 500 målere
- A11 Partistørrelse 501 - 1200 målere
- A12 Partistørrelse ≥ 1201 målere

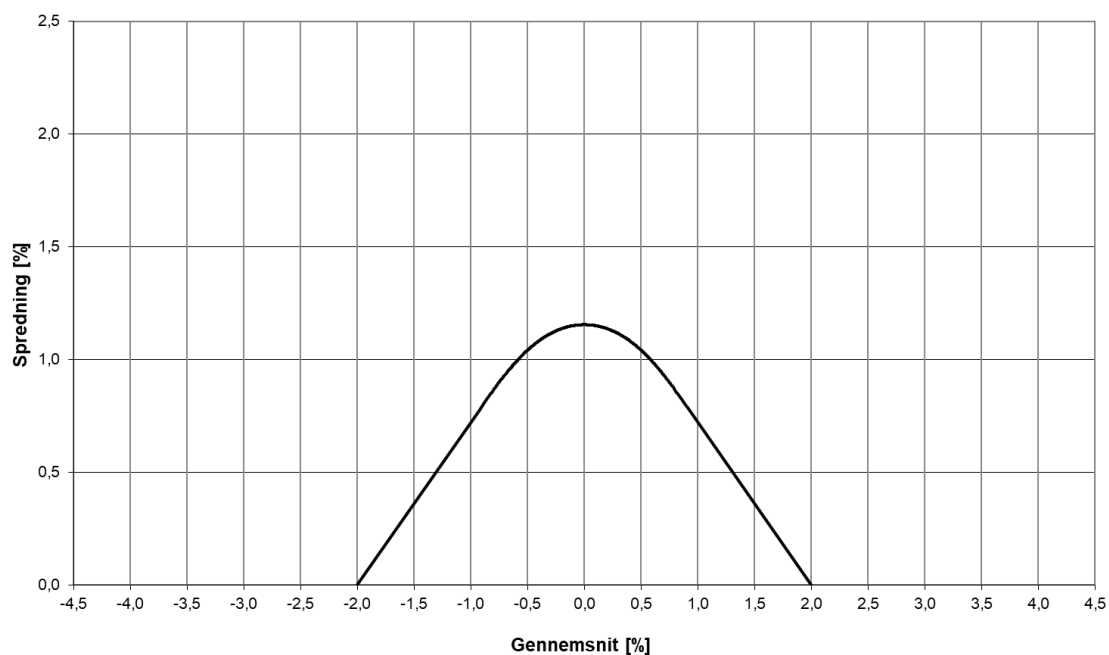
A.1 Turbine- og rotationsmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 2,0%). Partistørrelse 20 – 280 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 20
Tolerance: 2,0 %



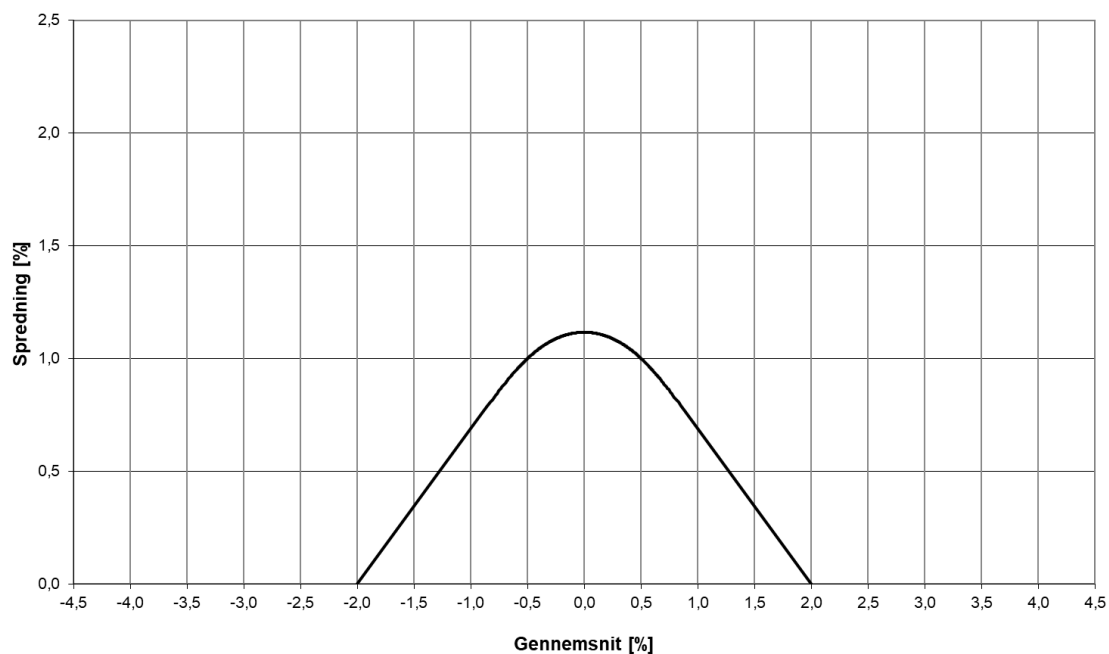
A.2 Turbine- og rotationsmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 2,0%). Partistørrelse 281 - 500 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 32
Tolerance: 2,0 %



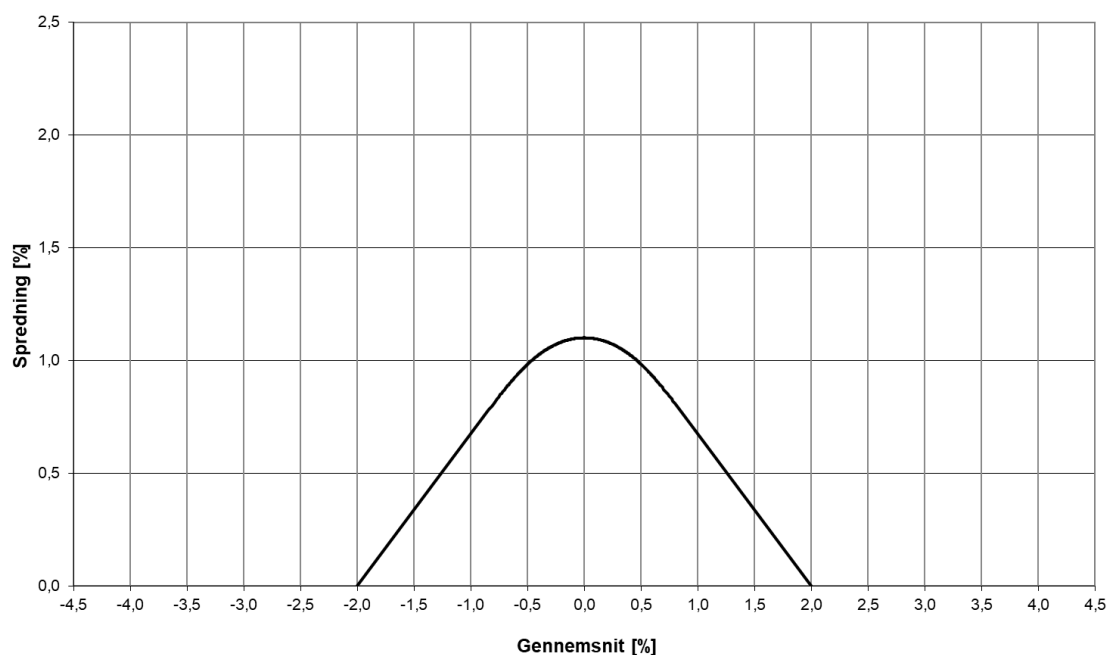
A.3 Turbine- og rotationsmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 2,0%). Partistørrelse 501 - 1200 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 50
Tolerance: 2,0 %



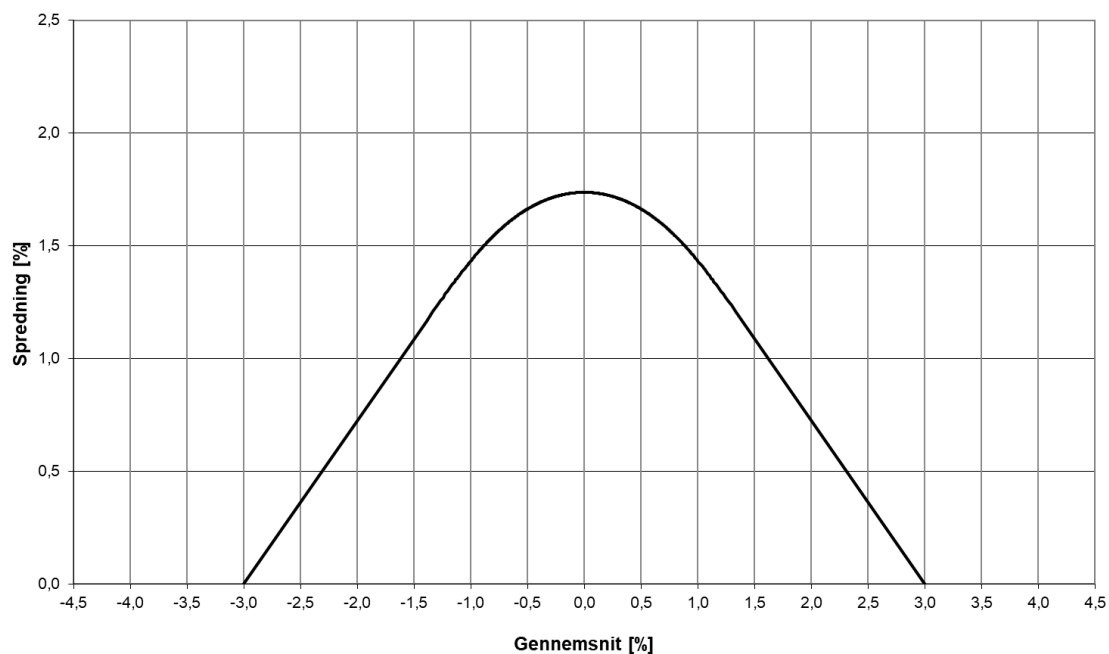
A.4 Turbine- og rotationsmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 2,0%). Partistørrelse ≥ 1201 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 80
Tolerance: 2,0 %



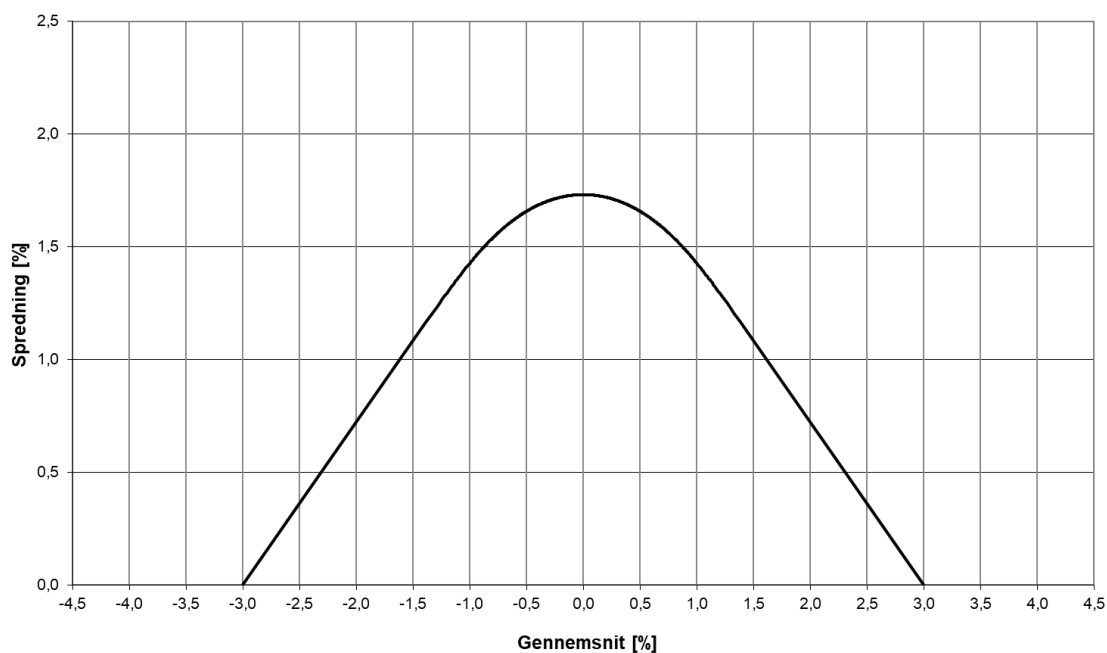
A.5 Bælgasmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 3,0%). Partistørrelse 20 - 280 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 20
Tolerance: 3,0 %



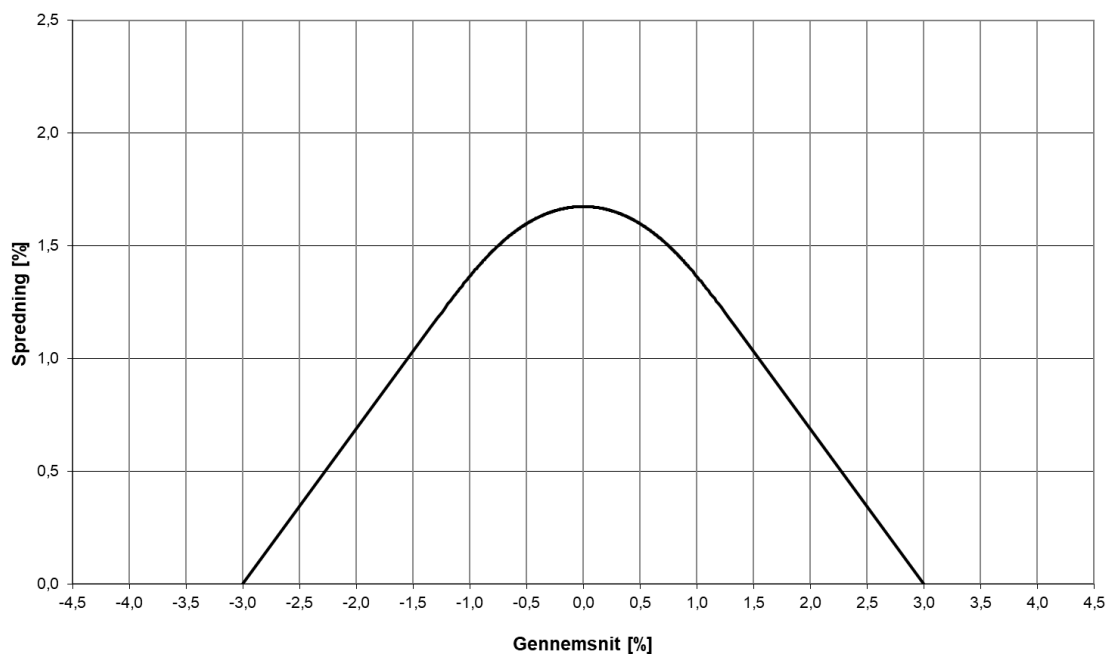
A.6 Bælgasmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 3,0%). Partistørrelse 281 - 500 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 32
Tolerance: 3,0 %



