

## Præstationsprøvning 2010

# QAL2-beregning for NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, og partikler

Lars K. Gram  
17. december 2010

<b>1</b>	<b>Baggrund</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Kort beskrivelse af projektet</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Gennemførelse</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Dokumentation af de ”sande” værdier</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Evaluering af resultaterne</b> .....	<b>4</b>
	5.1 <i>Statistiske test</i> .....	4
<b>6</b>	<b>Deltagernes resultater</b> .....	<b>4</b>
	6.1 <i>Beregnete resultater</i> .....	4
	6.1.1 SO <sub>2</sub> .....	5
	6.1.2 NO <sub>x</sub> .....	6
	6.1.3 Partikler .....	7
	6.1.4 Generelle kommentarer .....	10
	6.2 <i>Laboratoriernes kommentarer og anbefalinger (i rapporteringen)</i> .....	10
<b>7</b>	<b>Konklusion</b> .....	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Bilagsoversigt</b> .....	<b>11</b>

## 1 Baggrund

Blandt Referencelaboratoriets opgaver er at bidrage til kvaliteten i akkrediterede emissionsmålinger og relaterede ydelser, der udføres af danske målefirmaer. Referencelaboratoriets styregruppe har derfor besluttet at udføre en sammenlignende QAL2-beregning i 2009 blandt danske laboratorier, der er akkrediteret til måling af NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> og partikler i strømmende gasser. Der indgår ikke målinger i præstationsberegningen, der udelukkende bygger på fiktive, tilsendte måledata.

Da opgaven går ud på at udføre og rapportere en QAL2-beregning i henhold til DS/EN 14181<sup>1</sup> og DS/EN 13284-2<sup>2</sup>, er kun laboratorier, der udfører denne type rådgivning, inviteret til at deltage.

DANAK har været behjælpelig med at modtage beregningsresultater fra de enkelte deltagende laboratorier, samt at sende dem videre i anonymiseret form til Referencelaboratoriet for videre behandling.

Det var Miljøstyrelsens ønske, at deltagerne selv skulle finansiere hovedparten af projektomkostningerne. Miljøstyrelsen har dog af Referencelaboratoriets midler ydet et tilskud til igangsættelse af projektet.

Opgaven og det fiktive data sæt har sin oprindelse i England, hvor den har været brugt i en tilsvarende præstationsberegning.

## 2 Kort beskrivelse af projektet

Opgaven blev stillet i november 2009, men på baggrund af tilbagemeldinger fra de deltagende laboratorier blev det besluttet at flytte deadline frem til d. 20. januar 2010. På baggrund af opklarende spørgsmål fra deltagerne blev datamaterialet og opgaven udsat for et par præciseringer.

Beregningsdata blev leveret som værende QAL2-målinger foretaget på et kulfyret kraftværk underlagt bekendtgørelse 808<sup>3</sup>. Data bestod af oplysninger om AMS måleudstyr, SRM måleudstyr, værkets emissionsgrænseværdier samt 18 (NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub>) til 21 (partikler) datasæt for AMS og SRM.

De fiktive måleresultater fra SRM og AMS blev fremsendt i regneark, således at indtastningsfejl kunne undgås.

Se opgavebeskrivelsen i deltagerbrevet i bilag 1.

## 3 Gennemførelse

Data til præstationsberegningen blev udsendt i november 2009. Deadline for indrapportering til DANAK var d. 20. januar 2010. Følgende laboratorier deltog i beregningsopgaven:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| • Akkreditering nr. 51  | FORCE Technology                           |
| • Akkreditering nr. 168 | Eurofins Miljø A/S                         |
| • Akkreditering nr. 348 | DONG Energy Generation A/S, Enstedværket   |
| • Akkreditering nr. 401 | AnalyTech Miljølaboratorium A/S            |
| • Akkreditering nr. 458 | DONG Energy, Miljølaboratoriet, Kalundborg |
| • Akkreditering nr. 486 | DGtek A/S                                  |

<sup>1</sup> DS/EN 14181: "Stationary source emissions – quality assurance of automated measuring systems"

<sup>2</sup> DS/EN 13284-2: "Stationary source emissions — Determination of low range mass concentration of dust - Part 2: Automated measuring systems"

<sup>3</sup> Bekendtgørelse nr. 808 af den 25. september 2003 om store fyr.

## 4 Dokumentation af de "sande" værdier

Den udleverede opgave fra England indeholdt ikke en løsning på opgaven. Resultaterne vurderes derfor ud fra en samlet vurdering af, hvad laboratorierne er nået frem til og, hvordan de præsenterer resultaterne. Såfremt der er oplagte regnefejl bliver disse påpeget, men er der tale om afrundingsfejl eller lignende, som ikke rykker ved det samlede billede, vil Referencelaboratoriet (som selv deltager i opgaven) ikke fremhæve den ene løsning som bedre eller mere korrekt end den anden.

## 5 Evaluering af resultaterne

Laboratorierne har leveret deres opgaveløsning enten som en rapport, som de normalt gør i forbindelse med en QAL2-opgave for en kunde, eller som et notat, der besvarer spørgsmålene i opgaven. Begge løsninger svarer til opgaveformuleringen, som ikke skitserer et rapporteringsformat.

Laboratorierne vurderes på deres beregnede løsning af opgaven, og evt. forskelle laboratorierne imellem kommenteres. Anvendelse af enheder mv. diskuteres.

Der kan være flere løsninger på opgaven, som alle er korrekte i henhold til standarden uden måske at være lige hensigtsmæssige i forhold til kundens behov, og som sikrer fremtidige AMS-målinger som er tættest muligt på den sande værdi.

### 5.1 Statistiske test

Pga. opgavens natur indgår der ingen statistiske test i vurderingen.

## 6 Deltagernes resultater

Pga. det meget forskellige format og omfang af laboratoriernes indrapporteringer har vi valgt ikke at gengive laboratoriernes opgaveløsning i nærværende rapport. De samlede resultater af beregninger af f.eks. kalibreringsfunktion vises grafisk og kommenteres i dette kapitel.

