



Notat november 2019

Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

Titel	Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i eet traverseringspunkt
Undertitel	Flowmåling i henhold til EN 16911
Forfatter(e)	LKG
Arbejdet udført, år	2019
Udgivelsesdato	November 2019
Revideret, dato	Oktober 2020

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
1.1	Baggrund for kravet om 60 sekunders måletid	2
2	Formål a), b) og c)	3
2.1	Kriterier for sammenligningen	3
3	Data indsamling	4
4	Beregninger	4
4.1	Beregninger, formål a).....	4
4.2	Beregninger, formål b) og c).....	4
5	Resultater	5
5.1	Resultater, formål a)	5
5.2	Resultater, formål b) og c).....	6
6	Diskussion	6
6.1	Diskussion, formål a).....	6
6.2	Diskussion, formål b) og c)	7
6.3	Diskussion, samlet.....	7
Bilag A	Oversigt over alle resultater, formål a)	8
Bilag B	Oversigt over QAL2 beregninger, formål b) og c).....	9

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 måletiden ikke har negativ indflydelse på kvaliteten af flowmålinger.

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

Nærværende version er udarbejdet i oktober 2020 på baggrund af ønsket om at vurdere parallelmålinger til QAL2, hvori der indgår både AMS data og SRM data. Dermed sammenlignes situationer målt over samme tidsperiode, og der foretages en sammenligning af påvirkningen af en QAL2 kalibreringsfunktion. Da der måles i samme tidsperiode vil anlæggets egensvingninger ikke påvirke resultatet (AMS og SRM vil begge ændres samtidig ved ændringer i hastigheden). Denne del blev ikke udført i de første beregninger til første udgave af rapporten.

I den forbindelse opstilles der i rapporten forskellige kriterier for formål a) henholdsvis formål b) og c) for hastighedsmålinger.

1.1 Baggrund for kravet om 60 sekunders måletid

Ifølge deltagere i arbejdsgruppen, som har udarbejdet standarden, er det ikke undersøgt, om en måletid på 60 sekunder giver bedre resultater end fx en kortere eller længere måletid. Mange af målingerne, der blev udført ved valideringen af standarden, blev i øvrigt udført med skrårørsmanometer, hvor det ikke er muligt at midle over et minut på anden måde end ved en visuel aflæsning¹.

Den samlede måleperiode for en hastighedsmåling skal være lang nok til, at den samlede måling (middel af alle punkter i kanalen) ikke er påvirket af forskelle i responstid for AMS og SRM, hvilket kan være begrundelsen for de valgte 60 sekunders måletid. En måling i 4 punkter, som er det laveste antal punkter der tillades, giver en samlet måletid på 2 minutter, som langt overstiger forskelle i responstid for hastighedsmålere.

¹ Den gang blev det også diskuteret, om det bedste resultat i stedet kunne opnås ved et par hurtige gennemløb, hvor manometeret blev aflæst så snart det var muligt at aflæse stabilt i hvert punkt. Gennemsnittet af et par gennemløb skulle dermed give den bedste måling.

2 Formål a), b) og c)

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

- a) Præstationskontrolmålinger, målinger til indberetning af masseemissioner samt hastighedsmålinger til kontrol af isokinetik.
- b) Målinger til QAL2 kalibrering eller AST-kontrol af hastighed og volumenstrøm
- c) Alle andre måleformål under EU ETS direktivet (CO₂ kvoter etc.)

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

Da formål b) i praksis kan sidestilles med formål c) (der udføres QAL2 og AST målinger i begge formål) bliver de behandlet under ét i det følgende.

Under formål a) udføres hastighedsmålingen som en selvstændig måling, som ved forkortet måletid tager ca. halvdelen af måletiden. Her sammenlignes altså en måling over fx 40 minutter med en måling over 20 minutter med samme starttidspunkt.

