



<b>Titel</b>	<b>Præstationsprøvning 2012</b>
<b>Undertitel</b>	<b>Gashastighed og volumenstrøm i vindtunnel</b>
<b>Forfatter(e)</b>	<b>Lars K. Gram, Steen Meldorf, Arne Oxbøl</b>
<b>Arbejdet udført, år</b>	<b>2012</b>
<b>Udgivelsesdato</b>	<b>11 marts 2013</b>
<b>Revideret, dato</b>	<b>-</b>

## Indholdsfortegnelse

1	Baggrund .....	2
2	Kort beskrivelse af projektet .....	2
3	Gennemførelse .....	3
4	Dokumentation af de "sande værdier" .....	3
5	Evaluering af resultaterne .....	4
6	Deltagernes resultater .....	5
6.1	Kanaldimensioner .....	5
6.2	Volumenstrøm og målestedets egnethed .....	6
6.3	Hastighedsmålinger - enkeltpunkter .....	7
7	Obstruktionsøvelse .....	11
8	Diskussion .....	12
8.1	Opmåling af kanalen .....	12
8.2	Volumenstrømsmålinger og målestedets egnethed .....	12
8.3	Hastighedsmålinger .....	12
8.4	Obstruktionsøvelse .....	12
8.5	Generelt .....	13
9	Konklusion .....	13
Bilag A	Indrapporteringsskema .....	14
Bilag B	Resultater - Laboratorium 1 .....	15
Bilag C	Resultater - Laboratorium 2 .....	16
Bilag D	Resultater - Laboratorium 3 .....	17
Bilag E	Resultater - Laboratorium 4 .....	18
Bilag F	Resultater - Laboratorium 5 .....	19

## 1 Baggrund

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 i 2012 blandt danske laboratorier, der er akkrediteret til måling af volumenstrøm i strømmende gasser.

DANAK har været behjælpelig med at modtage måleresultater fra de enkelte deltagende firmaer, samt at sende dem videre i anonymiseret form til Referencelaboratoriet for beregning.

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.

Præstationsprøvningen blev udført i FORCE Technology's vindtunnel i Lyngby, som er indrettet med 3 målepositioner i en firkantet kanal, med adgang fra begge sider, hvilket muliggør at i alt 6 laboratorier kan udføre målinger samtidig. Vindtunnelen kan fastholde en konstant volumenstrøm over tid. Det forventes endvidere, at der er ensartet hastighedsprofil i de 3 målepositioner.

Udover præstationsprøvningen blev der udført en øvelse med en indsat obstruktion i kanalen samt en beregningsøvelse. Præstationsprøvningen blev afholdt i forbindelse med en workshop for de deltagende laboratorier, hvor de nye flowstandarder prEN 16911-1 og prEN 16911-2 blev diskuteret, og hvor beregningsopgaven blev gennemgået.

## 2 Kort beskrivelse af projektet

Den praktiske del af præstationsprøvningen blev gennemført den 10. oktober 2012. De deltagende laboratorier deltog dagen før i workshoppen på samme adresse. Lars K. Gram, FORCE Technology, overværede målingen som repræsentant for Referencelaboratoriet.

Laboratorierne har efterfølgende selv udført beregninger. Der blev udleveret skemaer til indrapportering af måleresultaterne, se Bilag A.

Det var aftalt, at målingerne skulle udføres i henhold til den nye flowstandard EN 16911-1, men uden korrektion for vægeffekt.

DANAK modtog alle resultaterne, gav dem kodenumre og sendte dem på e-mail til Referencelaboratoriet i starten af januar 2013.

Denne rapport er sendt til de deltagende laboratorier, Miljøstyrelsen og DANAK og publiceres i marts 2013 på Referencelaboratoriets hjemmeside.

### 3 Gennemførelse

Følgende måleinstitutter deltog:

- Dansk Gasteknisk Center a/s
- DGtek A/S
- Eurofins Miljø
- DONG, Thermal Power Laboratory
- FORCE Technology

Vindtunnelen blev indstillet til en hastighed omkring 10-15 m/s, og der skulle ikke måles O<sub>2</sub> og vand. følgende værdier benyttes ved beregning: O<sub>2</sub>: 20,94 vol % tør, CO<sub>2</sub>: 0,04 Vol % tør, H<sub>2</sub>O: 1 vol % våd.

Kanalen er ca. 0,7\*1,0 m, indstiksdybden er ca. 1,0 m, og der er placeret 3 måleporte ved hver måleposition. Der er 3 målepositioner (A, B og C), som alle kan tilgås fra begge sider af kanalen, hvilket giver mulighed for, at 6 laboratorier kan måle samtidig i samme kanal. Laboratorier, der er placeret over for hinanden, måler i samme position. Målingerne gennemføres i 9 punkter i alt pr. måleposition. Under målingerne viste det sig, at indflydelsen fra et pitotrør placeret opstrøms i samme traverseringspunkt havde en betydelig indflydelse på resultatet, hvorfor målingerne blev udført under hensyntagen til, at der ikke måtte være pitotrør i samme traverseringspunkt opstrøms. Målinger, der allerede var udført under påvirkning, blev gentaget uden påvirkning. Endvidere blev påvirkning fra åbning og lukning af måleporte (opstrøms) iagttaget.

Laboratorierne forsøgte generelt at undgå påvirkning fra modsat placerede laboratorier og især fra laboratorier placeret opstrøms, men det kan ikke udelukkes, at målingerne generelt har været påvirket. Målinger i position A burde være upåvirket, da der ikke er målepositioner opstrøms fra denne position.

Lab 1 bemærker, at deres måling i position C formentlig er påvirket og dermed har større spredning end målinger i pos A og B.

Lab 3 bemærker generelt, at deres målinger er påvirket af åbning af måleporte. Denne bemærkning er også givet for målinger i position A.

### 4 Dokumentation af de "sande værdier"

Der findes ingen nominelle værdier, da vindtunnellens volumenstrøm ikke er kendt. De enkelte laboratoriers resultater testes overfor gennemsnittet af samtlige resultater for hver måleposition efter statistisk test af, om enkeltresultater evt. må kasseres (outliers). Gennemsnittet er således det bedste estimat af "den sande værdi".

Hvert laboratorium har udført én måling i hver måleposition, og da målepositionerne i teorien kan være forskellige, betragtes målinger i hver position hver for sig.

