



**Notat november 2019**

## Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

<b>Titel</b>	<b>Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i eet traverseringspunkt</b>
<b>Undertitel</b>	<b>Flowmåling i henhold til EN 16911</b>
<b>Forfatter(e)</b>	<b>LKG</b>
<b>Arbejdet udført, år</b>	<b>2019</b>
<b>Udgivelsesdato</b>	<b>November 2019</b>
<b>Revideret, dato</b>	<b>-</b>

### Indholdsfortegnelse

1	Indledning .....	2
2	Data indsamling .....	2
3	Beregninger .....	2
4	Resultater .....	3
5	Diskussion .....	4
	Bilag A Oversigt over alle resultater.....	6

## 1 Indledning

Efter EN 16911 og MEL-25 udkom har der været et ønske om at reducere måletiden i hvert traverseringspunkt i kanalen, som ifølge standarden skal være minimum 1 minut. I store kanaler betyder kravet, at en flowmåling i praksis kan tage op imod en time. Der har blandt de danske laboratorier været en fornemmelse af, at det på langt de fleste anlæg er uden betydning, om der bliver målt i 60 eller 30 sekunder, men der har ikke foreligget dokumentation for dette.

På Referencelaboratoriets workshop i oktober 2018 blev det aftalt, at der skulle indsamles overvågningsdata fra flowmålinger på forskellige anlægstyper med henblik på at dokumentere at fx en halvering af midlingstiden ikke har negativ indflydelse på kvaliteten af flowmålinger.

Hvis det viser sig, at der er mulighed for at reducere midlingstiden indarbejdes resultatet af testen som en modifikation af MEL-25.

## 2 Data indsamling

Alle de danske laboratorier har bidraget med data fra forskellige anlægstyper og brændsler: slamforbrænding, biokedel, gasmotor, tørreri, træflis, gasolie, smelteovn og affaldsforbrænding.

Alle data er indsamlet ved at fastmontere et pitotrør i kanalen og indsamle minimum en times data som sekundværdier. I et enkelt tilfælde er der indsamlet 10 sekunders data.

Signalerne er generelt ikke dæmpet, men ikke alle har oplyst, om resultaterne er dæmpet eller ej. Det vurderes dog ikke at have den store betydning ved sekundværdier (men lidt for 10 sekunders værdier).

## 3 Beregninger

For alle datasæt er der beregnet minimum to serier af måling i hhv. 4, 8, 12, 16 og 20 punkter hver med midlingstiderne 60, 30, 15 og 5 sekunder. For at kunne sammenligne med en virkelig situation er "målingerne" med forskellig midlingstid i én serie påbegyndt på samme starttidspunkt. Det vil sige, at målingerne i 4 punkter med 60 sekunders midlingstid er startet til tiden hhv. 0, 60, 120 og 180 sekunder. Målingerne med 30 sekunders midlingstid er startet til tiden hhv. 0, 30, 60 og 90 sekunder og tilsvarende for 15 og 5 sekunders midlingstid.

Differenstrykket er midlet i 60, 30, 15 og 5 sekunders perioder, hvor antallet af perioder svarer til antal punkter. Herefter er kvadratroden af hver periodemiddelværdi er beregnet. Ved den videre beregning af middelværdien af f.eks. 4 punkter er middelværdien af fire periodemiddelværdier kvadreret. Denne regneøvelse tager højde for at differenstrykket indgår i pitotrørsformlen under kvadratrodsteget.

Herefter er resultatet af midlingen over f.eks. 4 punkter sammenlignet for de forskellige midlingstider og forskellen fra 60 sekunders middelværdien er beregnet i procent.

For hver anlægstype/brændsel er den maksimale forskel, den minimale forskel og middelforskellen fra 60 sekunders midlingstid beregnet.

Af hensyn til overskueligheden er kun 30 sekunders midlingstid behandlet og diskuteret. Dvs den gennemsnitlige forskel af to målinger er beregnet for alle antal traverseringspunkter for 30 sekunders midlingstid. Alle resultater er dog præsenteret i Bilag A.

