

Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

Titel	Præstationsprøvning 2015
Undertitel	Partikler og røggasser i strømmende gas
Forfatter(e)	Arne Oxbøl, Lars K. Gram
Arbejdet udført, år	2015
Udgivelsesdato	Marts 2016
Revideret, dato	-

Indholdsfortegnelse

1	Indledning.....	2
2	Kort beskrivelse af projektet.....	2
3	Gennemførelse.....	3
4	Dokumentation af de nominelle værdier.....	3
5	Evaluering af resultaterne	4
5.1	Statistiske test	4
6	Deltagernes resultater.....	5
6.1	Totalpartikler tørret ved 120°C.....	6
6.2	Totalpartikler tørret ved 160°C.....	7
6.3	Semivolatile forbindelser	8
6.4	PM ₁₀	9
6.5	CO.....	10
6.6	NO _x	12
6.7	O ₂	14
6.8	CO ₂	16
6.9	H ₂ O	18
7	Diskussion og konklusion.....	19
Bilag A	Indrapporeringsskema for alle målinger	21

1 Indledning

Blandt Referencelaboratoriets opgaver er at bidrage til kvaliteten i akkrediterede emissionsmålinger, der udføres af danske målefirmaer. Referencelaboratoriets styregruppe har besluttet at udføre en sammenlignende prøvning blandt danske måleinstitutter i 2015 for partikler i strømmende gas. Måling af PM₁₀ er en særlig udfordring, ligesom spørgsmålet om semivolatile forbindelser har været genstand for revisionen af MEL-02 om partikelmålinger. Som supplement til partikelmålingerne er det besluttet også at gennemføre monitormålinger for O₂, CO₂, CO og NO_x, ligesom vand skal bestemmes.

DANAK har været involveret i både den forberedende fase og i indsamlingen af resultater. DANAK stillede krav om, at de akkrediterede målefirmaer enten deltog i den sammenlignende prøvning, eller alternativt fremlagde tilsvarende dokumentation fra andre interlaboratorieundersøgelser. Måleresultaterne blev sendt til DANAK fra de enkelte deltagende firmaer, og DANAK sendte dem videre i anonymiseret form til Referencelaboratoriet for videre beregning.

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

Semivolatile forbindelser forekommer oftest i anlæg, der fyrer med biobrændsel. VERDO i Randers, hvor der fyres med flis, har indvilliget i at være vært for prøvningen, og de har derudover indvilliget i at lede røggassen uden om vådskrubber og dermed skabe en højere partikelemission for måling af PM₁₀. Der er indrettet målestudse, så fem laboratorier kan deltage samtidig. Skorstenen vurderes derfor at være velegnet til præstationsprøvning for de valgte parametre.

Præstationsprøvningen har omfattet såvel måling/prøvetagning som de efterfølgende laboratorieanalyser.

2 Kort beskrivelse af projektet

Der er forventeligt meget lav koncentration af partikler ved normal drift, hvor røggassen renses med en vådskrubber og med elektrofilter. For at opnå målelige mængder af PM₁₀ har VERDO indvilliget i at lede røggassen uden om vådrensningen i de måleperioder, hvor laboratorierne målte PM₁₀, i et forsøg på at opnå lidt højere koncentrationer.

Invitationen blev sendt til fire laboratorier, der har akkreditering til måling af partikler og/eller O₂, CO₂, CO, NO_x og vand, samt en virksomhed, der selv udfører orienterende miljømålinger. De fire akkrediterede laboratorier har deltaget i varierende omfang svarende til deres akkrediteringer. Ét laboratorium deltog med tre sæt måleudstyr til røggasser. Det ene sæt er en FTIR, hvis resultater er anført under laboratorium 6. Resultaterne af prøvningen for de fem sæt resultater (ekskl. FTIR-resultaterne) blev præsenteret på en workshop for emissionslaboratorier i regi af Referencelaboratoriet 17. november 2016. FTIR-resultaterne blev præsenteret for sig selv. Workshoppens deltagere besluttede, at FTIR-resultaterne skulle tilføjes til beregningerne og rapporten. FTIR er en akkrediteret metode, hvorfor det er relevant at medtage resultaterne i denne prøvning. I forhold til præsentationen på workshoppens er der mindre ændringer i, hvilke resultater der er stragglere – se afsnit 5.1.

Laboratorierne, der deltog i partikelprøvningen, har selv udført filtervejninger. Der blev udleveret skemaer til indrapportering af måleresultaterne (vedlagt i Bilag A).

Rapport nr. 79

Præstationsprøvning 2015 – partikler og røggasser i strømmende gas

De beregnede værdier er efter aftale med DANAK rapporteret, uanset at værdierne eventuelt er lavere end firmaernes detektionsgrænse og dermed uden hensyn til evt. begrænsninger i akkrediteringen. Resultaterne kan evt. bruges i en overvejelse af, om de enkelte laboratorier fremover kan udvide det akkrediterede område nedad.

DANAK modtog alle resultaterne, gav dem kodenumre og sendte dem på e-mail til Referencelaboratoriet den 4. november 2015.

Denne rapport er sendt til de deltagende laboratorier, Miljøstyrelsen og DANAK og publiceres på Referencelaboratoriets hjemmeside. DANAK informerer de deltagende laboratorier om, hvilket nummer de har i testen.

3 Gennemførelse

Præstationsprøvningen afholdtes den 6. og 7. oktober 2015. Følgende måleinstitutioner deltog:

- Dansk Gasteknisk Center A/S
- Eurofins Danmark A/S
- DGtek A/S
- FORCE Technology

Hver prøvetagning for total partikler og røggasser forløb over én time den 6. oktober 2015 under normal drift. Hver prøvetagning for PM₁₀ forløb over en halv time den 7. oktober under normal drift, men med bypass af vådskrubberen.

Ingen firmaer har angivet, at resultaterne er under deres detektionsgrænse. Alle koncentrationer er således målbare.

Laboratorierne indrapporterede til DANAK, som først efter modtagelsen af samtlige resultater sendte dem videre til Referencelaboratoriet for beregning.

Referencelaboratoriet gennemførte herefter de beregninger og illustrationer, som er omtalt i nærværende rapport.