## 5 Evaluering af resultaterne

Indledningsvis blev måleværdierne i hver måleserie testet med Grubb's test for outliers<sup>1</sup> og stragglers<sup>2</sup>. Teststørrelsen beregnes med formlen

$$G = \frac{|x_{i,max/min} - \bar{X}|}{s}$$

hvor  $x_{i,max/min}$  er den maksimale eller minimale måleværdi i måleserien  
 $\bar{X}$  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.

Der blev ved den statistiske test ikke konstateret hverken stragglers eller outliers.

z-scorer beregnes for resultater, hvor den sande værdi ikke kendes (alle målinger i denne test).

z-scoren beregnes for hvert enkelt måleresultat ud fra følgende formel (reference ISO 43-1, annex A, p. 12):

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

$x_i$  er laboratoriets resultat  
 $\bar{X}$  er gennemsnittet af alle laboratoriers værdier  
 $s$  er spredningen på måleværdierne (1xRSD)

Det er i beregningerne forudsat, at  $(x_i - \bar{X})$  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

Tabel 1 Oversigt over z-score vurdering.

<sup>1</sup> En outlier er en værdi, som med 99% sandsynlighed ikke tilhører samme fordeling som de øvrige værdier. En outlier tages ud af materialet.

<sup>2</sup> 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. Hvis forekomsten af en straggler ikke kan forklares ved f.eks. direkte fejl i udførelsen, bibeholdes den i beregningerne.

De resulterende z-scorer er anført i resultatafsnittet, idet farvekoderne er benyttet i skemaerne. Der er beregnet en vejledende  $E_n$ -score ifølge ISO 43-1, annex A, p. 12, vel vidende at en  $E_n$ -score kræver en nominel værdi. Begrundelsen for at beregne  $E_n$ -scoren er at teste, om laboratoriernes angivne usikkerhed er i overensstemmelse med de opnåede resultater. Som nominel værdi anvendes gennemsnittet af målingerne i hver serie. Beregningen udføres efter nedenstående formel:

$$E_n = \frac{|x_i - \bar{X}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}, \text{ hvor}$$

$x_i$  og  $\bar{X}$  har de ovenfor angivne betydninger

$U_{lab}^2$  er det enkelte laboratoriums angivne usikkerhed (1,96 x RSD)

$U_{ref}^2$  er usikkerheden på gennemsnitsværdien (estimeret ved 1,96 x RSD på måleresultaterne)

$E_n$ -scorer mindre end eller lig med 1 er tilfredsstillende, mens  $E_n$ -scorer større end 1 ikke er tilfredsstillende.  $E_n$ -scorer er beregnet og vist i resultatskemaerne, idet samme farvekode, som for z-scorerne er benyttet (grøn er tilfredsstillende og rød er ikke tilfredsstillende).

## 6 Deltageres resultater

De enkelte deltageres indrapporterede resultater og usikkerhedsangivelser er vist i Bilag B til Bilag F. I det følgende vises oversigter over resultaterne sammen med beregning af teststørrelserne. Laboratorierne er anmodet om at angive usikkerheden på basis af et 95% konfidensinterval (dvs. 1,96 \* RSD). Resultaterne er desuden vist i søjlediagrammer.

Kommentarer til målinger findes i diskussionsafsnit.

### 6.1 Kanaldimensioner

Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
Lab 1	0,7000	1,000	m	0,700	m <sup>2</sup>
Lab 2	0,7000	1,000	m	0,700	m <sup>2</sup>
Lab 3	0,7000	1,005	m	0,870	m <sup>2</sup>
Lab 4	0,7000	1,004	m	0,703	m <sup>2</sup>
Lab 5	0,7000	1,000	m	0,700	m <sup>2</sup>

Tabel 2 Oversigt over de opmålte kanaldimensioner

## 6.2 Volumenstrøm og målestedets egnethed

I tabellerne er z-score og En score angivet med en farvekode, hvor grøn betyder tilfredsstillende, gul betyder tvivlsom og rød betyder ikke tilfredsstillende.

Position A									
	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m <sup>3</sup> /h	s, %	Enhed
Volumenstrøm	31.407	32.061	30.617	33.970	31.886	31.988	1.241	3,9	m <sup>3</sup> (n,t)/h
Usikkerhed	942	2.255	3.062	3.397	3.189	2.569			m <sup>3</sup> (n,t)/h
z-score	0,47	0,06	1,10	1,60	0,08	Grubs test kriterier			-
E <sub>n</sub> -score	0,22	0,02	0,35	0,47	0,03	1 %	5 %		-
G (Grubs test)	max	1,60	min	1,10		1,764	1,715		m <sup>3</sup> (n,t)/h
Er målestedet egnet	ja	ja	ja	Ja					ja/nej
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,03	1,05	1,05	1,30					-
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej	nej	nej	nej					ja/nej
Maksimal swirl	0	0	0	0					° (grader)