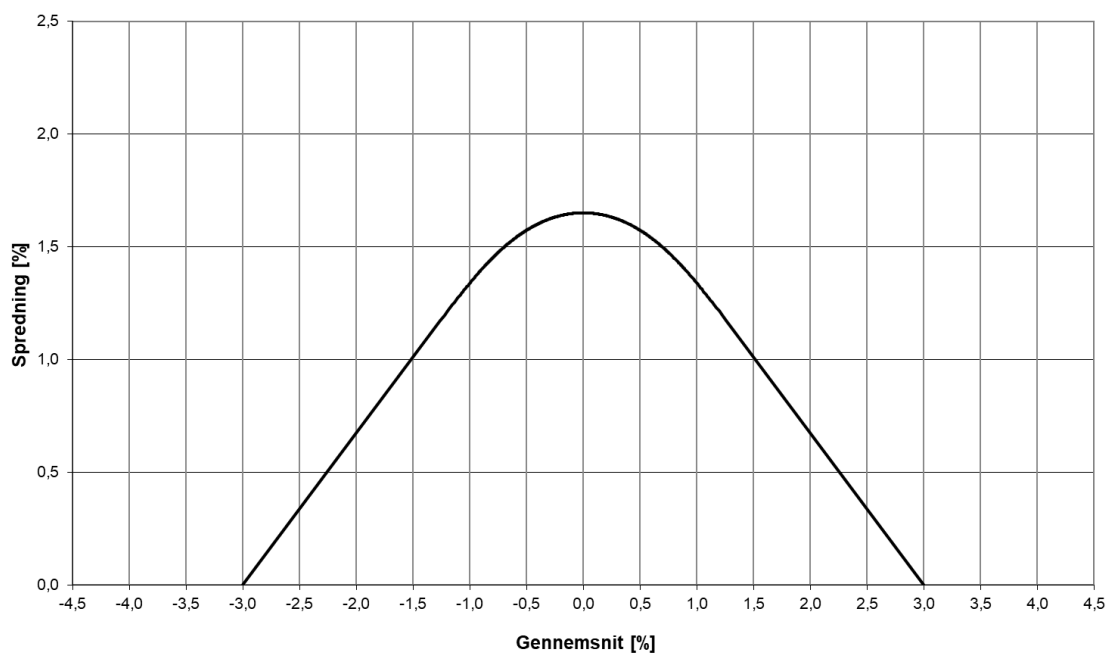
A.7 Bælgasmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 3,0%). Partistørrelse 501-1200 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 50
Tolerance: 3,0 %



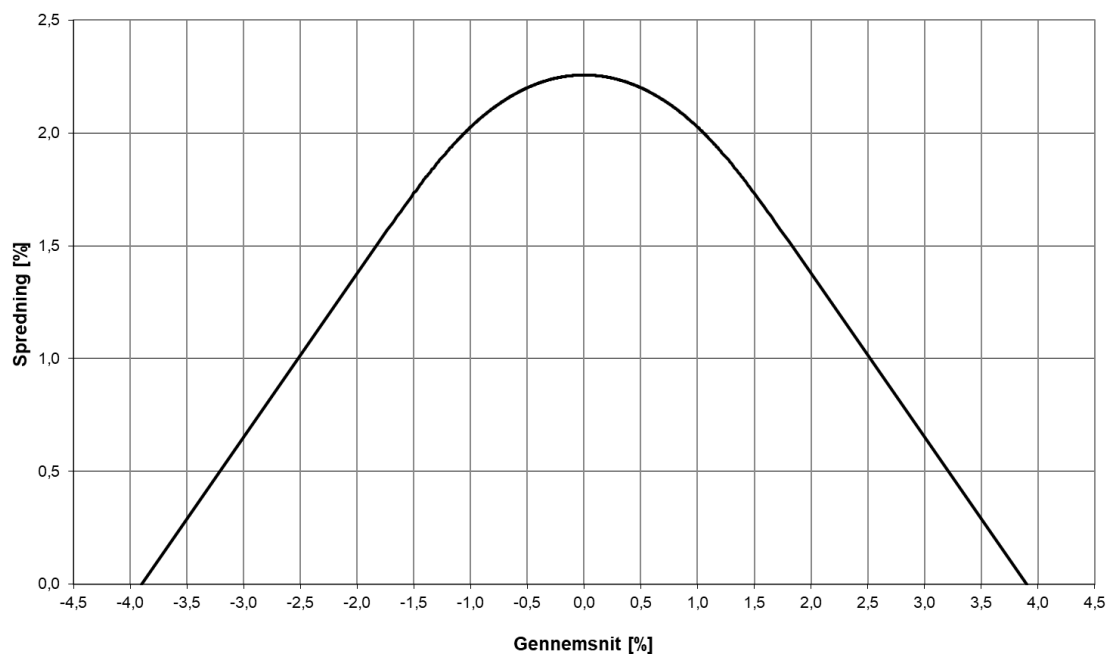
A.8 Bælgasmålere med separat konverteringsudstyr (tolerance 3,0%). Partistørrelse ≥ 1201 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 80
Tolerance: 3,0 %



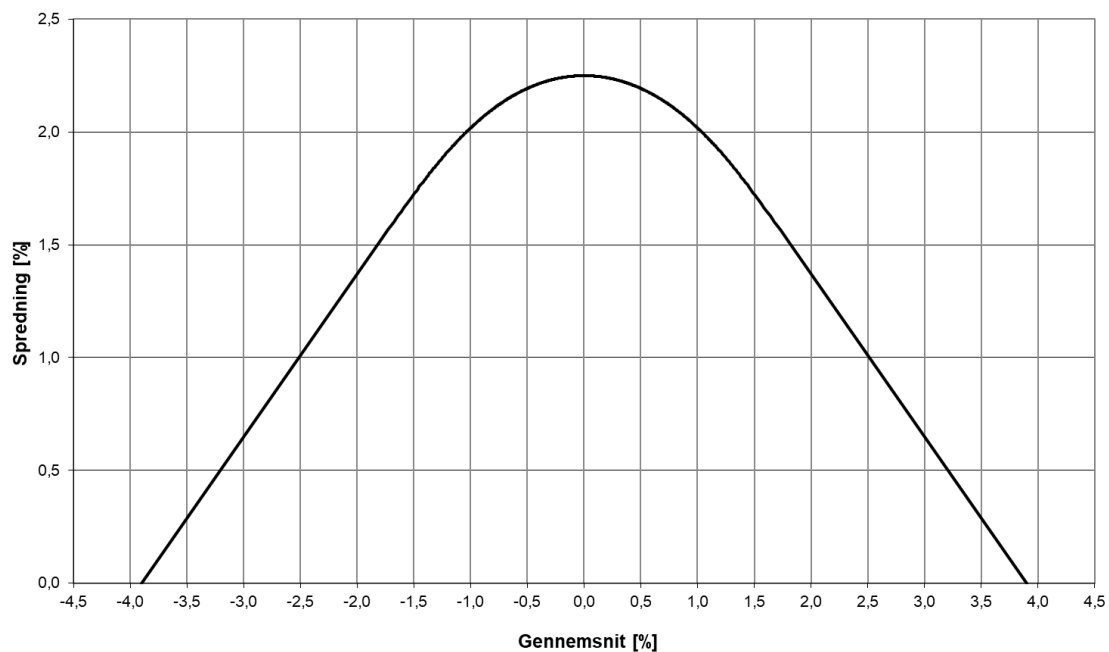
A.9 Bælgasmålere med integreret temperaturkompensering (tolerance 3,9%). Partistørrelse 20 - 280 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 20
Tolerance: 3,9 %



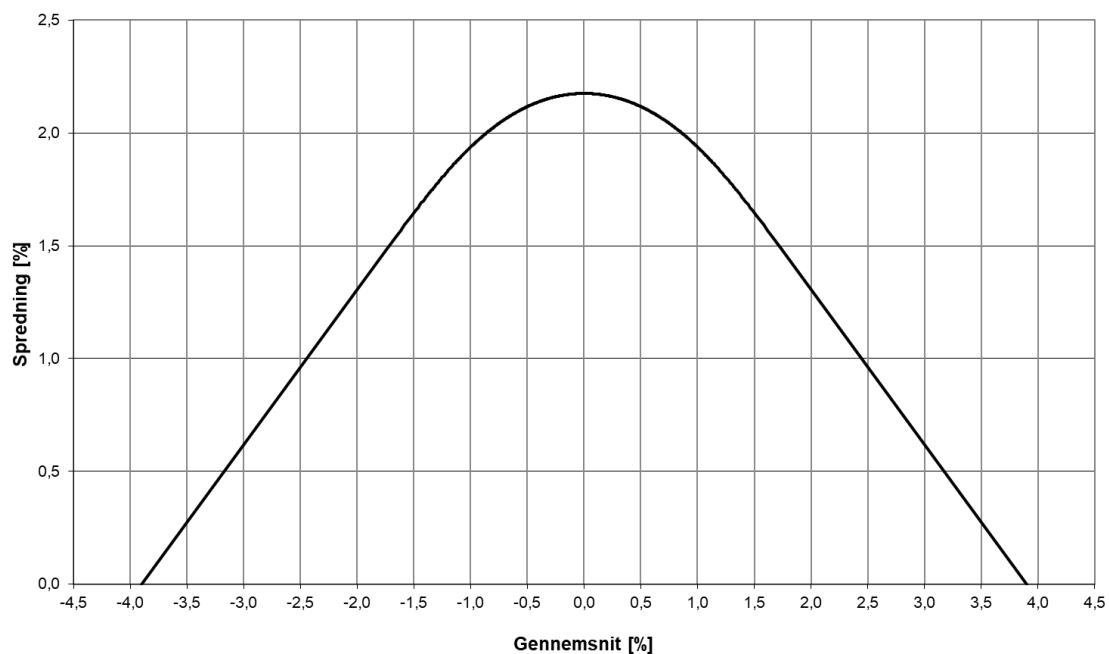
A.10 Bælgasmålere med integreret temperaturkompensering (tolerance 3,9%). Partistørrelse 281-500 målere

GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 32
Tolerance: 3,9 %



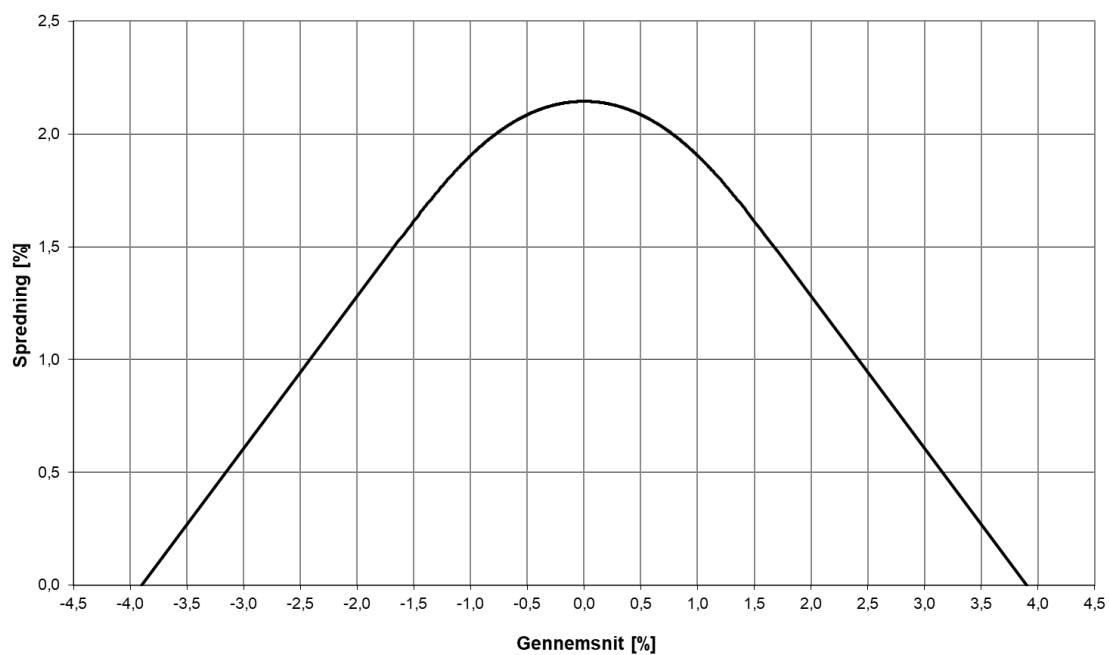
A.11 Bælgasmålere med integreret temperaturkompensering (tolerance 3,9%). Partistørrelse 501-1200 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 50
Tolerance: 3,9 %



A.12 Bælgasmålere med integreret temperaturkompensering (tolerance 3,9%). Partistørrelse ≥ 1201 målere

GODKENDELSES DIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL
Stikprøvestørrelse: 80
Tolerance: 3,9 %



B Eksempel på udarbejdelse af usikkerhedsbudget

B.1 Introduktion

Dette appendiks illustrerer bestemmelsen af usikkerhedsbudgettet (pkt.3.3) for et gasmålesystem bestående af volumengasmåler og konverteringsudstyr med

- temperaturtransmitter
- tryktransmitter
- regneenhed

I det følgende angives de generelle udtryk for usikkerhedsbidragene svarende til beskrivelsen i ref. /4/ pkt. 8.

De beregninger, der skal udføres i en konkret situation, er illustreret ved et eksempel. Det konverteringsudstyr, der betragtes i eksemplet, installationens nominelle driftstryk- og temperatur samt kontrolbetingelser og kontroludstyr er anført i afsnit B.2.

I det følgende anføres såvel de generelle regneudtryk jf. ref. /4/ pkt. 8, som de konkrete udtryk svarende til den i afsnit B.2 betragtede installation.

Afsnit B.3 angiver det generelle udtryk for det samlede maksimale systematiske usikkerhedsbidrag til forbrugsmålingen efter tilfredsstillende in-situ kontrol. I udtrykket opdeles den samlede usikkerhed i bidrag hidrørende fra trykmåling (på kontroltidspunkt og langtidsdrift), fra temperaturmåling (på kontroltidspunkt og langtidsdrift) samt fra regneenhedens konvertering.

