

Kontrolmanual for stikprøvekontrol af små gasmålere $\leq$ G6

5. udgave - December 2024

Titel : Kontrolmanual for stikprøvekontrol af små gasmålere $\leq$ G6

Rapport kategori : Kontrolmanual

Dato for udgivelse : December 2024

Copyright : Dansk Gasteknisk Center a/s

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

Indholdsfortegnelse**Side**

0	ÆNDRINGER I 5. UDGAVE.....	3
1	TERMINOLOGI OG SYMBOLER	4
2	INDLEDNING	10
2.1	FORMÅL.....	10
2.2	ANVENDELSESOMRÅDE	10
2.3	KONTROLSYSTEM	10
3	KONTROLPARTI	11
3.1	DANNELSE AF KONTROLPARTI	11
3.2	MÅLERE I ET KONTROLPARTI	11
3.2.1	<i>Fabrikat/type</i>	11
3.3	INDKØBSÅR.....	11
3.3.1	<i>Alder af kontrolparti</i>	11
3.4	GENOPSATTE MÅLERE	12
3.4.1	.....	12
3.5	OMFORMNING AF KONTROLPARTIET	12
3.5.1	.....	12
3.5.2	.....	12
3.6	IDENTIFIKATION AF KONTROLPARTIER	12
3.7	PRØVNINGSJOURNAL	12
4	PRØVNINGSHYPPIGHED, GODKENDELSE AF KONTROLPARTIER	14
4.1	PRØVNING	14
4.2	FØRSTE ORDINÆRE PRØVNING	14
4.3	TIDSPUNKT FOR ORDINÆR PRØVNING	14
4.4	ORDINÆR PRØVNING.....	14
4.4.1	.....	14
4.4.2	.....	14
4.4.3	.....	14
4.5	FORNYET PRØVNING	15
4.5.1	.....	15
4.5.2	.....	15
4.5.3	.....	15
5	UDTAGNING OG BEHANDLING AF STIKPRØVER	16
5.1	MÅLETEKNISK STIKPRØVE.....	16
5.2	GRUNDLAG FOR STIKPRØVE.....	16
5.3	TIDSPUNKT FOR STIKPRØVE	16
5.4	ANTAL MÅLERE I MÅLETEKNISK STIKPRØVE.....	17
5.4.1	.....	17
5.4.2	.....	17
5.5	UDVÆLGELSE TIL STIKPRØVE	17
5.6	SPORBARHED AF MÅLERE TIL KONTROLPARTIER	17
5.6.1	.....	17
5.7	DANNELSE AF MÅLETEKNISK STIKPRØVE.....	17
5.7.1	.....	17
5.7.2	.....	18
6	TEKNISK VURDERING OG Q_{MIN} FUNKTIONSTEST	19
6.1	IDENTIFIKATION	19
6.2	FUNKTIONSDUELIGHED.....	19

6.3	Q _{MIN} FUNKTIONSTEST	19
7	MÅLETEKNISK KONTROL.....	20
7.1	KALIBRERING	20
7.2	PRØVNINGSFLOW.....	20
7.3	FEJLNIVEAU OG FEJLVARIATION	20
8	GODKENDELSESKRITERIER	21
8.1	FEJLNIVEAU OG FEJLVARIATION	21
8.1.1	.....	21
8.1.2	.....	21
8.1.3	.....	21
8.2	GODKENDELSE BASERET PÅ ANTAL OVERSKRIDELSER AF TOLERANCEN.....	21
8.2.1	.....	21
8.2.2	.....	21
8.3	GODKENDELSE BASERET PÅ STATISTISK UDJÆVNING	22
8.3.1	.....	22
8.3.2	<i>Bestemmelse af fordelingsafvigere</i>	22
8.3.3	.....	24
8.3.4	.....	24
8.4	MÅLETEKNISK GODKENDELSE	25
8.4.1	.....	25
8.4.2	.....	25
9	GODKENDELSESDIAGRAM FOR MÅLETEKNISK KONTROL.....	26
9.1.1	<i>Stikprøvestørrelse på 32 med tolerance på 4,0 %</i>	26
9.1.2	<i>Stikprøvestørrelse på 50 med tolerance på 4,0 %</i>	26
9.2	PROCEDURE FOR GENNEMFØRELSE AF STIKPRØVEKONTROL.....	27

Bilag

- Bilag A: Stikprøveplaner for kontrol af gasmålere
- Bilag B: Tabel fra standard om stikprøveinspektion

Forord til 5. udgave

Denne kontrolmanual danner grundlag for den stikprøvekontrol af små gas-målere $\leq G6$.

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.

0 Ændringer i 5. udgave

Der er foretaget følgende rettelser:

I kapitel 8 er godkendelseskriteriet for temperaturkompenserede målere ændret fra $\pm 3,0$ til $\pm 4,0$ %.

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 om-sætning. Sidstnævnte værdi er ± 2 % for temperaturkompenserede målere, fordi MID (Direktiv 2014/32/EU) forøger den maksimalt tilladelige fejl fra 1,5 til 2,0 % for gasmålere med temperaturkompensering, som kun viser det konverterede volumen. Brugstolerancen er således $\pm 4,0$ % i henhold til BEK nr. 582.

I kapitel 9 er godkendelsesdiagrammerne ændret.

1 Terminologi og symboler

Acceptabel tolerance: Den største værdi af en målers fejlniveau og fejlvariation, der kan anses for tilfredsstillende i forbindelse med stikprøveundersøgelsen (8.1.1).

Alder (for et kontrolparti): En nominal størrelse, der benyttes til fastlæggelse af kontroltidspunkter. Kontrolpartiets alder bestemmes ud fra kontrolpartiets indkøbsår (3.3).

Bælgasmåler En fortrængningsmåler hvori gasforbruget udmåles i adskilte portioner med et bælgssystem.

F₁: Målerens **fejlvisning** ved lavt prøvningsflow (7.3)

F₂: Målerens **fejlvisning** ved højt prøvningsflow (7.3)

Fejlniveau, x_1 : Gennemsnittet af målerens fejl ved de to prøvningsflow (7.3).

Fejlvariation, x_2 : Den halve differens mellem målerens fejl ved de to prøvningsflow (7.3).

Fejlvisning, F₁, F₂: En målers visningsfejl i % af det nominelle gennemstrømningsvolumen ved et givet flow (7.3).

Fordelingsafviger: Et enkeltstående prøvningsresultat, der er ekstremt i forhold til de øvrige prøvningsresultater i stikprøven (8.3.1).

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

Funktionsafprøvning ved $Q_{\min}$: Kontrol af målerens funktionsduelighed ved $Q_{\min}$ (6.3).

Genopsatte målere: Er målere som genopsættes efter at være nedtaget til f.eks. stikprøvekontrol, forudsat at målerne ellers er i god stand.

Godkendelsesområde: Det område i (x_m, s) -diagrammet, der giver anledning til godkendelse ved en godkendelsesprocedure baseret på statistisk udjævning (8.3.4.1 og 8.3.4.2).

Indkøbsår (for et parti): Det kalenderår, hvor målerne i partiet er leveret (3.3).

Kalibrering: Det sæt arbejdsbetingelser (producerer), som under specificerede betingelser tilvejebringer forbindelsen mellem værdier vist på et måleinstrument eller -system eller materialiseret mål og de tilsvarende kendte værdier af målestørrelsen jf. International vocabulary of Basic and General Terms in Metrology. I nærværende sammenhæng indebærer kalibrering således **ikke** indgreb i eller justering af måleren, men alene konstatering af målerens visningsfejl.

Kontrolparti: Målere af samme fabrikat, type og nominelt indkøbsår (3.6).

Kontroltidspunkt: Det tidspunkt (år), hvor et kontrolparti indgår i den stikprøvevise kontrol af funktionsduelighed og målenøjagtighed (4.1 - 4.5).

Mest afvigende værdi, x_a : Den værdi i en stikprøve, der har den største numeriske afvigelse fra stikprøvens gennemsnit (8.3.2.1).

Eksempel:

For en stikprøve bestående af nedenstående 32 værdier $y_1, y_2, \dots, y_{32}$

1.28	1.60	1.60	1.64	÷0.80	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	÷0.78	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	÷0.48	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

finder man det mest afvigende værdi, $x_a = y_{15} = 4.32$

Målernummer: De enkelte målere i et parti skal være forsynet med et entydigt nummer. Dette nummer kan være selskabets egen identifikation eller målerens fabrikationsnummer .

Måleteknisk godkendelse: Godkendelse af de måletekniske egenskaber ved et kontrolparti (8.4).

Måleteknisk kontrol: Kontrol af fejlanvisninger for målerne i en stikprøve (7.1 - 7.3).

Måleteknisk stikprøve: De målere i stikprøven fra et kontrolparti, der indgår i den måletekniske kontrol (5.7). Størrelsen af den måletekniske stikprøve er foreskrevet i afsnit 5.4.

Nedtagning: Kontrolpartier, som efter ordinær prøvning besluttet nedtaget, eller, som efter fornyet prøvning ikke opnår måleteknisk godkendelse. (4.4.3 og 4.5.3).

Niveaugodkendelse: Godkendelse af fejlniveau for kontrolpartiets målere (8.2.2.1 og 8.3.4.1.)

Ordinær prøvning: Prøvning af et kontrolparti med henblik på vurdering af de måletekniske egenskaber. Et kontrolparti underkastes ordinære prøvninger hvert femte år (afs. 4).

Prøvningsflow: Den måletekniske stikprøve kalibreres ved to flow (7.2).

$Q_{\min}$ defekte målere: Målere, der ikke registrerer forbrug ved $Q_{\min}$ (6.3).

Spredning, s: For en stikprøve, $y_1, y_2, \dots, y_n$ bestemmes spredningen som

$$s = \sqrt{\{(y_1 - x_m)^2 + (y_2 - x_m)^2 + \dots + (y_n - x_m)^2\} / (n-1)}$$

hvor x_m er stikprøvegennemsnittet, $x_m = (y_1 + y_2 + \dots + y_n)/n$.

Eksempel:

En stikprøve resulterede i følgende 32 værdier $y_1, y_2, \dots, y_{32}$:

1.28	1.60	1.60	1.64	÷0.08	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	÷0.78	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	÷0.48	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

Man har $n=32$, og $x_m=1.1944$ og $s=\sqrt{32.2618/31}=1.020$

s' : korrigeret spredning for de registrerede værdier i en stikprøve efter udeladelse af den mest afvigende værdi (8.4.2.1).

