

Draft B
Euromet.M.FF-K3
Euromet Key Comparison for Airspeed Measurements

1. Introduction	2
2. List of participants and time schedule	2
3. Description of the Transfer Standard	4
3.1. Travel standard #1	4
3.2. Travel standard #2	5
4. Measurement procedure	5
5. Measurement results	7
5.1. Determination of the KCRV for the Cp value	7
5.2. Determination of the KCRV uncertainty	7
5.3. Determination of the largest consistent subset	8
6. Analysis of the results	9
6.1. Reproducibility of the pitot tube	9
6.2. Cp values of the pitot tube	9
6.3. Degree of equivalence	13
6.4. Stability of the thermal anemometer	19
7. Conclusion	26
8. References	27
9. Appendix A	28

1. Introduction

Anemo meters are being used in society for all kind of purposes like warranty measurements on ships (determination of the influence of wind speed on the average velocity), human comfort measurements (air conditioning systems), suction of dangerous gases (lead fumes at shooting lanes).

A great desire exists to make an inventory of the quality of the different standards for air speed measurements within Europe. References are being realised by for instance wind tunnels, towing tanks, trains, carrousel and poiseuille pipes.

From the in 1999 finalised intercomparison project 'Euromet-388' (pilot: OFMET SW) the urge came forward to improve the method of investigation and to repeat the intercomparison tests. The transfer meters used at that time showed insufficient stability. Furthermore it became clear that significant differences exist between the definition of the reference velocity at the position of the transfer standard.

As a follow up the Comité International des Poids et Mesures (CIPM) and its Working Group for Fluid Flow have organised a key comparison (K3) to determine the degree of equivalence of the national references for airspeed measurements.

The objective of the Key Comparison was to get insight in the stability, uncertainty and spread of the reference values for air speed measurements in Europe. Two anemometers are used as transfer standards, an amplified pitot tube and a thermal anemometer. Each transfer standard was tested at the flow rates 4.5; 4; 3.5; 3; 2.5; 2; 1.5; 1; 0.75; 0.5; 0.4; 0.3 and 0.2 m/s within the capabilities of each participating laboratory.

2. List of participants and time schedule

The comparison initially started with eight participants. The metrology institutes of Lituania and Spain joined the comparison a few months after the start of the comparison.

Due to an administrative misunderstanding the transport of the box started without an ATA-carnet. For the transportation of the box in and out of Switzerland this problem was overcome. After that the box was transported to PTB (Germany) and then to UME (Turkey). PTB helped UME to get the box into the country and UME performed their measurements. Until that time the schedule was followed quite strictly. However, when the boxed was shipped to Italy the problems started. The Italian customs did not allow the box to enter Italy. All together it took about 10 months to get the box out of the customs. The pilot lab then decided to perform extra tests to confirm the status and stability of the anemometers.

After that the pilot lab had to rearrange the order of testing of the remaining labs. The table below gives the final testing order.

Participating Lab (Country)	Shipping Address	Contact Person	Test period
Nederlands Meetinstituut - Van Swinden Laboratorium The Netherlands, EUROMET	Thijssseweg 11 NL-2629 JA DELFT Netherlands	Gerard Blom gblom@NMi.nl	7-11-2005 to 9-11-2005
CETIAT, Laboratoire Anémométrie,	Domaine Scientifique de la Doua, 54, avenue Niels Bohr, 69100 VILLEURBANNE, FRANCE	Isabelle Care isabelle.care@cetia.t.fr	23-11-2005 to 29-11-2005
Danish Technological Institute	Kongsvang allé 29 DK- 8000 Aarhus C Denmark	John Frederiksen john.frederiksen@teknologisk.dk	14-12-2005
Swiss Federal Office of Metrology and Accreditation	Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern Switzerland	Dr Henri BAUMANN henri.baumann@metas.admin.ch	11-1-2006 to 17-1-2006
Physikalisch-Technische Bundesanstalt	Bundesallee 100 38116 Braunschweig Germany	Bodo Mickan Bodo.Mickan@ptb.de	6-2-2006 to 8-2-2006
Tubitak Ulusal Metrologi Enstitüsü Turkey	TUBITAK-UME Anibal Cad. TUBITAK- GEBZE Yerleskesi PK54- 41470 Gebze-Kocaeli TURKEY	Vahit Cifti vahit.ciftci@ume.tubitak.gov.tr	27-2-2006

Nederlands Meetinstituut - Van Swinden Laboratorium The Netherlands, EUROMET	Thijssseweg 11 NL-2629 JA DELFT Netherlands	Gerard Blom gblom@NMi.nl	21-2-2007
University of Tartu, Testing Centre	Tähe 4 str Tartu 51010 Estonia	Erko Jakobson erkok@physic.ut.ee	30-3-2007
Lithuanian Energy Institute (LEI)	3 Breslaujos str. 44403 Kaunas Lithuania	Mr. Antanas Pedisius testlab@mail.lei.lt	19-4-2007
I.N.T.A.	C/del Alfar, 2 28760 Tres Cantos Madrid Spain	Mr. José R. Sánchez sanchezq@inta.es	03-05-2007 to 09-05-2007
MGC-CNR, Fluid Dynamics Group Italy	c/o DIASP, Politecnico di Torino C.so Duca degli Abruzzi,24 110129 TORINO (Italy)	PierGiorgio Spazzini piergioorgio.spazzini@polito.it	1-6-2007
Nederlands Meetinstituut - Van Swinden Laboratorium The Netherlands, EUROMET	Thijssseweg 11 NL-2629 JA DELFT Netherlands	Gerard Blom gblom@NMi.nl	11-7-2007

3. Description of the Transfer Standard

3.1. Travel standard #1

Travelling standard #1 is a pitot tube with an amplifier, a development of NMi-VSL. (see *Figure 3-1*) The pitot tube will hardly induce any blockage effect. The amplifier will induce a larger pressure difference between the static and dynamic pressure. The pitot tube is accompanied by two micromanometers and a comparator to add the two (dynamically out of phase) signals of the micromanometers. In this way the reading of the pressure difference will be higher with a factor 2, which will make the readings at lower velocities easier. Further there are two chargers to charge the battery of the micromanometers or to connect the micromanometers directly to the power supply.



Figure 3-1: the amplified pitot tube

Pitot tube:

Manufacturer: Acin / NMi-VSL

Micromanometers:

Manufacturer: Furness Controls Limited

Type: FCO12 - micromanometer

Serial number: FC 0109191 and FC 0109192

Size 220 x 250 x 100 mm

Weight: 2.9 kg

Range: 0 – 1.999 Pa and 0 – 19.99 Pa

Comparator (UniversalSpannungsmeßgerät):

Manufacturer: Karl Tesar Elektronik

Type: DP953-ADD

Serial number: A-0898.3901

Power supply:

Manufacturer: Furness Controls Limited

Type: MO520

3.2. Travel standard #2

The second travel standard is a thermal anemometer. The principle is well known and needs no further explanation.

Thermal anemometer:

Manufacturer: testo

Type: testo 425

Serial number: 01115927

Range: 0 – 20 m/s

4. Measurement procedure

Each participating lab should calibrate the two transfer standards and evaluate the uncertainty of the calibration results based on its own quality system.

The instruments have to be in the laboratory at least 12 hours before starting measurements. The micromanometers and the comparator must be switched on for at least an hour before starting measurements but preferably longer before. If possible keep them switched on overnight.

The velocities to be measured are:

4.5; 4; 3.5; 3; 2.5; 2; 1.5; 1; 0.75; 0.5; 0.4; 0.3; 0.2 m/s

Every flow rate will be repeated 8 times and at least 30 samples of the pressure difference will be taken during each measurement. The minimum measuring time is 60 s. The ambient temperature should be between 19 and 21 degrees Celsius. If necessary change to the 100% scale, which will probably be at 2 m/s.

The result of a measurement is the C_p value of the pitot tube according to the formula:

$$v = C_p \sqrt{\frac{2dp}{\rho}} \quad (1)$$

in which C_p is the correction factor for non ideal circumstances.

The thermal anemometer is used as check of all the data collected with the pitot tube. The measuring time with the thermal anemometer is 40s and the number of repetitions 6.

(1) Pitot tube:

- Put the pitot tube into place.
- Connect the pitot tube to the micromanometers using the twin flexible tube. Be sure to leave the tubes together. The flexible tubes are a combination of a tube with a smooth surface on the outside and a tube with a profile on the surface on the outside. The smooth tube ('- tube') is used to connect the low pressure point of the pitot tube to the micromanometers. The profiled tube ('+tube') is used to connect the high pressure point of the pitot tube to the micromanometers.
- Fixe the tubes in space in order to avoid movement of the tubes due to air movement.
- Connect the '+tube' to the high pressure inlet of the micromanometers.
- If possible leave the tubes at the same level as the pitot tube in order to avoid the influence of gravity and height difference. The twin flexible tubes may never be separated from each other since temperature influences can become significant if they are separated.