Afsnit B.4 og B.5 illustrerer bestemmelsen af usikkerhedsbidragene hidrørende fra trykmålingen (på kontroltidspunkt og langtidsdrift), og afsnit B.6 og B.7 illustrerer tilsvarende bestemmelsen af bidragene hidrørende fra temperaturmålingen

B.2 Bestykning, drift og kontrolbetingelser

Som eksempel betragtes en installation med nedenstående konverteringsudstyr:

Konverteringsudstyr

Tryktransmitter	-	Druck 610
Temperaturtransmitter	-	Kamstrup 81-38-612
Regneenhed	-	Kamstrup 85-81-101

Ved in-situ kontrollen benyttes følgende kontroludstyr:

Kontroludstyr

Kontrolmanometer	-	Beamex PC105 (instrumentets temperaturområde 20 ± 30 [°C])
Kontroltermometer	-	FPH 4000/UHM (instrumentets eget temperaturområde er uden betydning)

Tryk

Gasnet	-	2,5 [bar]
Driftstryk anvendt i beregning (erfaringsmæssigt driftstryk)	-	3 000 [mbara]

Temperatur

Installations placering	-	Udendørs
Nominel omgivelsestemperatur, $T_{\text{omg,nom}}$	-	5 [°C] (skønnet)
Driftsklimaklasse DKK	-	20 [°C] (fastlagt af gasselskab)

B.3 Budget for forbrugsmåling

Beregningsformel:

Samlet relativ usikkerhed på forbrugsmålingen bestemmes af:

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{\Delta P'_{(trans+A/D),syst}}{P_{dr,nom}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T'_{(trans+A/D),syst}}{T_{gas,min}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_{ld(trans+A/D)}}{P_{dr,nom}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta T_{ld(trans+A/D)}}{T_{gas,min}}\right)^2 + (\delta_z)^2}$$

Symbolforklaring:

δ	-	Relativ usikkerhed på forbrugsmåling [%]
$\Delta P'_{(trans+A/D),syst}$	-	Maksimal systematisk usikkerhed [mbar] på trykmåling efter tilfredsstillende afsluttet in-situ kontrol Bidraget omfatter bidrag fra tryktransmitter og den analoge del af regneenheden (ref. /4/side 16)
$\Delta T'_{(trans+A/D),syst}$	-	Maksimal systematisk usikkerhed [°C] på temperaturmåling efter tilfredsstillende afsluttet in-situ kontrol Bidraget omfatter bidrag fra temperaturtransmitter og den analoge del af regneenheden
$\Delta P_{ld(trans+A/D)}$	-	Langtidsdrift [mbar] ved trykmåling i perioden mellem successive in-situ kontroller
$\Delta T_{ld(trans+A/D)}$	-	Langtidsdrift [°C] ved temperaturmåling i perioden mellem successive in-situ kontroller.
δ_z	-	Maksimal relativ usikkerhed [%] ved regneenhedens Z-konvertering Bidraget omfatter usikkerheden på grund af - konverteringen ved brug af en simplificeret formel i stedet for AGA8-DC92 eller SGERG-88 jf. ref. /5/ - de varierende gaskvaliteters indflydelse på den faktiske værdi af Z
$P_{dr,nom}$	-	Driftstryk anvendt i beregning [mbar abs]
$T_{gas,min}$	-	Minimal gastemperatur [K]. Fastsættes til 273 [K] (Formelt skulle den nominelle gastemperatur $T_{gas,nom}$ benyttes, men brug af den minimale temperatur $T_{gas,min} = 273$ [K] forenkler beregningerne uden at invalidere den resulterende værdi af usikkerheden)

Grænsesnippet mellem tryk- resp. temperaturmåling og regneenhedens konvertering er lagt ved regneenhedens digitale del, idet målesignalet ved in-situ kontrol af temperatur- og tryk er regneenhedens digitale visning af temperatur- og tryk.

I ovenstående usikkerhedsbudget knyttes usikkerheden hidrørende fra regneenhedens analog/digital-konvertering således til tryk- respektive temperaturmålingen.

Beregningseksempel:

$$\left(\frac{\Delta P^I_{(trans+A/D,syst)}}{P_{dr,nom}} \right)^2 = 1,43^2 \quad \text{Afsnit B.4}$$

$$\left(\frac{\Delta T^I_{(trans+A/D,syst)}}{T_{gas,min}} \right)^2 = 0,8^2 \quad \text{Afsnit B.6}$$

$$\left(\frac{\Delta P_{ld(trans+A/D)}}{P_{dr,nom}} \right)^2 = 0,17^2 \quad \text{Afsnit B.5}$$

$$\left(\frac{\Delta T_{ld(trans+A/D)}}{T_{gas,min}} \right)^2 = 0,09^2 \quad \text{Afsnit B.7}$$

$$(\delta_z)^2 = 0,25^2 \quad \text{Kontrolmanual pkt 7.3}$$

$$\delta [\%] = \sqrt{1,43^2 + 0,8^2 + 0,17^2 + 0,09^2 + 0,25^2} = \sqrt{2,78} = 1,7\%$$

Det samlede usikkerhedsbidrag hidrørende fra konverteringsudstyret, $\delta = 1,7\%$ overstiger således ikke $\pm 2\%$.

B.4 Bidrag fra trykmåling

Beregningsformel:

Det maksimale systematiske usikkerhedsbidrag [mbar] efter tilfredsstillende afsluttet in-situ kontrol bestemmes af:

$$\Delta P'_{(trans+A/D),syst} = \sqrt{(D'_P)^2 + \left[\Delta(P'_{kontrol,syst} + P'_{kontrol,tilf}) \right]^2 + (\Delta P'_{(trans+A/D),tilf})^2},$$

hvor

$$\left[\Delta(P'_{kontrol,syst} + P'_{kontrol,tilf}) \right]^2 = (a_{kontrol(P)})^2 + (\Delta P_{td(kontr,\Delta T=30^\circ C)})^2$$

og

$$\begin{aligned} \Delta(P'_{(trans+A/D),tilf})^2 &= (0,6\Delta P_{kl(trans+A/D)})^2 + (\Delta P_{td(trans+A/D)})^2 + (\Delta P_{afl})^2 \\ &= 0,6^2 \left[(\Delta P_{kl(trans)})^2 + (\Delta P_{kl(A/D)})^2 \right] \\ &\quad + \left[(\Delta P_{td(trans)/^\circ C})^2 (\Delta P_{td(A/D)/^\circ C})^2 \right] x (DKK)^2 + (\Delta P_{afl})^2 \end{aligned}$$

Symbolforklaring:

D'_P	Godkendelsesgrænse [mbar] ved in-situ kontrol af tryk
$a_{kontrol(P)}$	Acceptgrænse [mbar] for absolut kontrolmanometer*)
$\Delta P_{td(kontr,\Delta T=30^\circ C)}$	Temperaturdrift for kontrolmanometer ved manometerets egentemperatur 20 ± 30 [°C]*
$\Delta P_{kl(trans)}$	Klassenøjagtighed [mbar] for tryktransmitter (repererbarhed, linearitet og hysteres)
$\Delta P_{kl(A/D)}$	Klassenøjagtighed [mbar] for regneenhedens analoge del
$\Delta P_{td(trans)/^\circ C}$	Temperaturdrift pr 1°C [mbar/°C] for tryktransmitter
$\Delta P_{td(A/D)/^\circ C}$	Temperaturdrift pr 1°C [mbar/°C] for regneenhedens analoge del
ΔP_{afl}	Trykaflæsningsnøjagtighed for regneenheden [mbar]
DKK	Driftsklimaklasse [°C]

Det antages, at den tilfældige del af klassenøjagtigheden for tryktransmitteren og regneenheden udgør 60 % af klassenøjagtigheden.

*) Note: $a_{kontrol(P)}$ og $\Delta P_{td(kontr,\Delta T=30^\circ C)}$ kan slås sammen, da begge er funktion af $P_{dr,nom}$

Beregningseksempel:

D'_p	= 35 [mbar]	Tabel 5, svarende til 2,5 – 3,75 [bara]
$a_{kontrol(P)}$	= 10 [mbar]	Kontrolmanual for måleudstyr Dokument nr. 001, Tabel 3
$\Delta P_{id(kontr, \Delta T=30^\circ C)}$	= 1,8 [mbar]	Datablad for kontrolmanometer, svarende til 3000 [mbar]
$\Delta P_{kl(trans)}$	= 5 [mbar]	Datablad for tryktransmitter
$\Delta P_{kl(A/D)}$	= 10 [mbar]	Datablad for regneenhed
$\Delta P_{id(trans)/^\circ C}$	= 0,83 [mbar/^\circ C]	Datablad for tryktransmitter
$\Delta P_{id(A/D)^\circ C}$	= 0,5 [mbar]	Datablad for regneenhed
DKK	= 20 [^\circ C]	Fastlagt af gasselskab
$P_{dr,nom}$	= 3000 [mbar]	Erfaringsmæssigt driftstryk
ΔP_{afl}	= 10 [mbar]	Datablad for regneenhed

$$\begin{aligned} \Delta P'_{(trans+A/D),syst} &= \sqrt{35^2 + \underbrace{10^2 + 1,8^2}_{10,2^2} + \underbrace{0,6^2(5^2 + 10^2) + (0,82^2 + 0,5^2) \cdot 20^2}_{6,7^2 + 19,4^2} + 10^2} \\ &= \sqrt{35^2 + 10,2^2 + 6,7^2 + 19,4^2 + 10^2} = 43[mbar] \end{aligned}$$

Relativ trykmålingsusikkerhed:

$$\frac{\Delta P'_{(trans+A/D),syst}}{P_{dr,nom}} \cdot 100\% = \frac{43}{3000} \cdot 100\% = 1,4\%$$

B.5 Bidrag fra langtidsdrift, trykmåling

Beregningsformel:

$$\Delta P_{ld(trans+A/D)} = \sqrt{(\Delta P_{ld(trans)/aar})^2 + (\Delta P_{ld(A/D)/aar})^2} \cdot antal \text{ år}$$

Symbolforklaring:

$\Delta P_{ld(trans)/aar}$ Langtidsdrift [mbar/år] for tryktransmitter

$\Delta P_{ld(A/D)/aar}$ Langtidsdrift, omregnet til [mbar/år] for regneenhedens analoge del

antal år Forventet tid til næste planlagte kontrol

Beregningseksempel:

$\Delta P_{ld(trans)/aar}$ = 5 [mbar/år] Datablad for tryktransmitter

$\Delta P_{ld(A/D)/aar}$ = 1,5 [mbar/år] Datablad for korrektor

$P_{dr,nom}$ = 3000 [mbar] Erfaringsmæssigt driftstryk

Antal år = 1 [år] Valgt

$$\Delta P_{ld(trans+AD)} = \sqrt{5^2 + 1,5^2} = 5,2 \text{ [mbar]}$$

Relativ usikkerhed på langtidsdrift

$$\frac{\Delta P_{ld(trans+A/D)}}{P_{dr,nom}} \cdot 100\% = \frac{5,2}{3000} \cdot 100 = 0,17\%$$

B.6 Bidrag fra temperaturmåling

Beregningsformel:

Det maksimale systematiske usikkerhedsbidrag [mbar] efter tilfredsstillende afsluttet in-situ kontrol bestemmes af:

$$\Delta T'_{(trans+A/D),syst} = \sqrt{(D'_T)^2 + [\Delta(T'_{kontrol,syst} + T'_{kontrol,tilf})]^2 + (\Delta T'_{(trans+A/D),tilf})^2}$$

hvor

$$[\Delta(T'_{kontrol,syst} + T'_{kontrol,tilf})]^2 = (a_{kontrol(T)})^2 + (\Delta T_{id(kontr)})^2$$

og

$$\begin{aligned} \Delta(T'_{(trans+A/D),tilf})^2 &= (0,6\Delta T_{kl(trans+A/D)})^2 + (\Delta T_{id(trans+A/D)})^2 + (\Delta T_{afl})^2 \\ &= 0,6^2 [(\Delta T_{kl(trans)})^2 + (\Delta T_{kl(A/D)})^2] + [(\Delta T_{id(trans)/^\circ C})^2 + (\Delta T_{id(A/D)/^\circ C})^2] \cdot (KKK)^2 + (\Delta T_{afl})^2 \end{aligned}$$

Symbolforklaring:

- D'_T - Godkendelsesgrænse [°C] ved in-situ kontrol af temperatur
- $a_{kontrol(T)}$ - Acceptgrænse [°C] for kontroltermometer^{*)}
- $\Delta T_{id(kontr)}$ - Temperaturdrift [°C] for kontroltermometer^{*)}
- $\Delta T_{kl(trans)}$ - Klassenøjagtighed [°C] for temperaturtransmitter
(repererbarhed, linearitet og hysteres)
- $\Delta T_{kl(A/D)}$ - Klassenøjagtighed [°C] for regneenhedens analoge del
- $\Delta T_{id(trans)/^\circ C}$ - Temperaturdrift pr 1°C [°C/1°C] for temperaturtransmitter
- $\Delta T_{id(A/D)/^\circ C}$ - Temperaturdrift pr 1°C [°C/1°C] for regneenhedens analoge del
- ΔT_{afl} - Temperaturlæsningsnøjagtighed [°C] for regneenheden

Det antages, at den tilfældige del af klassenøjagtigheden for temperaturtransmitteren og regneenheden udgør 60 % af klassenøjagtigheden.

^{*)} Note:

$a_{kontrol(T)}$ og $\Delta T_{id(kontr(kontr(\Delta T=30^\circ C))}$ kan slås sammen, da de begge er funktion af $T_{dr,nom}$

Beregningseksempel:

D'_T	= 2 [°C]	Kontrolmanual pkt. 7.2
$a_{kontrol(T)}$	= 0,6 [°C]	Kontrolmanual for måleudstyr /1/ Tabel 3
$\Delta T_{td(kontr)}$	= 0 [°C]	Datablad for kontroltermometer
$\Delta T_{kl(trans)}$	= 0,25 [°C]	Datablad for temperaturtransmitter
$\Delta T_{kl(A/D)}$	= 0,1°C	Datablad for regneenhed
$\Delta T_{td(trans)/°C}$	= 0,025 [°C/°C]	Datablad for temperaturtransmitter
$\Delta T_{td(A/D)/°C}$	= 0 [°C/°C]	Datablad for regneenhed
DKK	= 20°C	Fastlagt af gasselskab
ΔT_{afl}	= 0,1°C	Datablad for regneenhed

$$\Delta T'_{(trans+A/D),syst} = \sqrt{2^2 + \underbrace{0,6^2 + 0^2}_{0,36} + \underbrace{0,6^2(0,25^2 + 0,1^2) + (0,025^2 + 0) \cdot 20^2}_{0,5} + 0,1^2}$$

$$= \sqrt{2^2 + 0,6^2 + \underbrace{0,16^2 + 0,5^2}_{0,25} + 0,1^2} = 2,2[°C]$$

Relativ temperaturmålingsusikkerhed:

$$\frac{\Delta T'_{(trans+A/D),syst}}{T_{gas,min}} \cdot 100\% = \frac{2,2}{273} \cdot 100\% = 0,8\%$$

B.7 Bidrag fra langtidsdrift, temperaturmåling

Beregningsformel:

$$\Delta T_{ld(trans+A/D)} = \sqrt{(\Delta T_{ld(trans)/aar})^2 + (\Delta T_{ld(A/D)/aar})^2} \cdot \text{antal år}$$

Symbolforklaring:

$\Delta T_{ld(trans)/aar}$ - Langtidsdrift [$^{\circ}\text{C}/\text{år}$] for temperaturtransmitter

$\Delta T_{ld(A/D)/aar}$ - Langtidsdrift, omregnet til [$^{\circ}\text{C}/\text{år}$] for regneenhedens analoge del

antal år - Forventet tid til næste planlagte kontrol

Beregningseksempel:

$\Delta T_{ld(trans)/aar} = 0,25$ [$^{\circ}\text{C}/\text{år}$] Datablad for temperaturtransmitter

$\Delta T_{ld(A/D)/aar} = 0$ [$^{\circ}\text{C}/\text{år}$] Datablad for korrektor

$T_{gas,min} = 273$ [$^{\circ}\text{C}$] Antaget

Antal år = 1 [år] Valgt

$$\Delta T_{ld(trans+AD)} = \sqrt{0,25^2 + 0} = 0,25$$
 [$^{\circ}\text{C}$]

Relativ usikkerhed på langtidsdrift

$$\frac{\Delta T_{ld(trans+A/D)}}{T_{gas,min}} \cdot 100\% = \frac{0,25 \cdot 100}{273} = 0,09\%$$

C Stikprøveplaner for kontrol af gasmålere

IMM Statistical Consulting Center

Technical University of Denmark

ISCC

file:statistik.tex

**Stikprøveplaner for kontrol
af gasmålere****Udarbejdet for Arbejdsgruppen vedrørende
Stikprøvekontrol af Gasmålere**

af

Henrik Spliid**Version 3****Marts 2008**

Introduktion

Denne rapport beskriver valg og anvendelse af stikprøveplaner for stikprøvevis kontrol af gasmålere, som udføres af gasselskaberne i Danmark.