### 6.1 Beregnede resultater

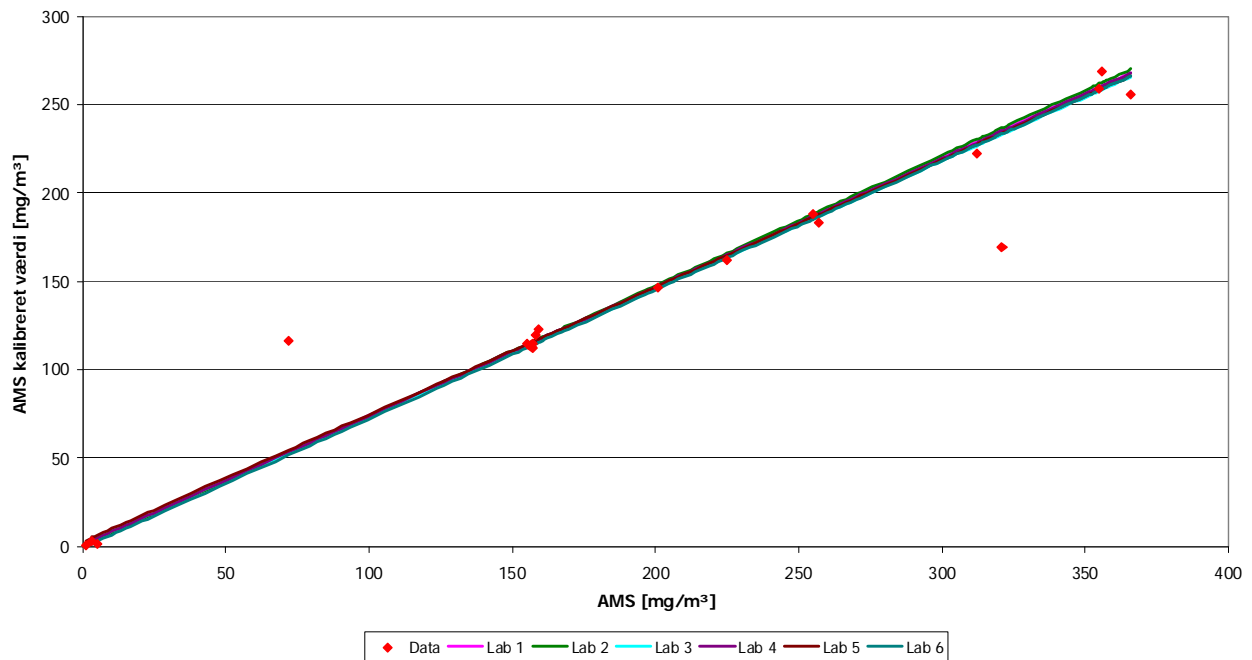
Besvarelsene på følgende opgaver fra deltagerbrevet bliver behandlet i dette kapitel:

- Beregning af kalibreringsfunktion
- Angivelse af gyldigt kalibreringsinterval
- Gennemførelse af variabilitetstest

### 6.1.1 SO<sub>2</sub>

Parameter: SO <sub>2</sub>						
Laboratorium	Skæring (a)	Hældning (b)	Kalibrerings interval	Accept grænse	Beregnet variabilitet	Variabilitet overholdt
1	0,93	0,73	665	39,91	12,55	ja
2	-0,1	0,738	643	40	11	ja
3	1,106	0,723	660	40	13	ja
4	0,93	0,729	665,2	39,9	12,6	ja
5	2,7	0,72	657	40	10	ja
6	-0,93	0,73	664	39,91	12,93	ja

SO<sub>2</sub> kalibreringsfunktioner



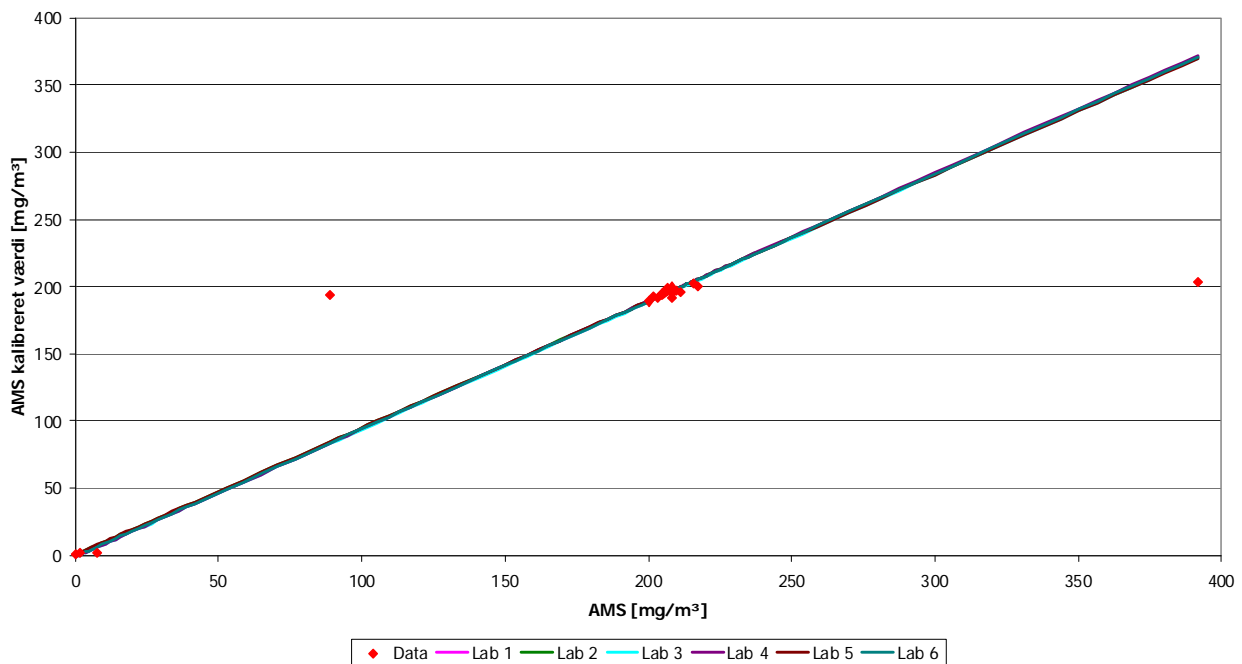
Alle laboratorier er nået frem til den samme kalibreringsfunktion og har valgt at kalde de to tydelige outliers for outliers og har ikke medtaget disse i beregningen. Når der alligevel er små forskelle i kalibreringsfunktionen skyldes dette formodentlig enten afrundingsproblematik eller manglende korrektion for tryk i kanal. Overordnet set må det konkluderes, at samtlige laboratorier har beregnet kalibreringsfunktionen tilfredsstillende.