- When the micromanometers are placed on a moving object during measurements it is necessary to position the micromanometers in opposite directions. (see figure 5-1)

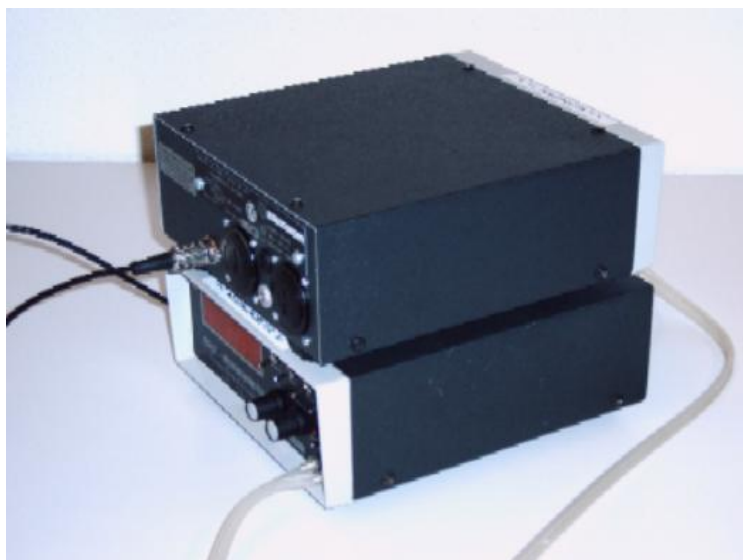


figure 5-1: micromanometers in opposite direction

- During set up of the system the 'Read/= ' switch should be in the '=' position. This will avoid an off set of the micromanometers. In the '=' position the two chambers of the micromanometers are connected in order to balance the pressure in both chambers. When the system is set and the measurements can start the 'Read/= ' switch must be switched to the 'read' position.
- Connect the micromanometers to the comparator by means of the 3 Pin "Din" socket at the rear of the micromanometers.
- Before starting the measurements both the FC-012 micromanometers have to be reset at zero manually. At the end of every measurement the zero off set has to be noted. This can be done by putting the 'read' switch on '='. **The auto zero function is not to be used during measurements since this will reset the zero every 40- 45 s. The 'auto/manual' switch should be left on 'manual' all times.**
- The comparator has to be set at zero after the micromanometers have been set at zero in the following way:
 - a. Press 'Mode'
 - b. 'gEbEr' will be displayed
 - c. Press 'Mode'
 - d. 'tArA' will be displayed
 - e. Press 'Mode'
 - f. 'tArA' will be displayed, but shifted one position to the right
 - g. Press 'Mode' and the actual value will be memorized and distracted from all values.
 - h. Display will show a value close to zero
- Every flow rate will be repeated 8 times and at least 30 samples of the pressure difference will be taken during each measurement. The minimum measuring time is 60 s. The ambient temperature should be between 19 and 21 degrees Celsius.
- When necessary change to the 100% scale which will probably be at 2 m/s.

The reading of the micromanometers is in Pa. The output however is in Volts. The output signals of the two micromanometers are added by the comparator. The reading of the comparator is in Volts. The signal/noise ratio will be better.

The factors necessary to calculate the pressure difference from the reading of the comparator are 0,2 for the 10% scale of the micromanometers and 2 for the 100% scale.

(2) thermal anemometer

Since the thermal anemometer is used as check of all the data collected with the pitot tube the measuring time with the thermal anemometer can be reduced to 40 s and the number of repetitions can be reduced to 6. The manual of the thermal anemometer is in the document binder C-1. One can read the instructions to sample during a period of time and read the mean velocity during this period. Be aware that one has to enter the barometric pressure in the thermal anemometer in order to obtain the right reading of the velocity.

5. Measurement results

Each laboratory has filled in the form with the results.

One laboratory extended the number of tests to 0,1 m/s. This result has been excluded from the overview.

One laboratory started the measurements for the pitot tube at 2 m/s and one at 0,5 m/s due to the limitations of the installation.

The thermal anemometer has been calibrated on all flow rates by all laboratories.

The method proposed by Cox²) was used to analyse the data provided by the participating laboratories. Also the method of Cox³) to determine the largest consistent subset (LCS) was used to identify inconsistent results and to determine a new KCRV based upon the remaining results.

5.1. Determination of the KCRV for the Cp value

Since the results of each laboratory are in fact a collection of results the KCRV has been determined for each flow rate separately. For this purpose each set of data corresponding to the nominal airspeed has been taken and the weighted average for this nominal airspeed was calculated.

The calculated mean for every measurement point was calculated with the following formula:

$$KCRV = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{\sum_{i=1}^N u^2(x_i)} \quad (2)$$

For the calculation of the KCRV only the first results of NMI-VSL have been used. Further, all results are considered to be realized independently of the other laboratories.

5.2. Determination of the KCRV uncertainty

The standard deviation associated with the KCRV is determined with the following formula:

$$u_{KCRV} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{1}{u^2(x_i)}}} \quad (3)$$

5.3. Determination of the largest consistent subset

According to Cox³⁾ data can be analysed and the KCRV can be determined. To evaluate whether the data are consistent the chi-square test has been performed to demonstrate consistency of the data.

$$\chi_{obs}^2 = \frac{(x_1 - y)^2}{u^2(x_1)} + \dots + \frac{(x_n - y)^2}{u^2(x_n)} \quad (4)$$

The consistency check passes when : $\Pr\{\chi^2(\nu) > \chi_{obs}^2\} < 0,05$

With $\nu = N - 1$ and N is the number of participating labs for the chi-square test.

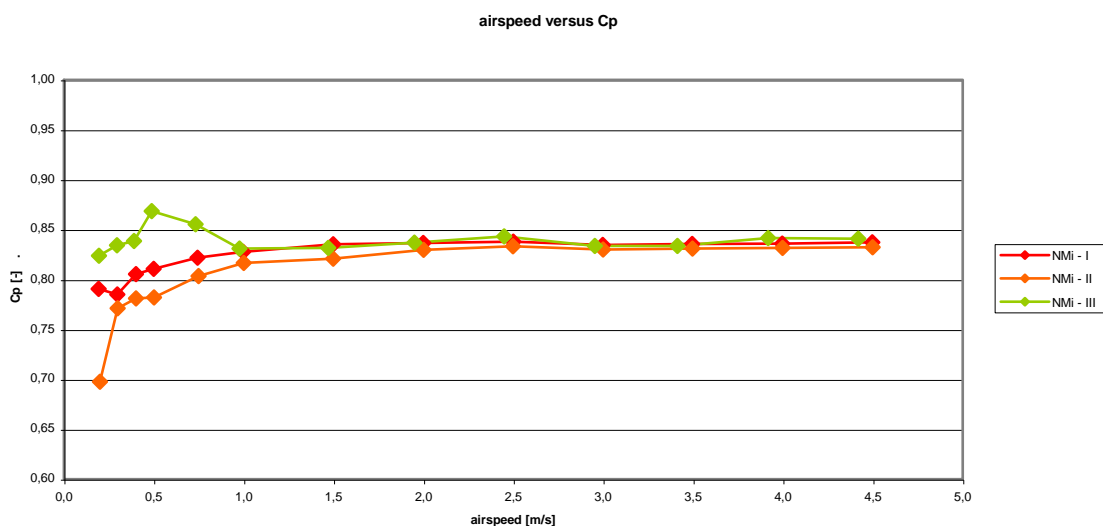
It occurred that some of the data did not pass the chi-square test. After eliminating the data that were the most extreme a new KCRV has been determined and the chi-square test run on them again. This was done until a consistent subset was formed. One has to keep in mind that every test point is considered as a separate set of data. So for every test point this procedure is followed in order to obtain a consistent subset for every test point.

6. Analysis of the results

After the final return of the package to Holland we found that the results of the calibration of the thermal anemometer were not the same as at the start of the tests. It was supposed that the batteries were low. However, after replacing the batteries the results were still very much different from the previous results and the conclusion was drawn that the performance of the thermal anemometer was not good anymore. From the data it was clear that only INRIM and NMI-VSL (the last tests) were not in accordance with the results that could reasonably be expected. These tests were left out.

6.1. Reproducibility of the pitot tube

Graph 1 shows the results of the calculation of the C_p value for the different velocities from the three tests performed by NMI-VSL. The conclusion is that the pitot tube in combination with the installation of NMI-VSL reproduces within 0,6% for the higher flow rates. The results below 2 m/s are well within the claimed uncertainty. This gives confidence that the pitot tube is a stable instrument and consequently the key comparison is valid.