De kontrollerede målere er opdelt i såkaldte kontrolpartier, der repræsenterer et antal ens målere opsat i et begrænset tidsrum, således, at det pågældende parti kan anses for *homogent*. Derved skal forstås, at der ikke i et kontrolparti findes grupper af målere, som teknisk eller på anden måde adskiller sig væsentligt fra resten af partiet og især ikke mht fejlvisning eller driftsikkerhed.

Grundlæggende hviler de benyttede stikprøveplaner på en fast stikprøvestørrelse, som er givet ud fra antallet af målere, som kontrolpartiet omfatter. Hvorvidt et parti, som kontrolleres ved en stikprøve, kan godkendes beror primært på antallet af målere i stikprøven, som ikke overholder givne krav til målernøjagtigheden.

Som alternativ til simpel optælling baseret på stikprøven, kan der benyttes statistisk udjævning, som bygger på en vurdering af fejlgennemsnit og fejlspredning af målerne i stikprøven.

1 Valg af stikprøveplaner

1.1 Relation til ISO 2859

Inspirationen til de stikprøveplaner, som indgår i det nuværende kontrolsystem, er hentet i ISO standarden ISO 2859-1:1999(E). I standarden er de benyttede stikprøveplaner indekseret efter det såkaldte AQL, som står for 'acceptance quality limit', og som angiver et kvalitetsniveau (for emnerne i de partier, der kontrolleres), som i reglen vil lede til godkendelse.

Når AQL angives for en stikprøveplan, indikerer værdien altså en grænse for den fejlandel af emner, som for det overvejende antal kontrollerede partier vil lede til godkendelse.

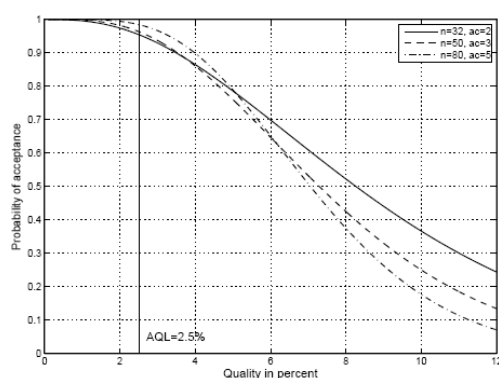
Hvis den faktiske fejlandel, p , af målerne, der indgår i et parti, er større end AQL, vil stikprøveplanen i stigende grad afvise de kontrollerede partier. Er p mindre end AQL, vil stikprøveplanen med stor sandsynlighed lede til godkendelse af de kontrollerede partier.

AQL er altså en egenskab, som er knyttet til stikprøveplanen. I ISO 2859 er angivet et antal normværdier for AQL, og i det nuværende system er der valgt AQL=2.5%.

I ISO 2859 er stikprøvens størrelse knyttet sammen med partiets størrelse og et valgt inspektionsniveau. I kontrolsystemet er denne sammenknytning ikke benyttet rigoristisk. I stedet er valgt et antal stikprøveplaner, som generelt benytter en større stikprøve for et større parti og med et godkendelsestal (det maksimalt tilladelige antal fejlbehæftede målere i et parti), som stiger tilsvarende.

Parti-størrelse	Stikprøve-størrelse	Godkendelsestal
$N < 1000$	$n = 32$	$ac = 2$
$1000 \leq N < 5000$	$n = 50$	$ac = 3$
$5000 \leq N$	$n = 80$	$ac = 5$

OC-kurverne for disse stikprøveplaner er vist i følgende figur.



Man ser, at stikprøveplanen ($n = 80$, $ac = 5$) diskriminerer bedst mellem god og dårlig kvalitet (kurven er stejlest), svarende til at for store partier er kontrollen bedst.

Hvis man eksempelvis ønsker en strengere kontrol, kan dette afstedkommes ved at øge stikprøvens størrelse og bibeholde godkendelsestallene. Man kan også bibeholde stikprøvestørrelserne og nedsætte godkendelsestallene til henholdsvis 1, 2 og 3, hvilket svarer til $AQL=1.5\%$ (i stedet for det nu anvendte 2.5%). Man skal derimod undlade at benytte stikprøveplaner med godkendelsestallet 0 (nul), da dette vil afstedkomme en stor usikkerhed ved afgørelsen af, om et parti kan godkendes eller ej.

Det noteres, at ISO 2859 opererer med lidt andre grænser for partistørrelser, men i standardens terminologi svarer de valgte stikprøveplaner nogenlunde til inspektionsniveau I og kodebogstaver G, H og J. Når valget er faldet på de angivne stikprøveplaner skyldes det dels, at stikprøvestørrelserne skønnes rimelige og at $AQL=2.5\%$ ligeledes er et rimeligt valg.

1.2 Statistisk udjævning og relation til ISO 3951

I stikprøvekontrollen foretages målinger af fejlvisningen. De faktiske målinger omsættes til afvigelser i forhold til det nominelle flow, F_0 , som måleren afprøves ved. Kaldes den for den i 'te måler viste værdi X_i , findes den relative afvigelse som

$$E_i = (X_i - F_0)/F_0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

hvor n angiver stikprøvens størrelse. I praksis kan E_i være gennemsnittet af målerafvigelserne ved to flow (fejlniveau) eller middeldifferensen mellem fejlene ved to flow (fejlvariation).

Diskussion: Denne beregningsmåde er egnet som grundlag for vurdering af alle målerne i partiet, såfremt det nominelle flow, F_0 , er fastlagt med en usikkerhed, som er væsentligt mindre end den usikkerhed, der knytter sig til aflæsningen af X_i for de enkelte målere. Endvidere må det forudsættes, at den tilfældige variation af E_i , der optræder indenfor den enkelte måler, når man bestemmer E_i for måleren (målerens repeterbarhed), er væsentligt mindre end den tilladelige variation mellem målerne i partiet. Man kan kort sige, at E_i skal repræsentere målerens sande relative middelfvigelse ved flowet F_0 . Problemet er berørt i afsnit 2, side 9.

For stikprøven beregnes gennemsnit og spredning af værdierne E_i som

$$\bar{E} = \sum_i E_i/n \quad \text{og} \quad S_E = \sqrt{\sum_i (E_i - \bar{E})^2 / (n - 1)}$$

henholdsvis.

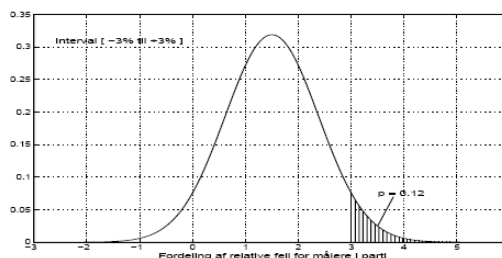
En måler betragtes som fejlbehæftet, hvis den målte relative afvigelse er større (uanset fortegn) end en vis grænse, E_{max} , som typisk kan være $E_{max} = 0.03 \sim 3\%$.

Fejlandelen af målere for hele partiet, p , er den teoretiske andel af værdierne E_i , som ligger udenfor intervallet $[-E_{max}$ til $+E_{max}]$.

Det vil sige, at

$$p = 1 - \text{Prob}\{-E_{max} \leq E \leq +E_{max}\}$$

hvor E angiver målerfejlen for en tilfældigt udtaget måler fra partiet. Følgende figur illustrerer dette:



Figuren viser en idealiseret (normal) fordeling med gennemsnit 2.5% og standardafvigelse 1.25% for målerne i et tænkt målerparti. Man ser, at ca 12% af målerne i partiet ligger udenfor (ovenfor) intervallet $[-3\%$ til $+3\%]$.

1.2.1 Kontrolregel ved anvendelse af statistisk udjævning

Hvis man antager, at målerfejlene er (tilnærmelsesvis) normalfordelte, kan man skønne p for partiet ved hjælp af stikprøvens \bar{E} og S_E som

$$\hat{p} = 1 - \Phi((E_{max} - \bar{E})/S_E) + \Phi((-E_{max} - \bar{E})/S_E)$$

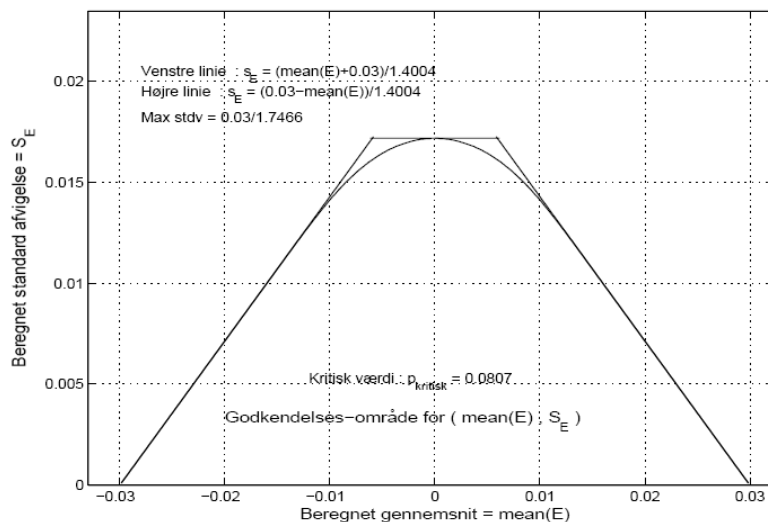
hvor, for eksempel, $\Phi(x)$ angiver sandsynligheden svarende til den standardiserede normalfordeling, dvs. :

$$\Phi(x) = (1/\sqrt{2\pi}) \int_{-\infty}^x \exp(-t^2/2) dt$$

Hvis den skønnede fejlandel \hat{p} ikke overskrider en på forhånd fastsat værdi $p_{kritisk}$ godkendes partiet. I modsat fald afvises partiet:

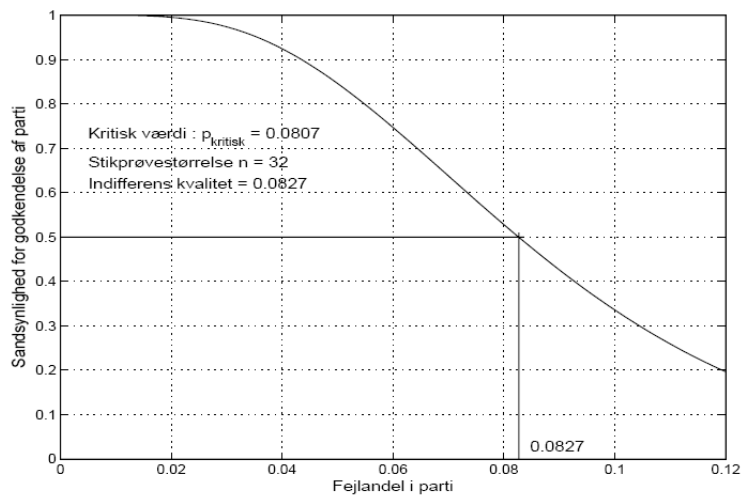
$$\text{Krav til stikprøve : } \hat{p} \leq p_{\text{kritisk}}$$

Det er principielt den samme kontrolregel, som benyttes i ISO 3951. Reglen medfører, at der kan findes et område for forskellige kombinationer af \bar{E} og S_E som leder til godkendelse, mens andre værdisæt leder til afvisning. Følgende figur viser godkendelsesområdet for statistisk udjævning med nedre fejlgrænse -0.03 (-3%), øvre fejlgrænse 0.03 (+3%) og kritisk værdi for fejlandel 0.0807 (8.07%).



Godkendelsesområdet og kontrolreglen kan tilnærmes med de tre afgrænsende linier, som vist på figuren (se anvendelsen heraf side 6). Det nøjagtige område kan beregnes numerisk.

OC-funktionen for kontrolkriteriet kan beregnes tilnærmelsesvist ved hjælp af den ikke-centrale t-fordeling. For data, hvor spredningen er mindre end, eksempelvis, $2/3$ af den maksimalt tilladte spredning, er beregningen meget nøjagtig. For eksemplet, hvor det nu forudsættes, at $n = 32$, findes følgende graf:



Man kan notere, at OC-funktionen har praktisk taget værdien 0.50 ved den kritiske fejlandel, som i eksemplet er 0.0807 (8.07%).