Under formål b) og c) udføres hastighedsmålingen med det formål at sammenholde parallelmålinger fra de to målesystemer AMS og SRM i en såkaldt QAL2 (kalibrering af AMS) og AST (kontrol af QAL2). Her vil begge målere måle over samme tidsrum i den samme kanal, og kun eventuelle forskelle i responstid for de to målesystemer samt forskelle baseret på, at systemerne ikke måler i samme punkter i kanalen, spiller en rolle, som dog vurderes at være meget lille.

2.1 Kriterier for sammenligningen

Formål a): Standarden anfører, at usikkerheden på en hastighedsmåling ved 20 m/s er op til 10%. Da vi reelt sammenligner forskellige måleperioder uden at vide, om det er langsomme svingninger på anlægget, der er årsag til forskellene, bør en relativt høj forskel kunne accepteres under formål a). Vi foreslår at sætte en acceptgrænse på 3% i forskel (mellem resultater for forskellige måletider) som en middel for alle de indsamlede data.

Formål b) og c): Der stilles høje krav til hastighedsmålingens usikkerhed, da målingerne ofte benyttes i forbindelse med afregning af afgifter eller CO₂ kvoter. EU ETS direktivet arbejder med såkaldte Tier-krav til usikkerhed på fx måling af årsmasseemissionen af CO₂:

Table 1 — Maximum permissible uncertainty for measurement-based methods

	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
CO₂ emission sources	±10 %	±7,5 %	±5 %	±2,5 %
N₂O emission sources	±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.

Med udgangspunkt i ovenstående usikkerhedskrav fastsættes et kriterium på maksimalt 1% i forskel (mellem resultater for forskellige måletider).

3 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).

Der er i 2020 efterfølgende indsamlet data fra tre sæt parallelmålinger (AMS og SRM) på affaldsforbrændingsanlæg.

4 Beregninger

4.1 Beregninger, formål a)

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 beregnet. Ved den videre beregning af middelværdien af f.eks. 4 punkter er middelværdien af 4 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.

4.2 Beregninger, formål b) og c)

Data fra parallelmålingerne er beregnet ved henholdsvis 60 og 30 sekunder og indtastet i et program til beregning af QAL2 kalibreringsfunktion mm. Den beregnede QAL2 kalibreringsfunktion er derefter benyttet til

at beregne en kalibreret AMS værdi med udgangspunkt i en værdi som er valgt inden for det område, hvor AMS har målt under testen. Denne værdi benyttes til at beregne kalibrerede AMS værdier for både 30 og 60 sekunder. Forskellen mellem AMS kalibreret værdi ved 30 henholdsvis 60 sekunders måletid i procent af middelværdien beregnes og sammenholdes med acceptkriteriet på 1%.

Ved denne fremgangsmåde sikres det, at sammenligningen af forskellene næsten udelukkende omhandler de forskelle, der stammer fra de to måletider.

5 Resultater

5.1 Resultater, formål a)

Tabel 1 Oversigt over forskelle ved 30 sekunders måletid i % af måling med måletid på 60 sekunder, formål a)

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.

5.2 Resultater, formål b) og c)

Tabel 2 Oversigt over forskelle ved 30 sekunders måletid i % af måling med måletid på 60 sekunder ved QAL2

Anlæg	Sek.	Data	Måle-punkter	QAL2 resultater								AMS værdi korrigeret med QAL2	Difference i % af AMS værdi
				Skæring	Hældning	Sd	SRM Min	SRM Max	AMS min	AMS max			
Affaldsforbrænding 1	60	Eurofins	4	4,916	0,6002	0,0434	10,4	10,7	9,2	9,6	10,508	0,20	
Affaldsforbrænding 1	30	Eurofins	4	5,835	0,4993	0,0495	10,4	10,6	9,1	9,4	10,487		
Affaldsforbrænding 2	60	Eurofins	4	5,207	0,5558	0,0309	10,1	10,4	8,9	9,2	10,205	0,09	
Affaldsforbrænding 2	30	Eurofins	4	3,567	0,7392	0,037	10,1	10,3	8,8	9,1	10,214		
Affaldsforbrænding 3	60	FORCE	12	-1,947	1,061	0,0502	9,6	11,4	10,9	12,6	10,496	0,001	
Affaldsforbrænding 3	30	FORCE	12	-1,771	1,046	0,0513	9,2	11,5	10,6	12,8	10,496		
Max											0,20		
Middel											0,10		

Som det fremgår af Tabel 2 er der den maksimale difference i % af AMS værdi på 0,2% og middelværdien fra de tre målinger er 0,1%.