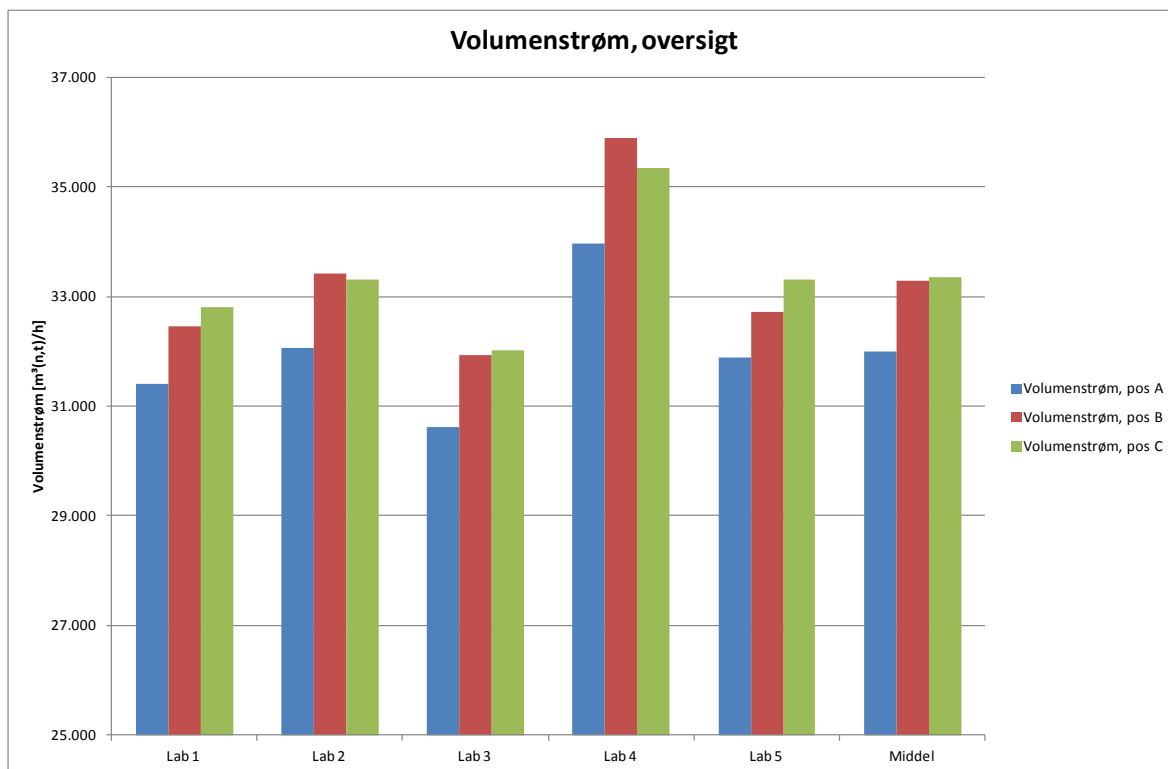
Tabel 3 Position A

Position B									
	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m <sup>3</sup> /h	s, %	Enhed
Volumenstrøm	32.460	33.423	31.932	35.880	32.727	33.285	1.547	4,6	m <sup>3</sup> (n,t)/h
Usikkerhed	974	2.245	3.193	3.588	3.273	2.654			m <sup>3</sup> (n,t)/h
z-score	0,53	0,09	0,87	1,68	0,36	Grubs test kriterier			
E <sub>n</sub> -score	0,26	0,04	0,31	0,55	0,12	1 %	5 %		
G (Grubs test)	max	1,68	min	0,87		1,764	1,715		
Er målestedet egnet	ja	ja	ja	ja					ja/nej
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,04	1,02	1,05	1,30					-
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej	nej	nej	nej					ja/nej
Maksimal swirl	0	0	0	5					° (grader)

Tabel 4 Position B

Position C									
	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m <sup>3</sup> /h	s, %	Enhed
Volumenstrøm	32.813	33.300	32.011	35.330	33.309	33.353	1.225	3,7	m <sup>3</sup> (n,t)/h
Usikkerhed	984	2.242	3.201	3.533	3.331	2.658			m <sup>3</sup> (n,t)/h
z-score	0,44	0,04	1,09	1,61	0,04	Grubs test kriterier			
E <sub>n</sub> -score	0,21	0,02	0,34	0,46	0,01	1 %	5 %		
G (Grubs test)	max	1,61	min	1,09		1,764	1,715		
Er målestedet egnet	ja	ja	ja	ja					ja/nej
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,15	1,05	1,06	1,50					-
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej	nej	nej	nej					ja/nej
Maksimal swirl	0	0	0	0					° (grader)

Tabel 5 Position C



Figur 1 Søjlediagram over volumenstrømme

### 6.3 Hastighedsmålinger - enkeltpunkter

Hastighedsmålinger, m/s								
Position A	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m/s	s, %
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	14,0	13,6	13,3	15,3	14,0	14,0	0,77	5,5
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	13,8	13,8	13,6	15,5	13,7	14,1	0,81	5,7
Øverste måleport, 1 (højre 3)	14,0	13,8	13,4	13,4	13,4	13,6	0,28	2,0
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	13,9	14,0	13,2	15,2	13,8	14,0	0,73	5,2
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	13,8	14,0	12,9	15,2	14,0	14,0	0,82	5,9
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	13,8	14,3	13,5	13,8	14,2	13,9	0,35	2,5
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	13,6	13,8	13,5	15,4	13,9	14,0	0,78	5,6
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	13,6	14,0	13,4	15,4	13,9	14,1	0,78	5,6
Nederste måleport, 3 (højre 3)	13,5	14,1	13,5	13,5	14,3	13,8	0,37	2,7
Middel hastighed i position A	13,8	13,9	13,4	14,7	13,9	13,9	0,48	3,5
Usikkerhed i % af målt værdi	3,0	7,0	10,0	10,0	10,0			

Tabel 6 Position A – måleresultater

# Rapport nr. 64

## Præstationsprøving 2012 - volumenstrøm

Hastighedsmålinger, m/s	Z-scorer					En-scorer				
Position A	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	0,08	0,55	1,00	1,64	0,01	0,04	0,24	0,38	0,59	0,00
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	0,30	0,39	0,61	1,78	0,48	0,15	0,17	0,23	0,65	0,19
Øverste måleport, 1 (højre 3)	1,34	0,82	0,73	0,77	0,66	0,54	0,20	0,14	0,15	0,13
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	0,12	0,04	1,16	1,60	0,28	0,06	0,02	0,43	0,56	0,10
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	0,27	0,06	1,30	1,49	0,02	0,13	0,03	0,52	0,55	0,01
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	0,39	1,09	1,31	0,31	0,92	0,17	0,31	0,30	0,07	0,20
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	0,53	0,28	0,73	1,75	0,21	0,26	0,12	0,28	0,63	0,08
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	0,61	0,05	0,85	1,69	0,18	0,30	0,02	0,33	0,61	0,07
Nederste måleport, 3 (højre 3)	0,67	0,71	0,67	0,78	1,41	0,30	0,22	0,16	0,19	0,32
Middel hastighed i position A	0,33	0,01	1,19	1,57	0,04	0,16	0,00	0,35	0,43	0,01

Tabel 7 Position A – z-scorer og E<sub>n</sub>-scorer

Hastighedsmålinger, m/s									
Position B	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m/s	s, %	
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	14,4	14,5	13,9	16,5	14,3	14,7	1,02	6,9	
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	14,3	14,6	13,8	16,1	14,1	14,6	0,91	6,2	
Øverste måleport, 1 (højre 3)	14,4	14,6	13,8	14,6	14,1	14,3	0,34	2,4	
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	14,4	14,8	14,0	15,9	14,6	14,7	0,70	4,8	
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	14,3	14,6	14,3	16,0	14,4	14,7	0,72	4,9	
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	14,4	14,7	14,0	14,4	14,8	14,5	0,33	2,3	
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	14,1	14,6	14,4	16,2	14,2	14,7	0,86	5,9	
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	14,3	14,5	13,7	16,1	14,2	14,6	0,90	6,2	
Nederste måleport, 3 (højre 3)	13,9	14,5	13,7	14,3	14,4	14,2	0,33	2,3	
Middel hastighed i position B	14,3	14,6	14,0	15,6	14,3	14,6	0,63	4,3	
Usikkerhed i % af målt værdi	3,0	6,7	10,0	10,0	10,0				