1.2.2 Matchning af kontrolregel baseret på statistisk udjævning

Det er valgt at tilpasse kontrolreglen baseret på statistisk udjævning sådan, at den har samme indifferenskvalitet som de stikprøveplaner, som svarer til ISO 2859, dvs kontrol baseret på simpel optælling af antal fejlbehæftede målere i stikproven. Indifferenskvaliteten er den kvalitet, som med sandsynligheden 0.50 leder til godkendelse af det kontrollerede parti. For de valgte stikprøveplaner findes:

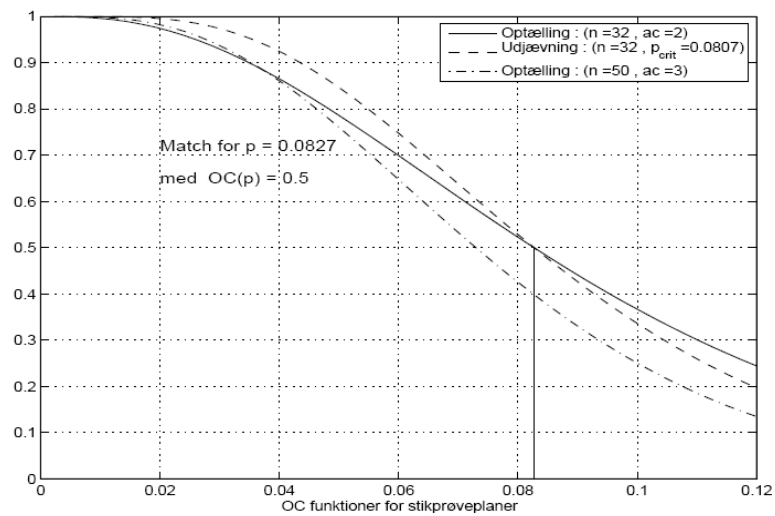
Parti-størrelse	Stikprøvestørrelse	Godkendelsestest	Indifferens-kvalitet	Kritisk p estimat
$N < 1000$	$n = 32$	$ac = 2$	$p = 8.27\%$	$p_c = 8.07\%$
$1000 \leq N < 5000$	$n = 50$	$ac = 3$	$p = 7.29\%$	$p_c = 7.17\%$
$5000 \leq N$	$n = 80$	$ac = 5$	$p = 7.07\%$	$p_c = 6.99\%$

En god tilnærmelse til indifferenskvaliteten er $(ac+2/3)/n$, og for de tre tilfælde fås værdierne $(2+2/3)/32=0.0833=8.33\%$, $(3+2/3)/50=0.0733=7.33\%$ og $(5+2/3)/80=0.0708=7.08\%$, henholdsvis. Man ser, at de er meget tæt på de angivne præcise værdier.

Man kan notere, at indifferenskvaliteten og den kritiske værdi for den estimerede fejlandel er praktisk taget ens.

Den ovenfor viste graf er netop OC-funktionen for den kontrolregel, der matcher $n = 32$ og $ac = 2$ med indifferenskvaliteten $p = 8.27\%$ og kritisk (maksimal) estimeret fejlandel $p_{kritisk} = 8.07\%$.

Følgende figur viser OC funktionerne for den oprindelige stikprøveplan baseret på optælling og den tilsvarende plan baseret på statistisk udjævning. I samme figur er desuden vist OC funktionen for optælling med $n=50$ og $c=3$.



Man ser, at det her valgte princip for matchning medfører, at planen baseret på optælling med $n=32$ ($ac=2$) og planen baseret på udjævning med $p_{kritisik} = 0.0807$ er så ens som muligt over hele forløbet, med planen baseret på udjævning som bedst både for små og store p -værdier.

Planen baseret på optælling med $n=50$ og $c=3$ er medtaget for illustrationens skyld. Man ser, at den gennemgående er strengere end begge stikprøveplanerne for $n = 32$.

Man kan matche stikprøveplanerne for andre kvaliteter end indifferenskvaliteten. Matcher man for en kvalitet, der er bedre end indifferenskvaliteten, vil man opnå en strengere kontrol. Men som det ses, er stikprøveplanen baseret på udjævning i sig selv en skærpelse med det valgte princip for matchning.

1.3 Oversigt over planer og praktisk anvendelse

Med god tilnærmelse kan kontrol baseret på udjævning foretages ved at benytte to simple kriterier. De to kriterier svarer til det retlinede område, som omslutter det præcise godkendelsesområde, se figuren side 4. Vi beregner for det nominelle flow F_0 afvigelse E_i , $i = 1, 2, \dots, n$, og derefter

$$E_i = (X_i - F_0)/F_0, \quad \bar{E} = \sum_i E_i/n \quad \text{og} \quad S_E = \sqrt{\sum_i (E_i - \bar{E})^2/(n-1)}$$

Sæt $\bar{E}_{pos} = |\bar{E}|$, dvs den positive (numeriske) værdi af den gennemsnitlige relative fejl.

$$\text{Kriterie 1: } S_E \cdot k_1 + \bar{E}_{pos} < E_{max}$$

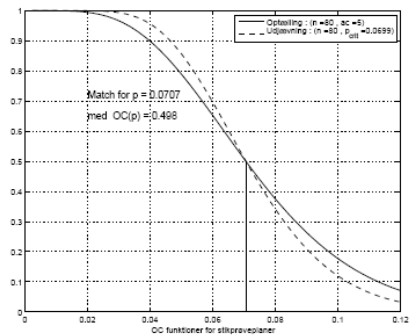
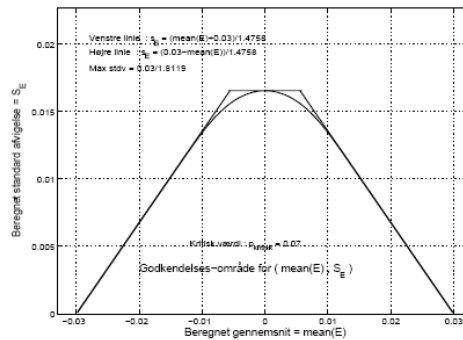
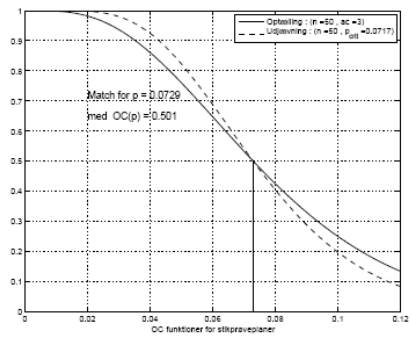
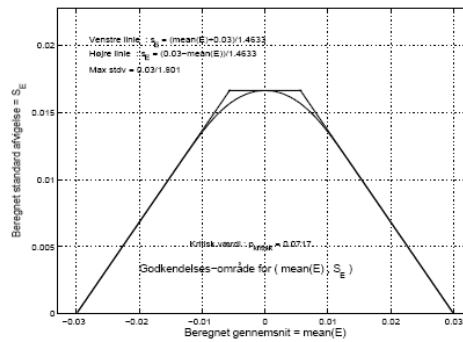
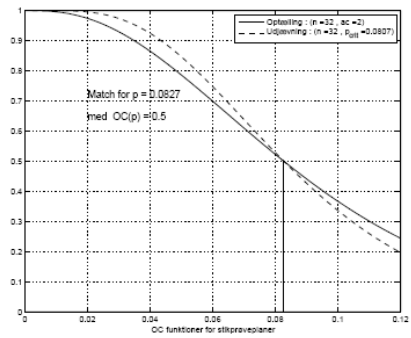
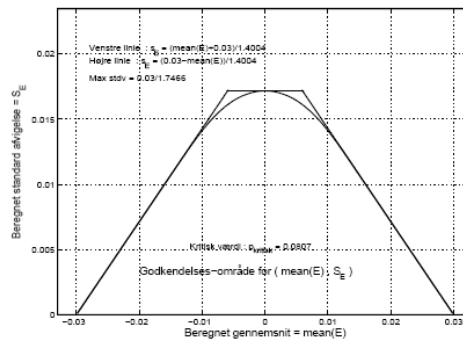
$$\text{Kriterie 2: } S_E < E_{max}/k_2 = S_{max}$$

hvor E_{max} er den maksimalt tilladte afvigelse (typisk 0.03) og $k_1 = u(1-p_{kritisik})$ er værdien i normalfordelingen, som svarer til sandsynligheden $(1-p_{kritisik})$, og $k_2 = u(1-p_{kritisik}/2)$ er værdien i normalfordelingen, som svarer til sandsynligheden $(1-p_{kritisik}/2)$

Er begge kriterier overholdt, godkendes partiet. I modsat fald afvises det.

For de tre stikprøveplaner baseret på optælling fås:

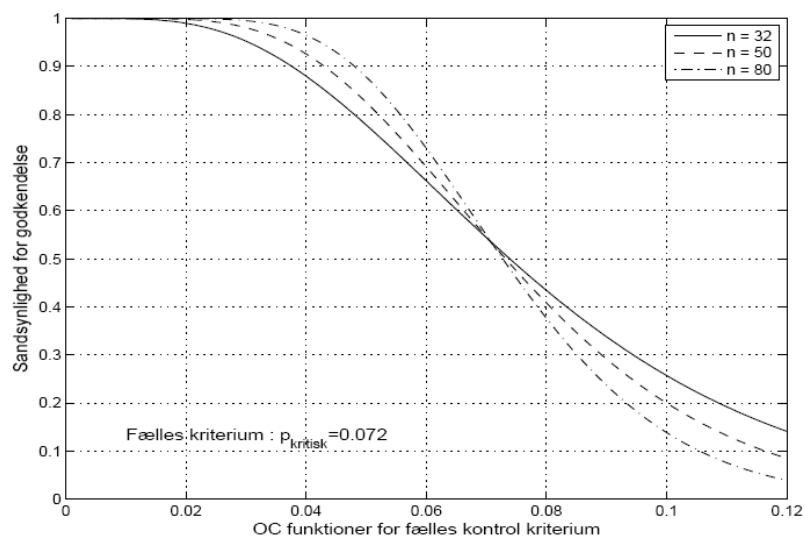
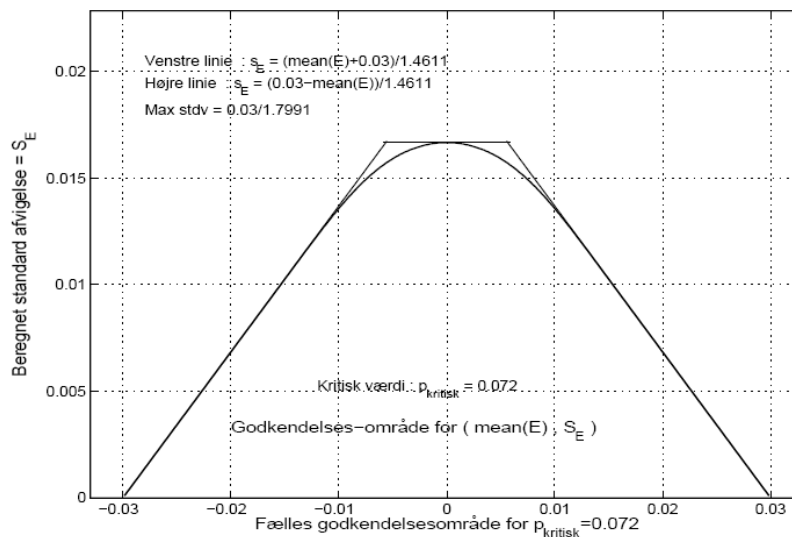
Optælling	Indifferens kvalitet	Udjævning $p_{kritisk}$	Faktor k_1	Faktor k_2	E_{max}	S_{max}
n=32, ac=2	0.0827	0.0807	1.4004	1.7466	0.03	0.01532
n=50, ac=3	0.0729	0.0717	1.4632	1.8010	0.03	0.01544
n=80, ac=5	0.0707	0.0699	1.4765	1.8126	0.03	0.01497



Man kan notere, at de tre stikprøveplaner baseret på statistisk udjævning ikke adskiller sig meget fra hinanden med planen for $n = 80$ som den, der bedst skelner mellem god og ikke god partikvalitet. Man ser også, at de tre planer er ret ens mht. $p_{kritisk}$, så man kunne overveje et gå over til én og samme kontrolregel i alle tre tilfælde, og et kompromis kunne fx være at benytte $p_{kritisk} = 0.072$ i alle tre tilfælde. Man finder derved nedenstående kontrolregel og tilhørende OC funktioner, der alle har indifferens kvalitet praktisk taget også 0.072 (7.2%).

Optælling	Matchning kvalitet	Udjævning $p_{kritisk}$	Faktor k_1	Faktor k_2	E_{max}	S_{max}
n=32, ac=2	0.051	0.072	1.4611	1.7991	0.03	0.0167
n=50, ac=3	0.074	0.072	1.4611	1.7991	0.03	0.0167
n=80, ac=5	0.081	0.072	1.4611	1.7991	0.03	0.0167

Fælles kriterium for prøvning med statistisk udjævning



Afslutningsvis pointeres, at den fælles kontrolregel for alle tre stikprøvestørrelser, 32, 50 og 80, er bedre end hver af de tre stikprøveplaner baseret på optælling, hvormed menes, at den diskriminerer sikrere mellem god og ikke god partikvalitet.

2 Kalibreringsusikkerhed

2.1 Ideel model for kalibrering

Kontrollen af et målerparti retter sig i første række mod middelværdien for målerne i partiet og variationen mellem målerne i partiet, og den bygger på, at en stikprøve af målere kalibreres på et anerkendt laboratorium. Der antages følgende model for målefejlen ved en aflæsning, nr. j , af den i 'te måler fra partiet:

$$X_{i,j} = \mu_X + M_i + R_{i,j}$$

hvor μ_X er målerpartiets gennemsnitlige målefejl, og M_i er den i 'te målers afvigelse fra partiets fælles gennemsnit og $R_{i,j}$ er målerens repeterbarhed. Størrelsen M_i antages at have middelværdien 0 over hele målerpartiet, og $R_{i,j}$ antages at have middelværdien 0 for de enkelte målere.

Når man kalibrerer målerne i et målerparti, er det dybest set kun $\mu_X + M_i$, man er interesseret i, idet det er andelen af målere, hvor $\mu_X + M_i$ ikke ligger inden for leveringskravet, som er målerpartiets fejlandel.

Den benyttede kontrolprocedure forudsætter, at $X_{i,j}$ findes ved en kalibrering, hvor usikkerheden på bestemmelsen af $X_{i,j}$ er relativt lille og at målerens eget repeterbarhedsbidrag, $R_{i,j}$, også er lille.