Oversigt over alle QAL2 beregninger kan ses i Bilag B.

6 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.

6.1 Diskussion, formål a)

Sammenligningen er for en måling af middelhastigheden efter standarden (60 sekunders måletid) overfor en tilsvarende måling med samme starttidspunkt, men målt 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, men kan påvirke den, da variationer på anlægget kan være så langsomme at de kun medtages i den længste måleperiode. Det er denne situation, vi skal sammenligne, da ønsket om at måle 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 længevarende svingninger længere end 60 sekunder.

Ved formål a) er middel værdien på 1,2% væsentligt under det fastsatte kriterium på 3%. Den maksimale værdi på 3,9 fra et enkelt anlæg overskrider kriteriet på 3%, men er det eneste anlæg af de testede, hvor

kriteriet er overskredet. De 3,9% indgår i middelværdien. Det vurderes på denne baggrund, at de beregnede forskelle er acceptable og betydeligt under acceptkriteriet.

Den maksimale forskel på 3,9% (gasolie) er stor i forhold til en samlet usikkerhed på 10 % på en volumenstrømmåling, men kan skyldes andre forhold end forskellen mellem måletider.

Det anbefales, at minimum måletid pr. målepunkt ved hastighedsmålinger, formål a) nedsættes til 30 sekunder.

6.2 Diskussion, formål b) og c)

I QAL2 testen er usikkerheden ved sammenligning af to metoder, der ikke strækker sig over samme tidsperiode elimineret, da der ses på samtidige målinger med SRM henholdsvis AMS. Dette ses med stor tydelighed i resultatet af de sammenlignende beregninger, hvor der stort set ikke er forskelle i resultatet.

Både den maksimale difference i % af AMS værdi på 0,2% og middelværdien fra de tre målinger på 0,1% er væsentligt under kriteriet på maksimalt 1%.

Det anbefales at minimum måletid pr. målepunkt ved hastighedsmålinger, formål b) og c) nedsættes til 30 sekunder.

6.3 Diskussion, samlet

Den sammenligning af måleperioder, der er foretaget vedr. formål b) og c), ser på forskellene mellem metoderne uafhængigt af anlæggets egensvingninger og er den mest reelle metode til sammenligning af måletider. Det vurderes sandsynligt, at sammenligningerne vedr. formål a) domineres af anlæggets egensvingninger og dermed ikke er retvisende.

Med udgangspunkt i resultaterne præsenteret i denne rapport og den manglende faglige begrundelse for en måletid på 60 sekunder anbefales det, at metodeblad MEL-25 modificeres således, at måletiden i et punkt ved formål a), b) og c) reduceres til 30 sekunder.

Notat november 2019

Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i et traverseringspunkt

Bilag A Oversigt over alle resultater, formål a)

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		

Notat november 2019

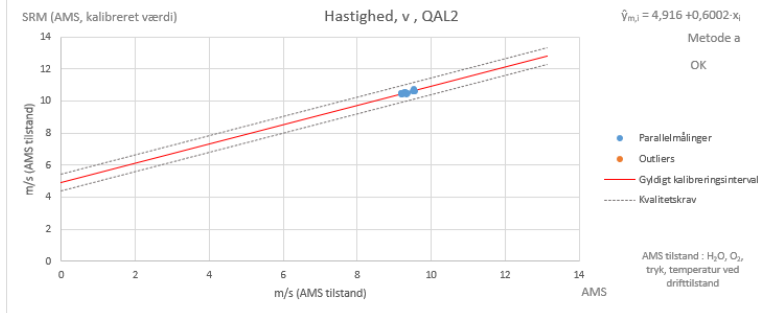
Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i et traverseringspunkt