4 Dokumentation af de nominelle værdier

For skorstensmålingerne findes ingen nominelle værdier, og parametrene varierer med anlæggets produktion. De enkelte laboratoriers resultater testes over for gennemsnittet af samtlige resultater for hver måleserie med Grubb's test for outliers. Gennemsnittet af værdierne (ekskl. outliers) er det bedste estimat af den sande værdi.

Der korrigeres normalt ikke for feltblindværdier ved emissionsmåling (MEL-22)¹, men der stilles krav om, at feltblindværdien ikke må overskride 10% af gældende grænseværdi. Det antages, at laboratorierne ikke har korrigeret for evt. feltblindværdi, men det vides ikke.

¹ Miljøstyrelsens anbefalede metoder: Kvalitet i emissionsmåling, MEL-22. Se www.ref-lab.dk.

5 Evaluering af resultaterne

5.1 Statistiske test

Indledningsvis blev måleværdierne i hver måleserie for skorstensparametrene testet med Grubb's test² for outliers³ og stragglers⁴. Teststørrelsen beregnes med formlen:

$$G = \frac{x_p - \bar{x}}{s}$$

hvor x_p er den enkelte måleværdi
 \bar{x} er middelværdi for måleserien
 s er spredningen for måleserien

Stor spredning mellem resultaterne betyder, at selv tydeligt afvigende resultater kan blive "godkendt". Tilsvarende betyder meget lille spredning, at resultater, der ikke afviger meget i absolutte værdier, kan blive dømt som outliers eller stragglers. I den aktuelle skorstenstest blev der fundet én outlier og fire stragglere. Forekomsten af dem er vist i Tabel 1, hhv. Tabel 2. Outlieren er taget ud, mens Straggljerne indgår i de videre beregninger.

Tabel 1 Forekomst af outliers

Komponent/Laboratorium	6
O ₂	Måling 4

Tabel 2 Forekomst af stragglere

Komponent/Laboratorium	2	4	5
Total partikler, 120°C	Måling 1		
Total partikler, 160°C			Måling 1
O ₂		Måling 1 og 2	

Z-scorer beregnes for resultater, hvor den nominelle værdi ikke kendes, ud fra følgende formel⁵:

$$z = \frac{|x_i - X|}{s}, \text{ hvor}$$

x_i er laboratoriets resultat
 X er gennemsnittet af alle laboratoriers værdier (ekskl. outliers)
 s er spredningen på måleværdierne (1xRSD) eller en på forhånd fastsat spredning⁵

² ISO 5725-2: Accuracy (trueness and precision of measurement methods and results – part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method

³ En outlier er en værdi, som med 99% sandsynlighed ikke tilhører samme fordeling som de øvrige værdier.

⁴ En straggler er en værdi, som med 95% sandsynlighed ikke tilhører samme fordeling som de øvrige værdier. Den er dermed mindre usikker end en outlier.

⁵ ISO/IEC 17043:2010: Conformity assessment - General requirements for proficiency testing, som er en revision af ISO 43-1 Proficiency testing by interlaboratory comparisons. Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes

Det er i beregningerne forudsat, at $(x_i - X)$ er normalfordelt omkring 0. På baggrund heraf angiver ISO 43-1 følgende vurderingskriterier for resultaterne:

z	Vurdering
$ z \leq 2$	tilfredsstillende
$2 < z < 3$	tvivlsom
$ z \geq 3$	ikke tilfredsstillende

De resulterende z-scoringer er vist i afsnit 6 og markeret med en farve som i ovenstående skema.

6 Deltagernes resultater

Bilag A viser det indrapporteringskema (ikke udfyldt), som laboratorierne har anvendt.

Resultatskemaerne viser bl.a. laboratoriernes usikkerhedsangivelser. Disse usikkerhedsangivelser anvender laboratorierne også ved almindelige målinger for deres kunder for at beskrive, hvor godt de aktuelle bestemmelser kan udføres. Selvom hvert laboratorium angiver f.eks. 10% usikkerhed, kan en kunde opleve en større variation, hvis flere laboratorier udfører samme bestemmelse.

For at illustrere den samlede usikkerhed ved flere laboratoriers samtidige bestemmelse er spredningen på hver måleserie omregnet til procentvis usikkerhed (95% konfidensinterval) på gennemsnitsværdien af laboratoriernes resultater. Til sammenligning er gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelse beregnet i procent.

Laboratorierne var blevet bedt om at opsamle partikler isokinetisk i ét punkt ved røggasttemperaturen. Røggaskkomponenterne og vand er målt i samme punkt. Alle laboratorier foretog målingerne én meter inde i kanalen, dvs. i samme ring i skorsten. Det antages derfor, at strømningsforholdene og koncentrationerne er ens i alle de udvalgte målepunkter.

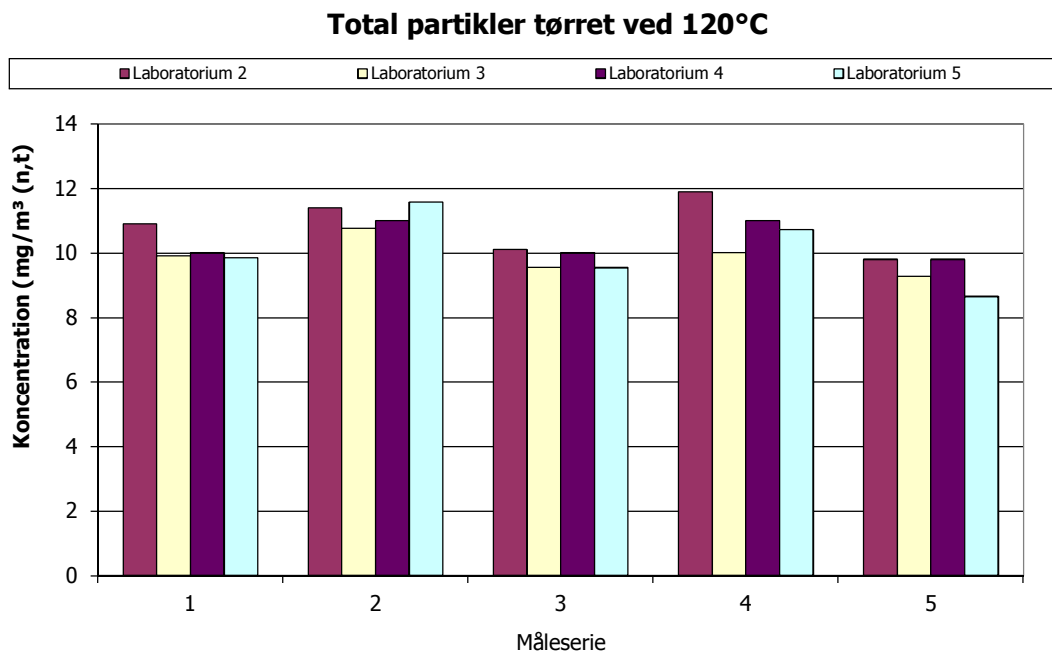
6.1 Totalpartikler tørret ved 120°C

De opsamlede partikler er først tørret ved 120°C til bestemmelse af samtlige partikler inklusive evt. semivolatile forbindelser.