Eksempel: For en stikprøve bestående af nedenstående 32 værdier:

$y_1, y_2, \dots, y_{32}$

1.28	1.60	1.60	1.64	÷0.08	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	÷0.78	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	÷0.48	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

finder man den mest afvigende værdi $x_a = y_{15} = 4.32$

Efter udeladelse af denne værdi finder man den korrigerede værdi af gennemsnittet,

$$x'_m = (1.28 + \dots + 0.16 + 1.92 + \dots + 1.14) / 31 = 1.0936,$$

og den korrigerede værdi af spredningen

$$s' = \sqrt{22.1771/30} = 0.8598$$

Simpel tilfældig udvælgelse: Udvalgelsesprocedure, der sikrer, at alle målere i kontrolpartiet har samme sandsynlighed for at indgå i stikprøven (5.5).

Teknisk vurdering: Kontrol af funktionsdueligheden for målerne i stikprøven (6.1 - 6.2).

Teknisk defekte målere: Målere, som ikke er funktionsduelige på grund af slitage, fremstillingsfejl o.lign. (men ikke overlast eller hærværk) (6.2).

Tilladt antal fordelingsafvigere: Det største antal fordelingsafvigere, der tillades ved niveaugodkendelse og variationsgodkendelse baseret på statistisk udjævning (8.3.2.2).

Tilladt antal overskridelser: Det største antal overskridelser af den acceptable tolerance, som kan accepteres i en stikprøve for at opnå niveaugodkendelse hhv. variationsgodkendelse (8.2.2).

Variationsgodkendelse: Godkendelse af fejlvariation for kontrolpartiets målere (8.2.2.2) og (8.3.4.2).

X₁: Se fejlniveau

X₂: Se fejlvariation

X_a: Se mest afvigende værdi

X_m, gennemsnit: For en stikprøve, $y_1, y_2, \dots, y_n$ bestemmes gennemsnittet som:

$$x_m = (y_1 + y_2 + \dots + y_n)/n.$$

Eksempel: En stikprøve resulterede i følgende 32 værdier $y_1, y_2, \dots, y_{32}$:

1.28	1.60	1.60	1.64	÷0.08	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	÷0.78	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	÷0.48	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

Man har $n = 32$ og

$$x'_m = (1.28 + 1.60 + \dots + 1.14) / 32 = 38.22 / 32 = 1.1944$$

X_m: Korrigeret gennemsnit af de registrerede værdier i en stikprøve efter udeladelse af den mest afvigende værdi (8.3.4.1).

Eksempel:

For en stikprøve bestående af nedenstående 32 værdier $y_1, y_2, \dots, y_{32}$:

1.28	1.60	1.60	1.64	÷0.08	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	÷0.78	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	÷0.48	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

finder man den mest afvigende værdi $x_a = y_{15} = 4.32$.

Efter udeladelse af denne værdi finder man den korrigerede værdi af gennemsnittet,

$$\bar{x}'_m (1.28 + \dots + 0.16 + 1.92 + \dots + 1.14)/31 = 1.0936.$$

2 Indledning

2.1 Formål

Denne kontrolmanual er del af kvalitetssikringssystemet for gasmåling og beskriver distributionsselskabets system til stikprøvekontrol af ibrugtagne målere.

Systemet har til formål at sikre, at forbrugsmålinger har en tilfredsstillende kvalitet jf. Bekendtgørelse om anvendelse af måleinstrumenter til måling af forbrug af vand, gas, el eller varme (BEK nr 582 af 28/05/2018).

Systemet bygger på en opdeling af målerbestanden i en række kontrolpartier, bestående af ensartede målere. Gennem periodiske stikprøveundersøgelser fra kontrolpartierne overvåges kvaliteten af målerne i kontrolpartiet. Såfremt stikprøven indikerer, at kvaliteten ikke er tilfredsstillende, nedtages kontrolpartiet.

Gennem driften af systemet tilstræbes en sikkerhed for, at de af systemet omfattede målere i rimeligt omfang overholder de fastsatte tolerancer.

2.2 Anvendelsesområde

Bestemmelserne i denne manual gælder for volumengasmålere af type G6 og derunder.

Bestemmelserne anvendes dog ikke overfor målere, der alene anvendes til måling af gas til madlavning og opvarmning af brugsvand.

2.3 Kontrolsystem

Enhver gasmåler, der er omfattet af nærværende manual, skal senest 3 år efter ibrugtagning indgå i kontrolsystemet, dvs. måleren skal være tilknyttet et kontrolparti jfr. pkt. 3.2 og 3.6.

3 Kontrolparti

3.1 Dannelse af kontrolparti

Et kontrolparti må højst indeholde 5000 målere.

Såfremt et kontrolparti målere med samme eller højst tre på hinanden følgende faktiske indkøbsår indeholder mellem 1000 og 5000 målere udgør det et **kontrolparti**.

Opdeling af indkøbspartier større end 5000 målere:

Opdeling i kontrolpartier foretages sædvanligvis ud fra indkøbsåret og således, at kontrolpartierne tilstræbes lige store. Andre formålstjenlige kriterier kan benyttes.

Sammenlægning af små kontrolpartier til et større kontrolparti:

Flere små kontrolpartier af samme fabrikat kan sammenlægges til ét **kontrolparti**, forudsat at 4.2 og 4.3 overholdes, dog må forskellen mellem indkøbsår ikke overskride 3 år.

3.2 Målere i et kontrolparti

Målere af samme fabrikat, type og tre på hinanden faktiske indkøbsår kan tilknyttes et og samme kontrolparti.

3.2.1 Fabrikat/type

Målere fra samme leverandør af samme konstruktion og nøjagtighedsklasse tillægges samme nominelle fabrikat/type.

3.3 Indkøbsår

Kontrolpartiets alder bestemmes ud fra kontrolpartiets indkøbsår, der også er kontrolpartiets ibrugtagningsår.

3.3.1 Alder af kontrolparti

For partier af målere der er indkøbt over flere år, vælges det ældste år som det nominelle indkøbsår.

3.4 Genopsatte målere

3.4.1

Enkelte målere fra et kontrolparti, som genopsættes efter at have været nedtaget, f.eks. som led i en stikprøvekontrol, indgår igen i kontrolpartiet, forudsat at målerne opfylder nøjagtighedskrav til nye målere.

3.5 Omformning af kontrolpartiet

3.5.1

Kontrolpartier kan opdeles eller sammenlægges, men kun således, at det ikke for nogen del af de herved fremkomne kontrolpartier gælder, at prøvningspunktet bliver senere end fem år efter seneste ordinære prøvning.

3.5.2

Et kontrolparti, der er under prøvning, ikke sammenlægges med andre,

3.6 Identifikation af kontrolpartier

Hvert kontrolparti skal give en entydig beskrivelse bestående af:

- i) Selskab, der har ansvaret for fælles kontrolpartier.
- ii) Entydig betegnelse.
- iii) Tidspunkt for sidste ordinære prøvning og prøvningsresultat ved denne.
- iv) Tidspunkt for næste ordinære prøvning.

De enkelte målere i kontrolpartiet skal være statistisk tilgængelige, således at de enkelte målere i kontrolpartiet kan udtages ved **simpel tilfældig udvælgelse**.

3.7 Prøvningsjournal

For hvert kontrolparti føres en prøvningsjournal. Journalen ajourføres for hver ordinær og fornyet prøvning.

For hver prøvning skal journalen indeholde:

-
- i) Identifikation af samtlige de målere, der jf. 5.6.1 har indgået i prøvningen, dvs. alle målere, som har været ud taget med henblik på at indgå i stikprøven.
 - ii) Resultatet af den tekniske vurdering og $Q_{\min}$ funktionstest af de enkelte målere jf. 6.1 - 6.3.
 - iii) Resultatet af den måletekniske kontrol for de enkelte målere i stikprøven jf. 7.1 - 7.3.
 - iv) For stikprøven som helhed angives resultatet af den måletekniske godkendelsesprocedure jf. 8.5.

4 Prøvningshyppighed, godkendelse af kontrolpartier

4.1 Prøvning

Et kontrolparti stikprøvekontrolleres ved **ordinære prøvninger** med højst 5 års mellemrum. Såfremt resultatet af kontrollen er, at partiet ikke kan betragtes som tilfredsstillende, skal partiet nedtages i henhold til 4.4.3.

Dog kan man, hvis det på en dokumenterbar måde er muligt at lokalisere og afgrænse fejlen i et parti målere, er det tilladt at udskifte sådanne målere.

4.2 Første ordinære prøvning

Den første ordinære prøvning af et kontrolparti skal finde sted inden udløbet af det år, hvor kontrolpartiets alder er 6 år.

4.3 Tidspunkt for ordinær prøvning

Et kontrolparti skal underkastes ordinær prøvning senest 5 år efter det år, hvor den seneste ordinære prøvning af partiet er påbegyndt.

4.4 Ordinær prøvning

4.4.1

Ordinær prøvning udføres efter reglerne i afsnit 5, 6 og 7 nedenfor.

4.4.2

Når en ordinær prøvning resulterer i **måleteknisk godkendelse** af et kontrolparti i henhold til 8.5, nedenfor, betragtes dette som tilfredsstillende, og målerne kan forblive i brug, indtil næste ordinære prøvning af kontrolpartiet er afsluttet, det vil sige i den næste femårsperiode.

4.4.3

Når en ordinær prøvning resulterer i, at et kontrolparti ikke kan godkendes, skal partiet nedtages. Nedtagningen skal senest være afsluttet i det andet år efter den ordinære prøvning, er påbegyndt. Nedtagne målere kasseres uden individuel prøvning.

Såfremt partiet udsættes for fornyet prøvning følges nedtagningsprocedure j.fr. afsnit 4.5.1.

4.4.3.1

Selskabet kan vælge at opdele et ikke godkendt kontrolparti i to eller flere kontrolpartier, hvis det på en dokumenterbar måde er muligt at lokalisere og afgrænse fejlene i et parti målere. Hvert af disse nye kontrolpartier skal nedtages eller underkastes fornyet prøvning.

4.4.3.2

Fornyet prøvning af et kontrolparti skal udføres senest året efter det år, hvor den ordinære prøvning af partiet er påbegyndt.

4.5 Fornyet prøvning

4.5.1

Fornyet prøvning udføres efter reglerne i afsnit 5, 6 og 7, nedenfor.

4.5.2

Når en fornyet prøvning resulterer i måleteknisk godkendelse af et kontrolparti, betragtes dette som tilfredsstillende, og målerne kan forblive i brug, indtil næste ordinære prøvning af partiet er afsluttet.

4.5.3

Når en fornyet prøvning (jævnfør 4.4.3.1), resulterer i, at et kontrolparti ikke kan godkendes, skal partiet nedtages hurtigst muligt. Nedtagningen skal senest være afsluttet i det andet år efter, at fornyet prøvning er påbegyndt. Nedtagne målere kasseres uden individuel prøvning.