Bilag B Oversigt over QAL2 beregninger, formål b) og c)

60 sekunder, 4 punkter SRM, AMS 1

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS		
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		SRM		AMS		Tryk			SRM	AMS
	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS			
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4	3,37	125	968,8	10,44	9,34	10,52							
2	10-02 13:55 - 14:45	11	3,37	126	968,8	10,49	9,36	10,53							
3	10-02 14:55 - 15:45	10	3,38	126	968,8	10,48	9,32	10,51							
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6	3,39	126	968,8	10,41	9,23	10,46							
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74	3,39	126	968,8	10,5	9,3	10,5							
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1	3,41	126	968,8	10,42	9,18	10,43							
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2	3,27	125	976,8	10,55	9,29	10,49							
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1	3,29	124	976,8	10,47	9,2	10,44							
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6	3,3	125	976,8	10,47	9,2	10,44							
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8	3,34	125	976,8	10,54	9,31	10,5							
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1	3,33	125	976,8	10,71	9,53	10,64							
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28	3,33	125	976,8	10,64	9,54	10,64							
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7	3,24	124	986,8	10,64	9,57	10,66							
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5	3,27	124	986,8	10,6	9,49	10,61							

QAL2		12,7914 m/s
ELV		12,7914 m/s
Godthed		8 %
Kvalitetskrav		1,02 m/s
σ_a		0,522 m/s
SRMmax - SRMmin		0,3 m/s
SRMmin		10,41 m/s
15% of ELV		1,9187 m/s
20% of ELV		2,55827 m/s
Interpolation	Method (a) Linear	
1_point from function test	SRM	m/s AMS: 0 m/s
2_point from function test	SRM	m/s AMS: 0 m/s
Coefficient of determination, R		0,7748
Coefficient of correlation		0,8802
Formula		$\hat{y}_{m1} = 4,916 + 0,6002 \cdot x_1$
Formula from QAL2 (AST only)		$x^2 + \dots$
Valid interval from QAL2 (AST only)		- ; x +
Test of calibrating function		
Valid interval of calibration		0 - 12,8 m/s
Variability test	$S_b \leq \sigma_a \cdot k_a$	Passed
$\sigma_a \cdot k_a$		0,509
S_b		0,0434
Exception		
Remarks		



Hide pressure on report

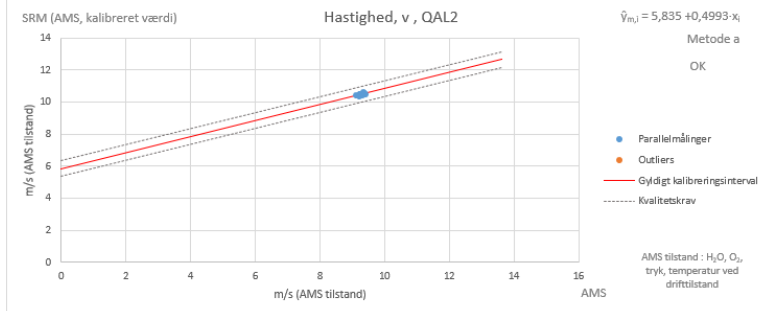
[Copy table to clipboard](#)

[Copy chart to clipboard](#)

30 sekunder, 4 punkter SRM, AMS 1

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS		
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		SRM		AMS		Tryk			SRM	AMS
	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS			
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4	3,37	125	968,8	10,42	9,32	10,49							
2	10-02 13:55 - 14:45	11	3,37	126	968,8	10,45	9,36	10,51							
3	10-02 14:55 - 15:45	10	3,38	126	968,8	10,51	9,4	10,53							
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6	3,39	126	968,8	10,45	9,33	10,49							
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74	3,39	126	968,8	10,53	9,39	10,52							
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1	3,41	126	968,8	10,42	9,24	10,45							
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2	3,27	125	976,8	10,37	9,21	10,43							
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1	3,29	124	976,8	10,46	9,24	10,45							
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6	3,3	125	976,8	10,47	9,25	10,45							
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8	3,34	125	976,8	10,54	9,35	10,5							
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1	3,33	125	976,8	10,46	9,24	10,45							
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28	3,33	125	976,8	10,39	9,11	10,38							
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7	3,24	124	986,8	10,5	9,24	10,45							
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5	3,27	124	986,8	10,62	9,35	10,5							
15	12-02 12:30 - 13:20	11,3	3,27	124	986,8	10,49	9,26	10,46							