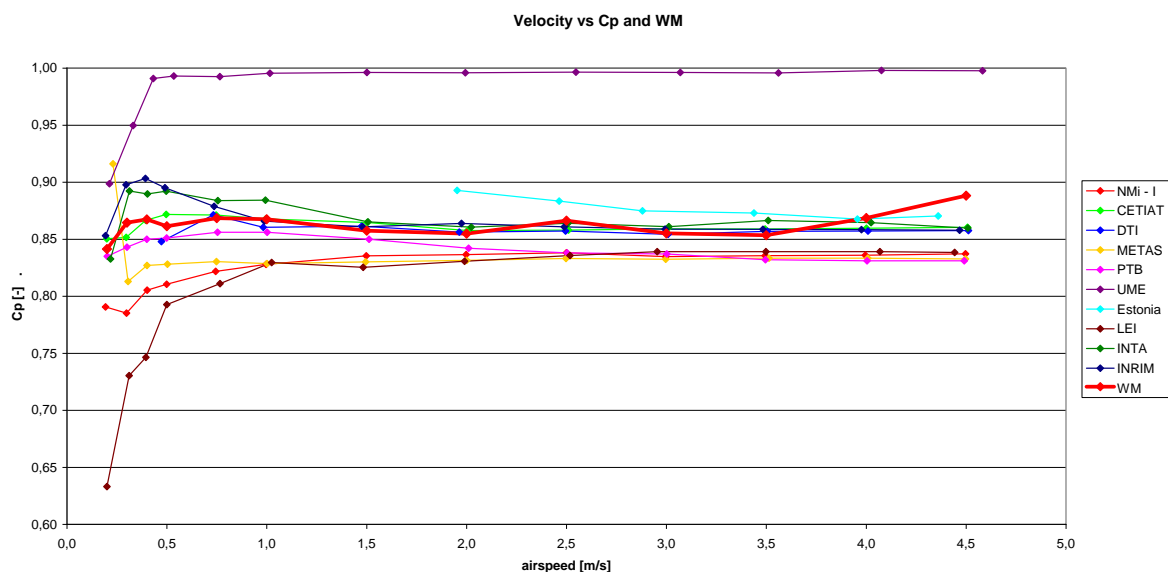


Graph 1: reproducibility of the pitot tube

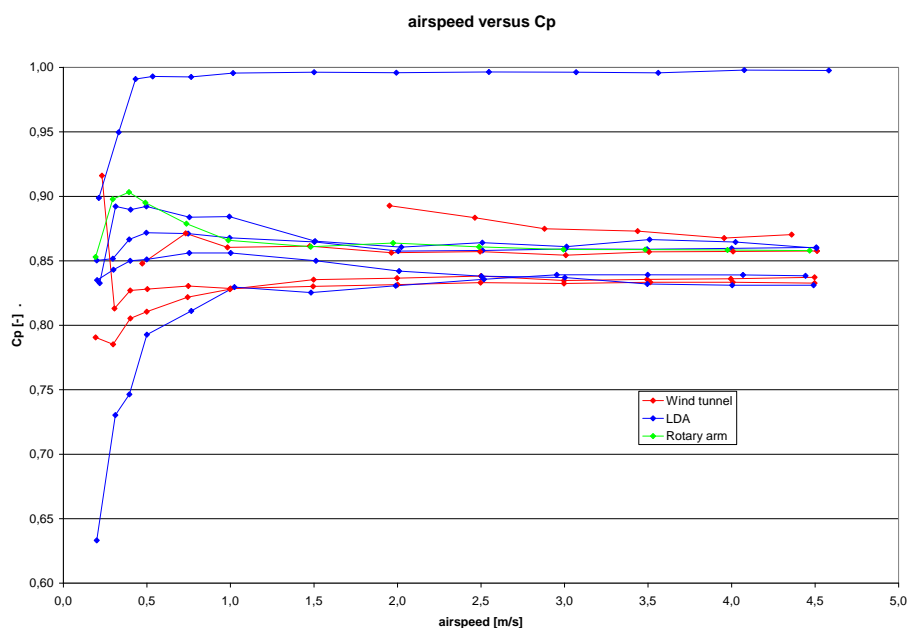
Due to a miscommunication after the return of the box from the customs only the pitot tube was tested again before sending the box to the remaining laboratories. The consequence is that it is not possible to present a similar graph for the thermal anemometer. Another reason is that the thermal anemometer was not functioning properly after it returned to the pilot lab.

6.2. C_p values of the pitot tube

All data have been plotted in graph 2. No filtering or chi-square test has been performed.



Graph 2: All data including the Weighted Mean (WM)



Graph 3: The different type of installations

When looking at graph two one can see more or less two groups with approximately the same results. It is easy to interpret this as a consequence of the installation used. However, graph three shows that there is no relation between the type of installation and the results of the tests.

The chi-square test is now performed to determine whether the results are consistent. Table 1 shows the result of this test.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA	INRIM		sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	0,06	0,05		0,35	0,12	3,72		23,18	0,03	0,011		27,53	9	15,50	no
0,3	0,36	0,21		0,87	2,54	15,02		16,87	0,45	0,198		36,51	9	15,50	no
0,4	0,37	0,00		0,90	1,62	18,68		16,54	0,19	0,405		38,71	9	15,50	no
0,5	0,39	0,30	0,01	0,96	0,65	9,06		6,84	1,18	0,555		19,93	10	16,90	no
0,75	0,71	0,03	0,00	2,63	0,94	19,66		7,68	0,56	0,114		32,32	10	16,90	no
1	0,91	0,00	0,01	4,74	0,80	26,82		5,38	0,90	0,005		39,55	10	16,90	no
1,5	6,78	0,35	0,00	2,34	0,39	56,72		8,04	0,31	0,038		74,98	10	16,90	no
2	4,63	0,03	0,00	1,59	1,37	51,93	0,22	4,89	0,21	0,406		65,27	11	18,30	no
2,5	11,05	0,57	0,07	3,28	9,41	112,56	0,12	8,54	0,02	0,210		145,82	11	18,30	no
3	5,74	0,16	0,00	1,52	4,65	63,08	0,29	2,37	0,16	0,120		78,09	11	18,30	no
3,5	4,37	0,30	0,01	1,23	10,38	71,37	0,55	2,00	0,78	0,278		91,27	11	18,30	no
4	14,88	0,80	0,14	3,76	31,92	178,13	0,00	8,93	0,08	1,202		239,84	11	18,30	no
4,5	36,58	7,70	1,32	9,55	73,91	279,28	1,10	24,65	3,95	11,919		449,96	11	18,30	no

Table 1: results of the Chi squared test

As can be seen the results do not pass the test. For every measurement point the result with the highest chi-square value is eliminated. A new KCRV is determined and the chi-square test performed again. The results are shown in table 2.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA	INRIM		sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	0,09	0,00		0,25	0,97	2,36			0,17	0,000		3,84	8	14,10	yes
0,3	0,44	0,60		1,20	5,06	12,05			0,21	0,106		19,67	8	14,10	no
0,4	0,16	0,84		0,21	0,07			11,31	0,70	1,014		14,31	8	14,10	no
0,5	0,29	0,85	0,00	0,59	0,06			5,50	1,79	0,814		9,89	9	15,50	yes
0,75	0,39	0,83	0,02	1,24	0,00			4,83	1,76	0,524		9,60	9	15,50	yes
1	0,44	0,77	0,00	2,27	0,00			2,51	2,64	0,191		8,84	9	15,50	yes
1,5	1,43	2,53	0,07	0,74	0,14			3,18	1,97	0,797		10,86	9	15,50	yes
2	0,89	0,75	0,07	0,50	0,05		0,35	1,62	1,60	1,874		7,70	10	16,90	yes
2,5	0,83	1,23	0,11	0,48	0,72		0,55	0,95	1,51	1,542		7,91	10	16,90	yes
3	1,62	1,85	0,05	0,51	1,03		0,64	0,38	1,10	1,516		8,70	10	16,90	yes
3,5	1,04	2,15	0,14	0,36	3,39		1,20	0,26	2,28	2,110		12,91	10	16,90	yes
4	1,01	2,29	0,18	0,37	4,10		1,33	0,30	1,91	2,250		13,75	10	16,90	yes
4,5	0,87	2,37	0,22	0,47	4,44		2,22	0,44	1,07	2,136		14,24	10	16,90	yes

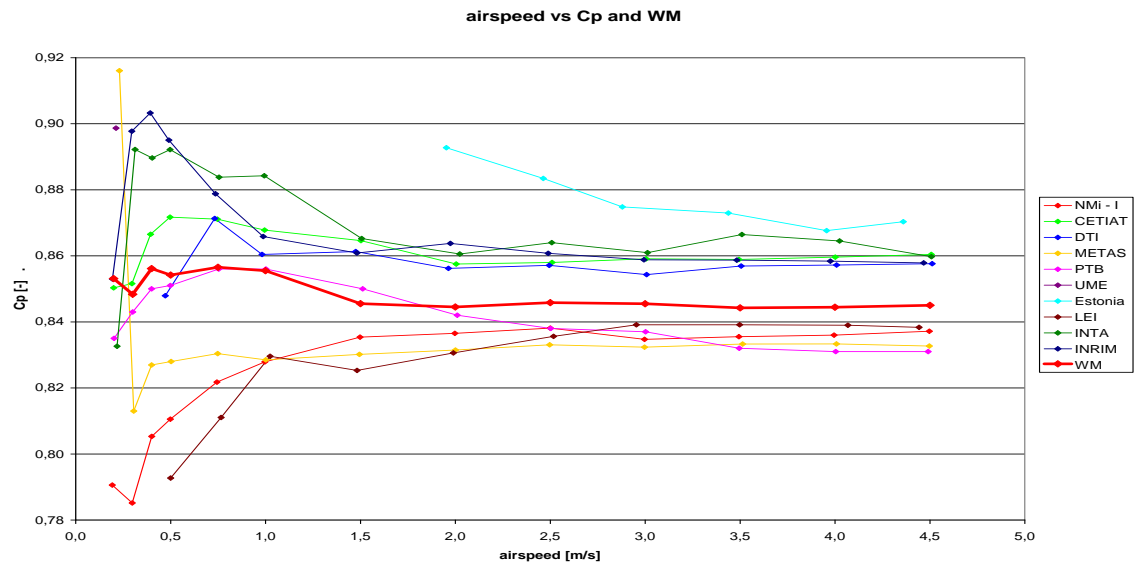
Table 2: The Chi squared test after elimination of the results with the highest Chi-square value

Still two results do not comply with the test. So a second round is performed resulting in the next table 3.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA	INRIM		sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	0,09	0,00		0,25	0,97	2,36			0,17	0,000		3,84	8	14,10	yes
0,3	0,23	0,01		0,41	0,16				1,13	0,437		2,37	7	12,60	yes
0,4	0,25	0,22		0,47	0,20				0,42	0,696		2,26	7	12,60	yes
0,5	0,29	0,85	0,00	0,59	0,06			5,50	1,79	0,814		9,89	9	15,50	yes
0,75	0,39	0,83	0,02	1,24	0,00			4,83	1,76	0,524		9,60	9	15,50	yes
1	0,44	0,77	0,00	2,27	0,00			2,51	2,64	0,191		8,84	9	15,50	yes
1,5	1,43	2,53	0,07	0,74	0,14			3,18	1,97	0,797		10,86	9	15,50	yes
2	0,89	0,75	0,07	0,50	0,05		0,35	1,62	1,60	1,874		7,70	10	16,90	yes
2,5	0,83	1,23	0,11	0,48	0,72		0,55	0,95	1,51	1,542		7,91	10	16,90	yes
3	1,62	1,85	0,05	0,51	1,03		0,64	0,38	1,10	1,516		8,70	10	16,90	yes
3,5	1,04	2,15	0,14	0,36	3,39		1,20	0,26	2,28	2,110		12,91	10	16,90	yes
4	1,01	2,29	0,18	0,37	4,10		1,33	0,30	1,91	2,250		13,75	10	16,90	yes
4,5	0,87	2,37	0,22	0,47	4,44		2,22	0,44	1,07	2,136		14,24	10	16,90	yes

Table 3: All results that pass the Chi-square test

For each nominal value of the velocity a KCRV has been calculated. The result is plotted in graph four below.