Tablet 3 Resultater og beregninger for totalpartikler tørret ved 120°C

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	2	10,9	11,4	10,1	11,9	9,8
	3	9,91	10,76	9,55	10,01	9,27
	4	10	11	10	11	9,8
	5	9,85	11,57	9,54	10,72	8,65
z-scorer	2	1,4	0,4	0,6	1,9	0,8
	3	0,5	0,8	0,5	1,7	0,2
	4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,8
	5	0,6	0,7	0,5	0,4	1,4
U _{lab}	2	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
	3	2,2	2,4	2,1	2,2	2,0
	4	1,00	1,10	1,00	1,10	0,98
	5	1,97	2,31	1,91	2,14	1,73
U _{lab, middel} (%)	-	17	17	18	17	18
U _{prøvning} (%)	-	10	6	6	14	11

Alle laboratorier opnår tilfredsstillende z-scorer, og den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er mindre end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser.



Figur 1 Grafisk illustration af koncentrationerne af partikler (120°C)

6.2 Totalpartikler tørret ved 160°C

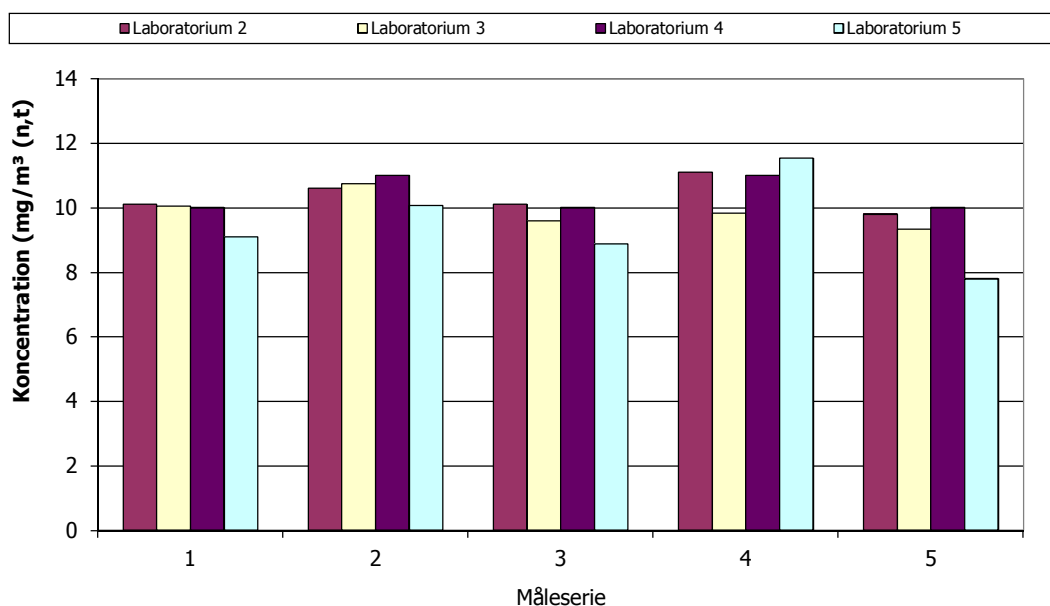
Efter tørring og vejning ved 120°C er filtrene tørret ved 160°C. Et evt. tab ved denne tørring vurderes at skyldes et indhold af semivolatile forbindelser.

Tablet 4 Resultater og beregninger for totalpartikler tørret ved 160°C

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	2	10,1	10,6	10,1	11,1	9,8
	3	10,05	10,74	9,59	9,83	9,33
	4	10	11	10	11	10
	5	9,1	10,07	8,88	11,54	7,8
z-scorer	2	0,4	0,0	0,7	0,3	0,9
	3	0,4	0,2	0,1	1,6	0,1
	4	0,3	0,6	0,5	0,2	1,2
	5	1,1	0,8	1,1	1,0	2,2
U _{lab}	2	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
	3	2,2	2,4	2,1	2,2	2,1
	4	1,00	1,10	1,00	1,10	1,00
	5	1,82	2,01	1,78	2,31	1,56
U _{lab, middel} (%)	-	17	17	17	17	18
U _{prøvning} (%)	-	10	7	11	13	21

Laboratorium 5 har en tvivlsom z-værdi i måling 5. Resultatet er tydeligt lavere end alle andre værdier i de fem måleserier. Alle andre z-scorer er tilfredsstillende, og den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er mindre end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser i fire måleserier.