QAL2		12,6347 m/s
ELV		12,6347 m/s
Godthed		8 %
Kvalitetskrav		1,01 m/s
σ_a		0,516 m/s
SRMmax - SRMmin		0,25 m/s
SRMmin		10,37 m/s
15% of ELV		1,89521 m/s
20% of ELV		2,52634 m/s
Interpolation	Method (a) Linear	
1_point from function test	SRM	m/s AMS: 0 m/s
2_point from function test	SRM	m/s AMS: 0 m/s
Coefficient of determination, R		0,399
Coefficient of correlation		0,6237
Formula		$\hat{y}_{m1} = 5,835 + 0,4993 \cdot x_1$
Formula from QAL2 (AST only)		$x^2 + \dots$
Valid interval from QAL2 (AST only)		- ; x +
Test of calibrating function		
Valid interval of calibration		0 - 12,6 m/s
Variability test	$S_b \leq \sigma_a \cdot k_a$	Passed
$\sigma_a \cdot k_a$		0,503
S_b		0,0495
Exception		
Remarks		



Hide pressure on report

[Copy table to clipboard](#)

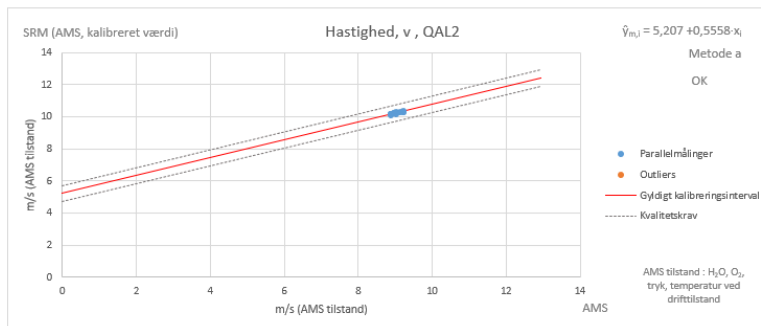
[Copy chart to clipboard](#)

Notat november 2019

Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i et traverseringspunkt

60 sekunder, 4 punkter SRM, AMS 2

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS	
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		Tryk		SRM	AMS		SRM		AMS
	SRM vol % våd	AMS vol % våd	SRM vol % tør	AMS vol % tør	SRM °C	AMS °C	SRM hPa	AMS hPa	m/s (AMS tilstand)	Ikke kalibreret	Kalibreret	m/s		Kalibreret
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4		3,37		125	968,8	10,16	9,02	10,22				
2	10-02 13:55 - 14:45	11		3,37		126	968,8	10,26	9,02	10,22				
3	10-02 14:55 - 15:45	10		3,38		126	968,8	10,24	8,99	10,2				
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6		3,39		126	968,8	10,14	8,99	10,15				
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74		3,39		126	968,8	10,21	8,96	10,19				
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1		3,41		126	968,8	10,11	8,87	10,14				
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2		3,27		125	976,8	10,21	8,97	10,19				
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1		3,29		124	976,8	10,13	8,88	10,14				
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6		3,3		125	976,8	10,14	8,89	10,15				
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8		3,34		125	976,8	10,22	8,99	10,2				
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1		3,33		125	976,8	10,37	9,21	10,33				
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28		3,33		125	976,8	10,31	9,21	10,33				
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7		3,24		124	986,8	10,3	9,23	10,34				
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5		3,27		124	986,8	10,28	9,15	10,29				
15														
16														
17														
18														
19														
20														