Graph 4: WM of the remaining consistent sub sets

6.3. Degree of equivalence

To establish the degree of equivalence between each laboratory and the KCRVs the following formulas are used:

$$d_i = x_i - x_{KCRV} \quad (5)$$

and

$$U(d_i) = 2 * u(d_i) \quad (6)$$

With

$$u^2(d_i) = u^2(x_i) - u^2(x_{KCRV}) \quad (7)$$

The degrees of equivalence are indicated in table 4. The red colour indicates that $U(d_i) < 0,8*|d_i|$, the orange colour indicates that the value of $0,8*|d_i| < U(d_i) < |d_i|$

	0,2 m/s		0,3 m/s		0,4 m/s		0,5 m/s		0,75 m/s		1 m/s		1,5 m/s	
	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$
NMi - I	-0,06	0,21	-0,06	0,13	-0,05	0,10	-0,04	0,08	-0,03	0,05	-0,03	0,04	-0,01	0,01
CETIAT	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
DTI							-0,01	0,18	0,01	0,12	0,00	0,09	0,02	0,06
METAS	0,06	0,12	-0,04	0,05	-0,03	0,04	-0,03	0,03	-0,03	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,02
PTB	-0,02	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
UME	0,05	0,03												
TCUT														
LEI							-0,06	0,02	-0,05	0,02	-0,03	0,01	-0,02	0,01
INTA	-0,02	0,05	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01
INRIM	0,00	0,11	0,05	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02

	2 m/s		2,5 m/s		3 m/s		3,5 m/s		4 m/s		4,5 m/s	
	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$	d_i	$U(d_i)$
NMi - I	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01
CETIAT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
DTI	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
METAS	-0,01	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,02	-0,01	0,02
PTB	0,00	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01
UME												
TCUT	0,05	0,08	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
LEI	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01
INTA	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
INRIM	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Table 4: Degrees of equivalence between the labs and the KCRV

For the degrees of equivalence between laboratories the formulas are:

$$d_{ij} = x_i - x_j \quad (8)$$

and

$$U(d_{ij}) = 2 * u(d_{ij}) \quad (9)$$

With

$$u^2(d_{ij}) = u^2(x_i) + u^2(x_j) \quad (10)$$

The following tables show the degrees of equivalence between laboratories for each velocity. The red color indicates that $U_{ij} < d_{ij}$.

velocity = 0,2 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,06	0,22			-0,13	0,25	-0,04	0,21	-0,11	0,21					-0,04	0,22	-0,06	0,24
CETIAT	0,06	0,22					-0,07	0,13	0,02	0,04	-0,05	0,05					0,02	0,06	0,00	0,12
DTI																				
METAS	0,13	0,25	0,07	0,13					0,08	0,13	0,02	0,13					0,08	0,14	0,06	0,17
PTB	0,04	0,21	-0,02	0,04			-0,08	0,13			-0,06	0,03					0,00	0,05	-0,02	0,11
UME	0,11	0,21	0,05	0,05			-0,02	0,13	0,06	0,03							0,07	0,06	0,05	0,12
TCUT																				
LEI																				
INTA	0,04	0,22	-0,02	0,06			-0,08	0,14	0,00	0,05	-0,07	0,06							-0,02	0,12
INRIM	0,06	0,24	0,00	0,12			-0,06	0,17	0,02	0,11	-0,05	0,12					0,02	0,12		

Table 5: DoE 0,2 m/s

velocity = 0,3 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,07	0,14			-0,03	0,14	-0,06	0,13							-0,11	0,14	-0,11	0,15
CETIAT	0,07	0,14					0,04	0,06	0,01	0,03							-0,04	0,05	-0,05	0,08
DTI																				
METAS	0,03	0,14	-0,04	0,06					-0,03	0,06							-0,08	0,07	-0,08	0,09
PTB	0,06	0,13	-0,01	0,03			0,03	0,06									-0,05	0,04	-0,05	0,08
UME																				
TCUT																				
LEI																				
INTA	0,11	0,14	0,04	0,05			0,08	0,07	0,05	0,04									-0,01	0,09
INRIM	0,11	0,15	0,05	0,08			0,08	0,09	0,05	0,08							0,01	0,09		

Table 6: DoE 0,3 m/s

velocity = 0,4 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,06	0,10			-0,02	0,11	-0,04	0,10							-0,08	0,11	-0,10	0,12
CETIAT	0,06	0,10					0,04	0,05	0,02	0,03							-0,02	0,06	-0,04	0,06
DTI																				
METAS	0,02	0,11	-0,04	0,05					-0,02	0,04							-0,06	0,07	-0,08	0,07
PTB	0,04	0,10	-0,02	0,03			0,02	0,04									-0,04	0,05	-0,05	0,06
UME																				
TCUT																				
LEI																				
INTA	0,08	0,11	0,02	0,06			0,06	0,07	0,04	0,05									-0,01	0,08
INRIM	0,10	0,12	0,04	0,06			0,08	0,07	0,05	0,06							0,01	0,08		

Table 7: DoE 0,4 m/s

velocity = 0,5 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,06	0,08	-0,04	0,20	-0,02	0,09	-0,04	0,08					0,01	0,09	-0,08	0,09	-0,08	0,09
CETIAT	0,06	0,08			0,02	0,18	0,04	0,04	0,02	0,02					0,03	0,03	-0,02	0,03	-0,02	0,05
DTI	0,04	0,20	-0,02	0,18			0,02	0,18	0,00	0,18					0,03	0,18	-0,04	0,18	-0,05	0,19
METAS	0,02	0,09	-0,04	0,04	-0,02	0,18			-0,02	0,04					0,00	0,04	-0,06	0,04	-0,07	0,06
PTB	0,04	0,08	-0,02	0,02	0,00	0,18	0,02	0,04							0,01	0,03	-0,04	0,03	-0,04	0,05
UME																				
TCUT																				
LEI	-0,02	0,09	-0,08	0,03	-0,06	0,18	-0,04	0,04	-0,06	0,03							-0,10	0,04	-0,10	0,05
INTA	0,08	0,09	0,02	0,03	0,04	0,18	0,06	0,04	0,04	0,03					0,03	0,04			0,00	0,05
INRIM	0,08	0,09	0,02	0,05	0,05	0,19	0,07	0,06	0,04	0,05					0,03	0,05	0,00	0,05		

Table 8: DoE 0,5 m/s

velocity = 0,75 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,05	0,06	-0,05	0,13	-0,01	0,06	-0,03	0,06					0,01	0,06	-0,06	0,06	-0,06	0,06
CETIAT	0,05	0,06			0,00	0,12	0,04	0,03	0,02	0,02					0,03	0,03	-0,01	0,03	-0,01	0,03
DTI	0,05	0,13	0,00	0,12			0,04	0,12	0,02	0,12					0,03	0,12	-0,01	0,12	-0,01	0,12
METAS	0,01	0,06	-0,04	0,03	-0,04	0,12			-0,03	0,03					0,00	0,03	-0,05	0,03	-0,05	0,04
PTB	0,03	0,06	-0,02	0,02	-0,02	0,12	0,03	0,03							0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,03
UME																				
TCUT																				
LEI	-0,01	0,06	-0,06	0,03	-0,06	0,12	-0,02	0,03	-0,04	0,02							-0,07	0,03	-0,07	0,04
INTA	0,06	0,06	0,01	0,03	0,01	0,12	0,05	0,03	0,03	0,02					0,03	0,03			0,01	0,04
INRIM	0,06	0,06	0,01	0,03	0,01	0,12	0,05	0,04	0,02	0,03					0,03	0,04	-0,01	0,04		

Table 9: DoE 0,75 m/s

velocity = 1 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,04	0,04	-0,03	0,10	0,00	0,05	-0,03	0,04					0,01	0,04	-0,06	0,05	-0,04	0,05
CETIAT	0,04	0,04			0,01	0,09	0,04	0,02	0,01	0,02					0,03	0,02	-0,02	0,02	0,00	0,03
DTI	0,03	0,10	-0,01	0,09			0,03	0,09	0,00	0,09					0,03	0,09	-0,02	0,09	-0,01	0,09
METAS	0,00	0,05	-0,04	0,02	-0,03	0,09			-0,03	0,02					0,00	0,02	-0,06	0,03	-0,04	0,03
PTB	0,03	0,04	-0,01	0,02	0,00	0,09	0,03	0,02							0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,01	0,03
UME																				
TCUT																				
LEI	0,00	0,04	-0,04	0,02	-0,03	0,09	0,00	0,02	-0,03	0,02							-0,05	0,02	-0,04	0,03
INTA	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,09	0,06	0,03	0,03	0,02					0,03	0,02			0,02	0,03
INRIM	0,04	0,05	0,00	0,03	0,01	0,09	0,04	0,03	0,01	0,03					0,03	0,03	-0,02	0,03		

Table 10: DoE 1 m/s

velocity = 1,5 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,03	0,01	-0,03	0,06	0,01	0,02	-0,01	0,01					0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,03	0,02
CETIAT	0,03	0,01			0,00	0,06	0,03	0,02	0,01	0,02					0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02
DTI	0,03	0,06	0,00	0,06			0,03	0,06	0,01	0,06					0,03	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06
METAS	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,06			-0,02	0,02					0,00	0,02	-0,04	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,01	0,01	-0,01	0,02	-0,01	0,06	0,02	0,02							0,01	0,02	-0,02	0,02	-0,01	0,02
UME																				
TCUT																				
LEI	-0,01	0,01	-0,04	0,02	-0,04	0,06	0,00	0,02	-0,02	0,02							-0,04	0,02	-0,04	0,02
INTA	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02					0,03	0,02			0,00	0,02
INRIM	0,03	0,02	0,00	0,02	0,00	0,06	0,03	0,02	0,01	0,02					0,03	0,02	0,00	0,02		

Table 11: DoE 1,5 m/s

velocity = 2 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,02	0,02	-0,02	0,04	0,01	0,02	-0,01	0,01			-0,06	0,08	0,01	0,01	-0,02	0,02	-0,03	0,02
CETIAT	0,02	0,02			0,00	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02			-0,04	0,08	0,03	0,02	0,00	0,02	-0,01	0,02
DTI	0,02	0,04	0,00	0,05			0,02	0,05	0,01	0,04			-0,04	0,09	0,03	0,04	0,00	0,05	-0,01	0,05
METAS	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,05			-0,01	0,02			-0,06	0,08	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,01	0,01	-0,02	0,02	-0,01	0,04	0,01	0,02					-0,05	0,08	0,01	0,02	-0,02	0,02	-0,02	0,02
UME																				
TCUT	0,06	0,08	0,04	0,08	0,04	0,09	0,06	0,08	0,05	0,08					0,06	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08
LEI	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,03	0,04	0,00	0,02	-0,01	0,02			-0,06	0,08			-0,03	0,02	-0,03	0,02
INTA	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02			-0,03	0,08	0,03	0,02			0,00	0,02
INRIM	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02			-0,03	0,08	0,03	0,02	0,00	0,02		