Der er mindre forskelle i gyldigt kalibreringsinterval og variabilitet, som ikke burde forekomme. Referencelaboratoriet har ikke defineret den sande værdi.

### 6.1.2 NO<sub>x</sub>

Parameter: NO <sub>x</sub>						
Laboratorium	Skæring (a)	Hældning (b)	Kalibrerings interval	Accept grænse	Beregnet variabilitet	Variabilitet overholdt
1	-0,97	0,95	502	39,91	8,57	ja
2	0,4	0,945	499	40	10	ja
3	-1,452	0,949	499	40	8,6	ja
4	-1,48	0,954	502	39,9	8,6	ja
5	0,6	0,943	499	40	8,2	ja
6	-0,97	0,95	501	39,91	8,71	ja

NO<sub>x</sub> kalibreringsfunktioner



Alle laboratorier er nået frem til den samme kalibreringsfunktion og har valgt at kalde de to tydelige outliers for outliers og har ikke medtaget disse i beregningen. Når der alligevel er små forskelle i kalibreringsfunktionen skyldes dette formodentlig enten afrundingsproblematik eller manglende korrektion for tryk i kanal. Overordnet set må det konkluderes at samtlige laboratorier har beregnet kalibreringsfunktionen tilfredsstillende.

Alle laboratorier har beregnet det gyldige kalibreringsinterval til stort set samme værdi.

Der er mindre forskelle i variabiliteten, som ikke burde forekomme. Referencelaboratoriet har ikke defineret den sande værdi.

### 6.1.3 Partikler

Parameter: Partikler lineær						
Laboratorium	Skæring (a)	Hældning (b)	Kalibrerings interval	Accept grænse	Beregnet variabilitet	Variabilitet overholdt
1	-0,22	0,97	45	7,47	2,21	ja
2	-2,2	1,18	65	7,5	6,6	ja
3	-2,225	1,182	65	7,5	6,6	ja
4	-2,25	1,19	65,4	7,5	6,6	ja
5	-2,2	1,18	65	7,5	6,64	ja
6a lavt omr.	-0,3	0,98	45	7,47	2,23	ja
6b højt omr.	-25,241	2,3708	80	7,47	2,27	ja

Laboratorium 6 har leveret en kalibreringsfunktion for det lave område og én for det høje område.

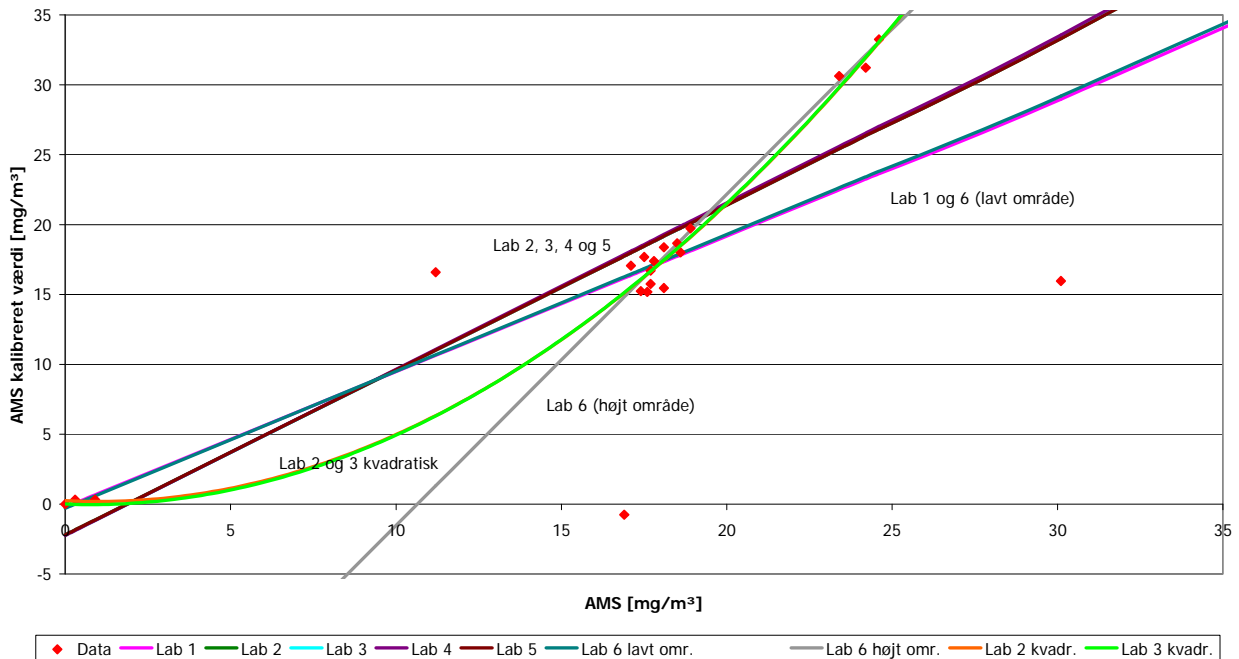
Laboratorium 2 og 3 har endvidere leveret en kvadratisk kalibreringsfunktion<sup>4</sup> og anbefalet, at den kvadratiske kalibreringsfunktion anvendes:

Parameter: Partikler kvadratisk							
Laboratorium	A (x <sup>2</sup> )	B (x)	C	Kalibrerings interval	Accept grænse	Beregnet variabilitet	Variabilitet overholdt
1							
2	0,0589	-0,116	0,24	80	7,5	2,1	ja
3	0,0583	-0,0899	0	65	7,5	-	ja
4	Nævner at den kvadratiske funktion kan anvendes, men beregner den ikke.						
5							
6							

Laboratorium 3 har ikke beregnet variabilitet for den kvadratiske kalibreringsfunktion, men konkluderer, at variabiliteten er overholdt, da den er overholdt for den lineære funktion, der har et dårligere "fit" end den kvadratiske kalibreringsfunktion.