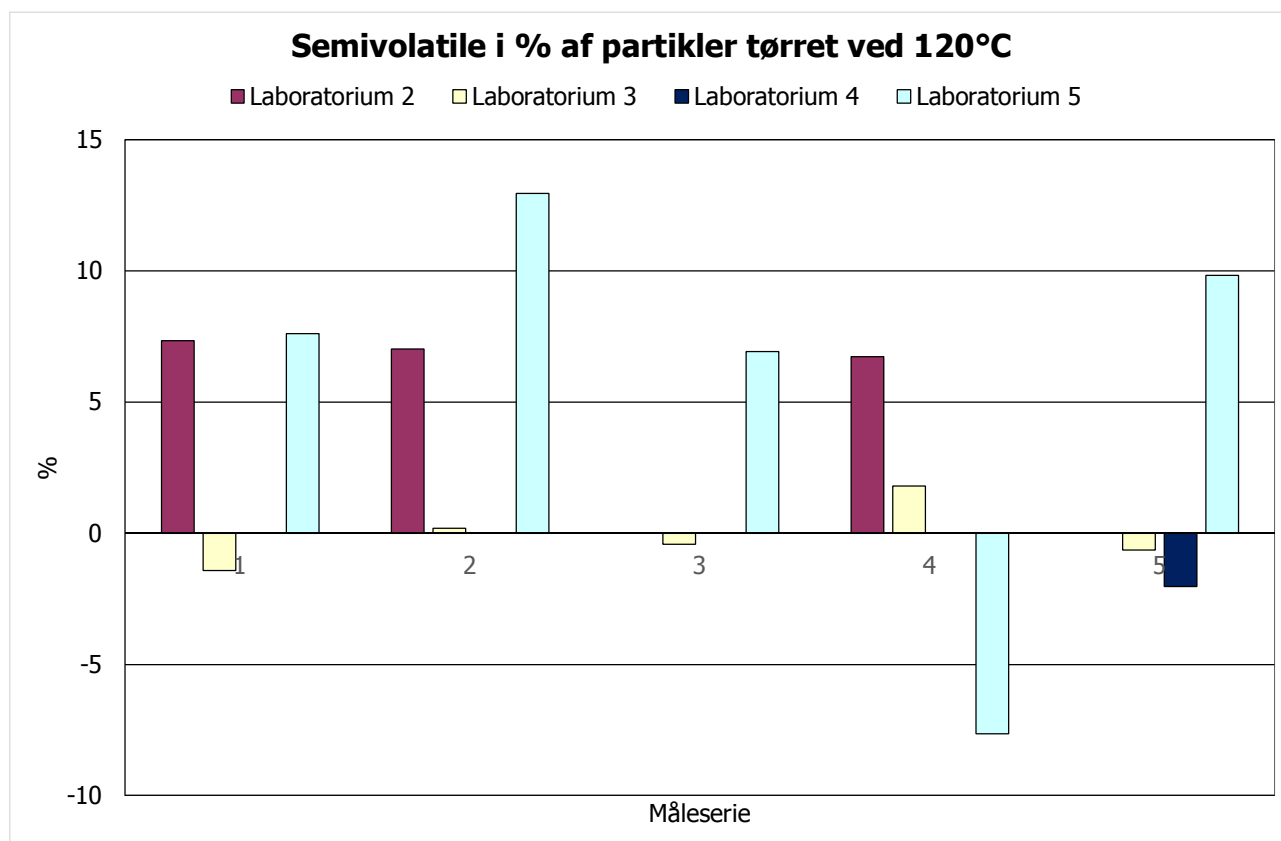
Total partikler tørret ved 160°C



Figur 2 Grafisk illustration af koncentrationerne af partikler (160°C)

6.3 Semivolatiler forbindelser

Indholdet af semivolatiler forbindelser er for hvert laboratorium og hver måling beregnet som forskellen mellem koncentrationerne beregnet efter tørring ved hhv. 120°C og 160°C. Indholdet er vist i Figur 3 som procent af koncentrationen beregnet efter tørring ved 120°C.



Figur 3 Koncentrationer af semivolatiler forbindelser

Ingen laboratorier præsterer ensartet over alle fem målinger. Laboratorierne 3 og 4 ligger dog i alle målinger tæt på 0% (altså samme vægt efter begge vejninger) med både positive og negative værdier. Det er imidlertid ikke muligt at vurdere, om laboratorierne har begået fejl i enten prøvetagning eller vejning, eller der faktisk ikke er semivolatiler forbindelser.

De øvrige resultater antyder et indhold af semivolatiler forbindelser på 5-10%. Laboratorium 5's ene negative værdi (af samme størrelsesorden som de positive) kunne skyldes fejl i rapporteringen. Derimod er der ingen logisk forklaring på, at laboratorium 3 har to nul-resultater blandt tre meget ens resultater på ca. 7%.

6.4 PM₁₀

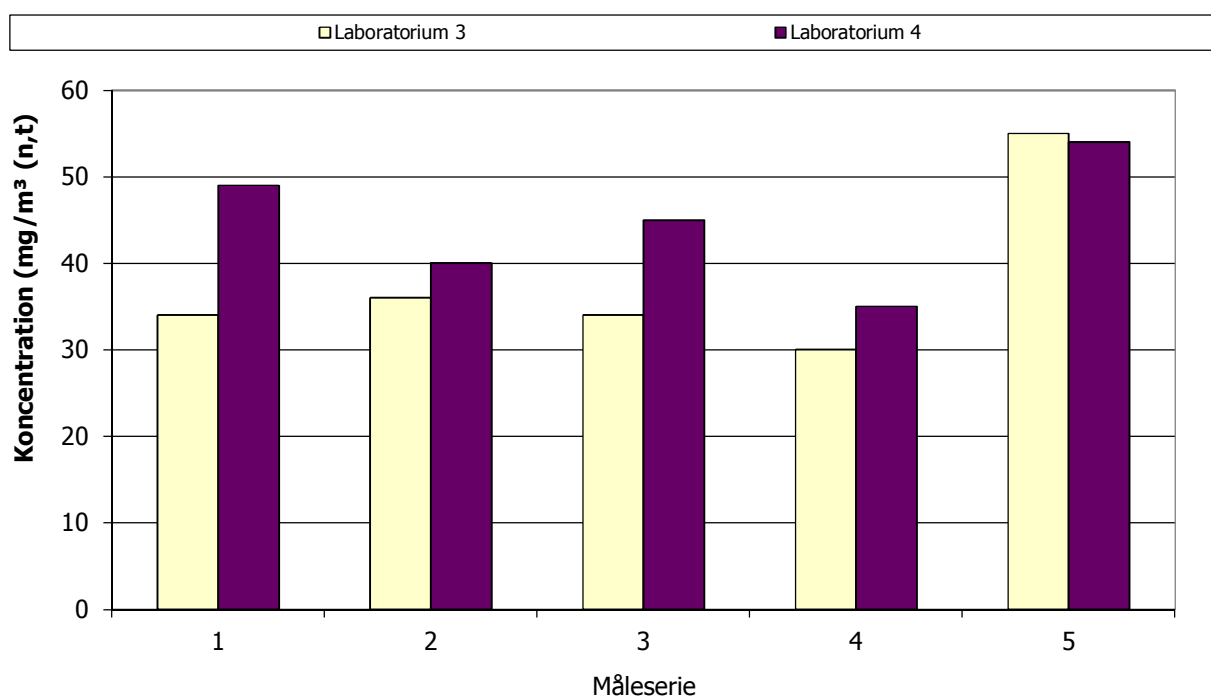
Kun to laboratorier deltog i bestemmelsen af PM₁₀. Det giver derfor ingen mening at beregne z-scorer for resultaterne. De målte koncentrationer og usikkerhedsangivelser ses i Tabel 5

