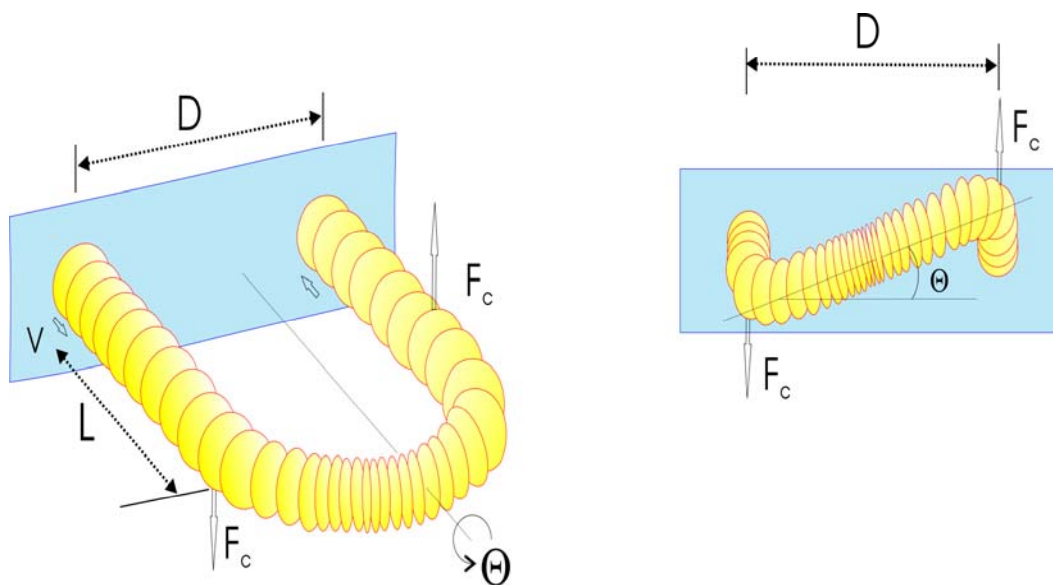


J4/2004



Coriolis-mittarin vertailumittaus, syksy 2002

*Interlaboratory comparison of a Coriolis flowmeter,
Autumn 2002*

Jouko Halttunen
Tampereen teknillinen yliopisto
Tampere University of Technology

Helsinki 2004

MITTATEKNIIKAN KESKUS
CENTRE FOR METROLOGY AND ACCREDITATION

Julkaisu J4/2004

Coriolis-mittarin vertailumittaus, syksy 2002

Interlaboratory comparison of a Coriolis flowmeter, Autumn 2002

Jouko Halttunen
Tampereen teknillinen yliopisto
Tampere University of Technology

Helsinki 2004

SISÄLLYSLUETTELO
CONTENTS

YHTEENVETO	5
SUMMARY	6
TULOSTEN TARKASTELUA	8
DISCUSSION OF THE RESULTS	9
LIITTEET	13

YHTEENVETO

Mittatekniikan keskus (**MIKES**) järjesti syksyllä 2002 vertailumittauksen, johon osallistuivat kotimaiset virtauksen akkreditoidut kalibrointilaboratoriot K004 (Inspecta Oy, Mittaus) ja K028 (Oy Indmeas Industrial Measurements Ab). Mitattavana väliaineena oli vesi ja siirtonormaalina käytettiin Tampereen teknillisen yliopiston Mittaus- ja informaatiotekniikan laitoksen DN40 kokoista coriolis-massavirtamittaria. Vertailussa käytettiin tilavuusvirtaa. Referenssilaboratoriona toimi SP (Statens provnings och forskningsinstitut, Borås, Ruotsi). Vertailumittauksen koordinaattorina ja raportin laatijana MIKESin puolesta toimi prof. Jouko Halttunen.

Laboratorioille esitetty toteutussuunnitelma aikatauluineen on esitetty liitteessä 1 ja mittaamenettely liitteessä 2.

K004 (jatkossa **Inspecta**) suoritti mittaukset Viikin laboratoriossaan 11.9.2002 dynaamiseen punnitukseen perustuvalla menetelmällä ja K028 (jatkossa **Indmeas**) Espoon sähkön Matinkylän kalibrointilaboratoriossa 27.9.2002 radioaktiiviseen merkkiainemenetelmään ja kulku-aikaan perustuvalla kenttäkalibrointimenetelmällä. SP:llä referenssimittaukset tehtiin 27.8.2002 (ennen vertailumittauksia ja lisäksi tarkistusmittaus 28.8.2002) ja 5.11.2002 (jälkeen).

Laboratorioille toimitettiin mittarin käyttöohjeen mukainen nollausohje, minkä lisäksi mittarille ei sallittu mitään muita v irityksiä.