<sup>4</sup> DS/EN 13284-2 angiver, at den kvadratiske kalibreringsfunktion må anvendes når måleren er følsom overfor partikelstørrelse. Hvis den kvadratiske funktions anvendes skal variabilitetstesten også udføres på denne. Hvis der manipuleres med anlægget (fx bypass af sektion i posefilteret) skal manipulationen godkendes af tilsynsmyndigheden. Det er ofte en bedre løsning at udføre 5 målinger fordelt over 3 dage af længere varighed (og dermed lavere detektionsgrænse), som angivet i afsnit 7.1 i standarden. Også dette valg skal godkendes af myndigheden. Både den lineære og den kvadratiske funktion for partikelmålere kan med fordel tvinges gennem nulpunktet (anbefaling i note i standarden afsnit 7.3).

### Partikler kalibreringsfunktioner



Alle laboratorier har løst opgaven korrekt i henhold til DS/EN 13284-2. De forskellige løsninger for kalibreringsfunktionen er alle korrekte ud fra de kriterier, som er angivet i løsningen for det enkelte laboratorium. Alle laboratorier har betragtet de tre oplagte outliers som outliers og har ikke medtaget disse i beregningerne (et enkelt laboratorium har anvendt værdien 0,0 for den negative værdi).

Laboratorium 6 har valgt at sige, at der er behov for to lineære kalibreringsfunktioner - én for det lave område og én for det høje område. Laboratorium 2 og 3 har beregnet en lineær og en kvadratisk kalibreringsfunktion og anbefalet den kvadratiske. Laboratorium 1 har valgt at betragte de 3 højeste målinger, som ikke repræsentative for anlæggets drift og dermed som outliers. Laboratorium 4 og 5 har leveret en lineær kurve baseret på samtlige måleresultater (bortset fra de oplagte outliers). Laboratorium 4 angiver i teksten at en kvadratisk kalibreringsfunktion med fordel kunne anvendes, men anbefaler ikke dette, da det angiveligt vil give problemer med indtastning i SRO-systemet.

Lineære kalibreringsfunktioner, der er beregnet på samme grundlag er ens bortset fra et par afrundingsforskelle. Ingen af laboratorierne har tvunget den lineære kalibreringsfunktion gennem nulpunktet, selvom standarden anbefaler dette (referencelaboratoriet anbefaler, at lineære kalibreringsfunktioner for partikler ikke tvinges gennem nulpunktet).

De to laboratorier, som har beregnet den kvadratiske funktion har også forskelle i resultatet. Denne forskel skyldes, at laboratorium 2 ikke har tvunget funktionen gennem nulpunktet, som standarden anbefaler.

Laboratorium 1 har kasseret de 3 højeste datasæt og henviser til, at der ikke er god lineær sammenhæng mellem målinger i normalt niveau og målinger i manipuleret drift. Selvom Rapport 39 anbefaler<sup>5</sup>, at de højeste måleværdier kasseres først, er baggrunden for at kassere dem forkert, idet kalibreringsfunktionen for en optisk partikelmåler netop ikke er lineær.

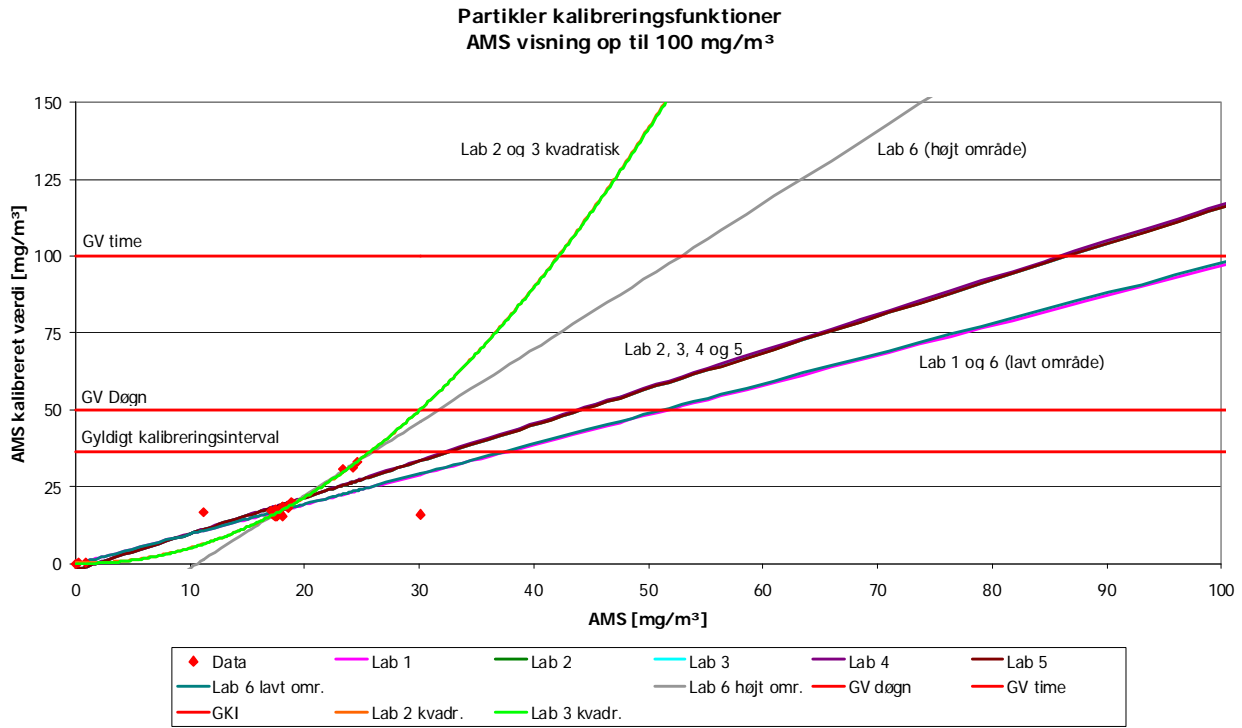
Overordnet set må det konkluderes, at samtlige laboratorier har beregnet kalibreringsfunktionen tilfredsstillende.