Tabel 5 Resultater for PM₁₀

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
PM ₁₀	3	34	36	34	30	55
	4	49	40	45	35	54
U _{lab}	3	7,5	7,9	7,5	6,6	12,1
	4	4,90	4,00	4,50	3,50	5,40
U _{lab, middel} (%)	-	16	16	16	16	16
U _{prøvning} (%)	-	50	15	39	21	3

Laboratorium 3 har angivet, at opsamling af små partikler skete ved en cut size på 9,7 – 11,6 µm. Laboratorium har tilsvarende angivet en cut size på 7,3 – 7,6 µm. Laboratorium finder – trods den højere cut size – lavere koncentrationer end laboratorium.

PM₁₀



Figur 4 Grafisk illustration af koncentrationerne af PM₁₀

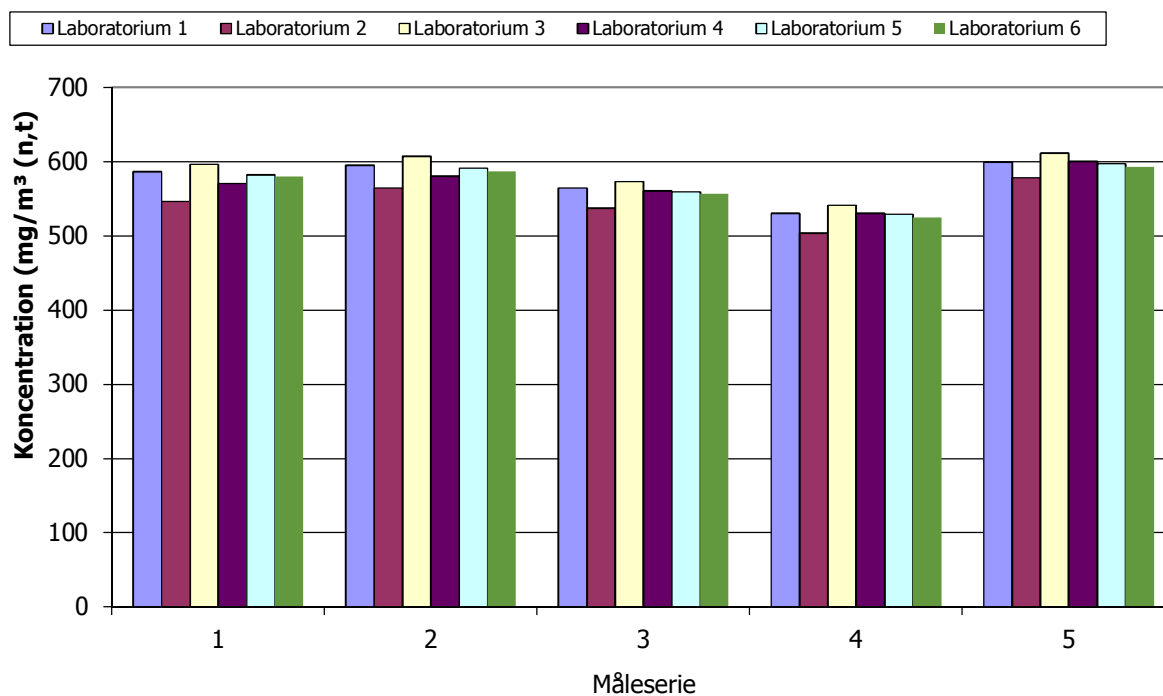
6.5 CO

Tabel 6 Resultater for CO

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	1	586	595	564	530	599
	2	546	564	537	503	578
	3	596	607	573	541	611
	4	570	580	560	530	600
	5	582	591	559	529	597
	6	580	587	556	525	593
z-scorer	1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2
	2	2,3	1,7	1,6	1,7	1,3
	3	1,4	1,4	1,1	1,1	1,1
	4	0,5	0,5	0,1	0,3	0,3
	5	0,4	0,3	0,1	0,2	0,0
	6	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2
U _{lab}	1	117	119	113	106	120
	2	29	29	29	29	29
	3	119	121	115	108	122
	4	18	18	18	18	18
	5	29	30	28	26	30
	6	58	59	56	53	59
U _{lab, middel} (%)	-	9	9	9	9	9
U _{prøvning} (%)	-	6	5	4	5	4

Alle z-scorer på nær én er tilfredsstillende, og den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er mindre end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser.

CO



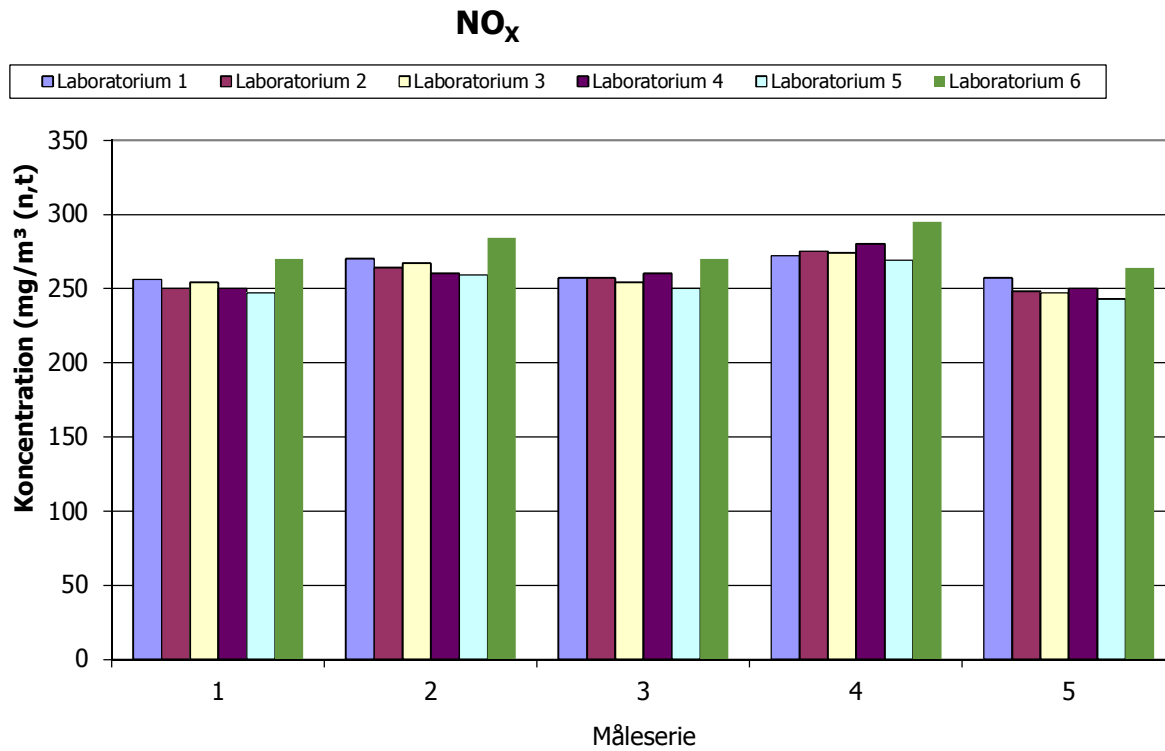
Figur 5 Grafisk illustration af koncentrationerne af CO