Eksempel:

Et kontrolparti med det nominelle ibrugtagningsår 1988 skal således kontrolleres ved en ordinær prøvning i 1994. Såfremt resultatet af prøvningen er, at partiet kan betragtes som tilfredsstillende, kan målerne forblive i brug indtil næste ordinære prøvning i 1999. Såfremt partiet ikke kan godkendes ved den ordinære prøvning i 1999, skal partiet underkastes fornyet prøvning i 2000. Såfremt partiet heller ikke kan godkendes ved denne fornyede prøvning, skal partiet nedtages. Nedtagningen skal være afsluttet senest i år 2002.

5 Udtagning og behandling af stikprøver

5.1 Måleteknisk stikprøve

Den udtagne stikprøve benyttes til to formål, nemlig dels til en almindelig teknisk vurdering af kontrolpartiet, og dels til en måleteknisk kontrol, der omfatter en vurdering af målerens fejlvisning.

Den måletekniske kontrol tilstræbes foretaget på malere, som er i normal driftsmæssig tilstand. Malere, som af uvedkommende grunde er funktionelt defekte, indgår derfor ikke i den måletekniske stikprøve.

Da den måletekniske stikprøve danner grundlag for den statistiske vurdering af bestandens kvalitet, skal den måletekniske stikprøve have en forud fastlagt størrelse.

Størrelsen af den måletekniske stikprøve er fastlagt i afsnit 5.4, nedenfor.

Da det må påregnes, at enkelte af de malere, der udtages til at indgå i stikprøven fra det pågældende kontrolparti, som følge af den tekniske vurdering (6.2 og 6.3) ikke kan indgå i den måletekniske stikprøve, bør der udtages et større antal malere, end krævet i 5.4 (f.eks. udtagning af 36, respektive 55 malere).

Stikprøveindsamlingen bør foregå over en kort periode, og det bør tilstræbes, at målerne forsendes samlet til laboratoriet. Under nedtagning og transport skal selskabernes regler for transport af malere overholdes.

5.2 Grundlag for stikprøve

Grundlaget for stikprøveudtagning er et kontrolparti.

5.3 Tidspunkt for stikprøve

I det år, hvor kontrolpartiet efter reglerne i afsnit 4 skal kontrolleres, udtages en stikprøve fra kontrolpartiet.

5.4 Antal målere i måleteknisk stikprøve

5.4.1

For kontrolpartier, der indeholder færre end 1000 målere, skal den måletekniske stikprøve bestå af 32 målere (efter fjernelse af målere i henhold til 6.2 og 6.3).

5.4.2

For kontrolpartier, der indeholder fra 1000 til 5000 målere, skal den måletekniske stikprøve bestå af 50 målere (efter fjernelse af målere i henhold til 6.2 og 6.3).

5.5 Udvalgelse til stikprøve

Målere, som indgår i stikprøven, skal være udtaget ved simpel tilfældig udvælgelse fra kontrolpartiet, dvs. således, at alle målere i kontrolpartiet har haft samme sandsynlighed for at indgå i stikprøven.

Såfremt det skulle blive fornødent at supplere stikprøven jf. 5.7.1 skal de supplerende målere ligeledes udtages ved simpel tilfældig udvælgelse.

5.6 Sporbarhed af målere til kontrolpartier

5.6.1

Der udarbejdes en liste over de målere, der er udtaget til stikprøveundersøgelse. Listen skal indeholde en entydig identifikation af målerne, således at målerne kan føres tilbage til kontrolpartiet (og hermed til partiet).

5.7 Dannelse af måleteknisk stikprøve

5.7.1

Målere, som jf. 6.2 og 6.3 er klassificeret som teknisk defekte efter funktionstesten, indgår **ikke** i den måletekniske stikprøve.

Såfremt antallet af målere overstiger det nødvendige antal målere efter fjernelsen af tekniske defekte målere jf. 5.4, dannes den måletekniske stikprøve ved at fjerne de sidst kalibrerede målere på det akkrediterede certifikat.

5.7.2

Såfremt stikprøven efter fjernelse af teknisk defekte og $Q_{\min}$ defekte målere indeholder **færre** målere, end foreskrevet i 5.4, suppleres op efter reglerne i 5.5 til 5.6, indtil den måletekniske stikprøve har den krævede størrelse (32 eller 50).

6 Teknisk vurdering og $Q_{\min}$ funktionstest

6.1 Identifikation

Det konstateres, om målerne er identiske med de målere, som stikprøveplanen omfatter ifølge listen udarbejdet under 5.7.

Det kontrolleres, at målerne ikke har været udsat for hærværk eller forsætlig overlast uden forbindelse med normal drift eller håndtering.

Målere, som har forkert identifikation eller har lidt forsætlig overlast, fjernes på forhånd af den indsamlede stikprøve og behandles ikke i stikprøvesystemet.

6.2 Funktionsduelighed

Før stikprøven underkastes nøjagtighedskontrol, skal de enkelte målere inspiceres for funktionsduelighed. Dette tekniske eftersyn omfatter inspektion af især:

- Plombens tilstand
- Mærker efter slag, transportskader
- Ydre utætheder
- Defekt indeks
- Indeks har mærker eller viser tegn på slid
- Unormal støj under drift
- Beskadigede tilslutningsstudse
- $Q_{\min}$ funktionstest, jf. punkt 6.3

Målere, der ikke er funktionsduelige jf. ovenstående, og som har været udsat for forsætlig overlast, hærværk el. lign., betegnes "teknisk defekte". Sådanne målere indgår ikke i den måletekniske stikprøve.

6.3 $Q_{\min}$ funktionstest

De resterende målere i stikprøven afprøves for funktion ved $Q_{\min}$. Prøven består i at konstatere, om måleren registrerer forbrug ved dette flow.

Prøvningen udføres ved at afprøve måleren ved flowet $Q_{\min}$ med gennemstrømning af et volumen på mindst 10 liter atmosfærisk luft eller naturgas.

Målere, som ikke registrerer forbrug ved denne gennemstrømning betegnes "Q_{min} defekte". Sådanne målere indgår ikke i den måletekniske stikprøve.

7 Måleteknisk kontrol

7.1 Kalibrering

Målerne i den måletekniske stikprøve kalibreres (se ordforklaring) ved to flow. Kalibreringen skal være udført som akkrediteret kalibrering.

7.2 Prøvningsflow

De to flow vælges med ét flow i hvert af de to områder:

i) $0.1 Q_{\max} - 0.3 Q_{\max}$

ii) $0.7 Q_{\max} - 1.0 Q_{\max}$

7.3 Fejlniveau og fejlvariation

For hver måler udregnes målerens fejlniveau og fejlvariation ved udtryk-kene:

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

og

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

hvor F_1 og F_2 angiver de ved kalibreringen fundne fejlvisninger i % af det nominelle volumen ved hhv. flow i) og ii) i 7.2.

8 Godkendelseskriterier

8.1 Fejlniveau og fejlvariation

8.1.1

De værdier af fejlniveau og fejlvariation, der er fundet ved kalibreringen, benyttes til en vurdering af kontrolpartiets måletekniske egenskaber, herunder specielt til at vurdere, hvorvidt kontrolpartiet kan godkendes, eller ej. Godkendelseskriterierne er baseret på en **acceptabel tolerance**, såvel for fejlniveau som for fejlvariation.

8.1.2

For temperaturkompenserede målere er den acceptable tolerance $\pm 4 \%$, såvel for fejlniveau som for fejlvariation.

8.1.3

Selskabet kan vælge mellem et godkendelseskriterium baseret på en simpel optælling i den måletekniske stikprøve af antallet af overskridelser af tolerancen (beskrevet i 8.2), eller en statistisk beregning af den skønnede andel målere i kontrolpartiet, der overskrider disse tolerancer, beregnet ud fra de målte værdier i den måletekniske stikprøve (beskrevet i 8.3).

8.2 Godkendelse baseret på antal overskridelser af tolerancen

8.2.1

For den måletekniske stikprøve opgøres:

- i) antallet af målere med et fejlniveau, der overskrider den acceptable tolerance.
- ii) antallet af målere med en fejlvariation, der overskrider den acceptable tolerance.

8.2.2

- i) For en måleteknisk stikprøve på 32 målere er det tilladte antal overskridelser 2.
- ii) for en måleteknisk stikprøve på 50 målere er det tilladte antal overskridelser 3.

8.2.2.1

Såfremt antallet af målere med et fejlniveau, der overskrider den acceptable tolerance, højst er lig med det tilladte antal, anses kontrolpartiet for **niveau-godkendt**.

8.2.2.2

Såfremt antallet af målere med en fejlvariation, der overskrider den acceptable tolerance, højst er lig med det tilladte antal, anses kontrolpartiet for **variationsgodkendt**.

8.3 Godkendelse baseret på statistisk udjævning

8.3.1

Dette godkendelseskriterium er baseret på en homogen stikprøve. Det må derfor indledningsvis undersøges, om stikprøven indeholder fordelingsafvigere. Dette udføres for såvel fejlniveau (X_1) som fejlvariation (X_2), jf. 7.3

8.3.2 Bestemmelse af fordelingsafvigere

8.3.2.1

Først bestemmes gennemsnittet, X_m , af de registrerede værdier i stikprøven, og dernæst udfindes den registrerede værdi, som har den største numeriske afvigelse fra gennemsnittet. Denne registrerede værdi benævnes **den mest afvigende værdi**, X_a .

Dernæst bestemmes en korregeret værdi af gennemsnit, x_m , og for spredning, s' , som gennemsnit og spredning for de registrerede værdier i stikprøven efter udeladelse af den mest afvigende værdi.

Såfremt den mest afvigende værdi, x_a , afviger mere end tre korregerede spredninger fra det korregerede gennemsnit, betegnes værdien som en **fordelingsafviger**.

Såfremt den mest afvigende måler er en fordelingsafviger, gentages ovenstående procedure (fra 8.3.2.1) med udeladelse af den fundne fordelingsafviger. Proceduren fortsættes indtil der ikke findes flere fordelingsafvigere.

Eksempel:

Man forestiller sig, at måling af X_1 , jf. 7.3, har resulteret i en stikprøve, der består af nedenstående 32 værdier, som her benævnes: $y_1, y_2, \dots, y_{32}$:

1.28	1.60	1.60	1.64	$\div 0.08$	0.16	0.90	0.62	1.16	1.80
0.44	1.44	$\div 0.78$	0.16	4.32	1.92	2.80	0.76	2.12	0.42
0.66	$\div 0.48$	1.84	1.60	0.92	2.12	0.68	0.78	0.58	2.84
1.26	1.14								

Man finder gennemsnittet $x_m = (y_1 + y_2 + \dots + y_{32})/32 = 1.1944$.