Gyldige kalibreringsintervaller er beregnet korrekt i alle situationer og det samme gælder for variabiliteten.

<sup>5</sup> Anbefaling 22 i Rapport 39 ver. 1



### 6.1.3.1 Kommentarer til anvendelsen af lineære og kvadratiske kalibreringsfunktioner for partikler



I praksis er de fleste partikelmålere følsomme over for partikelstørrelsen og har dermed en kvadratisk funktion. Som det fremgår af figuren, er det ikke ligegyldigt, hvilken af de foreslåede kalibreringsfunktioner, der anvendes, og lineære funktioner underestimerer tydeligt koncentrationen. Da data er fiktive, er det muligt, at eksemplet overdrejer risikoen for underestimering.

Det bør ikke være tilfældigt, hvilken kalibreringsfunktion anlægget taster ind i sit system<sup>6</sup>. Selv inden for det gyldige kalibreringsinterval er der store forskelle mellem den lineære funktion og den kvadratiske. Den kvadratiske funktion giver i princippet den korrekte koncentration i anlæggets afkastluft. Den lineære overestimerer partikelkoncentrationen i det lave område og underestimerer den i det høje. Laboratorium 6, som har leveret en lineær funktion til det høje område, vil ikke underestimere partikelemissionen i området omkring maksimum af det gyldige kalibreringsinterval. Ved betydeligt højere partikelemissioner (f.eks. ved nedbrud af elektrofilter) vil også denne funktion underestimere partikelemissionen, men så er man også langt uden for det gyldige kalibreringsområde.

Når det gyldige kalibreringsinterval er overskredet, skal der udføres en fornyet QAL2. Hvis denne regel overholdes, er risikoen for underestimerede måleresultater begrænset, men dog tilstede.

Inden for det gyldige kalibreringsinterval kan der forekomme betydelige underestimeringer af partikelniveauet med den lineære funktion. Denne konklusion er kun gældende for nærværende datasæt. Ved lavere emissioner på f.eks. et affaldsforbrændingsanlæg med en døgnemissionsgrænseværdi på 10 mg/m<sup>3</sup> vil den lineære og kvadratiske kalibreringsfunktion inden for det gyldige kalibreringsinterval sandsynligvis "ligne" hinanden mere.

<sup>6</sup> Bemærk at nogle partikelmålere kan have en pre-kalibreringsfunktion tastet ind i selve partikelmåleren, som sikrer at måleren, indtil det er muligt at gennemføre en QAL2, giver et signal der kan omsættes til mg/m<sup>3</sup>. Denne funktion bør altid fjernes inden QAL2. Hvis den ikke er fjernet under QAL2 er udgangssignalet tilnærmet lineært, og den lineære funktion skal indtastes i SRO eller lign. Pre-kalibreringsfunktionen må dermed ikke fjernes før næste QAL2.

## Anbefalinger:

- Generelt: Anvend den kvadratiske kalibreringsfunktion, hvis data er tilstrækkeligt varierede til, at den kan beregnes.
- Lave partikelemissioner: Ved grænseværdier på  $10 \text{ mg/m}^3(n,t)$  og reelle måleværdier i området op til  $5 \text{ mg/m}^3$  vil den lineære kalibreringsfunktion være tilstrækkelig. Hvis det er muligt at skabe et par værdier i et højere niveau under QAL2, kan man gøre det og beregne den kvadratiske kalibreringsfunktion.
- Høje partikelemissioner:
  - Ved anlæg med grænseværdier på fx  $50 \text{ mg/m}^3(n,t)$  eller højere bør den kvadratiske kalibreringsfunktion anvendes.
  - Anbefalingen i standardens afsnit 7.3 om, at man med fordel kan tvinge funktionen gennem nulpunktet, bør ikke anvendes, hvis man benytter den lineære funktion i det høje område, da man på den måde vil underestimere partikelemissionen.
- Lineære kalibreringsfunktioner bør ikke tvinges gennem nulpunktet.
- Kvadratiske kalibreringsfunktioner kan med fordel tvinges gennem nulpunktet.

### 6.1.4 Generelle kommentarer

Ét laboratorium (laboratorium 4) har angivet det gyldige kalibreringsinterval i hovedrapporten i  $\text{mg/m}^3$ , våd for samtlige parametre og i bilag ved referencetilstanden. Det er normalt og anbefalelsesværdigt altid at opgive det gyldige kalibreringsinterval ved referencetilstanden, da det derved direkte kan sammenlignes med emissionsgrænseværdien. DS/EN 14181 giver da også flere eksempler på, at referencetilstanden er den rette enhed for det gyldige kalibreringsinterval.

DS/EN 14181 foreskriver endvidere, at det gyldige kalibreringsinterval skal markeres i den graf, hvor kalibreringsfunktionen vises. Her vil det naturligvis være ved den aktuelle enhed i grafen. Ingen af laboratorierne har angivet det gyldige kalibreringsinterval på grafen, selvom det er et krav i DS/EN 14181. Laboratorium 2 og 5 har slet ikke vist grafen med kalibreringsfunktionen, selvom dette også er et krav i standarden. Det er muligt, at disse ting er undladt pga. opgavens karakter og de manglende krav til rapportering i opgaven.

Grafen bør altid vises ved AMS konditioner.

## 6.2 Laboratoriernes kommentarer og anbefalinger (i rapporteringen)

Besvareelserne på følgende opgaver fra deltagerbrevet bliver behandlet i dette kapitel:

1. Afgørelse om metode A eller B benyttes<sup>7</sup>
2. Kommentarer vedrørende emissioner med henblik på de oplyste emissionsgrænseværdier
3. Kommentarer til de sekundære parametre som vandindhold, temperatur og iltindhold
4. Kommentarer til driftsforholdene under målingerne og pålideligheden af de anvendte data
5. Anbefalinger til driftspersonalet

Ad 1: Alle laboratorier har anvendt metode A for  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  og partikler (lineær).