6.6 NO_x

Table 7 Resultater for NO_x

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	1	256	270	257	272	257
	2	250	264	257	275	248
	3	254	267	254	274	247
	4	250	260	260	280	250
	5	247	259	250	269	243
	6	270	284	270	295	264
z-scorer	1	0,2	0,3	0,1	0,7	0,7
	2	0,5	0,4	0,1	0,3	0,4
	3	0,1	0,0	0,5	0,4	0,5
	4	0,5	0,9	0,2	0,3	0,2
	5	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
	6	1,9	2,0	1,4	2,1	1,5
U _{lab}	1	51,20	54,00	51,40	54,40	51,40
	2	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
	3	50,80	53,40	50,80	54,80	49,40
	4	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	5	12,35	12,95	12,50	13,45	12,15
	6	54,00	56,80	54,00	59,00	52,80
U _{lab, middel} (%)	-	10	10	10	10	10
U _{prøvning} (%)	-	6	7	5	7	6

Alle z-scorer på nær to er tilfredsstillende, og den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er mindre end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser.



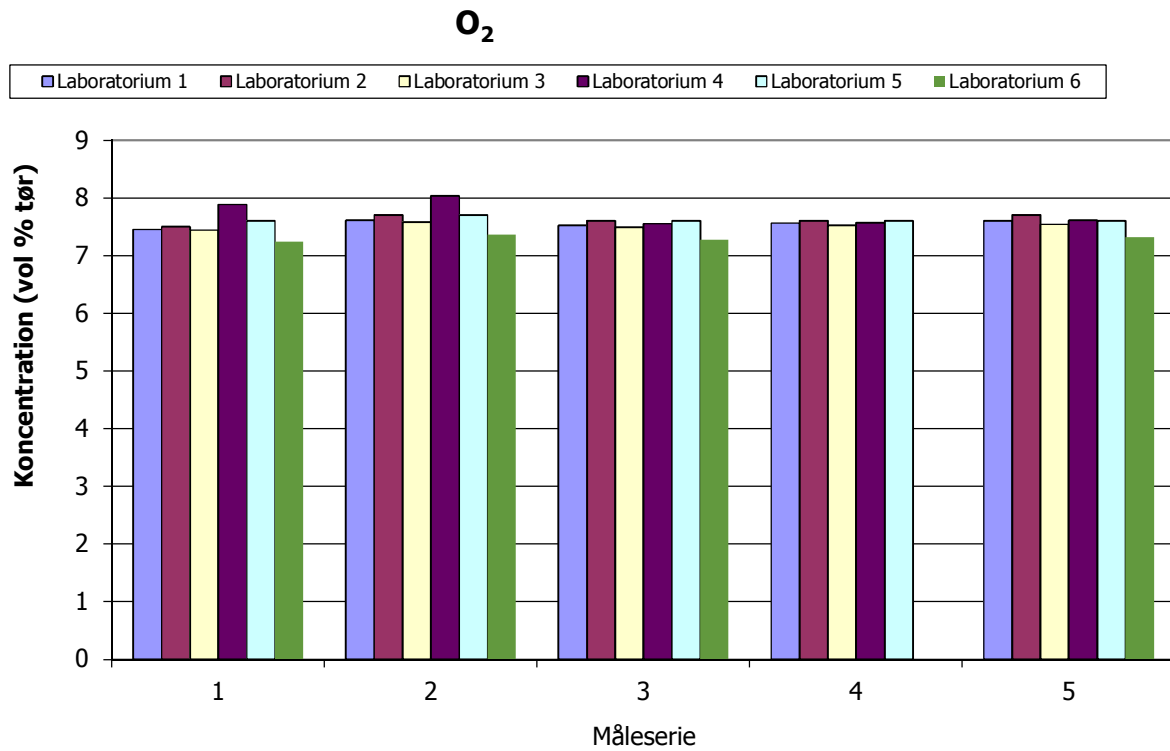
Figur 6 Grafisk illustration af koncentrationerne af NO_x

6.7 O₂

Table 8 Results for O₂

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	1	7,45	7,61	7,52	7,56	7,6
	2	7,5	7,7	7,6	7,6	7,7
	3	7,44	7,58	7,49	7,52	7,54
	4	7,88	8,03	7,55	7,57	7,61
	5	7,6	7,7	7,6	7,6	7,6
	6	7,24	7,36	7,27		7,32
z-scorer	1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2
	2	0,1	0,2	0,6	0,2	0,9
	3	0,5	0,5	0,1	0,3	0,1
	4	2,2	2,3	0,3	0,0	0,3
	5	0,5	0,2	0,6	0,2	0,2
	6	1,7	1,9	1,5		1,5
U _{lab}	1	0,75	0,76	0,75	0,76	0,76
	2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	3	0,74	0,76	0,75	0,75	0,75
	4	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	5	0,38	0,39	0,38	0,38	0,38
	6	1,45	1,47	1,45		1,46
U _{lab, middel} (%)	-	5	5	5	6	5
U _{prøvning} (%)	-	6	6	3	1	3

Two z-scorer are doubtful, while all others (after removal of outlier) are satisfactory. The two doubtful z-scorer are due to laboratory 4 measuring something higher than the other laboratories. This also gives an indication that the achieved variation in the measurements (U_{prøvning}) is higher than in the last three measurement series – without dog to be significantly higher than the average of the laboratories' uncertainty statements.