## 4 Resultater

**Tabel 1 Oversigt over forskelle ved 30 sekunders midlingstid i % af måling med midlingstid på 60 sekunder**

Anlægstype	Enhed	Totalt
Midlingstid		
Slamforbrænding		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	2,5
Biokedel		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,3
Gasmotor		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,2
Gasmotor		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,1
Tørreri		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,2
Træflis		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,7
Gasolie		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	3,9
Smelteovn		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	1,1
Affaldsforbrænding		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,7
Affaldsforbrænding		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	2,4
Samlet		
Minimum		0,1
Maksimum		3,9
Middel	% af minut	1,2

Som det fremgår af Tabel 1 er der middelforskelle fra 0,1 % (gasmotor) til 3,9 % (gasolie). Middelværdien af forskellene er 1,2 %.

Det er ikke muligt at sige om antallet af målepunkter har en betydning for forskellene, da det går begge veje.

Oversigt over alle resultater kan ses i Bilag A.

## 5 Diskussion

Vi har valgt at kalde det for forskelle mellem to fremgangsmåder, da der ikke er tale om hverken fejl eller usikkerheder. Standarden foreskriver, at man skal måle i et antal målepunkter, hvor der midles over minimum 1 minut. Det kræves ikke, at der skal udtages kvadratroden af hver af fx 60 sekundværdier og derefter kvadreres efter beregning af 60 sekunders middel. Dvs. det er den rene 60 sekunders middelværdi, der skal benyttes. Det er muligt, at der findes mikromanometre, der uddrager kvadratrødder og derefter kvadrerer middelværdien, men det er ikke nævnt eller krævet i standarden, og derfor er det ikke gjort i dette notat.

Sammenligningen er for en måling af middelhastigheden efter standarden (60 sekunders midlingstid) overfor en tilsvarende måling med samme starttidspunkt, men midlet i 30 sekunder i stedet for 60 sekunder. Denne måling tager halvt så lang tid som standardens måling, og de variationer, der forekommer i sidste halvdel af standardens måletid, vil ikke indgå i sammenligningen. Det er reelt denne situation, vi skal sammenligne, da ønsket om at midle i kortere tid afspejler et ønske om at afslutte målingen hurtigere.

De forskelle, der er beregnet, kan både omfatte kortvarige svingninger kortere end 60 sekunder og de længerevarende svingninger længere end 60 sekunder.

Vejledning i anvendelse af EN ISO 16911-1 CEN/TR 17078:2017 angiver tre formål med flowmålinger:

- Præstationskontrolmålinger, målinger til indberetning af masseemissioner samt hastighedsmålinger til kontrol af isokinetik.
- Målinger til QAL2 kalibrering eller AST-kontrol af hastighed og volumenstrøm
- Alle andre måleformål under EU ETS direktivet (CO<sub>2</sub> kvoter etc.)

Vejledningen lægger op til en graderet kvalitetskontrol ved hastighedsmålinger afhængig af ovenstående formål.

For b) og c) er der høje krav til hastighedsmålingens usikkerhed, og da QAL2 målinger – formål b) ofte benyttes i forbindelse med CO<sub>2</sub> kvoter - formål c) vurderes det, at selv en forskel på 1,0 % ved måletider på 30 sekunder er for høj til, at det kan accepteres som en modifikation af metoden. EU ETS direktivet arbejder med såkaldte Tier-krav til usikkerhed på fx måling af årsmasseemissionen af CO<sub>2</sub>:

**Table 1 — Maximum permissible uncertainty for measurement-based methods**

	<b>Tier 1</b>	<b>Tier 2</b>	<b>Tier 3</b>	<b>Tier 4</b>
<b>CO<sub>2</sub> emission sources</b>	±10 %	±7,5 %	±5 %	±2,5 %
<b>N<sub>2</sub>O emission sources</b>	±10 %	±7,5 %	±5 %	N/A

Source: Commission Regulation (EU) No. 601/2012 of 21 June 2012 on the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council.