Ad 2: Ikke alle laboratorier har kommenteret om måleværdier under QAL2 er over eller under emissionsgrænseværdierne. Dette vurderes dog også som irrelevant, da formålet med en QAL2 ikke er at eftervise overholdelse af emissionsgrænseværdier, men derimod at sikre, at AMS måler korrekt inden for det gyldige kalibreringsinterval. Rapport 39 anbefaler endvidere, at anlægget (inden for normal drift) søger at opnå et større gyldigt kalibreringsinterval for på den måde at sikre valide data i området omkring emissionsgrænseværdien.

<sup>7</sup> Metode A er lineær regression på alle måleværdier og metode B er lineær regression mellem nulpunktet og gennemsnittet af alle måleværdier (tvunget gennem nulpunktet).

Ad. 3: Alle laboratorier har vurderet de perifere parametre ( $O_2$  og  $H_2O$ ). Laboratorium 1, 2, 3, 4 og 5 har alle kommenteret det forhold, at  $O_2$  og  $H_2O$  ikke ændres markant ved anlægsstop. Laboratorium 6 har ikke kommenteret den manglende ændring for  $O_2$  og  $H_2O$ .

Ad 4: Alle laboratorier har kommenteret driftsforholdene under målingerne. Laboratorium 1, 2, 4 og 6 har alle kommenteret, at  $SO_2$ -kalibreringsfunktionens hældning afviger markant fra værdien  $1^8$ . Laboratorium 3 og 5 har ikke kommenteret  $SO_2$ -kalibrerings funktionens hældning.

Ad 5: Alle laboratorierne har anbefalinger til driftspersonalet. De er dog af noget forskellig karakter. Det vurderes, at alle anbefalinger er relevante, samt at ingen laboratorier mangler at angive vigtige anbefalinger.

## 7 Konklusion

Alle laboratorier har beregnet og rapporteret korrekt. Der er dog mindre forskelle i de beregnede kalibreringsfunktioner, som skyldes afrundingsproblematikker eller muligvis manglende korrektion for tryk. Forskellene er uden betydning for kvaliteten af de leverede kalibreringsfunktioner.

Kalibreringsfunktioner for partikler må beregnes både som lineær og som kvadratisk funktion, selvom de fleste partikelmålere vil følge en kvadratisk funktion. Dette skaber en del forvirring om, hvilken kalibreringsfunktion der giver den højeste kvalitet i AMS-målingen og som sikrer mod uopdagede overskridelser af grænseværdier. Illustrationen i kapitel 6.1.3.1 viser, at det er nødvendigt med nogle generelle anbefalinger vedr. anvendelse og beregning af kalibreringsfunktioner for partikelmålere. Referencelaboratoriets anbefalinger er angivet i kapitel 6.1.3.1.

## 8 Bilagsoversigt

Bilag 1 Opgavebeskrivelsen i deltagerbrevet.

---

<sup>8</sup> Jf. anbefaling 11 i Rapport 39 ver. 1.

## Bilag 1. Opgavebeskrivelsen i deltagerbrevet



Til deltagerne

Brøndby, 19. november 2009

KIC/LKG/akk  
109-21323

### Referencelaboratoriets præstationsprøvning 2009 - deltager brev

Vi har hermed fornøjelsen at fremsende det endelige deltagerbrev til præstationsprøvning (ringtest) på emissionsområdet. Præstationsprøvningen er udelukkende baseret på beregninger i henhold til EN 14181, der skal således ikke afsættes mandskab og måleudstyr til en egentlig prøvetagning.

I forhold til invitationen er der sket et par små-ændringer (præciseringer) i opgaven. Det er således udelukkende indholdet i dette brev og den fremsendte Excel-fil (EN 14181 datasæt til QAL-test\_2009-02.xls) der ligger til grund for opgavens løsning.

### Deltagere

Følgende akkrediterede laboratorier/måleinstututer er tilmeldt:

Akkreditering nr. 51	FORCE Technology
Akkreditering nr. 168	Eurofins Miljø A/S
Akkreditering nr. 348	DONG Energy Generation A/S, Enstedværket
Akkreditering nr. 401	AnalyTech Miljølaboratorium A/S
Akkreditering nr. 458	DONG Energy, Miljølaboratoriet, Kalundborg
Akkreditering nr. 486	DGtek A/S

Præstationsprøvningen er åben for deltagelse af andre end de nævnte laboratorier.

### Gennemførelse af testen/beregningerne

Vedlagt denne invitation er SRM- og AMS-resultater fra et tænkt eksempel, samt oplysninger om AMS- og SRM-udstyr angivet i bilag 1. En kortfattet beskrivelse af driftssituationerne under målingernes gennemførelse og oplysninger om grænseværdier er ligeledes anført i bilag 1. Ved tilmelding til testen sendes tilsvarende datasæt pr. e-mail i Excelformat.

I bedes udarbejde beregninger og en kortfattet rapport i overensstemmelse med beregninger specificeret i EN 14181. Beregningerne og rapporten bør indeholde:

- Afgørelse om metode A eller B benyttes
- Beregning af kalibreringsfunktion
- Angivelse af gyldigt kalibreringsinterval
- Gennemførelse af variabilitetstest
- Kommentarer vedrørende emissioner med henblik på de oplyste emissionsgrænseværdier
- Kommentarer til de sekundære parametre som vandindhold, temperatur og iltindhold
- Kommentarer til driftsforholdene under målingerne og pålideligheden af de anvendte data
- Anbefalinger til driftspersonalet

### MILJØSTYRELSENS REFERENCELABORATORIUM FOR MÅLING AF EMISSIONER TIL LUFTEN



FORCE Technology Norway AS  
Claude Monets allé 5  
1338 Sandvika, Norge  
Tel. +47 64 00 35 00  
Fax +47 64 00 35 01  
e-mail info@forcetechnology.no  
www.forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB  
Tallmätargatan 7  
721 34 Västerås, Sverige  
Tel. +46 (0)21 490 3000  
Fax +46 (0)21 490 3001  
e-mail info@forcetechnology.se  
www.forcetechnology.se

FORCE Technology, Hovedkontor  
Park Allé 345  
2605 Brøndby, Danmark  
Tel. +45 43 26 70 00  
Fax +45 43 26 70 11  
e-mail force@force.dk  
www.force.dk



### Indrapportering af resultater

I bedes udarbejde kortfattet rapport, dog i overensstemmelse med krav specifikationer angivet i EN 14181, som om I selv havde gennemført målingerne.