Figur 7 Grafisk illustration af koncentrationerne af O₂

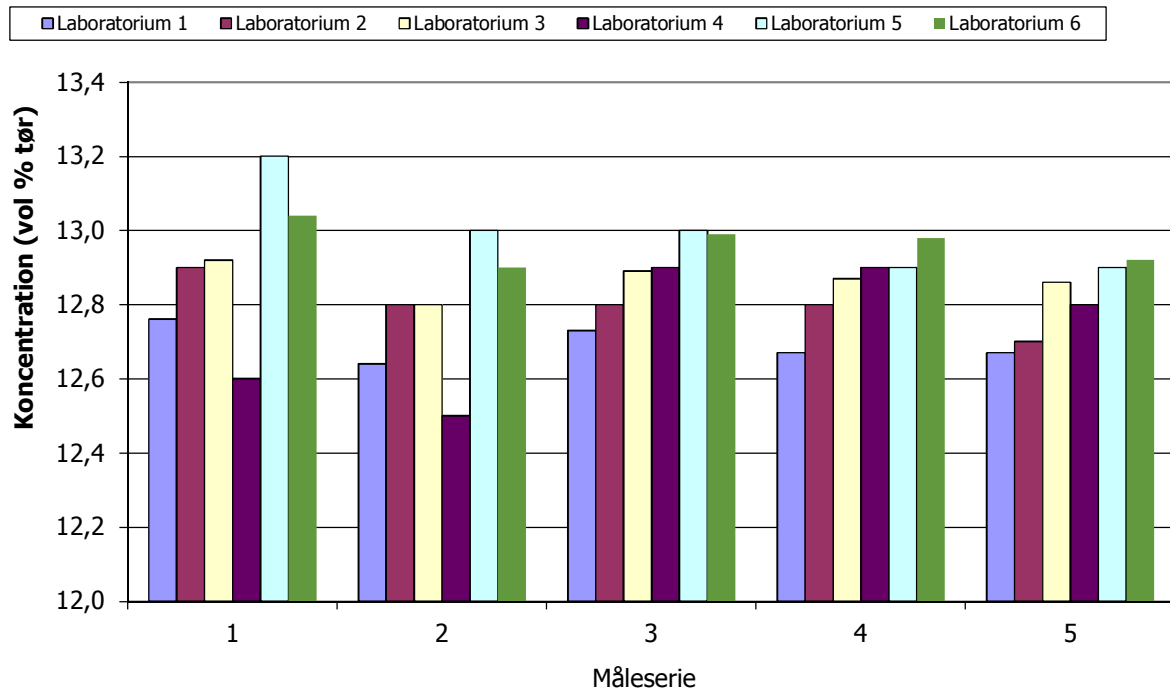
6.8 CO₂

Tabel 9 Resultater for CO₂

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	1	12,76	12,64	12,73	12,67	12,67
	2	12,9	12,8	12,8	12,8	12,7
	3	12,92	12,8	12,89	12,87	12,86
	4	12,6	12,5	12,9	12,9	12,8
	5	13,2	13	13	12,9	12,9
	6	13,04	12,9	12,99	12,98	12,92
z-scorer	1	1,0	0,9	1,0	1,2	0,9
	2	0,0	0,2	0,6	0,4	0,7
	3	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3
	4	2,0	1,8	0,1	0,3	0,1
	5	2,0	1,5	0,8	0,3	0,6
	6	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8
U _{lab}	1	2,55	2,53	2,55	2,53	2,53
	2	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	3	2,58	2,56	2,58	2,57	2,57
	4	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
	5	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65
	6	1,30	1,29	1,30	1,30	1,29
U _{lab, middel} (%)	-	9	9	9	9	9
U _{prøvning} (%)	-	3	3	2	2	2

To z-scorer er tvivlsomme, mens alle andre er tilfredsstillende. Den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er mindre end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser i alle måleserier.

CO₂



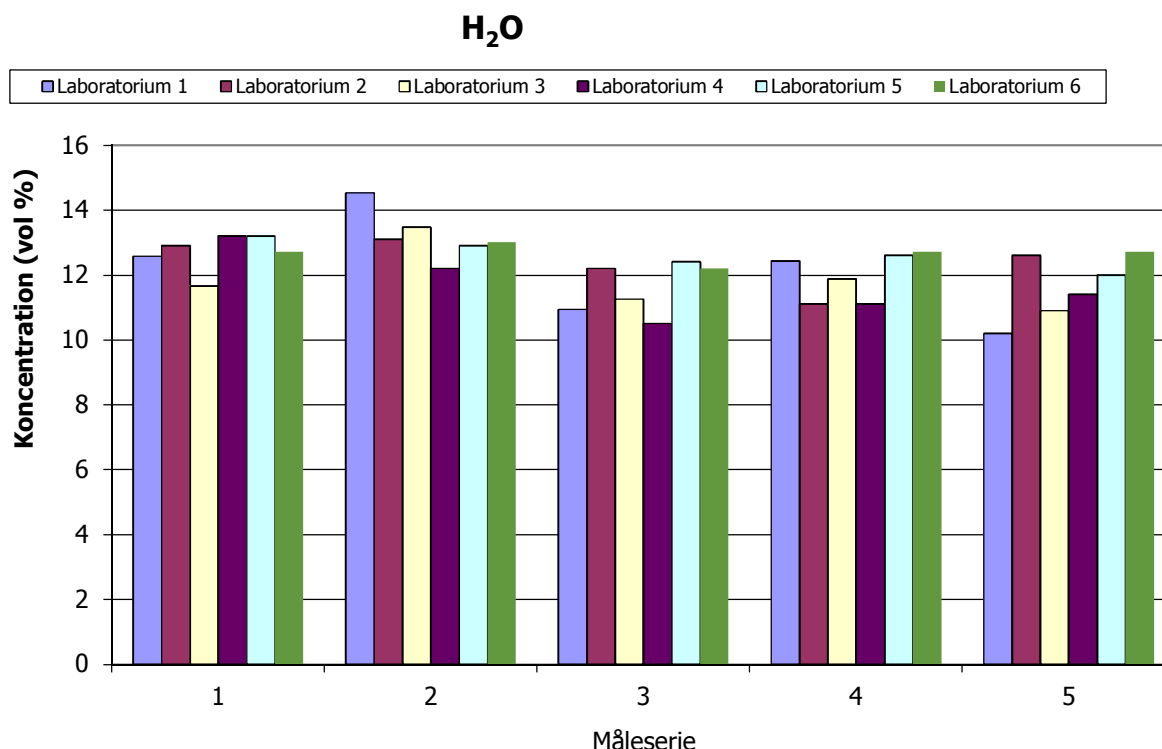
Figur 8 Grafisk illustration af koncentrationerne af CO₂