QAL2	
ELV	12,4041 m/s
Godhed	8 %
Kvalitetskrav	0,992 m/s
σ_a	0,506 m/s
SRMmax - SRMmin	0,26 m/s
SRMmin	10,11 m/s
15% of ELV	1,86061 m/s
20% of ELV	2,48081 m/s
Interpolation	Method: (a) Linear
1. point from function test	SPM: 0 m/s, AMS: 0 m/s
2. point from function test	SPM: 0 m/s, AMS: 0 m/s
Coefficient of determination, R	0,8441
Coefficient of correlation	0,9188
Formula	$\hat{y}_{m1} = 5,207 + 0,5558 \cdot x_1$
Formula from QAL2 (AST only)	$\cdot x^2 + \cdot x +$
Valid interval from QAL2 (AST only)	m/s
Test of calibrating function	
Valid interval of calibration	0 - 12,4 m/s
Variability test	$S_0 \leq \sigma_a \cdot k_a$ Passed
$\sigma_a \cdot k_a$	0,493
S_0	0,0309
Exception	
Remarks	

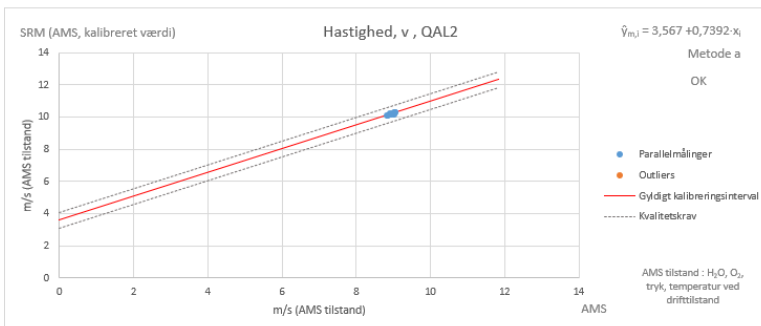
Hide pressure on report

[Copy table to clipboard](#)

[Copy chart to clipboard](#)

30 sekunder, 4 punkter SRM, AMS 2

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS	
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		Tryk		SRM	AMS		SRM		AMS
	SRM vol % våd	AMS vol % våd	SRM vol % tør	AMS vol % tør	SRM °C	AMS °C	SRM hPa	AMS hPa	m/s (AMS tilstand)	Ikke kalibreret	Kalibreret	m/s		Kalibreret
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4		3,37		125	968,8	10,13	9,01	10,23				
2	10-02 13:55 - 14:45	11		3,37		126	968,8	10,19	9,03	10,24				
3	10-02 14:55 - 15:45	10		3,38		126	968,8	10,28	9,05	10,26				
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6		3,39		126	968,8	10,22	8,99	10,21				
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74		3,39		126	968,8	10,3	9,06	10,26				
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1		3,41		126	968,8	10,18	8,91	10,15				
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2		3,27		125	976,8	10,1	8,86	10,12				
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1		3,29		124	976,8	10,18	8,91	10,15				
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6		3,3		125	976,8	10,19	8,92	10,16				
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8		3,34		125	976,8	10,24	9,02	10,23				
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1		3,33		125	976,8	10,16	8,92	10,16				
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28		3,33		125	976,8	10,08	8,82	10,09				
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7		3,24		124	986,8	10,16	8,93	10,17				
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5		3,27		124	986,8	10,28	9,02	10,23				
15	12-02 12:30 - 13:20	11,3		3,27		124	986,8	10,15	8,93	10,17				
16														
17														
18														
19														
20														