Table 12: DoE 2 m/s

velocity = 2,5 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01			-0,05	0,05	0,00	0,01	-0,03	0,02	-0,02	0,01
CETIAT	0,02	0,01			0,00	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01			-0,03	0,05	0,02	0,02	-0,01	0,02	0,00	0,02
DTI	0,02	0,04	0,00	0,04			0,02	0,04	0,02	0,04			-0,03	0,06	0,02	0,04	-0,01	0,04	0,00	0,04
METAS	-0,01	0,02	-0,02	0,02	-0,02	0,04			0,00	0,02			-0,05	0,05	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,00	0,02					-0,05	0,05	0,00	0,01	-0,03	0,02	-0,02	0,02
UME																				
TCUT	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05					0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05
LEI	0,00	0,01	-0,02	0,02	-0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01			-0,05	0,05			-0,03	0,02	-0,03	0,02
INTA	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02			-0,02	0,05	0,03	0,02			0,00	0,02
INRIM	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02			-0,02	0,05	0,03	0,02	0,00	0,02		

Table 13: DoE 2,5 m/s

velocity = 3 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01			-0,04	0,04	0,00	0,01	-0,03	0,02	-0,02	0,01
CETIAT	0,02	0,01			0,00	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01			-0,02	0,04	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
DTI	0,02	0,04	0,00	0,04			0,02	0,04	0,02	0,04			-0,02	0,05	0,02	0,04	-0,01	0,04	0,00	0,04
METAS	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,04			0,00	0,02			-0,04	0,04	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,00	0,02					-0,04	0,04	0,00	0,01	-0,02	0,02	-0,02	0,01
UME																				
TCUT	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04					0,04	0,04	0,01	0,04	0,02	0,04
LEI	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01			-0,04	0,04			-0,02	0,02	-0,02	0,01
INTA	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02			-0,01	0,04	0,02	0,02			0,00	0,02
INRIM	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01			-0,02	0,04	0,02	0,01	0,00	0,02		

Table 14: DoE 3 m/s

velocity = 3,5 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01			-0,04	0,03	0,00	0,01	-0,03	0,02	-0,02	0,01
CETIAT	0,02	0,01			0,00	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,03	0,02	0,01	-0,01	0,02	0,00	0,01
DTI	0,02	0,04	0,00	0,04			0,02	0,04	0,02	0,03			-0,02	0,04	0,02	0,04	-0,01	0,04	0,00	0,04
METAS	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,04			0,00	0,02			-0,04	0,03	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,00	0,01	-0,03	0,01	-0,02	0,03	0,00	0,02					-0,04	0,03	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,03	0,01
UME																				
TCUT	0,04	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03					0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
LEI	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01			-0,03	0,03			-0,03	0,02	-0,02	0,01
INTA	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02			-0,01	0,03	0,03	0,02			0,01	0,02
INRIM	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,03	0,02	0,01	-0,01	0,02		

Table 15: DoE 3,5 m/s

velocity = 4 m/s																				
	NMI - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMI - I			-0,02	0,01	-0,02	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01			-0,03	0,02	0,00	0,01	-0,03	0,02	-0,02	0,01
CETIAT	0,02	0,01			0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
DTI	0,02	0,03	0,00	0,03			0,02	0,04	0,03	0,03			-0,01	0,04	0,02	0,03	-0,01	0,03	0,00	0,03
METAS	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,04			0,00	0,02			-0,03	0,03	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	0,00	0,01	-0,03	0,01	-0,03	0,03	0,00	0,02					-0,04	0,02	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,03	0,01
UME																				
TCUT	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02					0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02
LEI	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01			-0,03	0,02			-0,03	0,02	-0,02	0,01
INTA	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02			0,00	0,02	0,03	0,02			0,01	0,02
INRIM	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,02		

Table 16: DoE 4 m/s

velocity = 4,5 m/s																				
	NMi - I		CETIAT		DTI		METAS		PTB		UME		TCUT		LEI		INTA		INRIM	
	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij	dij	Uij
NMi - I			-0,02	0,01	-0,02	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01			-0,03	0,02	0,00	0,01	-0,02	0,02	-0,02	0,01
CETIAT	0,02	0,01			0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
DTI	0,02	0,03	0,00	0,03			0,02	0,03	0,03	0,03			-0,01	0,03	0,02	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03
METAS	0,00	0,02	-0,03	0,02	-0,02	0,03			0,00	0,02			-0,04	0,02	-0,01	0,02	-0,03	0,02	-0,03	0,02
PTB	-0,01	0,01	-0,03	0,01	-0,03	0,03	0,00	0,02					-0,04	0,02	-0,01	0,01	-0,03	0,02	-0,03	0,01
UME																				
TCUT	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02					0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
LEI	0,00	0,01	-0,02	0,01	-0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01			-0,03	0,02			-0,02	0,02	-0,02	0,01
INTA	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02			-0,01	0,02	0,02	0,02			0,00	0,02
INRIM	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01			-0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02		

Table 17: DoE 4,5 m/s

Another way of evaluating the measurement results is calculating the E_n -value. To do this the following equation is used:

$$E_n = |d_i| / \left(U_i^2 + (2 * u_{ts})^2 \right)^{1/2} \quad (11)$$

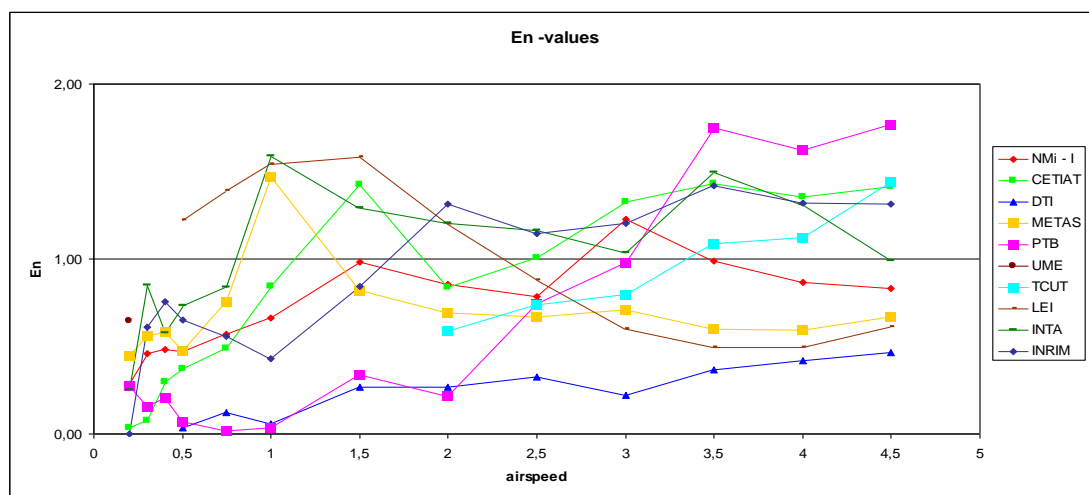
This is a normalisation of d_i with the uncertainties involved, which are the uncertainty of the lab, the uncertainty of the KCRV and the uncertainty of the transfer standard (u_{ts}). The latter is represented by the standard deviation of the measurement results of the pilot lab (NMi-VSL). (see graph 1). This is a conservative approach that is advantageous for the participating laboratories.

The outcome of this calculation is presented in the next table. The red color indicates an E_n -value larger than 1.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	TCUT	LEI	INTA	INRIM
0,2	0,28	0,04		0,45	0,27	0,65			0,25	0,00
0,3	0,46	0,08		0,56	0,16				0,85	0,61
0,4	0,48	0,30		0,58	0,20				0,58	0,75
0,5	0,47	0,37	0,03	0,48	0,07			1,22	0,74	0,65
0,75	0,57	0,49	0,12	0,76	0,02			1,39	0,84	0,56
1	0,66	0,85	0,06	1,47	0,04			1,54	1,59	0,43
1,5	0,98	1,43	0,27	0,82	0,34			1,58	1,29	0,84
2	0,85	0,84	0,27	0,69	0,22		0,59	1,20	1,20	1,32
2,5	0,78	1,01	0,33	0,67	0,74		0,74	0,88	1,16	1,15
3	1,22	1,32	0,22	0,71	0,98		0,80	0,60	1,04	1,20
3,5	0,99	1,43	0,37	0,60	1,75		1,09	0,50	1,49	1,42
4	0,86	1,36	0,42	0,59	1,62		1,12	0,49	1,31	1,32
4,5	0,83	1,41	0,47	0,67	1,77		1,44	0,61	0,99	1,31

Table 18: E_n -values: $E_n = |d_i| / \left(U_i^2 + (2 * u_{ts})^2 \right)^{1/2}$

The E_n -values are also graphically represented in graph 5.