Tabel 8 Position B – måleresultater

Hastighedsmålinger, m/s	Z-scorer					En-scorer				
Position B	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	0,28	0,24	0,77	1,75	0,46	0,14	0,11	0,32	0,69	0,19
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	0,28	0,01	0,87	1,69	0,55	0,14	0,00	0,35	0,64	0,22
Øverste måleport, 1 (højre 3)	0,35	0,81	1,47	0,86	0,55	0,15	0,23	0,32	0,18	0,12
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	0,47	0,06	1,03	1,64	0,19	0,23	0,02	0,37	0,55	0,07
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	0,56	0,14	0,63	1,76	0,43	0,27	0,06	0,23	0,59	0,15
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	0,25	0,86	1,46	0,17	1,02	0,11	0,24	0,31	0,04	0,21
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	0,65	0,15	0,38	1,76	0,57	0,32	0,07	0,15	0,65	0,22
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	0,32	0,04	0,93	1,69	0,40	0,16	0,02	0,37	0,64	0,16
Nederste måleport, 3 (højre 3)	0,84	0,92	1,29	0,45	0,76	0,36	0,26	0,28	0,09	0,16
Middel hastighed i position B	0,43	0,06	0,95	1,67	0,34	0,21	0,02	0,32	0,53	0,11

Tabel 9 Position B – z-scorer og E<sub>n</sub>-scorer

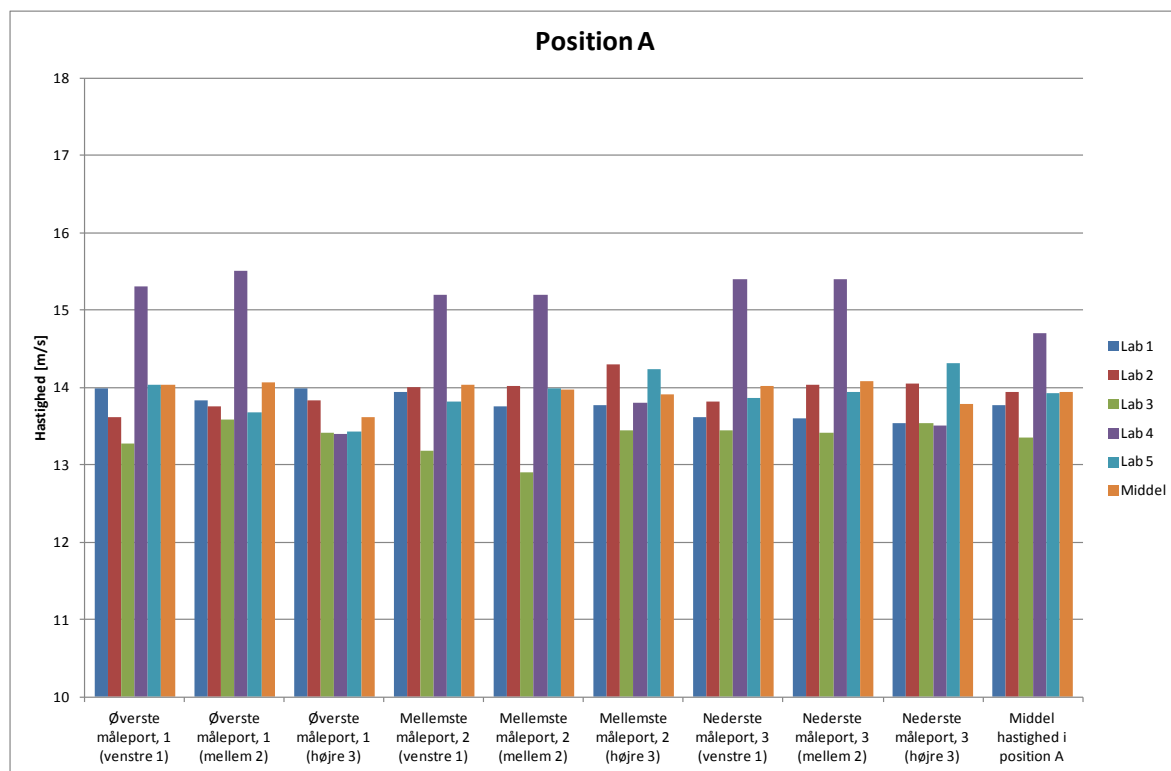


Hastighedsmålinger, m/s								
Position C	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Middel	s, m/s	s, %
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	15,0	14,4	13,7	15,9	14,6	14,7	0,82	5,6
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	15,7	14,6	13,9	16,4	14,1	15,0	1,06	7,1
Øverste måleport, 1 (højre 3)	13,8	14,7	13,8	14,5	14,5	14,3	0,40	2,8
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	14,8	14,6	14,1	16,7	14,8	15,0	0,99	6,6
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	14,0	14,6	14,4	16,8	14,8	14,9	1,10	7,4
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	14,5	14,7	14,3	14,1	14,8	14,5	0,28	2,0
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	14,6	14,7	14,2	15,9	14,9	14,9	0,63	4,3
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	13,7	14,6	13,5	13,8	14,6	14,0	0,53	3,7
Nederste måleport, 3 (højre 3)	14,0	14,1	13,7	14,5	14,5	14,2	0,36	2,5
Middel hastighed i position C	14,4	14,6	14,0	15,4	14,6	14,6	0,52	3,6
Usikkerhed i % af målt værdi	4,0	6,7	10,0	10,0	10,0			