Laboratorioita pyydettiin raportoimaan tuloksensa sekä liitteen 3 mukaisella raportointilomakkeella että normaalilla kalibrointitodistuksella.

Tulosten yhteenveto on esitetty numeerisesti taulukoissa 1 ja 2 ja keskeiset tulokset graafisesti kuvissa 1, 2 ja 3.

Taulukossa 1 esitetty EA:n käyttämä normalisoitu poikkeama-arvo on laskettu yhtälöstä

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{(U_{lab}^2 + U_{ref}^2)}}$$

missä x_{lab} on osallistuvan laboratorion kalibrointitodistuksessa ilmoittama mittaustulos, x_{ref} on mittaustulokselle ilmoitettu referenssiarvo, U_{lab} on osallistuvan laboratorion kalibrointitodistuksessa mittaustulokselle ilmoittama epävarmuus, U_{ref} on referenssiarvon epävarmuus.

Hyväksyttävä tulos edellyttää, että $|E_n| < 1$.

Laskettaessa E_n -arvoja käytetty referenssiarvo on kaikissa tapauksissa laskettu keskiarvona 27.8.2002 ja 5.11.2002 SP:llä saaduista mittaustuloksista.

SUMMARY

Centre for Metrology and Accreditation (**MIKES**) organized in the autumn 2002 an interlaboratory comparison. The participants were the accredited flow calibration laboratories K004 (Inspecta Ltd, Measuring Technology) and K028 (Oy Indmeas Industrial Measurements Ab).

In the comparison water was used as flowing fluid. The transfer standard was a coriolis massflowmeter of the size DN40 from Tampere University of Technology, Measurement and Information Technology. Volume flowrate was used as the measured quantity. As the reference laboratory acted **SP** (Swedish National Testing and Research Institute, Borås, Sweden). Prof. Jouko Halttunen was the coordinator and reporter on behalf of MIKES.

The comparison plan with schedule is shown in Appendix 1 and the measuring procedure in Appendix 2.

K004 (**Inspecta** in the following) made the measurements in the laboratory in Viikki on 11.9.2002 in the calibration rig based on dynamic weighing and K028 (**Indmeas** in the following) in Espoon Sähkö Oyj's calibration laboratory in Matinkylä on 27.9.2002 based on radioactive tracer and transit time field calibration method. Reference measurements were made at SP on 27.8.2002 (before comparisons, additional check-measurements on 28.8.2002) and on 5.11.2002 (after comparisons).

Only the zeroing of the meter according to the instruction manual was allowed, no other adjustments.

Laboratories were asked to report their results both using the report form (Appendix 3) and using their usual calibration certificate.

Summary of the results are presented numerically in the tables 1 and 2 and essential results graphically in figures 1, 2 and 3.

In Table 1 the value of E_n , deviation normalized with respect to the stated uncertainty, has been calculated using the equation

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{(U_{lab}^2 + U_{ref}^2)}}$$

where x_{lab} is the measurement result of a participating laboratory as given in its calibration certificate, x_{ref} is the reference value assigned to the measurement device on the date on which x_{lab} was obtained, U_{lab} is the uncertainty of x_{lab} as given in the calibration certificate. U_{ref} is the uncertainty of x_{ref} , which should include an allowance for the performance of the measurement device over the course of the comparison (and may be time-dependent).

$|E_n|$ less than unity should be obtained for the measurement to be acceptable.

The reference values used in calculation of E_n values has been the average value of the results at SP on 27.8.2002 and 5.11.2002.

Taulukko 1. Vertailutulosten yhteenveto.

Table 1. Summary of the results.