Graph 5: Graphical representation of the En-values

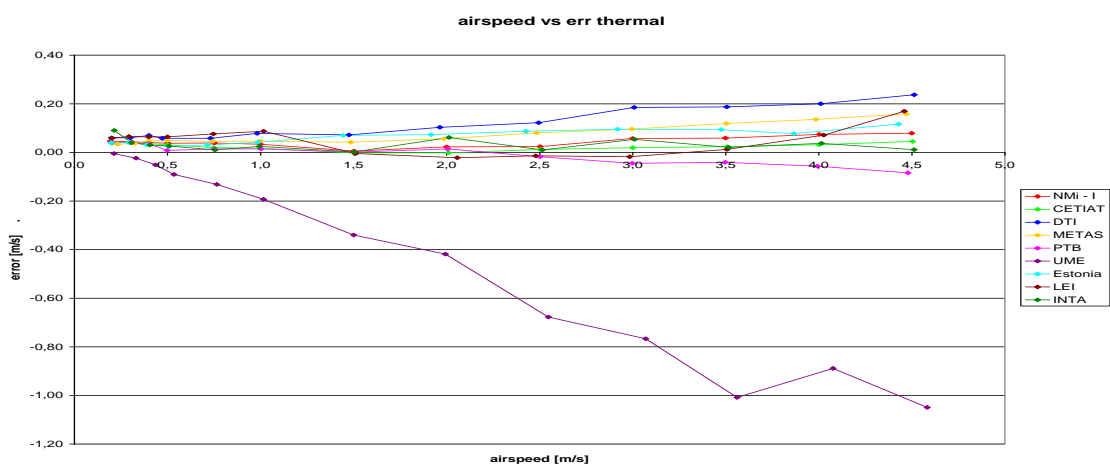
6.4. Stability of the thermal anemometer

For the purpose of check of the results with the pitot tube a thermal anemometer was send around together with the pitot tube. Unfortunately it appeared that at the return at the pilot lab the thermal anemometer was not functioning properly any more. At first it was assumed that the batteries were low. So they were replaced and new tests were performed. But this was not the solution and the conclusions had to be made that the last measurements with the thermal anemometer were not valid. This concerned only INRIM and NMI-VSL (the last tests).

As a consequence the results of INRIM are not being used for the evaluation of the KC results.

The procedure for the results of the thermal anemometer is the same as for the pitot tube. First a KCRV is calculated and subsequently the chi-square test is performed to find the largest consistent subset (LCS).

A graph of the indicated airspeed against the reference airspeed does not give much insight. Instead graph 6 is presented with on the abscissa the airspeed and on the ordinate the error of the thermal anemometer as established by each laboratory.



Graph 6: error of the thermal anemometer

For every nominal velocity a weighted mean of the error has been calculated to find the KCRV for every specific velocity. Also the chi square test is performed on the errors and the weighted mean of the error. As reference airspeed the arrhythmic mean of all reference airspeeds has been calculated. The weighted mean is calculated with

$$V_{WM} = v_{ref\ avg} + err_{WM} \tag{12}$$

The results are presented in the table below.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	2,25	5,11	5,75	0,15	13,62	7,81	0,37	0,97	5,95			41,99	9	15,50	no
0,3	4,68	12,88	9,56	0,30	24,65	14,41	0,84	1,58	8,32			77,23	9	15,50	no
0,4	5,24	10,81	12,88	0,42	102,76	107,38	0,54	1,59	6,10			247,71	9	15,50	no
0,5	3,75	4,87	0,37	0,25	3,37	57,43	0,23	0,97	2,31			73,55	9	15,50	no
0,75	3,73	0,45	0,24	0,08	0,58	43,28	0,15	0,80	0,00			49,31	9	15,50	no
1	52,48	7,75	1,37	0,30	43,53	296,87	2,05	2,06	11,67			418,07	9	15,50	no
1,5	5,47	1,92	1,03	0,12	5,08	159,55	2,51	0,20	2,37			178,24	9	15,50	no
2	6,44	1,45	1,72	0,11	5,44	198,25	2,15	0,01	14,30			229,86	9	15,50	no
2,5	14,40	10,25	3,73	0,24	7,03	380,99	5,63	0,41	12,76			435,43	9	15,50	no
3	2,21	0,07	1,52	0,05	4,55	59,56	1,40	0,08	2,97			72,41	9	15,50	no
3,5	2,28	0,39	1,67	0,08	2,22	68,65	1,48	0,00	0,34			77,11	9	15,50	no
4	53,05	60,31	8,90	0,60	19,98	629,26	8,19	3,33	83,30			866,92	9	15,50	no
4,5	4,32	3,39	3,23	0,12	3,73	109,25	1,20	0,70	0,78			126,73	9	15,50	no

Table 19: chi square test for the thermal anemometer

For 0,2 and 0,3 m/s PTB has the largest chi square value so these results are eliminated. For the other velocities UME has the largest chi square values.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	2,73	6,49	6,66	0,19		2,59	0,47	1,13	6,54			26,80	8	14,10	no
0,3	5,50	15,22	10,85	0,36		5,80	0,99	1,78	9,89			50,40	8	14,10	no
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06		0,01	0,19	0,14			2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12		0,03	0,53	0,37			4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36		0,05	0,60	0,20			3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05		0,12	0,55	0,02			3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03		1,12	0,02	0,00			1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24		0,53	0,34	2,65			5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65		1,42	0,06	0,01			4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80		1,00	0,16	1,40			11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71		1,05	0,00	0,00			7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39		0,25	0,08	0,15			8,90	8	14,10	yes
4,5	2,00	0,84	2,51	0,08	7,67		0,71	0,49	0,02			14,31	8	14,10	no

Table 20: chi square test after the first round of elimination.

DTI (0,2 m/s), CETIAT (0,3 m/s) and PTB (4,5 m/s) have the largest chi square value.

A next round is necessary for these three velocities.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	2,88	6,95		0,21		1,56	0,50	1,18	6,73			20,00	7	12,60	no
0,3	6,02		11,63	0,40		2,55	1,09	1,90	10,88			34,47	7	12,60	no
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06		0,01	0,19	0,14			2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12		0,03	0,53	0,37			4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36		0,05	0,60	0,20			3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05		0,12	0,55	0,02			3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03		1,12	0,02	0,00			1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24		0,53	0,34	2,65			5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65		1,42	0,06	0,01			4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80		1,00	0,16	1,40			11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71		1,05	0,00	0,00			7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39		0,25	0,08	0,15			8,90	8	14,10	yes
4,5	0,62	0,00	1,91	0,05			0,37	0,33	1,19			4,47	7	12,60	yes

Table 21: chi square test after the second round of elimination.

Still the two lowest velocities do not pass the test and a third round is necessary.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	3,15			0,23		0,40	0,55	1,27	7,05			12,66	6	11,10	no
0,3	6,32			0,43		1,28	1,15	1,97	11,46			22,60	6	11,10	no
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06		0,01	0,19	0,14			2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12		0,03	0,53	0,37			4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36		0,05	0,60	0,20			3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05		0,12	0,55	0,02			3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03		1,12	0,02	0,00			1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24		0,53	0,34	2,65			5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65		1,42	0,06	0,01			4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80		1,00	0,16	1,40			11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71		1,05	0,00	0,00			7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39		0,25	0,08	0,15			8,90	8	14,10	yes
4,5	0,62	0,00	1,91	0,05			0,37	0,33	1,19			4,47	7	12,60	yes

Table 22: chi square test after the third round of elimination.

The procedure is followed again.

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	3,27			0,25		0,14	0,57	1,31				5,54	5	9,49	yes
0,3	6,74			0,46		0,26	1,23	2,06				10,75	5	9,49	no
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06		0,01	0,19	0,14			2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12		0,03	0,53	0,37			4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36		0,05	0,60	0,20			3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05		0,12	0,55	0,02			3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03		1,12	0,02	0,00			1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24		0,53	0,34	2,65			5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65		1,42	0,06	0,01			4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80		1,00	0,16	1,40			11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71		1,05	0,00	0,00			7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39		0,25	0,08	0,15			8,90	8	14,10	yes
4,5	0,62	0,00	1,91	0,05			0,37	0,33	1,19			4,47	7	12,60	yes

Table 23: chi square test after the fourth round of elimination.

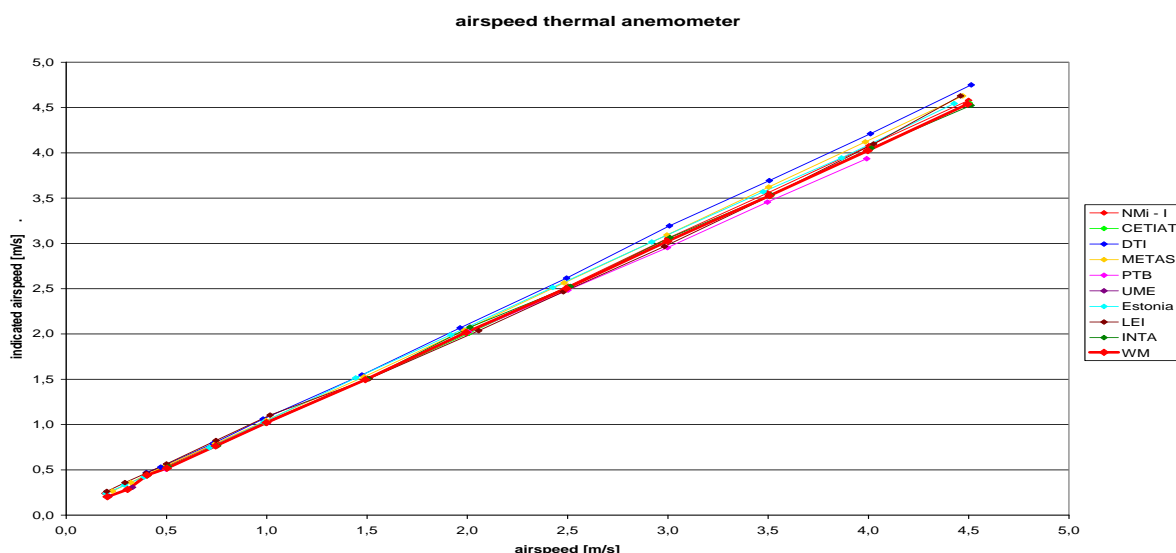
This time the result of NMi is not compliant with the chi square test

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	UME	Estonia	LEI	INTA			sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	3,27			0,25		0,14	0,57	1,31				5,54	5	9,49	yes
0,3				0,48		0,03	1,27	2,12				3,90	4	7,81	yes
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06		0,01	0,19	0,14			2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12		0,03	0,53	0,37			4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36		0,05	0,60	0,20			3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05		0,12	0,55	0,02			3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03		1,12	0,02	0,00			1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24		0,53	0,34	2,65			5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65		1,42	0,06	0,01			4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80		1,00	0,16	1,40			11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71		1,05	0,00	0,00			7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39		0,25	0,08	0,15			8,90	8	14,10	yes
4,5	0,62	0,00	1,91	0,05			0,37	0,33	1,19			4,47	7	12,60	yes

Table 24: chi square test after the fifth round of elimination.