Man kan forestille sig, at kalibreringen (ved det benyttede laboratorium og den benyttede metode) foregår med en vis middelfejl, μ_C , når en stikprøve fra et forelagt parti kalibreres, med en kalibreringsusikkerhed ved kalibrering af den i 'te måler, $M_{C,i}$, og en kalibreringsrepetbarhed, $R_{C,i,j}$:

Derved er det j 'te kalibreringsresultat for den i 'te måler fra et parti:

$$Y_{i,j} = X_{i,j} + \mu_C + M_{C,i} + R_{C,i,j} = (\mu_X + \mu_C) + (M_i + M_{C,i}) + (R_{i,j} + R_{C,i,j})$$

Det ses, at i forhold til en ideel kalibrering kan både μ_C , $M_{C,i}$, $R_{i,j}$ og $R_{C,i,j}$ influere på den endelige afgørelse om, hvorvidt et målerparti overholder nøjagtighedsbestemmelserne eller ej, når en stikprøve af målere bliver kalibreret,

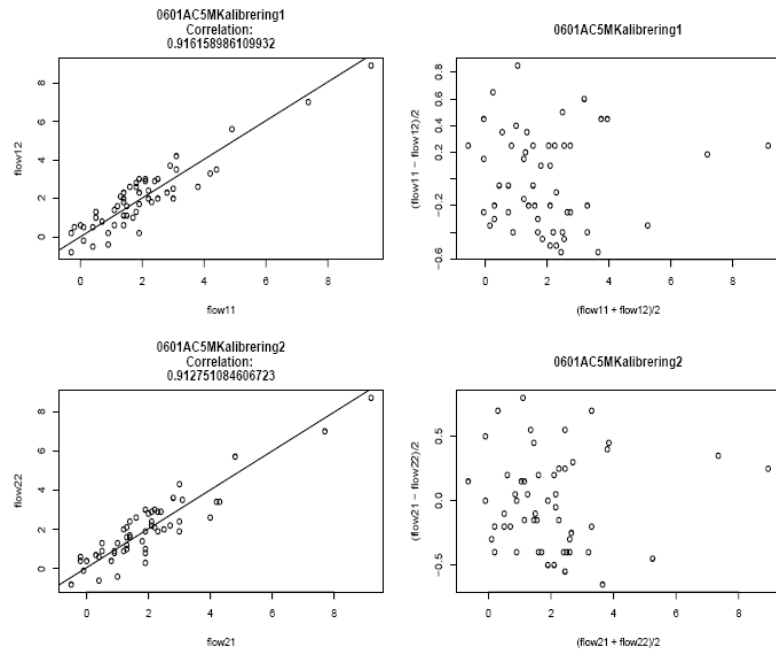
For eksempel er målerens egen repeterbarhed, $R_{i,j}$, et udtryk for, hvorvidt måleren er i stand til at vise det samme måleresultat ved en foreskrevet prøvningsmetode, dvs. ved gennemstrømning af et bestemt og nøjagtigt kendt volumen. For at kunne bedømme denne skal den måling eller det apparatur, der bestemmer det gennemstrømmende volumen, i sig selv have en repeterbarhed, $R_{C,i,j}$, hvis spredning er væsentligt mindre end målerens repeterbarhedsspredning.

For at bedømme spredningen for bidragene M_i , skal spredningen for alle leddene μ_C , $R_{i,j}$ og $R_{C,i,j}$ alle være væsentligt mindre end spredningen for M_i . For at kunne bedømme μ_X , skal μ_C på samme måde være væsentligt mindre end svarende til de grænser, man sætter for μ_X .

Der stilles altså en række nøjagtighedskrav til kalibreringen, hvis dens betydning for vurderingen af partiet som helhed skal være (meget) begrænset. Indtil videre har det imidlertid ikke været muligt at få mere konkrete oplysninger herom.

I det følgende afsnit er der, primært for illustrationens skyld, givet et eksempel på, hvordan man eventuelt kunne finde brugbare værdier, og hvordan indflydelsen kan være mht. den afprøvning, der benyttes nu.

Følgende figur viser kalibreringsresultater for et antal målere, der er udtaget fra et parti målere. Der er foretaget kalibrering ved to flow, F1 og F2. Kalibreringen er foretaget 2 gange med de samme målere. Ser man på de originale data, er der ikke helt overensstemmende resultater, men som figuren viser, er det generelle billede det samme.



Til venstre er vist de originale data og til højre fejlniveau og fejlvariation, begge beregnet på den sædvanlige måde. I figurene til venstre er endvidere indlagt en linie, som belyser korrelationen mellem fejlene ved de to flow. Man noterer, at data peger på, at det pågældende parti afvises i stikprøvekontrollen. Endvidere ses (ihvertfald) to store afvigelser. Følgende estimation af middelfejl og usikkerheder foretages på data, som de er givet, og den tjener primært til at give et indtryk af, hvor stor disse variationer kan være i en stikprøve uden hensyntagen til, om der er tale om et godt eller et mindre godt parti.

Man kan beregne et estimat for, hvor stor en del af den samlede variation, som kan tilskrives variation mellem målere og hvor stor del, som hidrører fra usikkerhed ved kalibreringen. En rimelig model for den enkelte kalibrering, Y_{ij} , er:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + K_{ij} \quad (1)$$

hvor i angiver målerens løbenummer, og j angiver, hvilken af de to bestemmelser, der er tale om. Størrelsen μ angiver hele partiets middelfejlvisning. M_i betegner tilfældige afvigelser for de enkelte målere fra μ , og K_{ij} angiver de tilfældige kalibreringsafvigelser fra den ideelle værdi for måleren.

I denne model anses M_i for stokastiske variable med variansen σ_M^2 og tilsvarende er K_{ij} stokastiske variable med variansen σ_K^2 . På basis af data kan μ , σ_M^2 og σ_K^2 estimeres. Resultaterne for de to flow er vist i følgende tabel:

Estimer	Flow F1	Flow F2
$\hat{\mu}$	2.2636	2.2561
$\hat{\sigma}_M^2$	3.4707 = 1.86 ²	3.4289 = 1.85 ²
$\hat{\sigma}_K^2$	0.2697 = 0.52 ²	0.2759 = 0.53 ²
Total variation	3.7300 = 1.93 ³	3.7166 = 1.93 ³

Man ser, at for den pågældende måler er både variationen mellem målere (σ_M^2) og kalibreringsvariationen (σ_K^2) praktisk taget de samme ved de to flow. Middelfejlvisningen (μ) taget over alle målerne er ligeledes den samme ved de to flow.

Man ser også, at den variation, der skyldes kalibreringsusikkerhed, er væsentligt mindre end variationen mellem målerne i stikprøven. Et skøn over den variation, man vil opleve ved en sædvanlig kalibrering (én måling pr flow og pr måler) af målerne i partiet, er en spredning på ca 1.93%, mens man ved en ideel kalibrering ville finde ca 1.86%.

I det konkrete tilfælde har kalibreringsusikkerheden ikke stor betydning for vurderingen af stikprøven, fordi variationen mellem målere er så forholdsvis stor. For et bedre parti, hvor variationen mellem målere er væsentligt mindre kan en kalibreringsusikkerhed med en standardafvigelse på det fundne 0.53% have en væsentlig betydning.

Følgende tabel viser, hvad kalibreringsusikkerheden kan betyde for den usikkerhed, man vil opleve i en stikprøve, hvis standardafvigelsen på kalibreringen er $\sigma_K = 0.53\%$:

Stikprøve	σ_Y	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
Faktisk	σ_M	0.60	0.85	1.08	1.30	1.51	1.72	1.93

Hvis man har fundet en spredning i en stikprøve på, for eksempel, $S = 1.0\%$, kan den faktiske standardafvigelse mellem målerne i partiet være så lav som 0.85%. Dette viser, at kontrolgrænsen $\pm 3\%$ i bestemte tilfælde kan overskrides under indflydelsen af kalibreringsusikkerheden, selv om målerpartiet faktisk er til godkendelse.

Det er teknisk muligt, når man har et konkret resultat af en kalibrering af et antal målere i et parti, at beregne en korrektion af den spredning, som indgår i kontrollen, eller, alternativt, kan en korrektion indregnes i kontrolkriteriet.

2.3 Effekt på OC-funktion af kalibreringsusikkerhed

Man kan vise, at med en kalibreringsvarians, σ_K^2 , og en varians mellem målerne i partiet, σ_M^2 , kan OC-funktionen for testet, baseret på udjævning med n prøver, approximativt beregnes ved

$$OC(p) \simeq 1 - P\{t(n-1, \delta) \leq k\sqrt{n}\}$$

hvor $t(n-1, \delta)$ angiver en størrelse, der følger en ikke-central t-fordeling med ikke-centralitet $\delta = -\sqrt{n} z_p / \sqrt{1 + \sigma_K^2 / \sigma_M^2}$ og $n-1$ frihedsgrader, og z_p er p -fraktilen i den standardiserede normalfordeling.

Hvis $\sigma_K^2 \ll \sigma_M^2$, har kalibreringsusikkerheden ikke stor betydning, idet $\sqrt{1 + \sigma_K^2 / \sigma_M^2} \simeq 1$, men i det aktuelle tilfælde er dette tilsyneladende ikke altid tilfældet.

Betragter vi fejlniveauet beregnet i % af nominelt flow ved et lavt og et højt flow, F1 og F2, beregnes det for den i 'te måler som:

$$FN_i = (Y1_i + Y2_i)/2 \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

hvor $Y1_i$ og $Y2_i$ er de to fundne relative afvigelse for den i 'te måler. Benytter vi modellen givet i formel (1), side 10, findes variansen af FN som

$$\text{Var}\{FN\} = \sigma_M^2 + \sigma_K^2/2$$

Det betyder, at effekten af kalibreringsunøjagtigheden mindskes ved at benytte fejlniveaet i stedet for de enkelte målte værdier ($\sigma_K^2 \rightarrow \sigma_K^2/2$).

For såvel fejlniveaet, FN , som fejlvariationen $FV = (Y1 - Y2)/2$ er kalibreringsvariansen på denne måde:

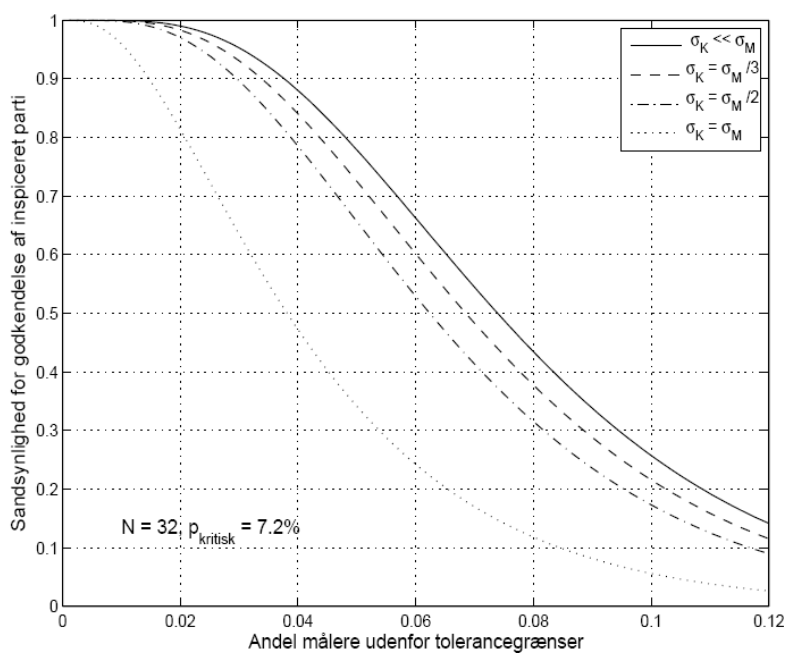
$$\sigma_\epsilon^2 = \sigma_K^2/2$$

2.4 Numerisk eksempel

Man kan antagelig forudsætte, at kalibreringsvariansen (baseret på de data, der indgår i nærværende rapport) er af størrelsesordenen $\sigma_K^2 = 0.5^2(\%)^2$. Denne kalibreringsvariens kan ikke forudsættes den samme for alle laboratorier, idet den vil afhænge af, hvilket udstyr og hvilken fremgangsmåde mht fx kvalitetssikring, det pågældende laboratorium benytter.

Variansen mellem målerne i et parti vil i almindelighed vokse med tiden. For nykalibrerede og nyopsatte målere kan målervariansen måske være af samme størrelsesorden som kalibreringsvariansen, men senere vil den uomgængeligt være øget.

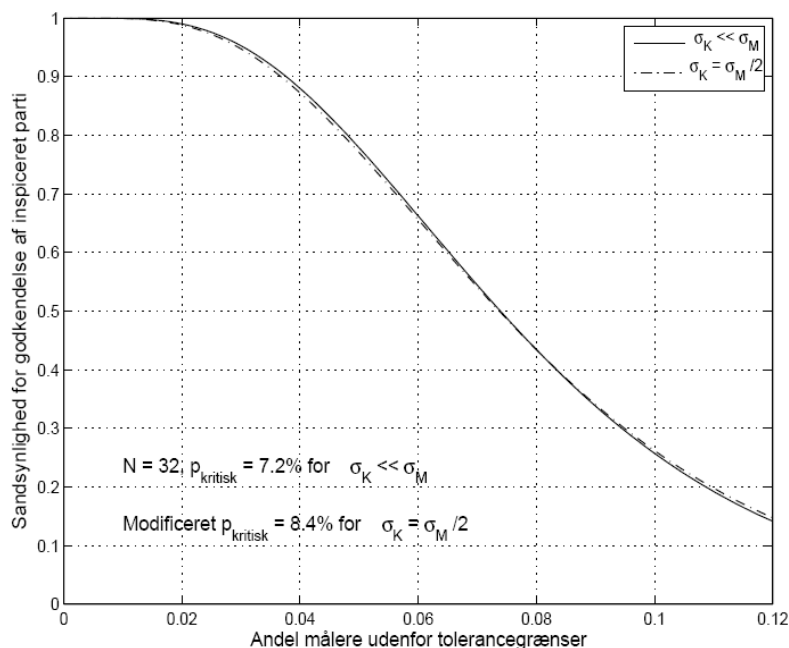
Hvis vi for en nyopsat måler antager, at $\sigma_M^2 = \sigma_\epsilon^2$, kan man beregne den nominelle og den faktiske OC-funktion for eksempelvis $n = 32$ og $p_{kritisk} = 7.2\%$ for fejlniveaet, FN . Følgende figur viser den nominelle OC-funktion og de faktiske OC-funktioner for forskellige forhold mellem σ_M og σ_K .



Figuren viser, at hvis kalibreringsvariansen er sammenlignelig med variansen mellem målerne ($\sigma_K = \sigma_M$), er sandsynligheden for at afvise et parti væsentligt forhøjet i forhold til den nominelle beregning, hvor kalibreringsvariansen er forudsat lille ($\sigma_K \ll \sigma_M$) (øverste funktion i grafen).

Konklusionen heraf er, at den nominelle OC-funktion er på 'den sikre side', når målingerne er behæftet med kalibreringsusikkerhed.

Hvis man har en god ide om såvel kalibreringsvariansen som den langsigtede varians mellem målere, kan man ved at ændre på p_{kritisk} opnå en OC-funktion, som er næsten præcis som den tilstræbte nominelle. Følgende figur viser tilfældet, hvor $\sigma_K = \sigma_M/2$:



De to OC-funktioner er praktisk taget identiske, og den modificerede OC-kurve opnås ved at ændre p_{kritisk} fra 7.2% til 8.4%.

Konklusionen heraf er, at man kan opnå en bestemt OC-funktion også, hvis der er kalibreringsusikkerhed, men man skal kende (med rimelig nøjagtighed) forholdet σ_K / σ_M .

Sammenfattende viser eksemplet, at kalibreringsusikkerheden bør være væsentligt mindre end variationen mellem målerne i partiet, man vil undersøge. Variansen mellem målerne i et parti, som betragtes som et godt parti, vil generelt være af størrelsesordenen $1.5^2(\%)^2$ eller mindre. I det lys forekommer en kalibreringsvarians af størrelsesordenen $0.5^2(\%)^2$ at være på grænsen af det acceptable.