QAL2	
ELV	12,3171 m/s
Godhed	8 %
Kvalitetskrav	0,985 m/s
σ_a	0,503 m/s
SRMmax - SRMmin	0,22 m/s
SRMmin	10,08 m/s
15% of ELV	1,84756 m/s
20% of ELV	2,46342 m/s
Interpolation	Method: (a) Linear
1. point from function test	SPM: 0 m/s, AMS: 0 m/s
2. point from function test	SPM: 0 m/s, AMS: 0 m/s
Coefficient of determination, R	0,6765
Coefficient of correlation	0,8225
Formula	$\hat{y}_{m1} = 3,567 + 0,7392 \cdot x_1$
Formula from QAL2 (AST only)	$\cdot x^2 + \cdot x +$
Valid interval from QAL2 (AST only)	m/s
Test of calibrating function	
Valid interval of calibration	0 - 12,3 m/s
Variability test	$S_0 \leq \sigma_a \cdot k_a$ Passed
$\sigma_a \cdot k_a$	0,491
S_0	0,037
Exception	
Remarks	

Hide pressure on report

[Copy table to clipboard](#)

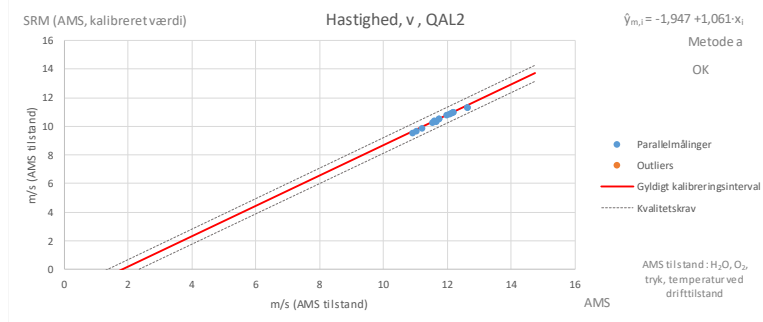
[Copy chart to clipboard](#)

Notat november 2019

Undersøgelse af muligheden for at reducere måletiden i et traverseringspunkt

60 sekunder, 12 punkter SRM, AMS 1

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS				
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		Tryk		SRM	AMS	SRM	AMS					
	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS					
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4		3,37		125		968,8		10,99	12,16	10,95					
2	10-02 13:55 - 14:45	11		3,37		126		968,8		10,4	11,58	10,34					
3	10-02 14:55 - 15:45	10		3,38		126		968,8		10,79	11,97	10,75					
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6		3,39		126		968,8		10,53	11,74	10,51					
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74		3,39		126		968,8		11,35	12,61	11,43					
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1		3,41		126		968,8		11,35	12,61	11,43					
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2		3,27		125		976,8		9,57	10,89	9,607					
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1		3,29		124		976,8		9,71	11,01	9,734					
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6		3,3		125		976,8		10,99	12,16	10,95					
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8		3,34		125		976,8		10,91	12,06	10,85					
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1		3,33		125		976,8		10,92	12,1	10,89					
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28		3,33		125		976,8		9,86	11,19	9,925					
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7		3,24		124		986,8		10,37	11,65	10,41					
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5		3,27		124		986,8		10,52	11,73	10,5					
15	12-02 12:30 - 13:20	11,3		3,27		124		986,8		10,29	11,51	10,26					
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	



QAL2		13,71775 m/s
ELV		13,71775 m/s
Godthed		8 %
Kvalitetskrav		1,1 m/s
σ_0		0,56 m/s
SRMmax - SRMmin		1,78 m/s
SRMmin		9,57 m/s
15% of ELV		2,057663 m/s
20% of ELV		2,743551 m/s
Interpolation Method: a (a) Linear		
1. point from function test	SRM: 0 m/s AMS: 0 m/s	0 m/s
2. point from function test	SRM: 0 m/s AMS: 0 m/s	0 m/s
Coefficient of determination, R ²		0,9917
Coefficient of correlation		0,9958
Formula		$\hat{y}_{m,i} = -1,947 + 1,061 \cdot x_i$
Formula from QAL2 (AST only)		$-x^2 + \dots$
Valid interval from QAL2 (AST only)		m/s
Test of calibrating function		
Valid interval of calibration	0	13,7 m/s
Variability test	$S_0 \leq \sigma_0 \cdot k_v$	Passed
$\sigma_0 \cdot k_v$		0,547
S_0		0,0502
Exception		
Remarks		