De mest ekstreme værdier er $y_{13} = \div 0.78$ og $y_{15} = 4.32$. Da $|y_{13} - x_m| = 1.9744$ er mindre end $|y_{15} - x_m| = 3.1256$, finder man at den mest afvigende værdi er $x_a = y_{15} = 4.32$.

Efter udeladelse af denne værdi finder man den korregerede værdi af gennemsnittet,

$$x_m = (1.28 + \dots + 0.16 + 1.92 + \dots + 1.14)/31 = 1.0936,$$

og den korregerede værdi af spredningen, $s' = 0.8598$.

Da $|x_a - x_m|/s' = 3.82 > 3.0$ er $x_a = y_{15}$ en fordelingsafviger, og denne værdi udelades derfor af stikprøven. Ved de efterfølgende analyser benyttes derfor den nye værdi af gennemsnittet, $x_m = 1.0936$ og af spredningen, $s = 0.8598$.

Efter fjernelse af y_{15} finder man, at de to mest ekstreme værdier nu er $y_{13} = -0.78$ og $y_{30} = 2.84$. Ved sammenligning af $|y_{13} - x_m| = |-0.78 - 1.0936| = 1.8736$ og $|y_{30} - x_m| = |2.84 - 1.0936| = 1.7464$ finder man, at den mest afvigende værdi er $y_a = y_{13} = -0.78$.

Efter udeladelse af y_{13} finder man den korregerede værdi af gennemsnittet, $x_m = 34.6800/30 = 1.1560$, og den korregerede værdi af spredningen, $s' = 0.7998$.

Da $|x_a - x_m|/s' = 2.42 < 3.0$ er den nye $x_a = y_{13}$ ikke en fordelingsafviger, og søgningen efter fordelingsafvigere er hermed afsluttet. Ved de efterfølgende

analyser benyttes herefter gennemsnittet, $x_m = 1.0936$ og spredningen, $s = 0.8598$.

8.3.2.2

- i) For en måleteknisk stikprøve på 32 målere kan der udelades indtil 2 fordelingsafvigere.
- ii) For en måleteknisk stikprøve på 50 målere kan der udelades indtil 3 fordelingsafvigere.

Såfremt det fundne antal fordelingsafvigere for fejlniveau **eller** for fejlvariation er større end det tilladelige antal, kan godkendelseskriteriet, beskrevet i nærværende afsnit 8.3, ikke benyttes. I stedet skal benyttes kriteriet anført i afsnit 8.2.

8.3.3

Såfremt det fundne antal fordelingsafvigere (for fejlniveau og fejlvariation) ikke overstiger det tilladelige antal, bestemmes gennemsnit, x_m , og spredning, s , for de ikke-fordelingsafvigende registreringer i stikprøven.

8.3.4

Værdien af gennemsnit, x_m , og spredning, s , for de ikke-fordelingsafvigende registreringer indtegnes på det diagram i figur 1, der svarer til den anvendte stikprøvestørrelse og den relevante acceptable tolerance.

8.3.4.1

Såfremt det indtegnede punkt, (x_m, s) for stikprøvens fejlniveau er beliggende i godkendelsesområdet, anses kontrolpartiet for **niveaugodkendt**.

8.3.4.2

Såfremt det indtegnede punkt, (x_m, s) , for stikprøvens fejlvariation er beliggende i godkendelsesområdet, anses kontrolpartiet for **variationsgodkendt**.

8.4 Måleteknisk godkendelse

8.4.1

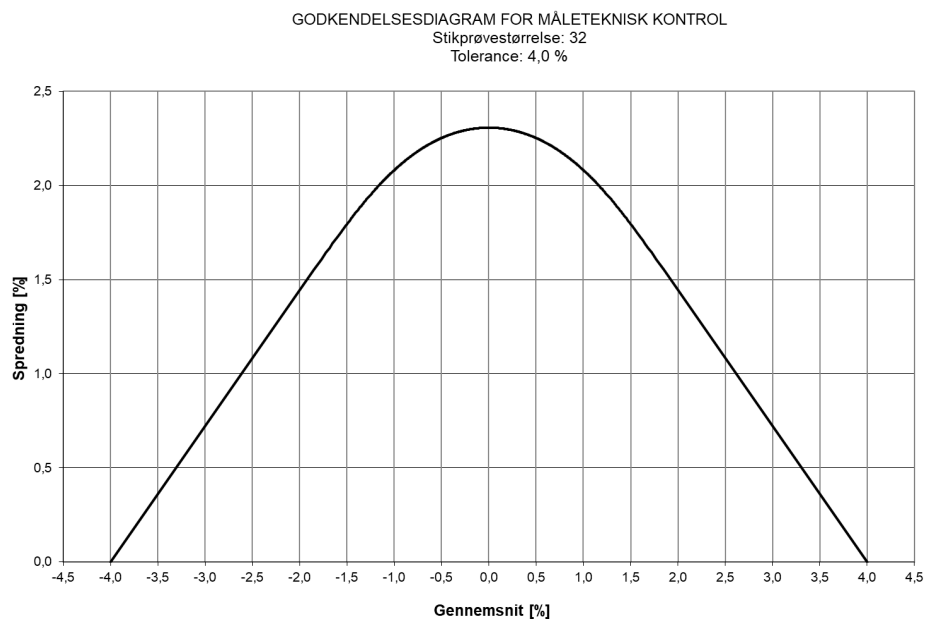
Et kontrolparti anses for måleteknisk godkendt, såfremt det er såvel niveau-godkendt som variationsgodkendt.

8.4.2

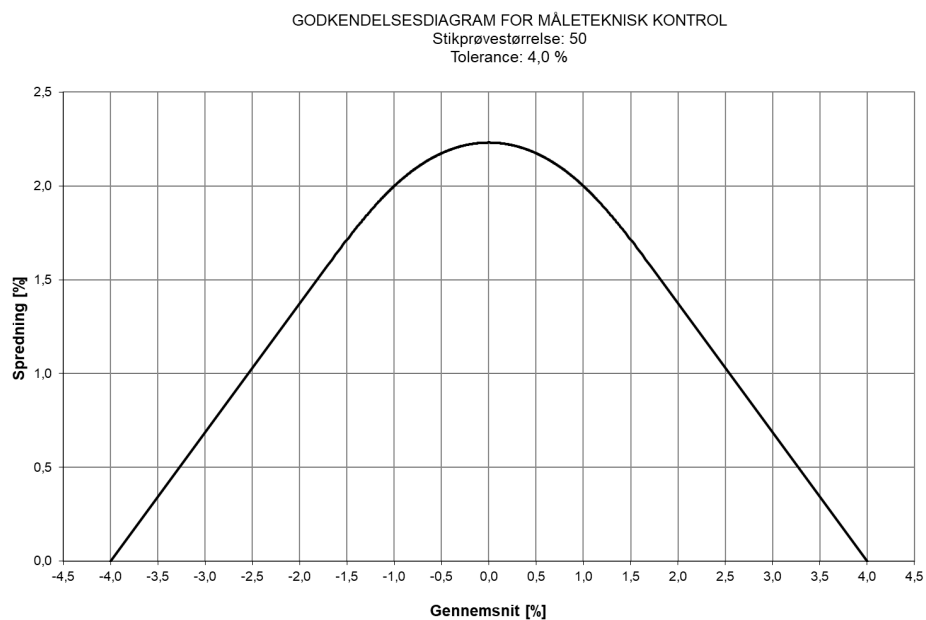
Et kontrolparti, som ikke opfylder kravet i 8.4.1, er ikke måleteknisk godkendt.

9 Godkendelsesdiagram for måleteknisk kontrol

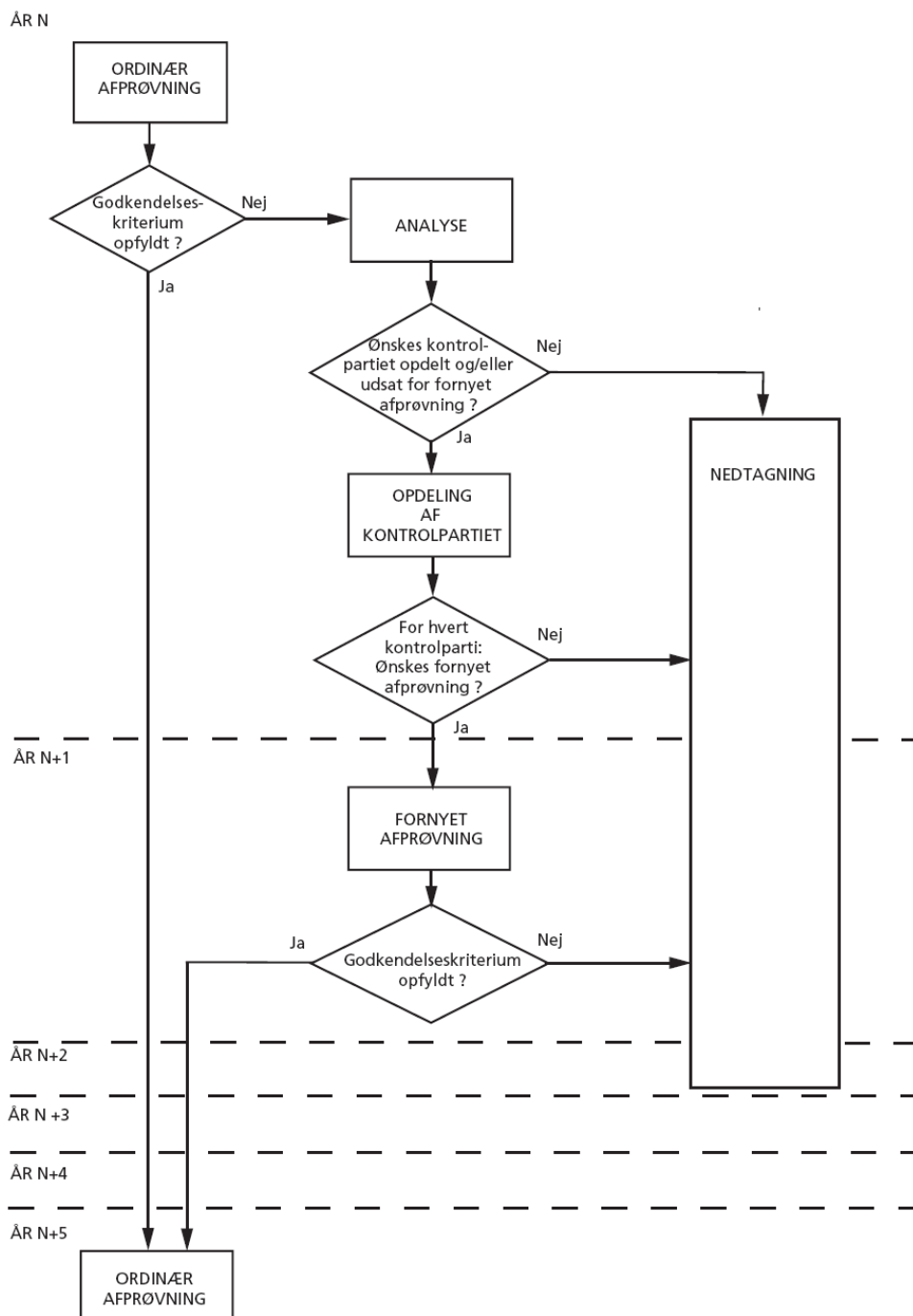
9.1.1 Stikprøvestørrelse på 32 med tolerance på 4,0 %



9.1.2 Stikprøvestørrelse på 50 med tolerance på 4,0 %



9.2 Procedure for gennemførelse af stikprøvekontrol



Bilag A 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.