3 Transformation til fejlniveau og fejlspredning

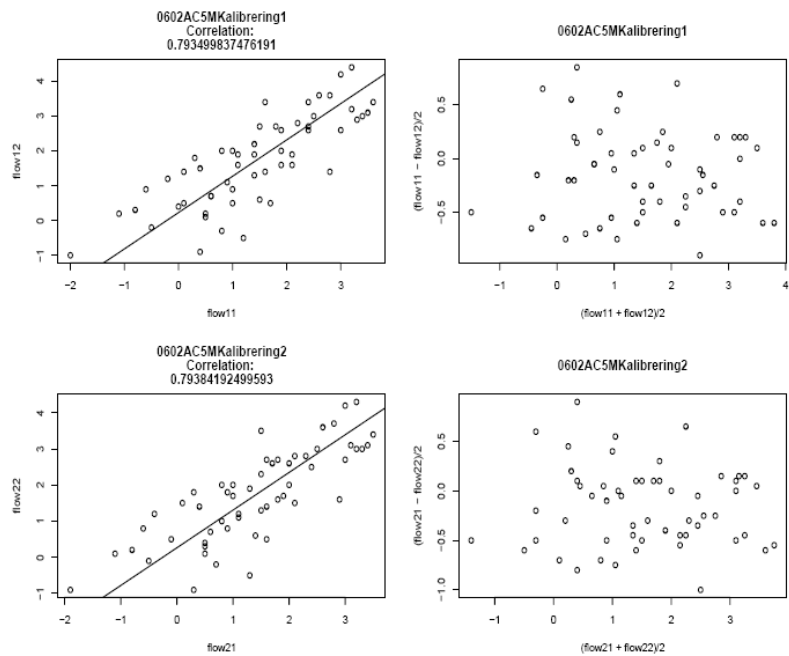
Vi vender tilbage til figuren side 10 med kalibreringsresultaterne for et antal målere fra et parti. Man ser, at de to kalibreringsresultater ved flowene F1 og F2 er korrelerede som antydnet ved den linie, der er lagt ind.

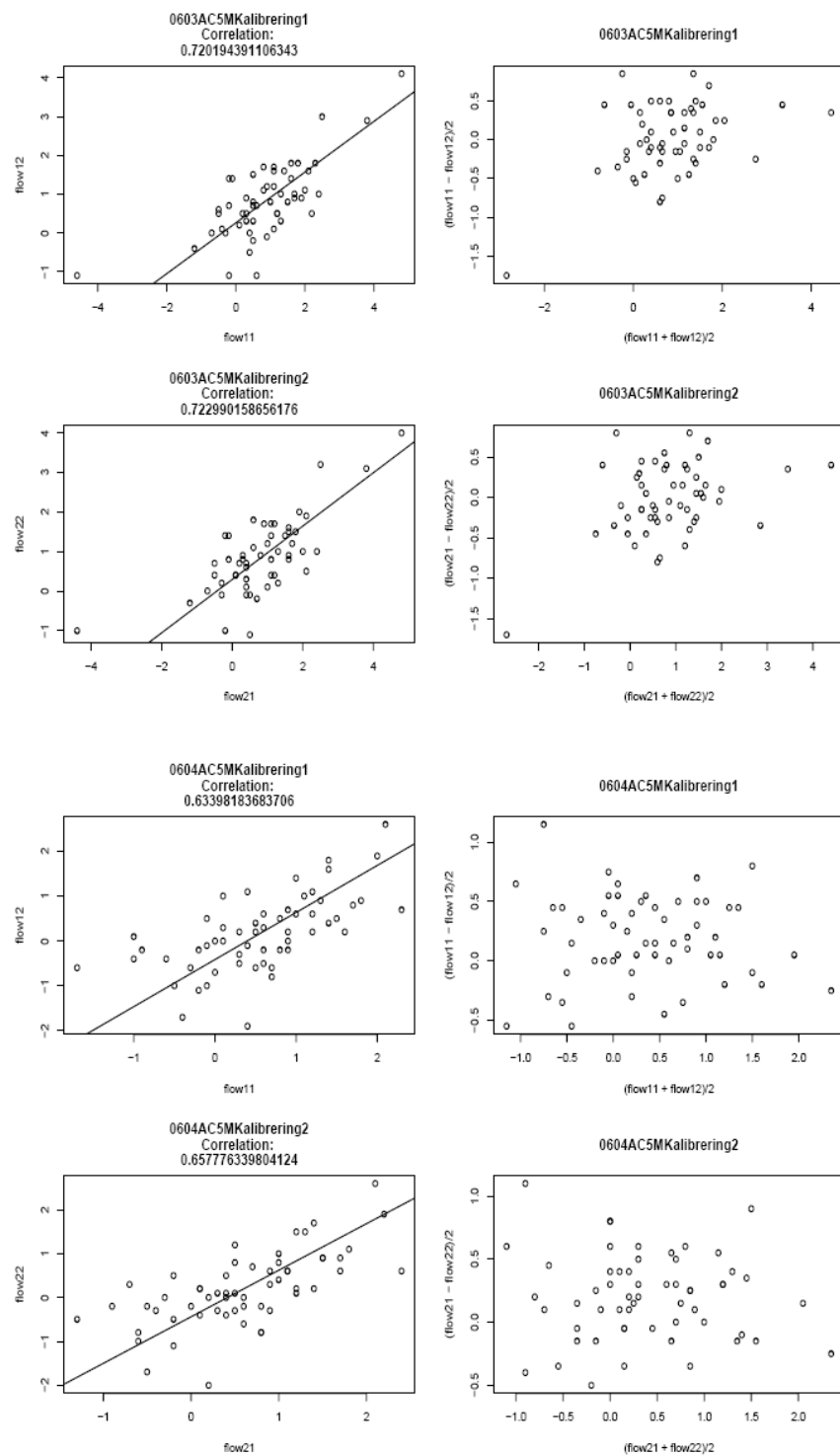
I plottene til højre er vist de samme data, men nu som fejlniveau $= (Y1+Y2)/2$, og fejlvariation $= (Y1-Y2)/2$. Man ser, at de to nye størrelser ikke er korrelerede i nogen synlig grad (data ligger som en vandret sky). Det har den betydning, at man kan foretage en stikprøvekontrol, hvor resultaterne belyser to egenskaber ved målerne i partiet, der varierer uafhængigt af hinanden.

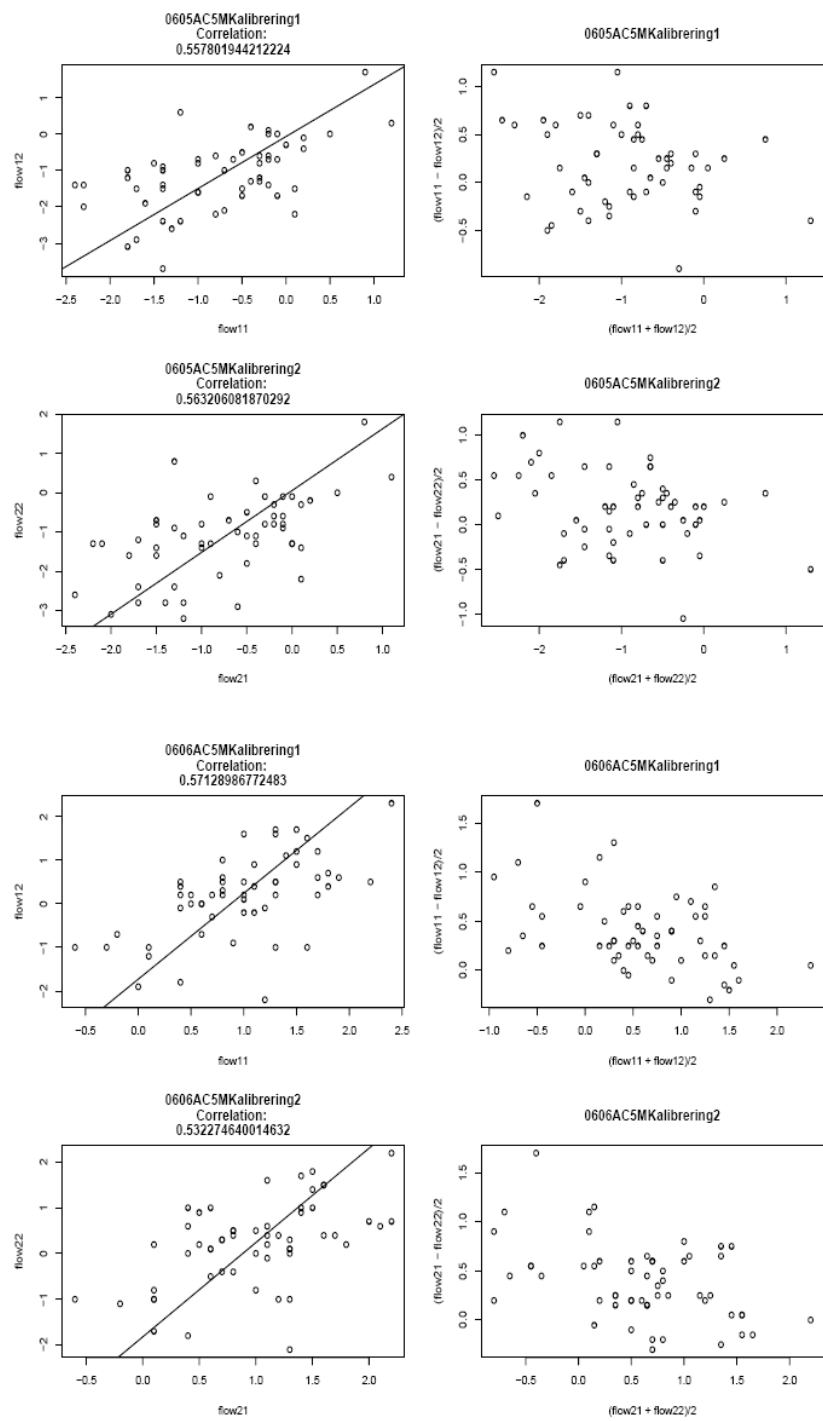
Hvis man foretog stikprøvekontrollen baseret på de to enkeltkalibreringer hver for sig, ville der være en tendens til, at man ville få de samme resultater to gange, og det ville være de samme, som man får for fejlniveauet. Og man ville eksempelvis ikke få den kontrol, som fejlvariationen giver, nemlig om kalibreringslinien er nogenlunde vandret set over hele partiet.

Et yderligere antal kalibreringsresultater er vist i de nedenstående figurer. Der ses et generelt billede af, at de oprindelige målinger er korrelerede, mens fejlniveau og fejlvariation ikke i noget tilfælde viser væsentlig korrelation.

Konklusionen er den, at der opnås den mest hensigtsmæssige kontrol ved at benytte fejlniveau og fejlvariation i stedet for de to enkeltkalibreringer for målerne.







[End of document]

D DS/ISO 2859-1 "Metoder for stikprøveinspektion ved alternative variationer"

Table 2-A — Single sampling plans for normal inspection (Master table)

Sample size code letter	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (normal inspection)																											
	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
A	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
B	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
C	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
D	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
E	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
F	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
G	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
H	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
J	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
K	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
L	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
M	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
N	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
P	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
Q	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
R	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re

↔ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100 % inspection.
 ↕ = Use the first sampling plan above the arrow.

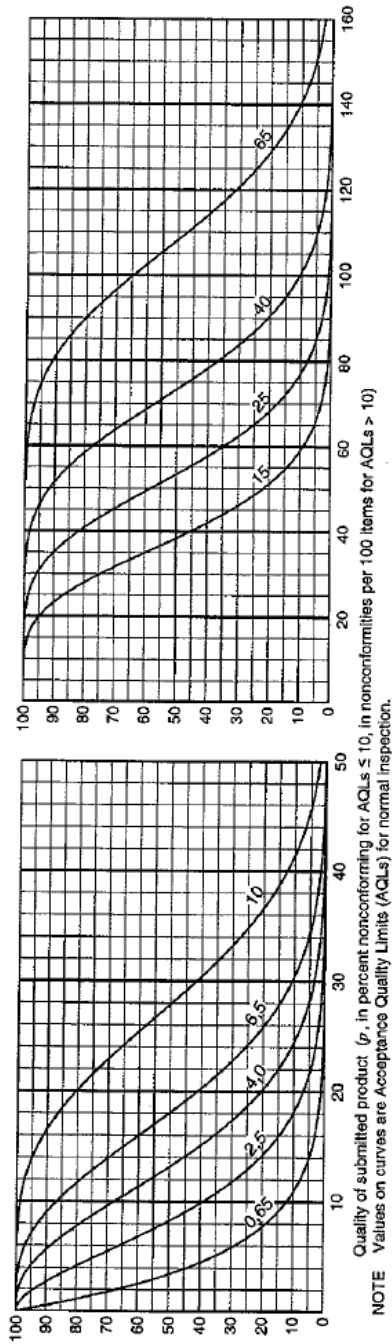
Ac = Acceptance number

Re = Rejection number

Kurven skal aflæses på følgende måde: et parti på 350 målere (bogstavkode G), ifølge tabel 6, udtager et stikprøveparti på 32 gasmålere ved en AQL på 2,5. Godkendelsestallet Ac kan aflæses til 2.

Table 10-F — Tables for sample size code letter F (individual plans)

Chart F Operating characteristic curves for single sampling plans
(Curves for double and multiple sampling are matched as closely as practicable)



NOTE Values on curves are Acceptance Quality Limits (AQLs) for normal inspection.