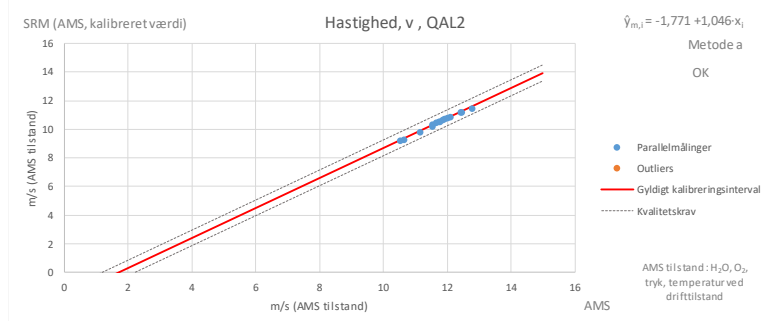
Hide pressure on report

[Copy table to clipboard](#)

[Copy chart to clipboard](#)

30 sekunder, 12 punkter SRM, AMS 1

Periode 2020	Perifere parametre						Velocity, v						AMS				
	H ₂ O		O ₂		Temperatur		Tryk		SRM	AMS	SRM	AMS					
	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS	SRM	AMS					
1	10-02 12:55 - 13:45	10,4		3,37		125		968,8		11,24	12,42	11,23					
2	10-02 13:55 - 14:45	11		3,37		126		968,8		10,74	11,91	10,69					
3	10-02 14:55 - 15:45	10		3,38		126		968,8		10,32	11,51	10,27					
4	10-02 15:55 - 16:45	10,6		3,39		126		968,8		10,47	11,64	10,41					
5	10-02 16:55 - 17:45	9,74		3,39		126		968,8		10,9	12,07	10,86					
6	10-02 17:55 - 18:45	11,1		3,41		126		968,8		10,68	11,86	10,64					
7	11-02 09:25 - 10:15	10,2		3,27		125		976,8		10,54	11,75	10,52					
8	11-02 10:25 - 11:15	11,1		3,29		124		976,8		10,53	11,73	10,5					
9	11-02 11:25 - 12:15	10,6		3,3		125		976,8		11,23	12,45	11,26					
10	11-02 12:25 - 13:15	10,8		3,34		125		976,8		11,47	12,77	11,59					
11	11-02 13:25 - 14:15	10,1		3,33		125		976,8		9,84	11,14	9,886					
12	11-02 14:25 - 15:15	9,28		3,33		125		976,8		9,31	10,64	9,363					
13	12-02 10:30 - 11:20	10,7		3,24		124		986,8		9,21	10,51	9,227					
14	12-02 11:30 - 12:20	11,5		3,27		124		986,8		10,22	11,51	10,27					
15	12-02 12:30 - 13:20	11,3		3,27		124		986,8		10,81	12	10,79					
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	



QAL2		13,91007 m/s
ELV		13,91007 m/s
Godthed		8 %
Kvalitetskrav		1,11 m/s
σ_0		0,568 m/s
SRMmax - SRMmin		2,26 m/s
SRMmin		9,21 m/s
15% of ELV		2,08651 m/s
20% of ELV		2,782013 m/s
Interpolation Method: a (a) Linear		
1. point from function test	SRM: 0 m/s AMS: 0 m/s	0 m/s
2. point from function test	SRM: 0 m/s AMS: 0 m/s	0 m/s
Coefficient of determination, R ²		0,9939
Coefficient of correlation		0,9969
Formula		$\hat{y}_{m,i} = -1,771 + 1,046 \cdot x_i$
Formula from QAL2 (AST only)		$-x^2 + \dots$
Valid interval from QAL2 (AST only)		m/s
Test of calibrating function		
Valid interval of calibration	0	13,9 m/s
Variability test	$S_0 \leq \sigma_0 \cdot k_v$	Passed
$\sigma_0 \cdot k_v$		0,554
S_0		0,0513
Exception		
Remarks		

Hide pressure on report

[Copy table to clipboard](#)

[Copy chart to clipboard](#)