Finally the test is passed and we have reached the largest consistent subsets for each velocity. One can put question marks at the validity of the test at the lower flow rates since there are only five and four laboratories involved.

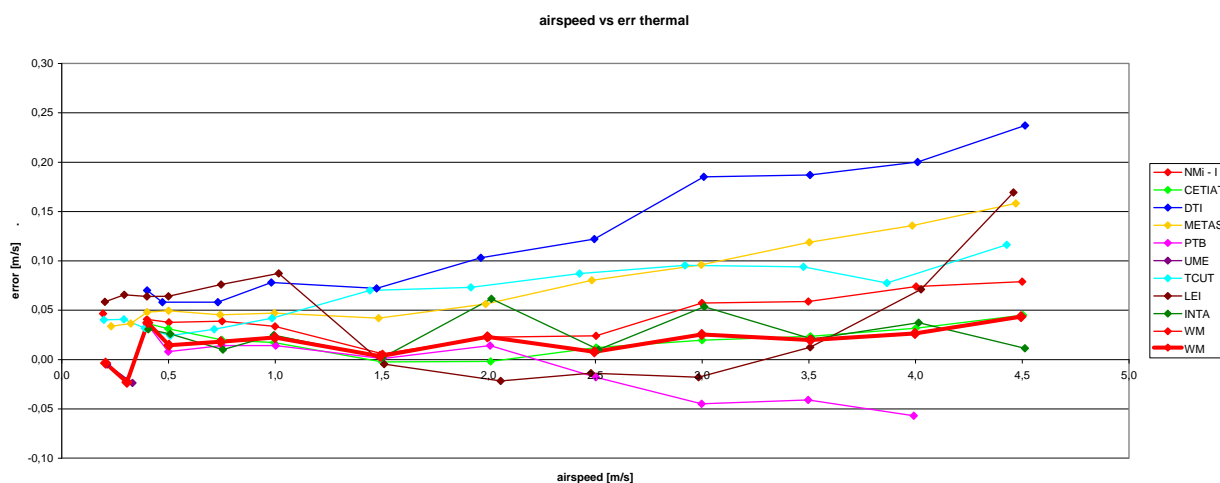
Proceeding with the calculation of the WM the following graph 7 can be presented.



Graph 7: the Weighted Mean of the thermal anemometer

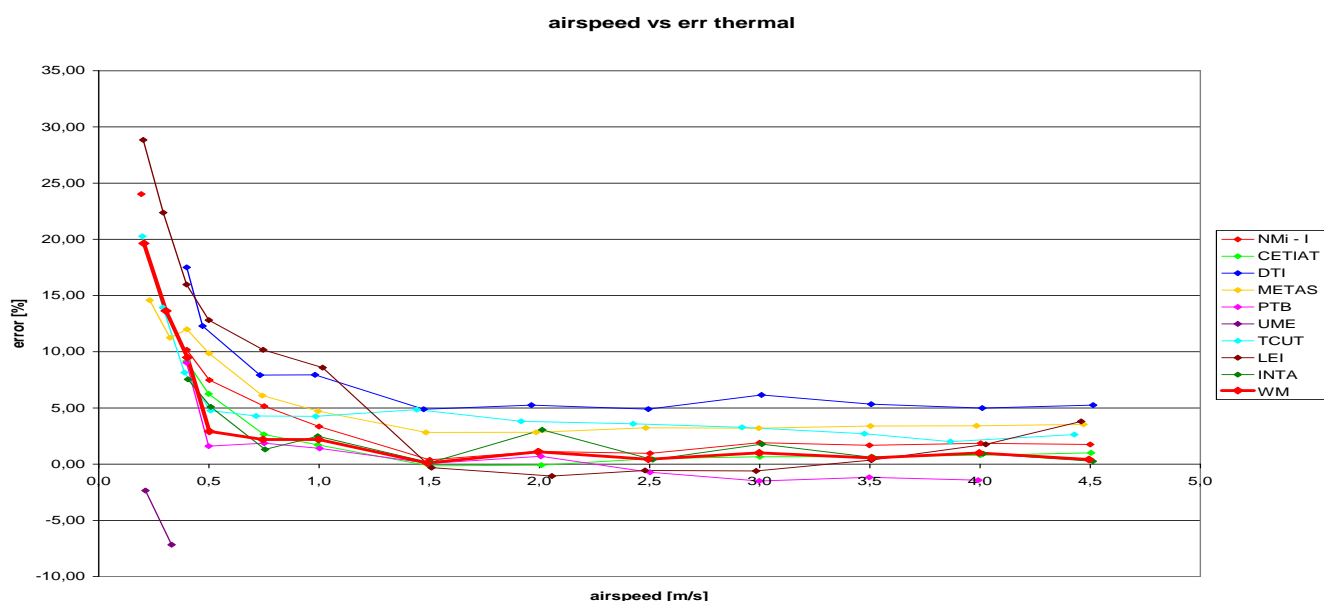
However, much cannot be seen from this graph so in the next graph the error and the weighted mean error are represented. Only the errors that passed the chi-square test are in this graph.

It is clear that the WM is strongly influenced by the results with a low uncertainty.



Graph 8: the error of the thermal anemometer [m/s]

The same errors are in graph 9 presented as a percentage of the reference flow as stated by each laboratory. As reference value for the KCRV the arrhythmic mean of all reference values has been taken.



Graph 9: the error of the thermal anemometer as a percentage of the reference value.

The procedure is formally right. However, interpreting the results of UME taking into consideration the results for the pitot tube it is preferable to eliminate all results of UME and then proceed with the chi square test. If the results of UME are ignored the following outcome of the chi-square test is found:

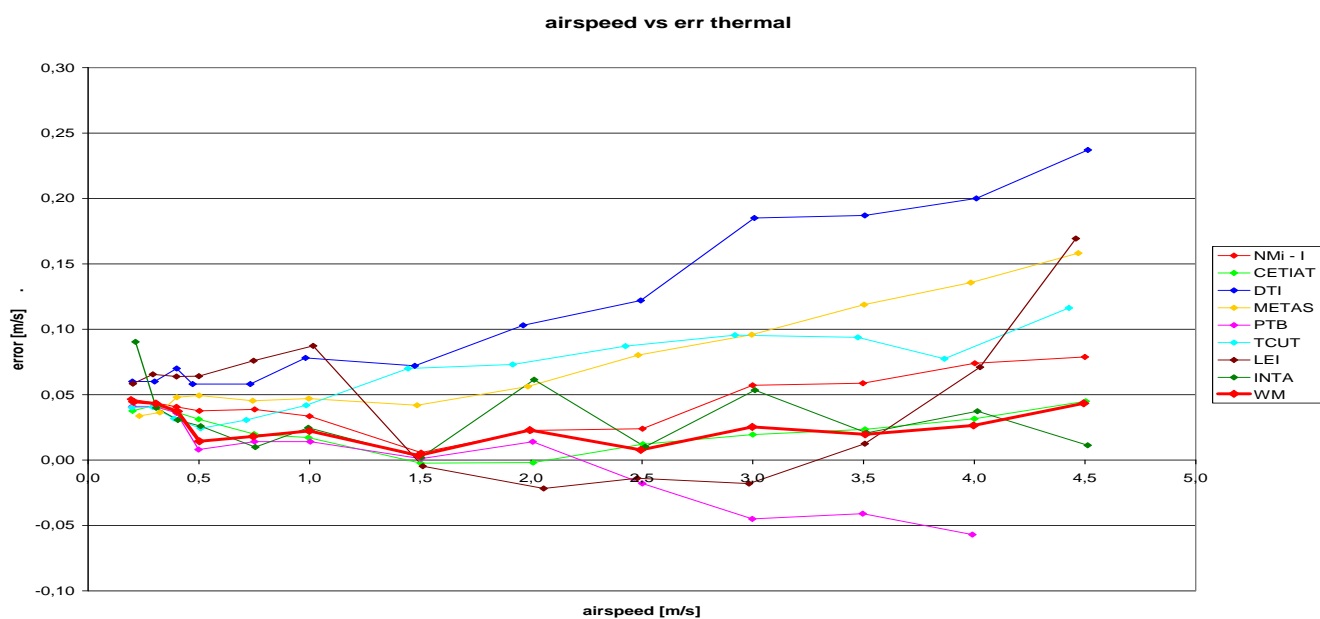
Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	Estonia	LEI	INTA				sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	0,00	0,23	0,45	0,02	0,13	0,01	0,06	1,71				2,62	8	14,10	yes
0,3	0,00	0,01	0,53	0,01	0,04	0,00	0,13	0,03				0,76	8	14,10	yes
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06	0,01	0,19	0,14				2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12	0,03	0,53	0,37				4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36	0,05	0,60	0,20				3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05	0,12	0,55	0,02				3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03	1,12	0,02	0,00				1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24	0,53	0,34	2,65				5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65	1,42	0,06	0,01				4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80	1,00	0,16	1,40				11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71	1,05	0,00	0,00				7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39	0,25	0,08	0,15				8,90	8	14,10	yes
4,5	2,00	0,84	2,51	0,08	7,67	0,71	0,49	0,02				14,31	8	14,10	no

Table 25: chi square test after the results of UME are eliminated.