Tabel 10 Position C – måleresultater

Hastighedsmålinger, m/s	Z-scorer					En-scorer				
Position C	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5
Øverste måleport, 1 (venstre 1)	0,35	0,40	1,25	1,46	0,15	0,17	0,18	0,49	0,53	0,06
Øverste måleport, 1 (mellem 2)	0,71	0,30	0,98	1,35	0,78	0,35	0,14	0,42	0,54	0,33
Øverste måleport, 1 (højre 3)	1,10	1,04	1,04	0,62	0,49	0,46	0,33	0,26	0,15	0,12
Mellemste måleport, 2 (venstre 1)	0,25	0,41	0,88	1,72	0,19	0,12	0,19	0,36	0,67	0,08
Mellemste måleport, 2 (mellem 2)	0,85	0,28	0,47	1,72	0,12	0,42	0,13	0,20	0,69	0,05
Mellemste måleport, 2 (højre 3)	0,02	0,70	0,60	1,31	1,20	0,01	0,17	0,11	0,24	0,21
Nederste måleport, 3 (venstre 1)	0,36	0,20	1,09	1,63	0,02	0,16	0,08	0,37	0,51	0,01
Nederste måleport, 3 (mellem 2)	0,73	1,08	0,96	0,47	1,07	0,33	0,40	0,30	0,14	0,32
Nederste måleport, 3 (højre 3)	0,44	0,18	1,36	0,97	1,00	0,17	0,05	0,31	0,22	0,22
Middel hastighed i position C	0,29	0,08	1,23	1,55	0,05	0,13	0,03	0,37	0,44	0,01

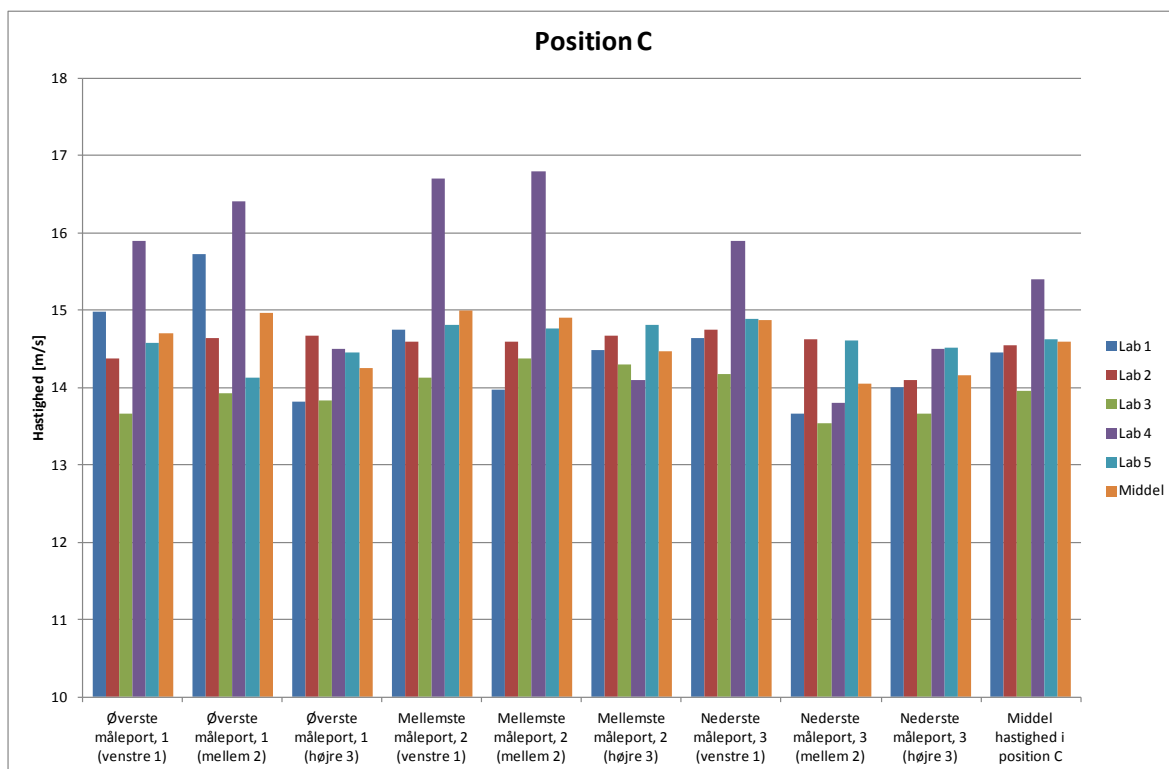
Tabel 11 Position C – z-scorer og E<sub>n</sub>-scorer