For at sikre fuld anonymitet skal indrapporteringen ske til DANAK ved fr. Kirsten Jebjerg Andersen. Det forventes at resultaterne er DANAK i hænde senest onsdag d. 20. januar 2010.

### Rapportering

Ultimo 2009 udsender Referencelaboratoriet en rapport indeholdende en liste over deltagende laboratorier, anonymiserede beregningsresultater samt en bearbejdning og præsentation af disse.

Rapporten sendes til de deltagende laboratorier, Miljøstyrelsen samt DANAK og vil blive publiceret på Referencelaboratoriets hjemmeside [www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk).

### Deltagergebyr

Miljøstyrelsen giver via Referencelaboratoriet et tilskud til forberedelse og planlægning af præstationsprøvningen. De resterende udgifter til databehandling og rapportering betales af de deltagende laboratorier.

Deltager gebyret er beregnet til 5.000 kr. pr laboratorium ved 6 deltagende laboratorier.

Eventuelle spørgsmål vedrørende præstationsprøvningen kan stilles til Lars Kristian Gram, FORCE Technology. Gerne på mail [LKG@force.dk](mailto:LKG@force.dk). Svar eller korrektioner der vedrører alle deltagere vil blive fremsendt til samtlige deltagere.

Med venlig hilsen  
Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften  
v/FORCE Technology

Kim Nøhr Christensen  
Projektleder



Lars Kristian Gram  
Projektleder for Referencelaboratoriet



## Bilag 1 – Oplysninger og datasæt til brug ved beregningerne.

De følgende oplysninger og datasæt tænkes at stamme fra et kulfyret kraftværk, som falder ind under bekendtgørelse nr. 808 af den 25. september 2003.

Kraftværket er underlagt følgende emissionsgrænseværdier:

Parameter	Enhed	Døgn-middelværdi	Timemiddelværdi
SO <sub>2</sub>	mg/m <sup>3</sup> (ref.)	400	600
NO <sub>x</sub>	mg/m <sup>3</sup> (ref.)	400	600
Partikler	mg/m <sup>3</sup> (ref.)	50	100

(ref.) angiver tør røggas ved normaltilstanden (0°C, 101,3 kPa) og 6 % ilt.

AMS-udstyret til måling af NO og SO<sub>2</sub> er begge infrarøde "cross-duct"-systemer, der rapporterer de målte koncentrationer i enheden mg/m<sup>3</sup> (drifttilstand). AMS-udstyret til måling af partikler er et laserbaseret målesystem, der er opsat til at rapportere data i enheden mg/m<sup>3</sup> (drifttilstand).

AMS-udstyret til måling af iltindholdet er en paramagnetisk iltmåler med køling af røggassen, enheden for iltmålingerne er således Vol.-%, tør. Vandindholdet på kraftværket beregnes på baggrund af en metode godkendt af tilsynsmyndigheden, enheden for beregningsresultatet er Vol.-%, våd.

AMS korrigerer ikke for tryk (benytter 1013 mbar som fast værdi)

SRM-målingerne for NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> er gennemført i henhold til MEL-03 og MEL-04. SRM-målingerne for partikler er gennemført i overensstemmelse med MEL-02. SRM-målingerne for iltindhold er udført i overensstemmelse med MEL-05 og SRM-målingerne for vandindhold er gennemført som gravimetriske målinger. SRM-resultaterne for partikler, NO<sub>x</sub> og SO<sub>2</sub> er angivet i enheden mg/m<sup>3</sup> (normal, tør). Endelig er resultaterne for ilt givet ved enheden Vol.-%, tør, for vandindhold i enheden Vol.-%, våd og for tryk i kanalen i mBar.

Hver dag i perioden fra kl. 11.00 til kl. 14.00 underkastes alt AMS-udstyr en automatisk nul- og spankalibrering. Denne cyklus har en varighed på ca. 30 minutter. Alle SRM målinger er søgt udført uden for perioder med automatisk nul- og spankalibrering. Anlægget har efterfølgende oplyst, at kalibreringerne på dag 3 har varet hele perioden fra kl. 11.00 til kl. 14.00.

Ved slutningen af måleprogrammet forekom der et utilsigtet driftsstop af kraftværket. For at verificere AMS-udstyrets nulpunktvisninger blev der gennemført målinger i denne periode. Derudover blev der ved afslutningen af hver måledag manipuleret med anlæggets rensningsanlæg, med det formål, at opnå forhøjede partikelkoncentrationer. Det var på forhånd accepteret af tilsynsmyndigheden at denne manipulering var indeholdt i testen.

Målestedets indretning opfylder samtlige krav stillet til målesteders indretning, målestudse er desuden afsat i samme niveau som AMS-udstyret.

I de efterfølgende skemaer er måleresultater fra målingerne angivet (se også medsendte Excel fil med data, som det anbefales at hente data fra).