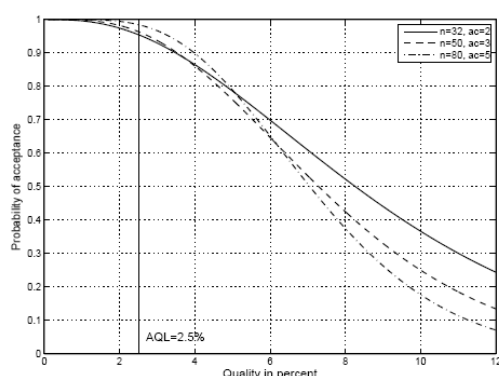
Hvis den faktiske fejlandel, p , af målerne, der indgår i et parti, er større end AQL, vil stikprøveplanen i stigende grad afvise de kontrollerede partier. Er p mindre end AQL, vil stikprøveplanen med stor sandsynlighed lede til godkendelse af de kontrollerede partier.

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.

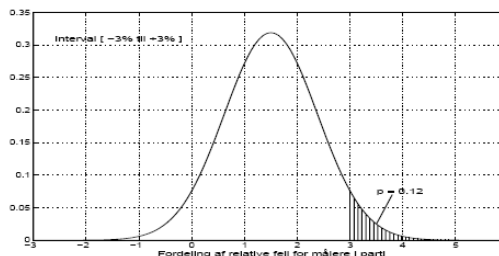
En måler betragtes som fejlbehæftet, hvis den målte relative afvigelse er større (uanset fortegn) end en vis grænse, E_{max} , som typisk kan være $E_{max} = 0.03 \sim 3\%$.

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

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

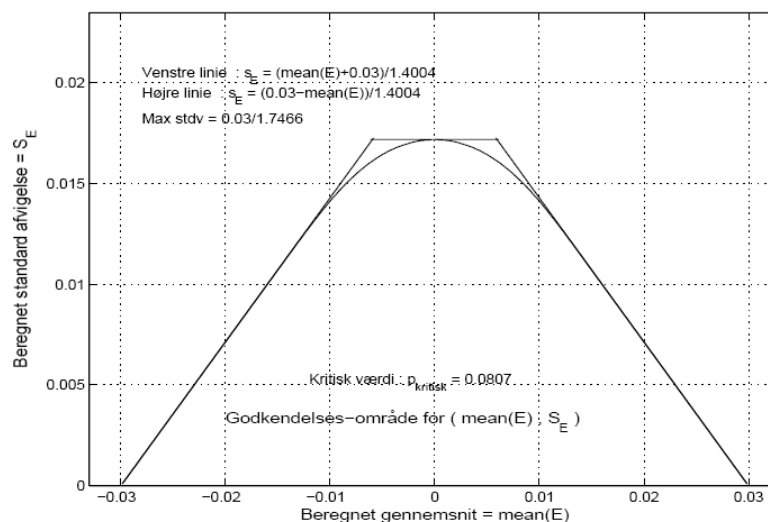
hvor, for eksempel, $\Phi(x)$ angiver sandsynligheden svarende til den standardiserede normalfordeling, dvs. :

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

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

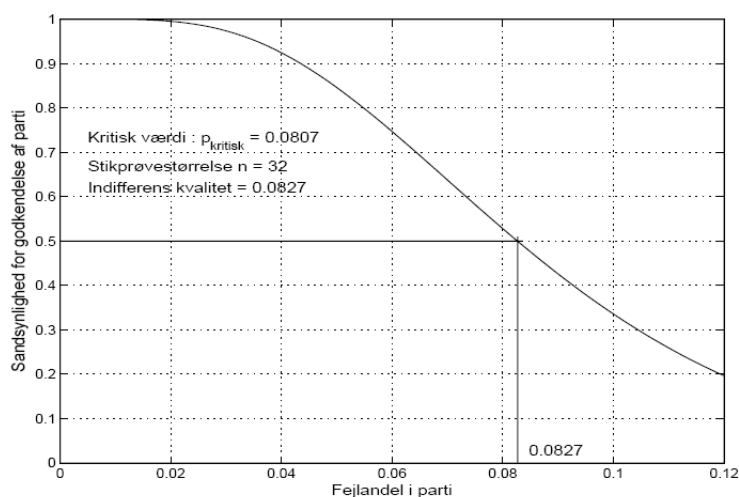
$$\text{Krav til stikprøve : } \hat{p} \leq p_{\text{kritisk}}$$

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 tilladelige 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 fejandel, 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 stikprøven. Indifferenskvaliteten er den kvalitet, som med sandsynligheden 0.50 leder til godkendelse af det kontrollerede parti. For de valgte stikprøveplaner findes:

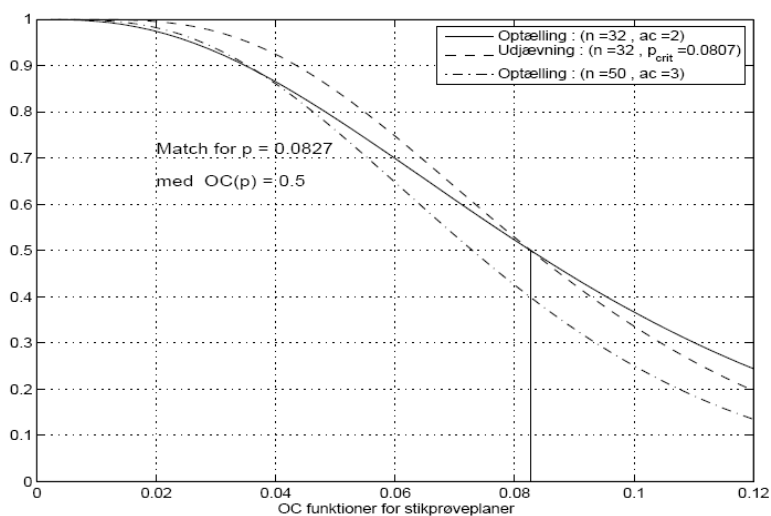
Parti-størrelse	Stikprøvestørrelse	Godkendelsestest	Indifferens-kvalitet	Kritisk p estimat
$N < 1000$	$n = 32$	$ac = 2$	$p = 8.27\%$	$p_c = 8.07\%$
$1000 \leq N < 5000$	$n = 50$	$ac = 3$	$p = 7.29\%$	$p_c = 7.17\%$
$5000 \leq N$	$n = 80$	$ac = 5$	$p = 7.07\%$	$p_c = 6.99\%$

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 fejandel 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 fejandel $p_{kritisk} = 8.07\%$.

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 $p_{kritisk} = 0.0807$ 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.

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

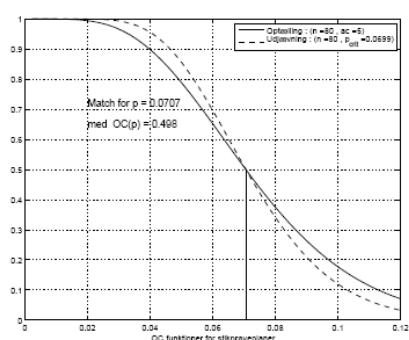
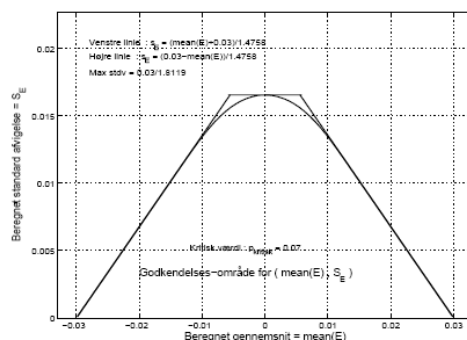
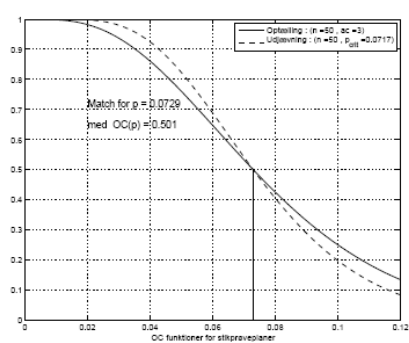
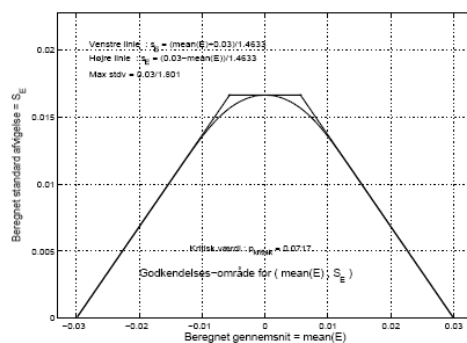
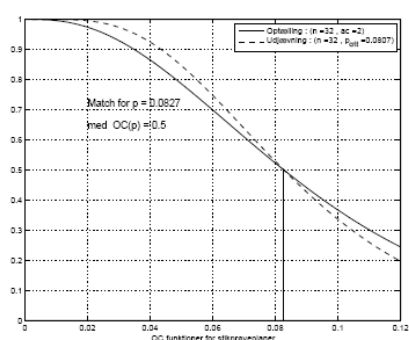
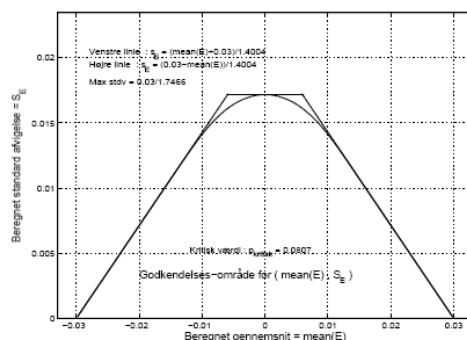
$$\text{Kriterie 2: } S_E < E_{max}/k_2 = S_{max}$$