Figur 2 Hastighedsmålinger position A



Figur 3 Hastighedsmålinger position B



Figur 4 Hastighedsmålinger position C

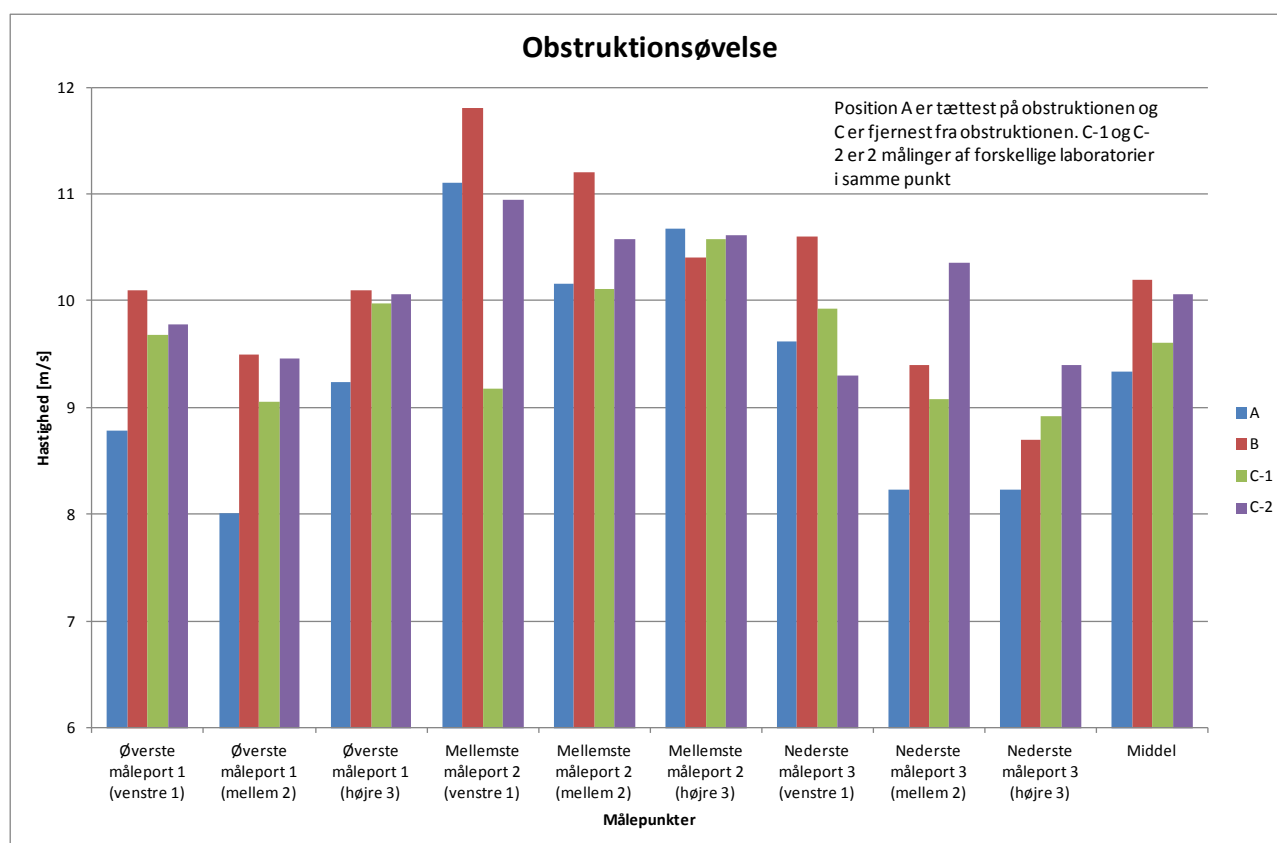
## 7 Obstruktionsøvelse

Efter den egentlige præstationsprøvning blev 4 laboratorier tilbage og gennemførte obstruktionsøvelsen.

I kanalen umiddelbart opstrøms fra position A blev der indsat en obstruktion med henblik på at undersøge hvor stor indflydelse en obstruktion har på målingerne. Der blev udført målinger i alle 3 målepositioner (i position C dog to sæt målinger). De 4 målinger er udført af 4 forskellige laboratorier, og det kan ikke udelukkes, at de observerede effekter skyldes forskelle laboratorierne imellem snarere end effekter af obstruktionen.

	Middel, m/s	s, m/s	s, %	Volumen- strøm, m <sup>3</sup> (n,t)/h
A	9,3	1,1	12,1	21.329
B	10,2	0,9	9,3	23.560
C-1	9,6	0,6	6,0	21.916
C-2	10,1	0,6	6,0	22.984

Tabel 12 Middel og spredning ved obstruktionsøvelsen



Figur 5 Resultater fra obstruktionsøvelsen

## 8 Diskussion

### 8.1 Opmåling af kanalen

Da kanalen er firkantet, og da der kun er adgang fra den lodrette side, er det generelt vanskeligt at opmåle den lodrette side. Endvidere hænger underside og overside i kanalen lidt, hvilket kan betyde, at der er forskellige dimensioner, alt efter hvor kanalen opmåles. Præcis opmåling af en kanal er meget svært og denne øvelse afspejler blot, at opmåling af kanal er og bør være et fokuspunkt. Laboratorium 3 har angivet et areal, som ikke stemmer overens med de angivne længde- og breddemål. Det forkerte areal er tilsyneladende ikke benyttet ved beregning af volumenstrøm, og det betragtes derfor blot som en fejlindtastning.

### 8.2 Volumenstrømsmålinger og målestedets egnethed

Alle z-scorer er tilfredsstillende ( $z \leq 2$ ), ligesom alle vejledende  $E_n$ -scorer er tilfredsstillende ( $E_n \leq 1$ ) for volumenstrøm.

Figur 1 viser, at måleposition A tilsyneladende giver lidt for lave resultater, hvilket må skyldes, at position A er placeret tættest på ventilatoren.

Position B og C er på samme niveau.

Alle har fundet målestederne egnede og opmålt swirl til mindre end  $15^\circ$ .

Lab 5 har ikke indleveret resultater for målestedets egnethed.

### 8.3 Hastighedsmålinger

Alle z-scorer er tilfredsstillende ( $z \leq 2$ ), ligesom alle vejledende  $E_n$ -scorer er tilfredsstillende ( $E_n \leq 1$ ) for samtlige hastighedsmålinger.

Søjlediagrammerne angiver visse tendenser, som ikke kan forklares med forstyrrelser fra de opstrøms placerede deltagere. I position A bør der fx ikke være forstyrrelser.

- Lab 1,2 og 5 ligger ganske tæt på gennemsnittet
- Lab 3 ligger generelt lidt under gennemsnittet
- Lab 4 ligger generelt et pænt stykke over gennemsnittet

Som nævnt er alle resultater tilfredsstillende, og den sande værdi er ikke kendt. Det er derfor ikke muligt at sige hvilke laboratorier, der måler korrekt, og hvilke, der måler forkert. Det enkelte laboratorium bør dog se på sine egne resultater i forhold til resten og overveje, om resultaterne giver anledning til en evt. opstramning af procedurer.

### 8.4 Obstruktionsøvelse

Øvelsen viste som forventet, at jo tættere på obstruktionen jo større spredning er der på resultaterne. Da obstruktionen primært er ude langs kanterne ses endvidere en tendens til, at der måles lavere hastighed i yderpunkterne (top og bund), hvor man er tættest på kanterne. Kun i position A ses der en markant lavere hastighed (samme tendens som ses uden obstruktion), og det kan altså konstateres, at på trods af obstruktionen og på trods af, at den giver anledning til stor spredning på resultaterne, så er det lykkedes at udføre måling af den samlede volumenstrøm i de 3 positioner, der ikke afviger markant fra hinanden.

## 8.5 Generelt

Under præstationsprøvningen blev alle vist overrasket over, hvor stor en effekt en åben måleport eller et (relativt tyndt) pitotrør placeret opstrøms fra målepunktet giver.

Obstruktionsøvelsen viste også, at selv om de samlede volumenstrømsresultater blev nogenlunde ens i forskellige afstande til obstruktionen, så var der en større spredning og dermed større usikkerhed på målingen. Det er langt fra sikkert, at en volumenstrømsmåling i en anden situation (med obstruktion tæt på målestedet) vil give det rigtige resultat.

## 9 Konklusion

Målingerne blev gennemført uden problemer.

Alle har klaret sig godt, og alle z-scorer og modificerede  $E_n$ -scorer holdt sig inden for de accepterede grænser.