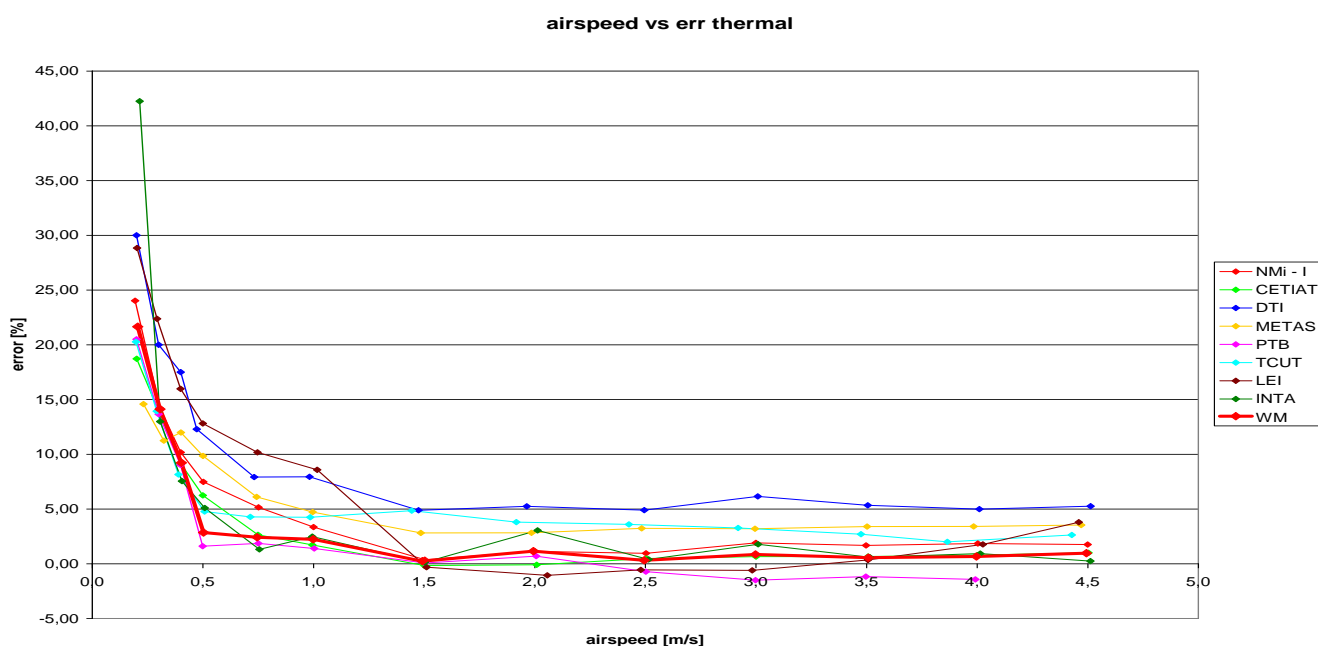
Now only the result at 4,5 m/s does not pass the chi square test. After eliminating the result of PTB this becomes:

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	NMi - I	CETIAT	DTI	METAS	PTB	TCUT	LEI	INTA				sum chi sqr	n	$\chi^2(0,05;n-1)$	passed
0,2	0,00	0,23	0,45	0,02	0,13	0,01	0,06	1,71				2,62	8	14,10	yes
0,3	0,00	0,01	0,53	0,01	0,04	0,00	0,13	0,03				0,76	8	14,10	yes
0,4	0,02	0,00	2,04	0,01	0,06	0,01	0,19	0,14				2,48	8	14,10	yes
0,5	1,23	1,18	0,19	0,11	1,12	0,03	0,53	0,37				4,77	8	14,10	yes
0,75	1,79	0,01	0,16	0,04	0,36	0,05	0,60	0,20				3,21	8	14,10	yes
1	1,27	0,07	0,31	0,02	1,05	0,12	0,55	0,02				3,41	8	14,10	yes
1,5	0,02	0,09	0,47	0,03	0,03	1,12	0,02	0,00				1,80	8	14,10	yes
2	0,00	1,30	0,64	0,02	0,24	0,53	0,34	2,65				5,72	8	14,10	yes
2,5	0,42	0,03	1,31	0,06	1,65	1,42	0,06	0,01				4,95	8	14,10	yes
3	1,12	0,05	1,30	0,04	6,80	1,00	0,16	1,40				11,87	8	14,10	yes
3,5	1,25	0,02	1,43	0,06	3,71	1,05	0,00	0,00				7,53	8	14,10	yes
4	1,41	0,03	1,54	0,06	5,39	0,25	0,08	0,15				8,90	8	14,10	yes
4,5	0,62	0,00	1,91	0,05		0,37	0,33	1,19				4,47	7	12,60	yes

Table 25: chi square test is positive.



Graph 10: the error of the thermal anemometer without results of UME after the first round of the chi-square test



Graph 11: the error of the thermal anemometer without results of UME after the first round of the chi-square test as a percentage of the reference value.

7. Conclusion

An interesting Key Comparison has been performed. The differences between the errors of the different NMI's are in some cases significant. The technique used to determine the reference velocity seems to have no influence on the results.

In general it can be stated that the claimed uncertainties comply well with the KCRV although improvements can be made.

Future investigation should reveal the cause of the discrepancies between laboratories and provide tools to eliminate these differences

8. References

- 1 Guidelines for CIPM key comparisons
- 2 Cox, M. G., The Evaluation of Key Comparison Data, *Metrologia* 39, 589-595, 2002.
- 3 Cox, M. G., The evaluation of key comparison data: determining the largest consistent subset, *Metrologia* 44, 187 - 200, 2007.
- 4 Comité International des Poids et Mesures (CIPM), Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates Issued by National Metrology Institutes, Paris, France, October, 1999.

9. Appendix A

Receiving check list for M.FF-K3		Form 1																																																																				
Name of participant:																																																																						
Contact person:																																																																						
Date:																																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">OK</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Damaged</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">External examination of Transportation box</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>				OK	Damaged	External examination of Transportation box																																																																
	OK	Damaged																																																																				
External examination of Transportation box																																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Normal</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Activated</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Shock sensor #1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Shock sensor #2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Shock sensor #3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>				Normal	Activated	Shock sensor #1			Shock sensor #2			Shock sensor #3																																																										
	Normal	Activated																																																																				
Shock sensor #1																																																																						
Shock sensor #2																																																																						
Shock sensor #3																																																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">OK</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Damaged</td> <td style="width: 16.6%; text-align: center;">Missing</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Contents check</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Pitot Tube</td> <td style="padding: 5px;">A-1 pitot tube</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-2 micromanometer #1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-3 micromanometer #2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-4 comparator</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-5 charger #1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-6 charger #2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-7 AC power cable</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-8 signal cable #1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-9 signal cable #2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-10 RS-232 cable</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-11 silicon tubes</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">A-12 extra silicon tube</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Thermal anemometer</td> <td style="padding: 5px;">B-1 Processor unit</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px;">B-2 Probe</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Others</td> <td style="padding: 5px;">C-1 Document binder</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>				OK	Damaged	Missing	Contents check				Pitot Tube	A-1 pitot tube				A-2 micromanometer #1				A-3 micromanometer #2				A-4 comparator				A-5 charger #1				A-6 charger #2				A-7 AC power cable				A-8 signal cable #1				A-9 signal cable #2				A-10 RS-232 cable				A-11 silicon tubes				A-12 extra silicon tube			Thermal anemometer	B-1 Processor unit				B-2 Probe			Others	C-1 Document binder		
	OK	Damaged	Missing																																																																			
Contents check																																																																						
Pitot Tube	A-1 pitot tube																																																																					
	A-2 micromanometer #1																																																																					
	A-3 micromanometer #2																																																																					
	A-4 comparator																																																																					
	A-5 charger #1																																																																					
	A-6 charger #2																																																																					
	A-7 AC power cable																																																																					
	A-8 signal cable #1																																																																					
	A-9 signal cable #2																																																																					
	A-10 RS-232 cable																																																																					
	A-11 silicon tubes																																																																					
	A-12 extra silicon tube																																																																					
Thermal anemometer	B-1 Processor unit																																																																					
	B-2 Probe																																																																					
Others	C-1 Document binder																																																																					
<p>Excel file is available in the CD-R stored in the document binder (C-1).</p> <p>When completed, please e-mail this sheet to: gblom@NMi.nl</p>																																																																						

Report of measurement result for Euromet.M.FF-K3

form 2.1

Name of NMI:

Contact person:

Date of measurement:

Type of TS:

Averaging time **60** s

Start time:	<input type="text"/>	Barometric Press.	<input type="text"/>	Pa
End time:	<input type="text"/>	Air Temp.	<input type="text"/>	°C

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	Reference air speed V_{ref} [m/s]	Indicated pressure difference [Pa]	density ρ [kg/m ³]	C_p [-]	u [%]	if applicable
						speed uncorrected for blockage effect
0,2						
0,3						
0,4						
0,5						
0,75						
1						
1,5						
2						
2,5						
3						
3,5						
4						
4,5						

Excel file is available in the CD-R stored in the document binder (C-1).

Please e-mail this sheet and the uncertainty budget to: gblom@NMI.nl

Report of measurement result for Euromet.M.FF-K3

form 2.2

Name of NMI:

Contact person:

Date of measurement:

Type of TS:

thermal anemometer

Averaging time **40** s

Start time:		Barometric Press.		Pa
End time:		Air Temp.		°C

if applicable

Nominal airspeed V_{nom} [m/s]	Reference air speed V_{ref} [m/s]	Indicated air speed [m/s]	u [%]	speed uncorrected for blockage effect
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				
0,75				
1				
1,5				
2				
2,5				
3				
3,5				
4				
4,5				

Excel file is available in the CD-R stored in the document binder (C-1).

Please e-mail this sheet and the uncertainty budget to: gblom@NMI.nl

Shipping check list for M.FF-K3

Form 3

Name of participant:

--

 Contact person:

--

 Date:

--

	Normal	Reset
Shock sensor #1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shock sensor #2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shock sensor #3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		OK	Damaged	Missing
Contents check				
Pitot Tube	A-1 pitot tube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-2 micromanometer #1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-3 micromanometer #2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-4 comparator	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-5 charger #1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-6 charger #2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-7 AC power cable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-8 signal cable #1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-9 signal cable #2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-10 RS-232 cable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-11 silicon tubes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A-12 extra silicon tube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thermal anemometer	B-1 Processor unit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	B-2 Probe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Others	C-1 Document binder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	OK	Damaged
External examination of Transportation box	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Excel file is available in the CD-R stored in the document binder (C-1).
 When completed, please e-mail this sheet to: gblom@NMi.nl**