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

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

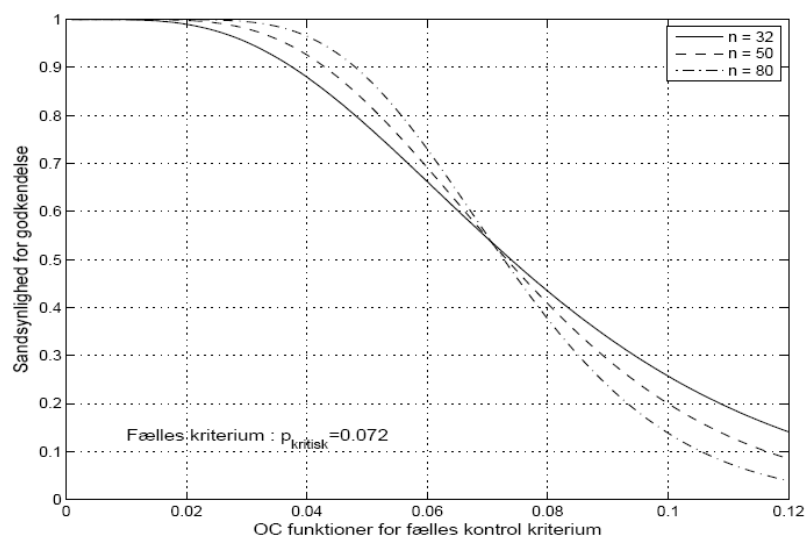
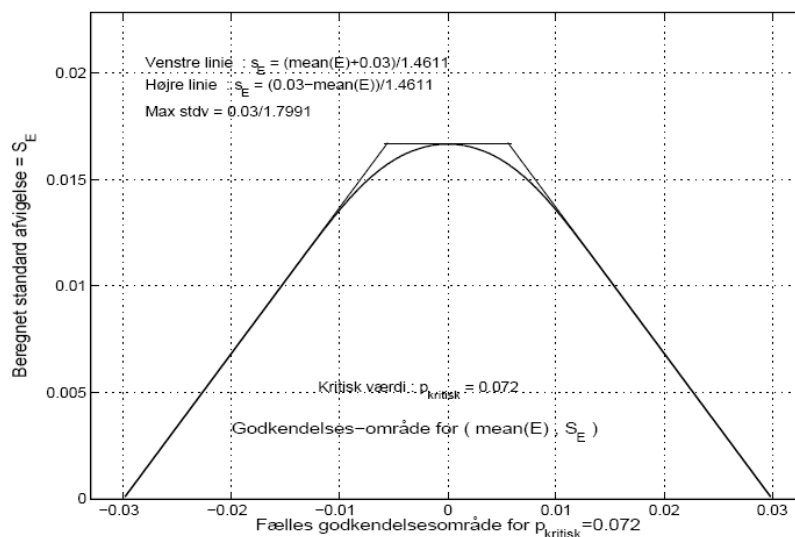
For de tre stikprøveplaner baseret på optælling fås:

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 indifferenskvalitet 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 middelfejlningen 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 kalibreringsrepeterbarhed, $R_{C,i,j}$:

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.

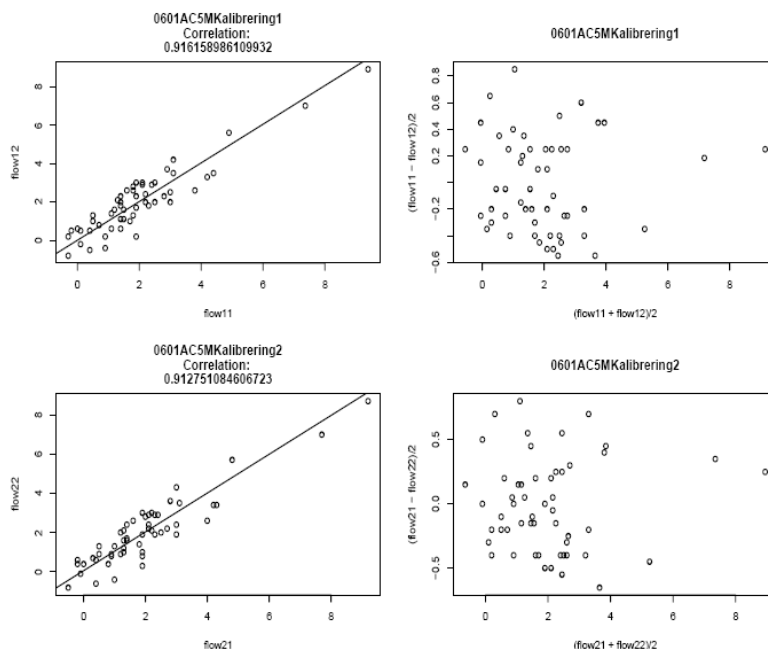
For eksempel er målerens egen repeterbarhed, $R_{i,j}$, et udtryk for, hvorvidt måleren er i stand til at vise det samme måleresultat ved en foreskrevet prøvningsmetode, dvs. ved gennemstrømning af et bestemt og nøjagtigt kendt volumen. For at kunne bedømme denne skal den måling eller det apparatur,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

For bedømme spredningen for bidragene M_i , skal spredningen for alle leddene μ_C , $M_{C,i}$ 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 kalibreringsusøjagtighed

Man kan vise, at med en kalibreringsvarians, σ_ϵ^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 $\delta = -\sqrt{n} z_p / \sqrt{1 + \sigma_\epsilon^2 / \sigma_M^2}$ og $n-1$ frihedsgrader, og z_p er p -fraktilen i den standardiserede normalfordeling.

Hvis $\sigma_\epsilon^2 \ll \sigma_M^2$, har kalibreringsusikkerheden ikke stor betydning, idet $\sqrt{1 + \sigma_\epsilon^2 / \sigma_M^2} \simeq 1$, 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 fejlniveauet i stedet for de enkelte målte værdier ($\sigma_K^2 \rightarrow \sigma_K^2/2$).

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

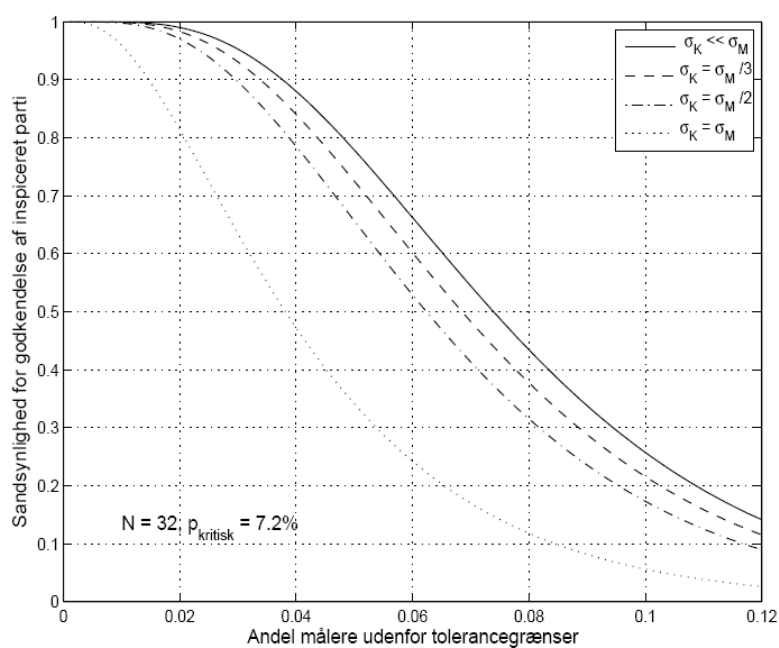
$$\sigma_\epsilon^2 = \sigma_K^2/2$$

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 målvariansen måske være af samme størrelsesorden som kalibreringsvariansen, men senere vil den uomgængeligt være øget.

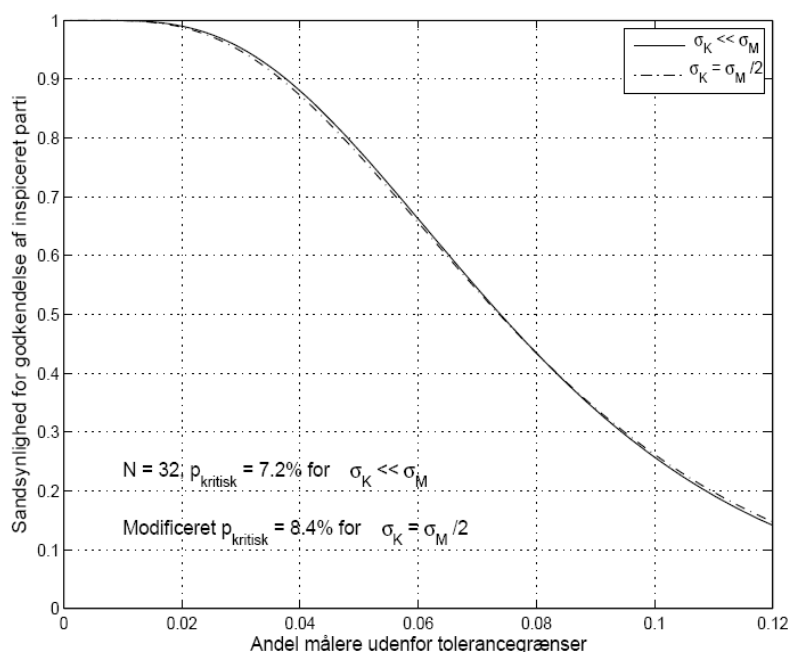
Hvis vi for en nyopsat måler antager, at $\sigma_M^2 = \sigma_\epsilon^2$, kan man beregne den nominelle og den faktiske OC-funktion for eksempelvis $n = 32$ og $p_{kritisk} = 7.2\%$ for fejlniveauet, FN . Følgende figur viser den nominelle OC-funktion og de faktiske OC-funktioner for forskellige forhold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

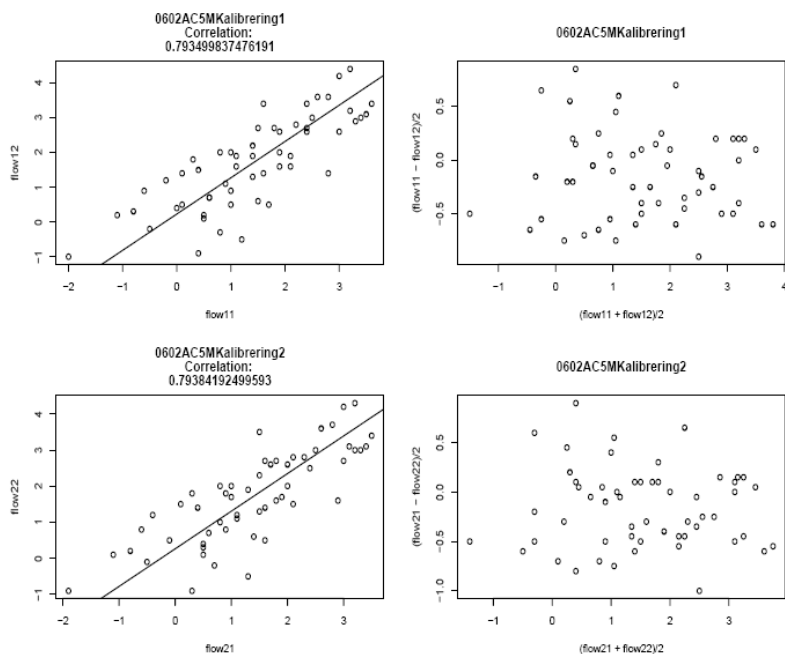
Vi vender tilbage til figuren side 10 med kalibreringsresultaterne for et antal målere fra et parti. Man ser, at de to kalibreringsresultater ved flowene F1 og F2 er korrelerede som antydnet ved den linie, der er lagt ind.