Usikkerhedsangivelserne på hastighedsmålingerne ligger fra 3 % til 10 %, medens spredningerne på enkeltmålinger varierer fra 3,8 til 14,5 % ( $1,96 \cdot RSD$ ). Standarden EN 16911-1 angiver i bilag et eksempel på en usikkerhedsberegning som ligger på ca. 5-6 %. Set i det lys er en usikkerhedsangivelse på 3 % (Lab 1) nok en anelse optimistisk.

Sammenfattende har testen givet gode informationer om målearbejdet, og den viser, at målinger af volumenstrøm i de aktuelle niveauer generelt kan udføres ensartet med en accepteret statistisk variation.

Da volumenstrømmen er en særdeles vigtig parameter, som benyttes til både emissionsopgørelser og betaling af diverse afgifter, har alle en interesse i, at den bliver udført så omhyggeligt og korrekt som muligt.

Øvelsen og workshoppen giver anledning til at understrege følgende punkter:

- Målesteder skal være indrettet korrekt i henhold til EN 15259, hvis resultatet skal have en vis troværdighed. Dårlige målesteder giver dårlige resultater.
- Selv små obstruktioner som en fx en målesonde, der er placeret opstrøms fra målestedet, kan give anledning til forkerte resultater.
- Opmåling af kanalarealet er særdeles vigtigt. Selv små fejl kan betyde adskillige procent på volumenstrømmen.
  - Det er ved QAL2 målefirmaets ansvar at kontrollere det areal som AMS'en benytter.
  - Tegningsmateriale bør ikke benyttes.
- En volumenstrømsmåling tager tid og kræver omhyggelighed og koncentration, hvis resultatet skal være troværdigt.
- Det er vanskeligt at opnå gode resultater i pulserende eller roterende gasser.
- Det er vanskeligt at bestemme swirl – især i pulserende gasser.
- Standarden kræver en midlingstid på mindst et minut i hvert traverseringspunkt. I visse situationer kan en længere midlingstid give bedre resultater. Midling med mikromanometer er nemmest at håndtere, da de har en indbygget midlingsfunktion.

## Bilag A Indrapporteringskema

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012					
Laboratorium nr.	Udfyldes af DANAK				
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.					
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
			m		m <sup>2</sup>
<b>Position A</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm			m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
	OBS set i strømningsretningen				
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position A	1	2	3		
Øverste måleport, 1				m/s	
Mellemste måleport, 2				m/s	
Nederste måleport, 3				m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position A</b>		m/s		% af målt værdi	
<b>Position B</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm			m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
	OBS set i strømningsretningen				
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position B	1	2	3		
Øverste måleport, 1				m/s	
Mellemste måleport, 2				m/s	
Nederste måleport, 3				m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position B</b>		m/s		% af målt værdi	
<b>Position C</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm			m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
	OBS set i strømningsretningen				
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position C	1	2	3		
Øverste måleport, 1				m/s	
Mellemste måleport, 2				m/s	
Nederste måleport, 3				m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position C</b>		m/s		% af målt værdi	

## Bilag B Resultater - Laboratorium 1

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012					
Laboratorium nr.	Lab 1	Udfyldes af DANAK			
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.					
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
	0,7	1,0	m	0,7	m <sup>2</sup>
<b>Position A</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	31.407	942	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,03		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position A	1	2	3		
Øverste måleport, 1	14,0	13,8	14,0	m/s	
Mellemste måleport, 2	13,9	13,8	13,8	m/s	
Nederste måleport, 3	13,6	13,6	13,5	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position A</b>	13,8	m/s	3	% af målt værdi	
<b>Position B</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	32.460	974	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,04		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position B	1	2	3		
Øverste måleport, 1	14,4	14,3	14,4	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,4	14,3	14,4	m/s	
Nederste måleport, 3	14,1	14,3	13,9	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position B</b>	14,3	m/s	3	% af målt værdi	
<b>Position C</b>					Bemærkninger:  Lab 1 målte som det første laboratorium i Position C. Det er umiddelbart det dårligste målested mht. forstyrrelser fra de øvrige deltagende laboratorier. Desuden var der i starten af prøvningen ikke fra alle deltagere fokus på at lukke målestuds, når de ikke blev anvendt. Det skabte forstyrrelser for det laboratorium, der målte over for en åben målestuds. Dette kan være en forklaring på, at Lab 1 har en spredning på målingerne i Position C, som er 2 - 3 gange større end hvad fundet i Position A og B.  Senere i prøvningen blev der rettet op på dette forhold og målestuds blev afblændet, når de ikke var i brug.
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	32.813	984	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,15		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position C	1	2	3		
Øverste måleport, 1	15,0	15,7	13,8	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,8	14,0	14,5	m/s	
Nederste måleport, 3	14,6	13,7	14,0	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position C</b>	14,4	m/s	4	% af målt værdi	

## Bilag C Resultater - Laboratorium 2

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012						
Laboratorium nr.	Lab 2	Udfyldes af DANAK				
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.						
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed	
	0,70	1,00	m	0,700	m <sup>2</sup>	
<b>Position A</b>						
	Resultat	Usikkerhed	Enhed	Bemærkninger: Der er generelt IKKE korrigeret for vægeffekter. I usikkerheden for volumenstrøm i m <sup>3</sup> (n,t)/h er usikkerheden hidrørende fra densiteten af gassen ikke medregnet, da den er oplyst.		
Volumenstrøm	32.061	2.255	m <sup>3</sup> (n,t)/h			
Er målestedet egnet	ja		ja/nej			
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,05		-			
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej			
Maksimal swirl	0		° (grader)			
OBS set i strømningsretningen						
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre			Enhed
Position A	1	2	3			
Øverste måleport, 1	13,62	13,76	13,84			m/s
Mellemste måleport, 2	14,00	14,03	14,29	m/s		
Nederste måleport, 3	13,81	14,04	14,05	m/s		
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau			
<b>Middel hastighed i position A</b>	13,94	m/s	7,03	% af målt værdi		
<b>Position B</b>						
	Resultat	Usikkerhed	Enhed	Bemærkninger: Der er generelt IKKE korrigeret for vægeffekter. I usikkerheden for volumenstrøm i m <sup>3</sup> (n,t)/h er usikkerheden hidrørende fra densiteten af gassen ikke medregnet, da den er oplyst.		
Volumenstrøm	33.423	2.245	m <sup>3</sup> (n,t)/h			
Er målestedet egnet	ja		ja/nej			
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,02		-			
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej			
Maksimal swirl	0		° (grader)			
OBS set i strømningsretningen						
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre			Enhed
Position B	1	2	3			
Øverste måleport, 1	14,48	14,57	14,58			m/s
Mellemste måleport, 2	14,79	14,64	14,74	m/s		
Nederste måleport, 3	14,56	14,53	14,45	m/s		
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau			
<b>Middel hastighed i position B</b>	14,59	m/s	6,72	% af målt værdi		
<b>Position C</b>						
	Resultat	Usikkerhed	Enhed	Bemærkninger: Der er generelt IKKE korrigeret for vægeffekter. I usikkerheden for volumenstrøm i m <sup>3</sup> (n,t)/h er usikkerheden hidrørende fra densiteten af gassen ikke medregnet, da den er oplyst.		
Volumenstrøm	33.300	2.242	m <sup>3</sup> (n,t)/h			
Er målestedet egnet	ja		ja/nej			
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,05		-			
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej			
Maksimal swirl	0		° (grader)			
OBS set i strømningsretningen						
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre			Enhed
Position C	1	2	3			
Øverste måleport, 1	14,37	14,64	14,67			m/s
Mellemste måleport, 2	14,59	14,59	14,67	m/s		
Nederste måleport, 3	14,74	14,62	14,09	m/s		
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau			
<b>Middel hastighed i position C</b>	14,55	m/s	6,73	% af målt værdi		