6.9 H₂O

Tabel 10 Resultater for H₂O

	Måling	1	2	3	4	5
	Laboratorium	mg/m ³ (n,t)				
Total	1	12,57	14,53	10,94	12,43	10,19
	2	12,9	13,1	12,2	11,1	12,6
	3	11,66	13,47	11,25	11,87	10,9
	4	13,2	12,2	10,5	11,1	11,4
	5	13,2	12,9	12,4	12,6	12
	6	12,7	13	12,2	12,7	12,7
z-scorer	1	0,2	1,7	0,8	0,6	1,8
	2	0,2	0,1	0,8	1,1	1,2
	3	1,3	0,3	0,4	0,1	0,9
	4	0,6	1,3	1,4	1,1	0,3
	5	0,6	0,4	1,0	0,8	0,5
	6	0,0	0,3	0,8	0,9	1,4
U _{lab}	1	2,51	2,91	2,19	2,49	2,04
	2	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
	3	2,33	2,69	2,25	2,37	2,18
	4	1,85	1,71	1,47	1,55	1,60
	5	1,85	1,81	1,74	1,76	1,68
	6	2,54	2,60	2,44	2,54	2,54
U _{lab, middel} (%)	-	14	14	14	14	14
U _{prøvning} (%)	-	9	11	13	12	17

Alle z-scorer er tilfredsstillende. Den faktisk opnåede variation på resultaterne (U_{prøvning}) er i de fleste tilfælde lavere end men dog på niveau med gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser. I måling fem er den højere.



Figur 9 Grafisk illustration af koncentrationerne af H₂O

7 Diskussion og konklusion

Målingerne af røggaskomponenterne var generelt tilfredsstillende. Der var dog én outlier (iltmålingen) og fire stragglere. Der var syv tvivlsomme z-scorer ud af 125. De opnåede variationer på resultaterne mellem laboratorier var i de fleste tilfælde lavere end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser. Det vurderes samlet at være et tilfredsstillende resultat. De lave variationer mellem laboratorierne indikerer, at nogle laboratorier sandsynligvis godt kan angive et lavere usikkerhedsniveau. Laboratorium 1 og 3 angiver 20% usikkerhed (som 95% konfidensinterval) for NO_x, CO, CO₂ og H₂O og bidrager derfor til et højt gennemsnit for de angivne usikkerheder.

I målingerne af totalpartikler var der to stragglere, dvs. værdier, som afviger fra de øvrige resultater uden med sikkerhed at kunne tilskrives fejl. Der var desuden én tvivlsom z-score ud af 40. De opnåede variationer mellem laboratorierne var generelt lavere (på nær i én måleserie) end gennemsnittet af laboratoriernes usikkerhedsangivelser men dog nogenlunde på niveau hermed. Det vurderes samlet at være et tilfredsstillende resultat.

Bestemmelsen af semivolatile forbindelser ved tørring ved 160°C giver ikke et éntydigt billede. At nogle laboratorier kun finder meget små eller negative værdier for relativ andel af semivolatile forbindelser, mens andre finder op til ca. 13% i én måleserie, indikerer, at procedurerne for tørring og vejning kan forbedres. Der kan dog også være tale om, at temperaturen ved opsamlingen ikke har været korrekt.

Den største variation mellem laboratorierne fandtes ved bestemmelsen af PM₁₀. Den statistiske vurdering er imidlertid begrænset af, at kun to laboratorier deltog. Selvom det ene laboratorium generelt ligger højere

end det andet, er det omvendt i én måleserie, hvor de ligger tæt på hinanden, og i en anden måleserie ligger de også tæt på hinanden. Desværre kan den generelle forskel ikke forklares ved forskellig cut size. Laboratoriet med den højeste cut size finder de laveste koncentrationer, hvor man skulle have forventet højere koncentrationer, når der opsamles større partikler. Det vurderes, at bestemmelsen af PM₁₀ kan forbedres, og at dette bør ske, hvis PM₁₀ fremover bliver en væsentlig parameter i miljømålinger.

Den samlede vurdering af prøvningen er, at laboratorierne generelt finder meget ensartede koncentrationer, når undtages den mest vanskelige parameter, PM₁₀. Resultaterne for PM₁₀ bør lægge op til en diskussion af behovet for forbedringer.

Bilag A Indrappingsskema for alle målinger

Indrappingsskema for præstationsprøvning for måling af NO _x , CO, O ₂ , CO ₂ , H ₂ O, total partikler og PM ₁₀ hos Verdo								
Kodenummer _____ (udfyldes af DANAK)								
Parameter	Enhed	Usikkerhed*		Måling nr.				
		Lav** niveau	Højt** niveau	1	2	3	4	5
NO _x	mg/m ³ (n,t)							
CO	mg/m ³ (n,t)							
O ₂	Vol% (tør)							
CO ₂	Vol% (tør)							
H ₂ O	Vol% (våd)							
Total partikler	mg/m ³ (n,t) - filter tørret ved 120°C							
Total partikler	mg/m ³ (n,t) - filter tørret ved 160°C							
PM ₁₀	mg/m ³ (n,t) - filter tørret ved 120°C							
* Usikkerhed for en enkeltbestemmelse på basis af et 95 % konfidensinterval (dvs. 1,96 * RSD)								
**Hvis målelaboratoriets usikkerhedsangivelse er afhængig af niveauet kan der efter behov angives to usikkerheder. Angiv venligst hvilke målinger den enkelte usikkerhedsangivelse er relevant for.								
Kommentarer:								

Det udfyldte skema skal være DANAK ved Kirsten Jøbjerg Andersen i hænde senest 30. oktober 2015 (e-mail til kja@danak.dk).