		SP (Ref)		Indmeas03				Inspecta				
		Pulssilähtö Pulse output										
Nominal volume flowrate Nimellinen tilavuusvirta [l/s]	Relative error Suht. virhe [%]	Uncertainty Epävarmuus (k=2) [%]	Relative error Suht. virhe [%]	BMC Paras mitta- uskyky (k=2) [%]	En	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	En	Relative error Suht. virhe [%]	BMC Paras mitta- uskyky (k=2) [%]	En	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	En
5	-0,006	0,10	0,5	0,8	0,63	0,7	0,72	0,297	0,10	2,14	0,10	2,14
3	-0,050	0,10	0,3	0,8	0,43	0,7	0,50	0,288	0,10	2,39	0,10	2,39
1,5	-0,123	0,10	0,5	0,8	0,77	0,7	0,88	0,230	0,10	2,50	0,10	2,50
0,5	-0,451	0,10	0,6	0,8	1,30	0,8	1,30	0,050	0,10	3,54	0,10	3,54
		Analogilähtö Analog output										
Nominal volume flowrate Nimellinen tilavuusvirta [l/s]	Relative error Suht. virhe [%]	Uncertainty Epävarmuus (k=2) [%]	Relative error Suht. virhe [%]	BMC Paras mit- tauskyky (k=2) [%]	En	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	En	Relative error Suht. virhe [%]	BMC Paras mitta- uskyky (k=2) [%]	En	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	En
5	2,878	0,141	3,4	0,8	0,64	0,7	0,73	3,265	0,10	2,24	0,10	2,24
3	3,568	0,156	4,0	0,8	0,53	0,7	0,60	3,990	0,10	2,28	0,11	2,21
1,5	5,362	0,177	6,1	0,8	0,90	0,7	1,02	5,919	0,10	2,74	0,12	2,61
0,5	12,521	0,202	12,4	0,8	-0,15	0,8	-0,15	13,065	0,10	2,41	0,64	0,81

Taulukko 2. Yhteenveto vertailumittauksessa määritetyistä pulssikertoimista.

Table 2. Summary of the determined pulse factors.

		SP (Ref)		Indmeas03			Inspecta		
		Pulse output							
Nominal volume flow- rate Nimellinen tilavuusvirta [l/s]	K [p/l]	Uncertainty Epävarmuus (k=2) [%]	K [p/l]	BMC Paras mittaus- kyky (k=2) [%]	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	K [p/l]	BMC Paras mittaus- kyky (k=2) [%]	Calculated uncertainty Laskettu epävarmuus (k=2) [%]	
5	143,995	0,10	144,7	0,8	0,7	144,432	0,10	0,10	
3	143,932	0,10	144,5	0,8	0,7	144,418	0,10	0,10	
1,5	143,826	0,10	144,8	0,8	0,7	144,335	0,10	0,10	
0,5	143,355	0,10	144,8	0,8	0,8	144,077	0,10	0,10	

TULOSTEN TARKASTELUA

Taulukossa 1 on esitetty E_n arvot käyttäen sekä laboratorioiden parasta mittauskykyä (BMC) että kalibroitodistuksessa tai raportointilomakkeella esitettyä epävarmuusarvoa (laskettu epävarmuus).

Indmeas

Käytettäessä mittaussuureena tilavuusvirtaa, Indmeasin tulokset pulssilähdöstä mittaessa täyttävät EA:n kriteerin pienintä tilavuusvirtaa lukuun ottamatta. Analogialähtöä käytettäessä kriteeri ei täyty 1,5 l/s nimellisvirtauspisteessä laskettua epävarmuutta käytettäessä. **Tuloksia tarkasteltaessa on huomattava, että alkuperäisiin mittaustuloksiin on tehty korjaus liitteessä 6b** esitetyin perustein. Pulssikertoimen Indmeas on määrittänyt siten, että ensin on laskettu tilavuusvirran virhe käyttäen nimellistä pulssikerrointa ja sitten pulssikerroin on määritetty sellaiseksi, että virhe nolautuu. Suoraan pulssikertoimen määrittämiseen käytetty kalibroitimenetelmä ei sovellu. Mittausepävarmuuden määrittämisperusteiden tarkasteluun saattaisi olla aihetta, koska tuloksiin täytyi tehdä jälkikäteen korjaus. Mikäli tuloksiin ei tehdä korjausta, EA:n kriteeri täyttyy vain poikkeustapauksissa. Kalibroitodistuksessa Indmeas on ilmoittanut epävarmuutena akkreditointipäätöksen mukaisen parhaan mittauskyvyn.

Inspecta

Inspectan tuloksissa EA:n kriteeri täyttyy vain analogialähdöstä tehdyn, pienintä nimellistilavuusvirtaa 0,5 l/s vastaavassa pisteessä laskettua epävarmuusarvoa käytettäessä. Tuloksissa näyttäisi olevan systemaattinen virhe referenssiarvoon nähden. Epävirallisina tuloksina esitetyt, isolla kalibroitilaitteistolla mitatut tulokset tukevat käsitystä, että vertailussa käytetyssä pienessä järjestelmässä on systemaattisuolusta virhettä, koska toistuvuus on erittäin hyvä. Inspecta on luopunut pientä laitteisto koskevasta akkreditoinnista.