---

Det kan ikke forsvares at lave en modifikation af metoden til hastighed som giver forskelle på 1 -3 %, når det med de allerede eksisterende usikkerheder er vanskeligt for fx et affaldsforbrændingsanlæg at leve op til Tier 2 (forskellene for affaldsforbrænding var 0,7-2,4%).

Ved formål a) derimod synes de beregnede forskelle at være acceptable, selvom den maksimale forskel på 3,7% (gasolie) er stor i forhold til en samlet usikkerhed på 6-10 % på en volumenstrømmåling.

Anbefalingen vil derfor være, at metodeblad MEL-25 modificeres således, at midlingstiden i et punkt ved formål a) kan reduceres til 30 sekunder<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Det enkelte laboratorium bør dog overveje, om det er en god ide at modificere til formål a), da det vil indebære en risiko for forkert midlingstid ved formål b) og c), hvormed målingen bliver ugyldig.

### Bilag A Oversigt over alle resultater

Anlægstype	Enhed	Totalt	4 målepunkter			8 målepunkter			12 målepunkter			16 målepunkter			20 målepunkter		
			30	15	5	30	15	5	30	15	5	30	15	5	30	15	5
Midlingstid																	
Slamforbrænding	mmH2O	37,5															
Forskel måling 1	% af minut		2,1	3,4	3,0	2,6	4,6	6,0	1,4	3,6	4,9	4,5	1,8	0,7	5,7	4,9	0,8
Forskel måling 2	% af minut		3,0	9,5	12,7	3,4	0,3	9,6	0,6	1,5	7,4	0,7	2,7	3,9	1,1	1,3	1,9
Forskel maks	% af minut	12,7	12,7			9,6			7,4			4,5			5,7		
Forskel min	% af minut	0,3	2,1			0,3			0,6			0,7			0,8		
Forskel middel	% af minut	3,7	5,6			4,4			3,2			2,4			2,6		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	2,5	2,5			3,0			1,0			2,6			3,4		
Blokedel	dp	69,1															
Forskel måling 1	% af minut		0,2	0,4	0,9	0,0	0,2	0,5	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,4
Forskel måling 2	% af minut		0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,7	0,8	0,6	0,6	0,9	0,7	0,7	1,1	0,9
Forskel maks	% af minut	1,1	0,9			0,5			0,8			0,9			1,1		
Forskel min	% af minut	0,0	0,2			0,0			0,0			0,1			0,1		
Forskel middel	% af minut	0,4	0,4			0,2			0,4			0,4			0,6		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,3	0,2			0,2			0,5			0,4			0,5		
Gasmotor	Pa	300,1															
Forskel måling 1	% af minut		0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Forskel måling 2	% af minut		0,4	0,8	1,1	0,3	0,8	1,6	0,2	1,0	1,5	0,2	0,5	1,3	0,1	0,2	1,2
Forskel maks	% af minut	1,6	1,1			1,6			1,5			1,3			1,2		
Forskel min	% af minut	0,1	0,1			0,1			0,2			0,1			0,1		
Forskel middel	% af minut	0,5	0,5			0,5			0,6			0,4			0,3		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,2	0,3			0,2			0,2			0,2			0,1		
Gasmotor	Pa	1486,4															
Forskel måling 1	% af minut		0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1	0,4	0,4	0,0	0,4	0,4
Forskel måling 2	% af minut																
Forskel maks	% af minut	0,4	0,0			0,4			0,4			0,4			0,4		
Forskel min	% af minut	0,0	0,0			0,3			0,2			0,1			0,0		