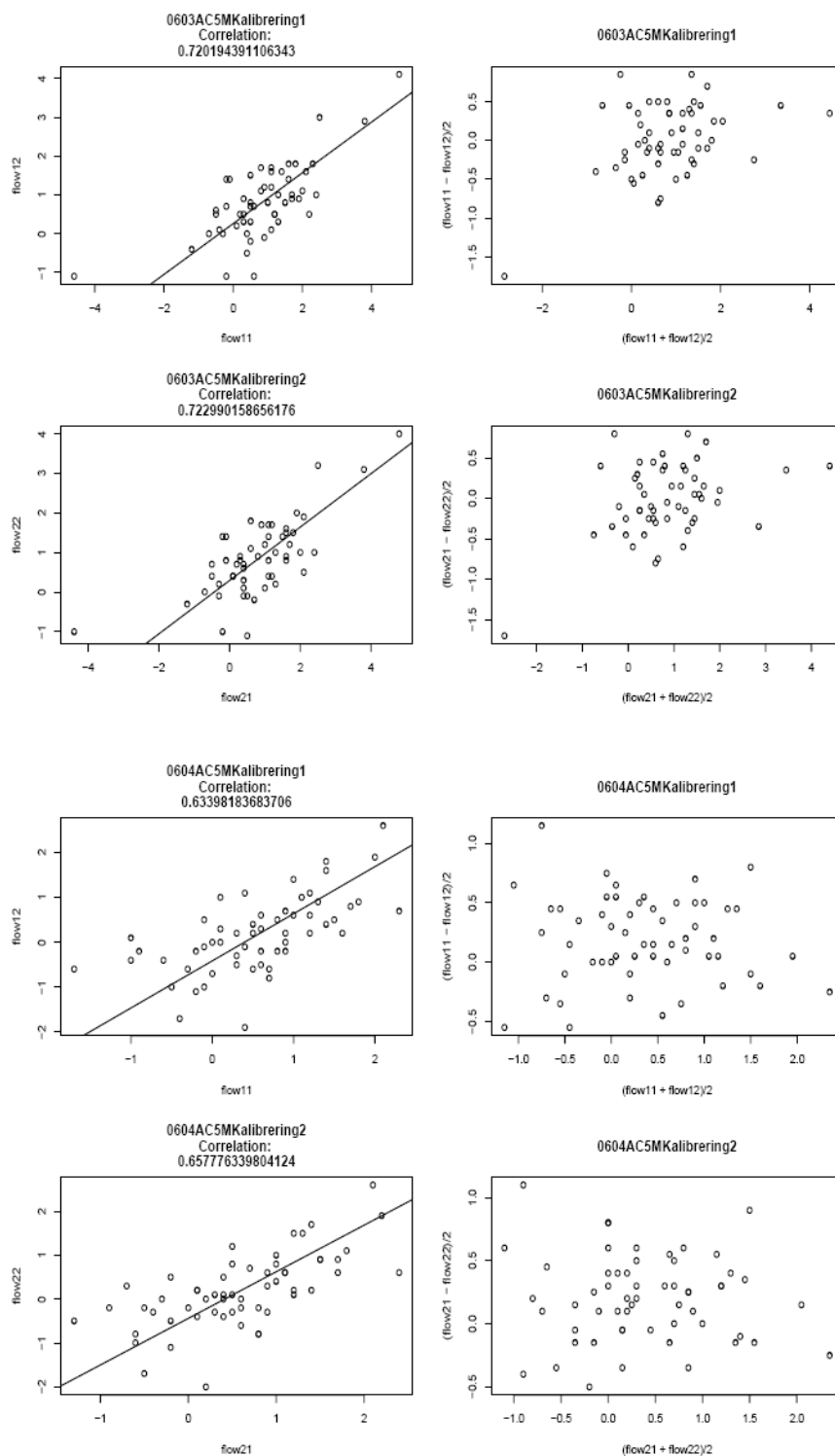
I plottene til højre er vist de samme data, men nu som fejlniveau = $(Y1+Y2)/2$, og fejlvariation = $(Y1-Y2)/2$. Man ser, at de to nye størrelser ikke er korrelerede i nogen synlig grad (data ligger som en vandret sky). Det har den betydning, at man kan foretage en stikprøvekontrol, hvor resultaterne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

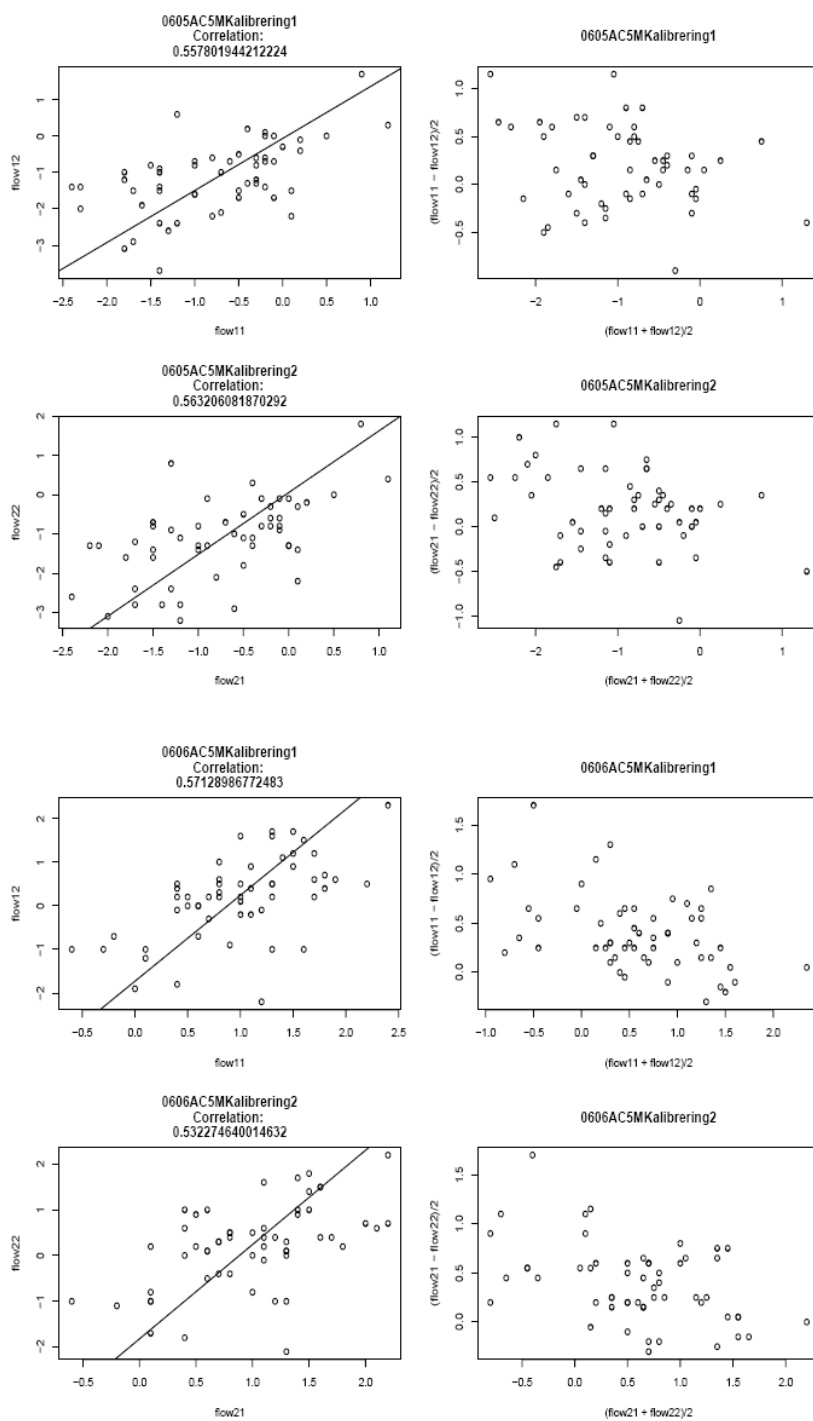
Hvis man foretog stikprøvekontrollen baseret på de to enkeltkalibreringer hver for sig, ville der være en tendens til, at man ville få de samme resultater to gange, og det ville være de samme, som man får for fejlniveauet. Og man ville eksempelvis ikke få den kontrol, som fejlvariationen giver, nemlig 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]

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

Table 1 - Sample size code letters (see 10.1 and 10.2)

Lot size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 to 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 to 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 to 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 to 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 to 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Følgende stikprøveplan anvendes på små gasmålere: inspektionsniveau I med kodebogstav G og H.

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

[illegible]

↗ = 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 1500 målere (bogstavkode H), udtages et stikprøveparti på 50 gasmålere ved en AQL på 2,5. Godkendelsestallet A_c kan aflæses til 3.