## Bilag D Resultater - Laboratorium 3

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012					
Laboratorium nr.	Lab 3	Udfyldes af DANAK			
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.					
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
	0,70	1,005	m	0,8704	m <sup>2</sup>
<b>Position A</b>					Bemærkninger: Resultater påvirket af øvrige deltageres åbning af måleporte
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	30.617	3062	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,05		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position A	1	2	3		
Øverste måleport, 1	13,27	13,58	13,41	m/s	
Mellemste måleport, 2	13,18	12,91	13,45	m/s	
Nederste måleport, 3	13,45	13,41	13,54	m/s	
		Resultat	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position A</b>	13,36	m/s	10,00	% af målt værdi	
<b>Position B</b>					Bemærkninger: Resultater påvirket af øvrige deltageres åbning af måleporte
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	31.932	3193	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,05		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position B	1	2	3		
Øverste måleport, 1	13,94	13,77	13,81	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,02	14,28	13,98	m/s	
Nederste måleport, 3	14,36	13,73	13,73	m/s	
		Resultat	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position B</b>	13,96	m/s	10,00	% af målt værdi	
<b>Position C</b>					Bemærkninger: Resultater påvirket af øvrige deltageres åbning af måleporte
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	32.011	3201	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,06		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position C	1	2	3		
Øverste måleport, 1	13,67	13,92	13,84	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,13	14,38	14,30	m/s	
Nederste måleport, 3	14,18	13,54	13,67	m/s	
		Resultat	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position C</b>	13,96	m/s	10,00	% af målt værdi	

## Bilag E Resultater – Laboratorium 4

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012					
Laboratorium nr.	Lab 4	Udfyldes af DANAK			
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.					
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
	0,7	1,004	m	0,7028	m <sup>2</sup>
<b>Position A</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	33970	3397	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	Ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,3		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position A	1	2	3		
Øverste måleport, 1	15,3	15,5	13,4	m/s	
Mellemste måleport, 2	15,2	15,2	13,8	m/s	
Nederste måleport, 3	15,4	15,4	13,5	m/s	
	Resultat	Usikkerhed	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position A</b>	14,7	m/s	10	% af målt værdi	
<b>Position B</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	35880	3588	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,3		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	5		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position B	1	2	3		
Øverste måleport, 1	16,5	16,1	14,6	m/s	
Mellemste måleport, 2	15,9	16	14,4	m/s	
Nederste måleport, 3	16,2	16,1	14,3	m/s	
	Resultat	Usikkerhed	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position B</b>	15,6	m/s	10	% af målt værdi	
<b>Position C</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	35330	3533	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet	ja		ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed	1,5		-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.	nej		ja/nej		
Maksimal swirl	0		° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position C	1	2	3		
Øverste måleport, 1	15,9	16,4	14,5	m/s	
Mellemste måleport, 2	16,7	16,8	14,1	m/s	
Nederste måleport, 3	15,9	13,8	14,5	m/s	
	Resultat	Usikkerhed	Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position C</b>	15,4	m/s	10	% af målt værdi	

Bilag F Resultater – Laboratorium 5

Præstationsprøvnig, flow d. 10/10-2012					
Laboratorium nr.	Lab 5	Udfyldes af DANAK			
OBS Alle usikkerheder angives som 95 % konfidens interval.					
Kanal dimensioner	Højde	Bredde	Enhed	Areal	Enhed
	0,7	1	m	0,7	m <sup>2</sup>
<b>Position A</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	31886	3188,6	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position A	1	2	3		
Øverste måleport, 1	14,03	13,68	13,43	m/s	
Mellemste måleport, 2	13,82	13,99	14,23	m/s	
Nederste måleport, 3	13,86	13,94	14,31	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position A</b>	13,92	m/s	10	% af målt værdi	
<b>Position B</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	32727	3272,7	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position B	1	2	3		
Øverste måleport, 1	14,25	14,06	14,12	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,61	14,43	14,79	m/s	
Nederste måleport, 3	14,2	14,21	14,4	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position B</b>	14,34	m/s	10	% af målt værdi	
<b>Position C</b>					Bemærkninger:
	Resultat	Usikkerhed	Enhed		
Volumenstrøm	33309	3330,9	m <sup>3</sup> (n,t)/h		
Er målestedet egnet			ja/nej		
Forhold mellem største og mindste hastighed			-		
Negativ hastighed/hastighed under det. gr.			ja/nej		
Maksimal swirl			° (grader)		
OBS set i strømningsretningen					
Hastighedsmålinger	Venstre	Mellem	Højre	Enhed	
Position C	1	2	3		
Øverste måleport, 1	14,58	14,13	14,45	m/s	
Mellemste måleport, 2	14,81	14,77	14,81	m/s	
Nederste måleport, 3	14,88	14,61	14,51	m/s	
	Resultat		Usikkerhed på hastighedsbestemmelsen i det aktuelle niveau		
<b>Middel hastighed i position C</b>	14,62	m/s	10	% af målt værdi	