Table 10-F-1 — Tabulated values for operating characteristic curves for single sampling plans

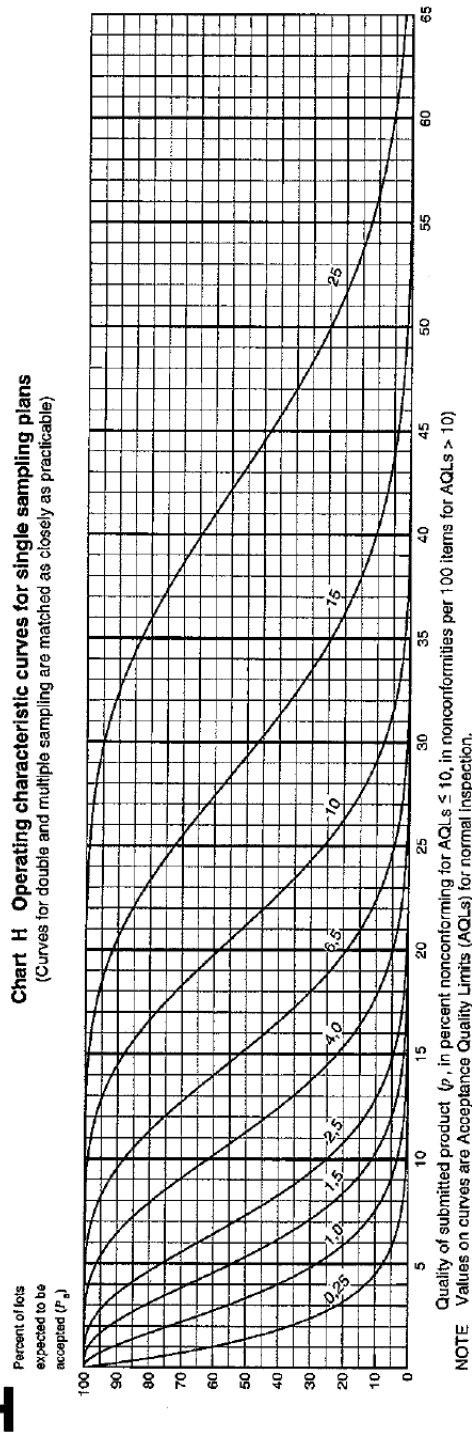
P_a	Acceptance Quality Limit, normal inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																
	0.65	2.5	4.0	6.5	10	15	20	30	40	50	65						
	p (in percent nonconforming)																
98.0	0.0502	0.759	2.27	4.36	9.75	0.0503	0.743	2.18	4.12	8.93	14.5	17.5	23.9	30.5	37.4	51.7	62.9
95.0	0.256	1.81	4.22	7.14	14.0	0.256	1.78	4.09	6.83	13.1	19.9	23.5	30.8	38.4	46.2	62.2	74.5
90.0	0.525	2.89	5.64	9.02	16.6	0.527	2.86	5.51	8.72	15.8	23.3	27.2	35.1	43.2	51.5	68.4	81.2
75.0	1.43	4.81	8.70	12.8	21.6	1.44	4.81	8.64	12.7	21.1	29.8	34.2	43.1	52.1	61.2	79.5	93.4
50.0	3.41	8.25	13.1	18.1	27.9	3.47	8.39	13.4	18.4	28.4	36.3	43.3	53.3	63.3	73.3	93.3	108
25.0	6.70	12.9	18.7	24.2	34.8	6.93	13.5	19.6	25.5	37.1	48.4	54.0	65.1	76.1	87.0	109	125
10.0	10.9	18.1	24.5	30.4	41.5	11.5	19.4	26.6	33.4	46.4	58.9	65.0	77.0	88.9	101	124	141
5.0	13.9	21.6	28.3	34.4	45.6	15.0	23.7	31.5	39.8	52.6	65.7	72.2	84.8	97.2	109	133	151
1.0	20.6	28.9	35.8	42.1	53.2	23.0	33.2	42.0	50.2	65.5	80.0	87.0	101	114	127	153	172
	1.0	4.0	6.5	10	15	1.0	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	200	250
	Acceptance Quality Limit, tightened inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																
	0.65	2.5	4.0	6.5	10	15	20	30	40	50	65	100	150	200	250	300	350

NOTE Binomial distribution used for entries corresponding to inspection for nonconforming items, Poisson for inspection for number of nonconformities.

Et målerparti på f.eks. 150 udtages en stikprøve på 20. Den kritiske fejlandel er sat til 0,50 (50 %). Indifferenskvalitet p kan da aflæses til 8,25 %, ved en AQL på 2,5.

Table 10-H — Tables for sample size code letter H (Individual plans)

Chart H Operating characteristic curves for single sampling plans
(Curves for double and multiple sampling are matched as closely as practicable)



NOTE Values on curves are Acceptance Quality Limits (AQLs) for normal inspection.

Table 10-H-1 — Tabulated values for operating characteristic curves for single sampling plans

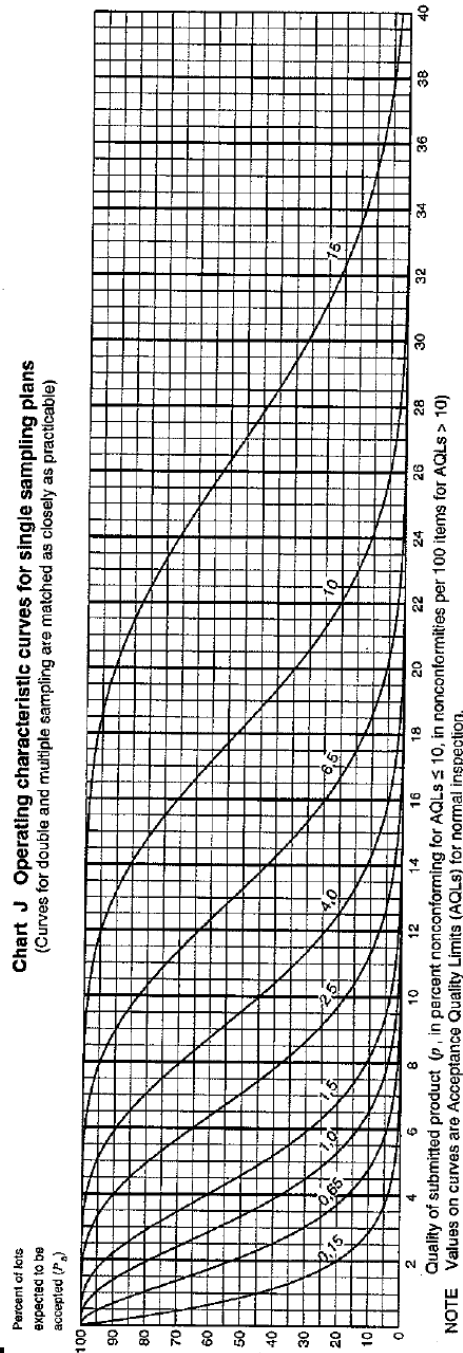
P_a	Acceptance Quality Limit, normal inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																			
	0,25	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	25										
	p (in percent nonconforming)																			
99,0	0,0201	0,300	0,886	1,68	3,69	6,07	7,36	10,1	0,0201	0,297	0,872	1,65	3,57	5,81	7,01	9,54	12,2	15,0	20,7	25,1
95,0	0,103	0,715	1,66	2,78	5,36	8,22	9,72	12,9	0,103	0,711	1,64	2,73	5,23	7,96	9,39	12,3	15,4	18,5	24,9	29,8
90,0	0,210	1,07	2,22	3,53	6,43	9,54	11,2	14,5	0,211	1,06	2,20	3,49	6,30	9,31	10,9	14,0	17,3	20,6	27,3	32,5
75,0	0,574	1,82	3,46	5,10	8,51	12,0	13,8	17,5	0,575	1,92	3,45	5,07	8,44	11,9	13,7	17,2	20,8	24,5	31,8	37,4
50,0	1,36	3,93	5,31	7,29	11,3	15,2	17,2	21,2	1,39	3,36	5,35	7,34	11,3	15,3	17,3	21,3	25,3	29,3	37,3	43,3
25,0	2,73	5,29	7,69	10,0	14,5	18,8	21,0	25,2	2,77	5,39	7,84	10,2	14,8	19,4	21,6	26,0	30,4	34,8	43,5	49,9
10,0	4,50	7,56	10,3	12,9	17,8	22,4	24,7	29,1	4,61	7,78	10,6	13,4	18,5	23,5	26,0	30,8	35,6	40,3	49,5	56,4
5,0	5,82	9,14	12,1	14,8	19,9	24,7	27,0	31,6	5,99	9,49	12,6	15,5	21,0	26,3	28,9	33,9	38,9	43,8	53,4	60,5
1,0	6,80	12,6	15,8	18,7	24,2	29,2	31,5	36,3	9,21	13,3	16,8	20,1	26,2	32,0	34,8	40,3	45,6	50,9	61,2	68,7
	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	25	30	35	40
	Acceptance Quality Limit, tightened inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																			
	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	25	30	35	40

NOTE Binomial distribution used for entries corresponding to inspection for nonconforming items, Poisson for inspection for number of nonconformities.

Et målerparti på f.eks. 750 udtages en stikprøve på 50. Den kritiske fejlandel er sat til 0,50 (50 %). Indifferenskvalitet p kan aflæses til 7,29 %, ved en AQL på 2,5.

Table 10-J — Tables for sample size code letter J (Individual plans)

Chart J Operating characteristic curves for single sampling plans
(Curves for double and multiple sampling are matched as closely as practicable)



NOTE Values on curves are Acceptance Quality Limits (AQLs) for normal inspection.

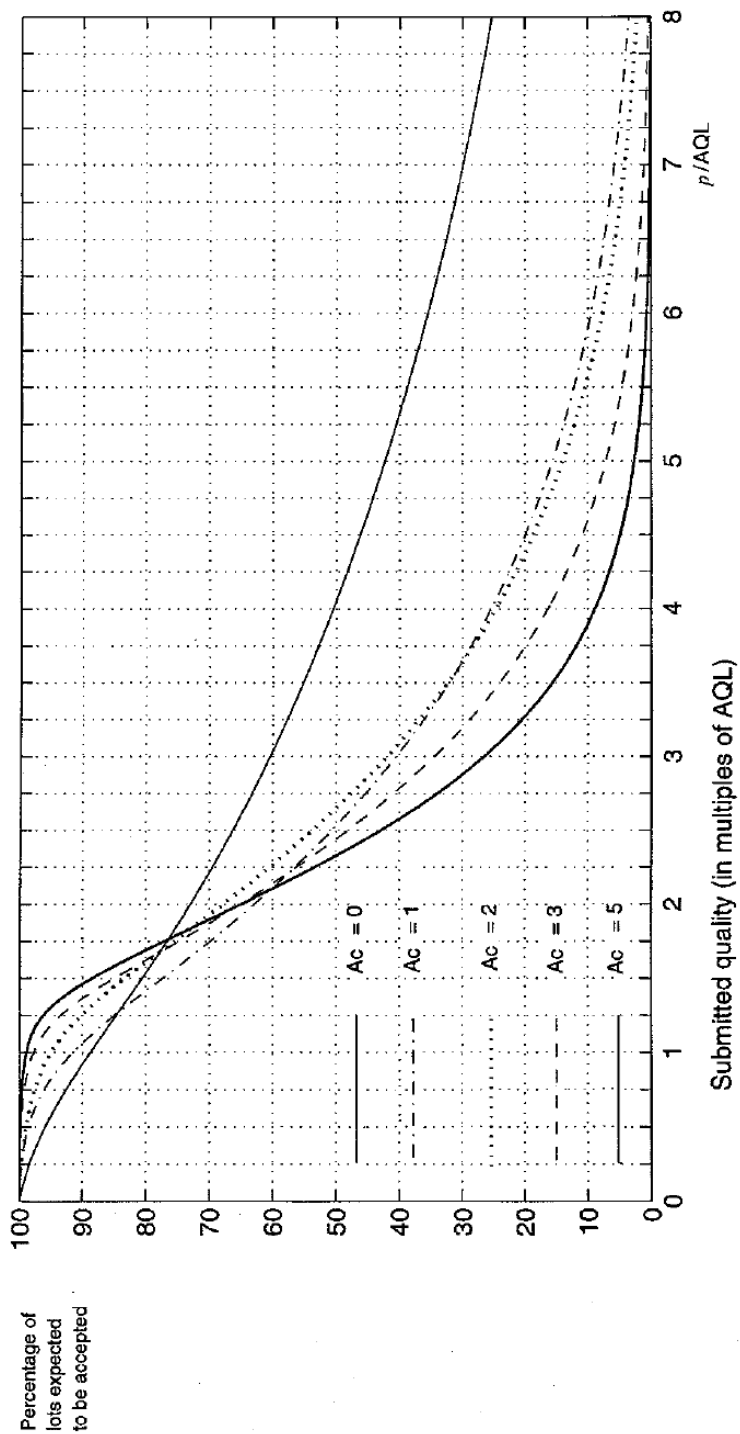
Table 10-J-1 — Tabulated values for operating characteristic curves for single sampling plans

P_a	Acceptance Quality Limit, normal inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																					
	0,15	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	0,15	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15					
	p (in percent nonconforming)																					
99,0	0,0126	0,187	0,550	1,04	2,28	3,73	4,51	6,17	7,93	9,76	0,0126	0,186	0,545	1,03	2,23	3,63	4,38	5,96	7,62	9,35	12,9	15,7
95,0	0,0641	0,446	1,03	1,73	3,32	5,07	6,00	7,81	9,89	11,9	0,0641	0,444	1,02	1,71	3,27	4,98	5,87	7,71	9,61	11,6	15,6	18,6
90,0	0,132	0,657	1,39	2,20	3,99	5,91	6,90	8,95	11,0	13,2	0,132	0,655	1,38	2,18	3,94	5,82	6,79	8,78	10,8	12,9	17,1	20,3
75,0	0,359	1,20	2,16	3,18	5,30	7,50	8,61	10,9	13,2	15,5	0,360	1,20	2,16	3,17	5,27	7,45	8,55	10,8	13,0	15,3	19,9	23,4
50,0	0,863	2,09	3,33	4,57	7,06	9,55	10,8	13,3	15,8	18,3	0,866	2,10	3,34	4,59	7,09	9,59	10,8	13,3	15,8	18,3	23,3	27,1
25,0	1,72	3,33	4,84	6,30	9,14	11,9	13,3	16,0	18,6	21,3	1,73	3,37	4,90	6,39	9,28	12,1	13,5	16,3	19,0	21,7	27,2	31,2
10,0	2,84	4,78	6,52	8,16	11,3	14,3	15,7	18,6	21,4	24,2	2,88	4,86	6,66	8,35	11,6	14,7	16,2	19,3	22,2	25,2	30,9	35,2
5,0	3,68	5,79	7,66	9,41	12,7	15,8	17,3	20,3	23,2	26,0	3,74	5,93	7,87	9,69	13,1	16,4	18,0	21,2	24,3	27,4	33,4	37,8
1,0	5,59	8,01	10,1	12,0	15,5	18,9	20,5	23,6	26,6	29,5	5,76	8,30	10,5	12,6	16,4	20,0	21,8	25,2	28,5	31,8	36,2	42,9
	0,25	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	25	0,25	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	20	25	30	35

NOTE Binomial distribution used for entries corresponding to inspection for nonconforming items, Poisson for inspection for number of nonconformities.

Et målerparti på f.eks. 1550 udtages en stikprøve på 80. Den kritiske fejlandel er sat til 0,50 (50%). Indifferenskvalitet p kan aflæses til 7,06 %, ved en AQL på 2,5.

Table 12 — Scheme OC curves (Normalized)



NOTE Ac at each curve denotes the acceptance number for normal inspection.

På OC-kurven kan man ud fra AQL og godkendelsestallet Ac aflæse, hvor mange procent af kontrolpartierne der ikke kan forventes at blive godkendt ved en stikprøvekontrol. F.eks. en lille AQL-værdi og lavt godkendelsestal, formindsker chancen for at et målerparti bliver godkendt.