SO<sub>2</sub>

Dag	Tid	Data sæt	AMS SO <sub>2</sub>				SRM Tryk, mBar	SRM			
			mg/m <sup>3</sup> (drift)	AMS O <sub>2</sub> , vol.-%, tør	AMS Temp, °C	AMS vand, vol.-%, våd		SRM SO <sub>2</sub> , mg/m <sup>3</sup> (n,t)	SRM O <sub>2</sub> , vol.-%, tør	SRM Vand, Vol.-%, våd	SRM Temp, °C
1	0900-1000	1	157	10,4	122	8,5	1017	181	10,3	8,2	122
1	1100-1200	2	159	10,3	122	8,5	1018	195	10,3	8,5	122
1	1300-1400	3	257	10,7	122	8,5	1017	290	10,6	8,4	122
1	1500-1600	4	312	10,2	122	8,5	1017	352	10,1	8,3	122
1	1700-1800	5	356	10,4	122	8,5	1017	425	10,5	8,3	122
1	1900-2000	6	366	10,5	122	8,5	1018	405	10,5	8,2	123
2	0900-1000	7	355	10,5	122	8,5	1019	411	10,4	8,6	122
2	1100-1200	8	255	10,6	122	8,5	1018	299	10,7	8,7	122
2	1300-1400	9	157	10,5	122	8,5	1015	178	10,4	8,5	122
2	1500-1600	10	155	10,2	122	8,5	1017	182	10,1	8,4	122
2	1700-1800	11	225	10,2	122	8,5	1016	258	10,3	8,9	122
2	1900-2000	12	201	10,3	122	8,5	1016	232	10,4	8,4	122
3	0900-1000	13	158	9,8	122	8,5	1016	190	9,9	8,6	122
3	1100-1200	14	72	9,9	122	8,5	1016	185	9,8	8,6	122
3	1300-1400	15	321	10,1	122	8,5	1016	266	10,1	8,1	121
3	1500-1600	16	3,0	10,2	122	8,5	1016	5,0	10,3	8,5	121
3	1700-1800	17	5,0	10,3	122	8,5	1017	2,0	10,3	8,6	122
3	1900-2000	18	1,0	10,2	122	8,5	1018	0,5	10,1	8,2	122

AMS korrigerer ikke for tryk (benytter 1013 mbar som fast værdi)

NO

Dag	Tid	Data sæt	AMS NO				SRM Tryk, mBar	SRM			
			mg/m <sup>3</sup> (drift)	AMS O <sub>2</sub> , Vol.-%, tør	AMS Temp, °C	AMS Vand, vol.-%, våd		SRM NOx, mg/m <sup>3</sup> (n,t)	SRM O <sub>2</sub> , Vol.-%, tør	SRM Vand, Vol.-%, våd	SRM Temp, °C
1	0900-1000	1	137	10,4	122	8,5	1017	312	10,3	8,2	122
1	1100-1200	2	142	10,3	122	8,5	1018	318	10,3	8,5	122
1	1300-1400	3	133	10,7	122	8,5	1017	303	10,6	8,4	122
1	1500-1600	4	141	10,2	122	8,5	1017	320	10,1	8,3	122
1	1700-1800	5	132	10,4	122	8,5	1017	305	10,5	8,3	122
1	1900-2000	6	136	10,5	122	8,5	1018	303	10,5	8,2	123
2	0900-1000	7	138	10,5	122	8,5	1019	312	10,4	8,6	122
2	1100-1200	8	135	10,6	122	8,5	1018	316	10,7	8,7	122
2	1300-1400	9	134	10,5	122	8,5	1015	306	10,4	8,5	122
2	1500-1600	10	131	10,2	122	8,5	1017	299	10,1	8,4	122
2	1700-1800	11	136	10,2	122	8,5	1016	318	10,3	8,9	122
2	1900-2000	12	134	10,3	122	8,5	1016	308	10,4	8,4	122
3	0900-1000	13	136	9,8	122	8,5	1016	310	9,9	8,6	122
3	1100-1200	14	58	9,9	122	8,5	1016	308	9,8	8,6	122
3	1300-1400	15	256	10,1	122	8,5	1016	320	10,1	8,1	121
3	1500-1600	16	5,0	10,2	122	8,5	1016	3,0	10,3	8,5	121
3	1700-1800	17	0,0	10,3	122	8,5	1017	1,0	10,3	8,6	122
3	1900-2000	18	1,0	10,2	122	8,5	1018	2,0	10,1	8,2	122

AMS korrigerer ikke for tryk (benytter 1013 mbar som fast værdi)

Partikler

Dag	Tid	Data sæt	AMS partikler, mg/m <sup>3</sup> (drift)	AMS O <sub>2</sub> , Vol.-%, tør	AMS Temp, °C	AMS Vand, Vol. %, våd	SRM Tryk, mBar	SRM Partikler, mg/m <sup>3</sup> (n,t)	SRM O <sub>2</sub> , Vol.-%, tør	SRM Vand, Vol. %, våd	SRM Temp, °C
1	0900-1000	1	18,1	10,4	122	8,5	1017	29,0	10,3	8,2	122
1	1100-1200	2	18,5	10,3	122	8,5	1018	29,6	10,3	8,5	122
1	1300-1400	3	18,6	10,7	122	8,5	1017	28,5	10,6	8,4	122
1	1500-1600	4	18,9	10,2	122	8,5	1017	31,2	10,1	8,3	122
1	1700-1800	5	17,8	10,4	122	8,5	1017	27,5	10,5	8,3	122
1	1900-2000	6	17,5	10,5	122	8,5	1018	28,0	10,5	8,2	123
1	2100-2200	7	24,2	10,4	122	8,5	1018	49,6	10,3	8,4	123
2	0900-1000	8	17,1	10,5	122	8,5	1019	27,1	10,4	8,6	122
2	1100-1200	9	17,4	10,6	122	8,5	1018	24,2	10,7	8,7	122
2	1300-1400	10	17,7	10,5	122	8,5	1015	24,9	10,4	8,5	122
2	1500-1600	11	16,9	10,2	122	8,5	1017	-1,2	10,1	8,4	122
2	1700-1800	12	18,1	10,2	122	8,5	1016	24,6	10,3	8,9	122
2	1900-2000	13	17,6	10,3	122	8,5	1016	24,0	10,4	8,4	122
2	2100-2200	14	23,4	10,5	122	8,5	1016	48,4	10,4	8,3	122
3	0900-1000	15	17,7	9,8	122	8,5	1016	26,5	9,9	8,6	122
3	1100-1200	16	11,2	9,9	122	8,5	1016	26,3	9,8	8,6	122
3	1300-1400	17	30,1	10,1	122	8,5	1016	25,1	10,1	8,1	121
3	1500-1600	18	0,3	10,2	122	8,5	1016	0,5	10,3	8,5	121
3	1700-1800	19	0,9	10,3	122	8,5	1017	0,5	10,3	8,6	122
3	1900-2000	20	0,3	10,2	122	8,5	1018	<0,1	10,1	8,2	122
3	2100-2200	21	24,6	10,2	122	8,5	1018	52,8	10,1	8,6	122

AMS korrigerer ikke for tryk (benytter 1013 mbar som fast værdi)