Forskel middel	% af minut	0,2	0,0			0,3			0,3			0,3			0,3		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,1	0,0			0,3			0,2			0,1			0,0		
Tørreri	Pa	678,8															
Forskel måling 1	% af minut		0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3	0,6	0,6
Forskel måling 2	% af minut		0,0	0,1	1,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2
Forskel maks	% af minut	1,2	1,2			0,2			0,4			0,6			0,6		
Forskel min	% af minut	0,0	0,0			0,1			0,0			0,1			0,2		
Forskel middel	% af minut	0,3	0,2			0,1			0,2			0,3			0,4		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,2	0,0			0,1			0,3			0,3			0,3		
Træflis	mmH2O	17,1															
Forskel måling 1	% af minut		0,4	0,6	0,6	0,2	0,7	0,7	0,4	0,5	1,1	0,8	1,0	1,5	0,4	0,4	1,0
Forskel måling 2	% af minut		0,0	0,5	0,7	1,2	1,2	1,1	0,5	0,9	0,4	1,4	0,2	0,7	1,9	0,5	0,8
Forskel maks	% af minut	1,9	0,7			1,2			1,1			1,5			1,9		
Forskel min	% af minut	0,0	0,0			0,2			0,4			0,2			0,4		
Forskel middel	% af minut	0,8	0,5			0,9			0,6			1,0			0,8		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,7	0,2			0,7			0,4			1,1			1,1		
Gasolie	mmH2O	9,6															
Forskel måling 1	% af minut		0,1	0,6	2,8	1,8	1,9	2,3	3,8	4,8	5,1	6,0	7,7	8,2	7,7	9,8	10,6
Forskel måling 2	% af minut		2,1	2,3	6,5	2,7	4,8	5,6	3,7	6,3	7,4	5,1	7,6	9,2	5,6	8,1	11,0
Forskel maks	% af minut	11,0	6,5			5,6			7,4			9,2			11,0		
Forskel min	% af minut	0,1	0,1			1,8			3,7			5,1			5,6		
Forskel middel	% af minut	5,4	2,4			3,2			5,2			7,3			8,8		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	3,9	1,1			2,2			3,7			5,5			6,6		
Smelteovn	mmVS	13,6															
Forskel måling 1	% af minut		0,4	1,9	1,2	0,1	0,5	2,5	1,5	0,4	3,1	1,8	1,9	4,3	1,6	2,4	3,7
Forskel måling 2	% af minut																
Forskel maks	% af minut	4,3	1,9			2,5			3,1			4,3			3,7		
Forskel min	% af minut	0,1	0,4			0,1			0,4			1,8			1,6		
Forskel middel	% af minut	1,8	1,2			1,0			1,7			2,7			2,5		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	1,1	0,4			0,1			1,5			1,8			1,6		
Affaldsforbrænding	Pa	115,3															
Forskel måling 1	% af minut		0,1	0,3	0,4	0,7	0,4	0,6	0,7	0,7	0,2	0,7	1,4	0,8	0,1	0,8	0,5
Forskel måling 2	% af minut		0,3	1,0	0,5	0,8	1,3	1,9	1,3	2,1	3,4	1,0	1,7	2,6	1,1	2,6	3,2
Forskel maks	% af minut	3,4	1,0			1,9			3,4			2,6			3,2		
Forskel min	% af minut	0,1	0,1			0,4			0,2			0,7			0,1		
Forskel middel	% af minut	1,1	0,5			0,9			1,4			1,4			1,4		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	0,7	0,2			0,7			1,0			0,8			0,6		
Affaldsforbrænding	mmVS	8,4															
Forskel måling 1	% af minut		1,0			2,2			2,9			3,0			2,6		
Forskel måling 2	% af minut																
Forskel maks	% af minut	3,0	1,0			2,2			2,9			3,0			2,6		
Forskel min	% af minut	1,0	1,0			2,2			2,9			3,0			2,6		
Forskel middel	% af minut	2,4	1,0			2,2			2,9			3,0			2,6		
Forskel middel 30 sek.	% af minut	2,4	1,0			2,2			2,9			3,0			2,6		