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

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

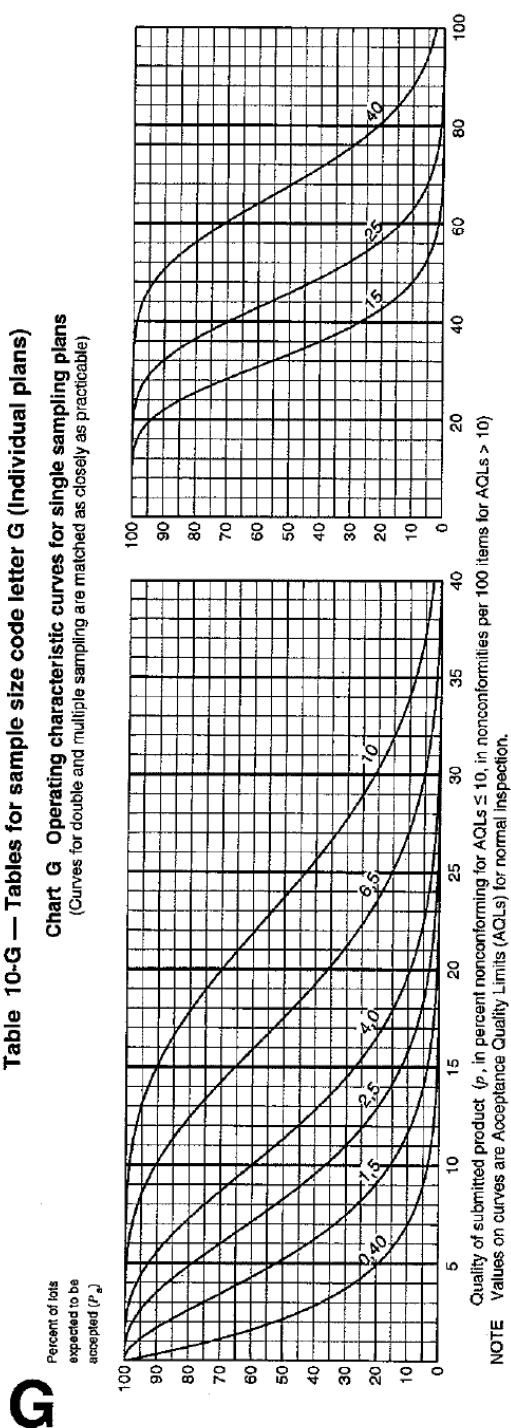


Table 10-G-1 Tabulated values for operating characteristic curves for single sampling plans

P_a	Acceptance Quality Limit, normal inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																	
	p (in percent nonconforming)						p (in nonconformities per 100 items)											
	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	0,40	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40			
99,0	0,0314	0,471	1,40	2,67	5,88	9,73	0,0314	0,464	1,36	2,57	5,58	9,08	11,0	14,9	19,1	23,4	32,3	39,3
95,0	0,160	1,12	2,60	4,38	8,50	13,1	0,160	1,11	2,56	4,27	8,17	12,4	14,7	19,3	24,0	28,9	38,9	46,5
90,0	0,329	1,67	3,49	5,56	10,2	15,1	0,329	1,66	3,44	5,45	9,85	14,6	17,0	21,9	27,0	32,2	42,7	50,8
75,0	0,895	3,01	5,42	7,98	13,4	19,0	0,899	3,00	5,40	7,92	13,2	18,6	21,4	26,9	32,6	38,2	49,7	58,4
50,0	2,14	5,19	8,27	11,4	17,5	23,7	2,17	5,24	8,36	11,5	17,7	24,0	27,1	33,3	39,6	45,8	58,3	67,7
25,0	4,24	8,19	11,9	15,4	22,3	29,0	4,33	8,41	12,3	16,0	23,2	30,3	33,8	40,7	47,6	54,4	67,9	78,0
10,0	6,94	11,6	15,8	19,7	27,1	34,0	7,20	12,2	16,6	20,9	29,0	36,8	40,6	48,1	55,6	62,9	77,4	88,1
5,0	8,94	14,0	18,4	22,5	30,1	37,2	9,36	14,8	19,7	24,2	32,9	41,1	45,1	53,0	60,8	68,4	83,4	94,5
1,0	13,4	19,0	23,8	28,1	36,0	43,2	14,4	20,7	26,3	31,4	41,0	50,0	54,4	63,0	71,3	79,5	95,6	107
	0,65	2,5	4,0	6,5	10		0,65	2,5	4,0	6,5	10		15	25			40	
	Acceptance Quality Limit, tightened inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)																	

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

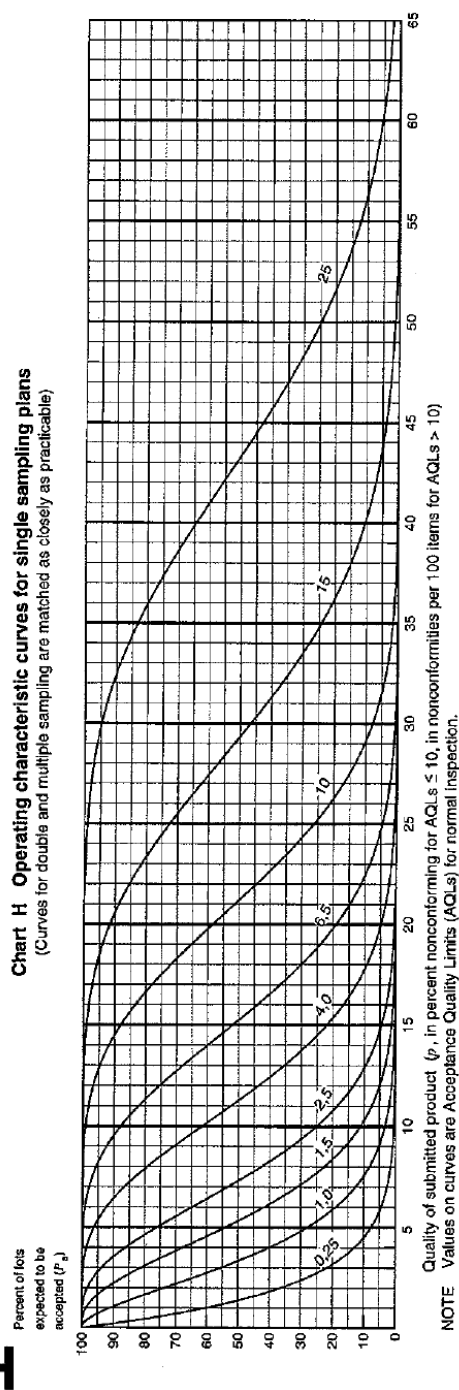
Chart H Operating characteristic curves for single sampling plans
(Curves for double and multiple sampling are matched as closely as practicable)

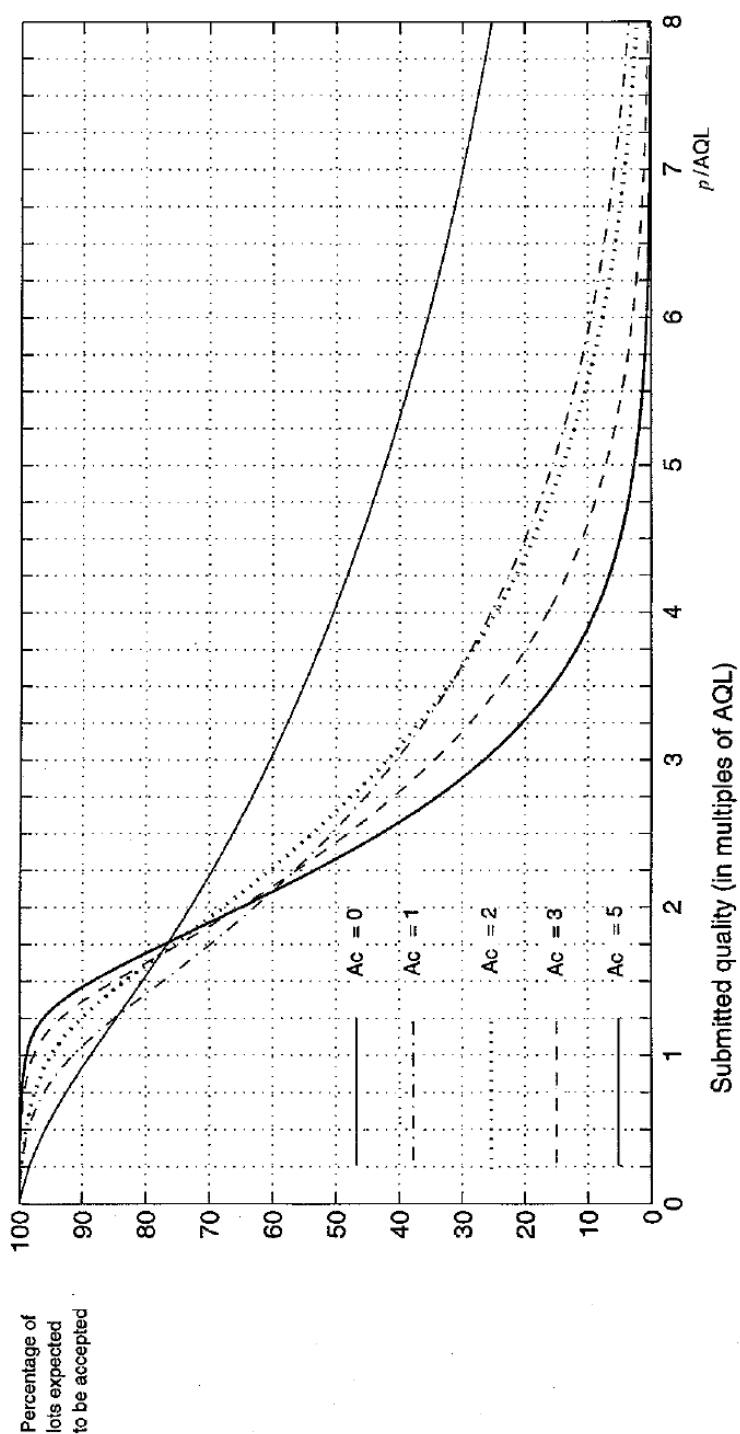
Table 10-H-1 — Tabulated values for operating characteristic curves for single sampling plans

P_a	Acceptance Quality Limit, normal inspection (in percent nonconforming and nonconformities per 100 items)										Acceptance Quality Limit, tightened 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	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
99.0	0.0201	0.300	0.886	1.68	3.69	6.07	7.36	10.1	0.0201	0.297	0.872	1.85	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	1.05	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	1.38	3.33	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	36.9	43.8	53.4	60.5
1.0	8.80	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

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

I et målerparti på f.eks. 3200, udtages en stikprøve på 50. Den kritiske fejl-andel er sat til 0,50 (50 %). Indifferenskvaliteten p kan aflæses til 7,29 %, 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 kan forvente ikke at blive godkendt ved en stikprøvekontrol. F.eks. en lille AQL-værdi og lavt godkendelsestal, formindsker chancen for at et målerparti bliver godkendt.