DISCUSSION OF THE RESULTS

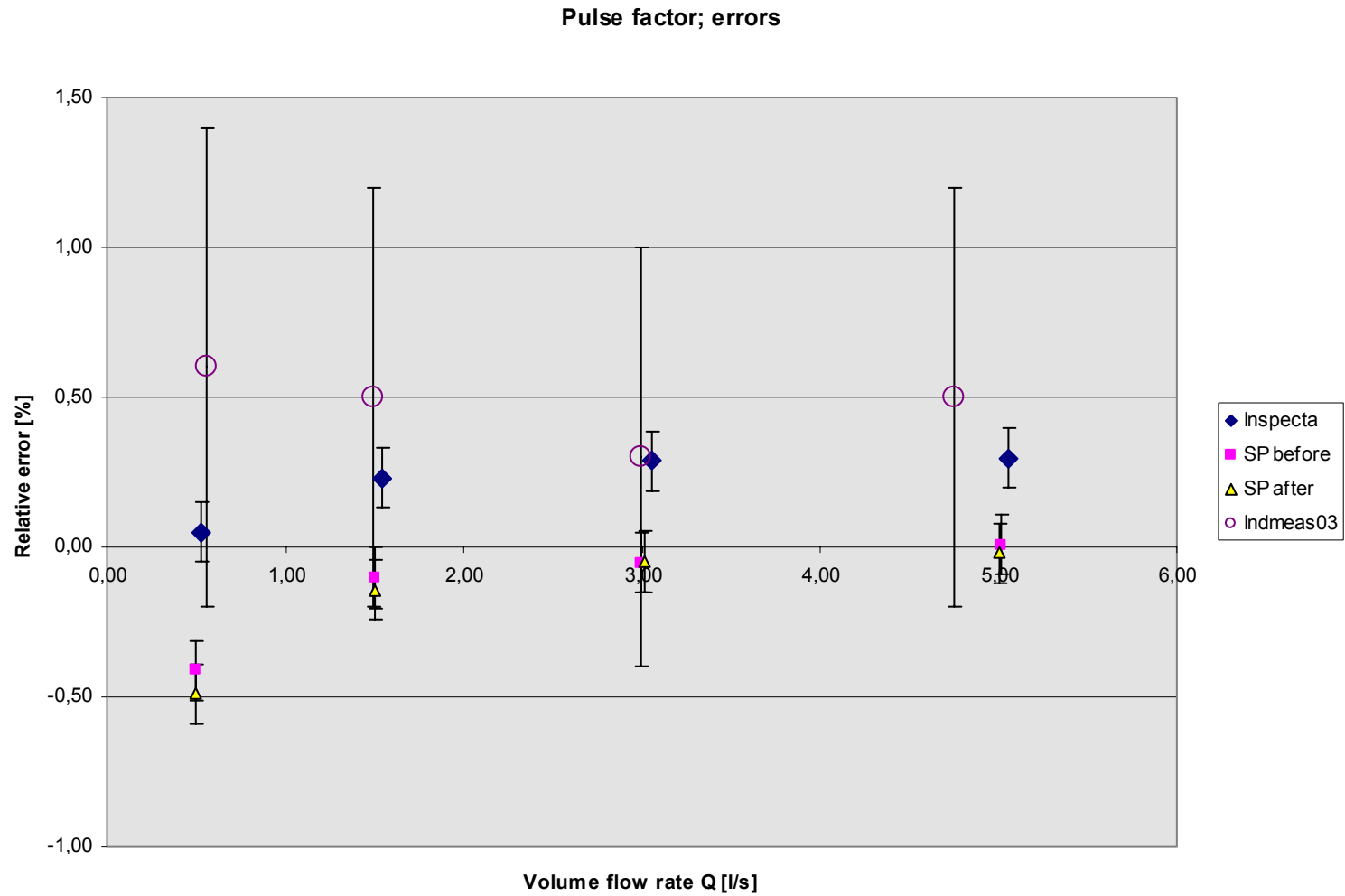
In Table 1 are presented the E_n values using both the best measurement capability (BMC) of the laboratory and the uncertainty presented in the calibration certificates or reporting forms (calculated uncertainty).

Indmeas

In measurement of volume flowrate using the pulse output, Indmeas's results are acceptable according to the criterion of EA excluding the smallest flowrate of 0,5 l/s. In analog output case the criterion is not fulfilled at nominal flowrate 1,5 l/s using the calculated uncertainty. **It must be noticed that the original results have been corrected afterwards based on the tests explained in Appendix 6b.** The determination of the pulse factor Indmeas has made so that first the error in volume flowrate has been calculated using the nominal pulse factor and then the pulse factor has been determined such that the error will be zeroed. The calibration method is not suitable for direct determination of pulse factor. The uncertainty budget of the laboratory might need reconsideration, because the original results needed afterwards made corrections. If the results are not corrected, EA's criterion is fulfilled only exceptionally. In the calibration certificate Indmeas has used the BMC value.

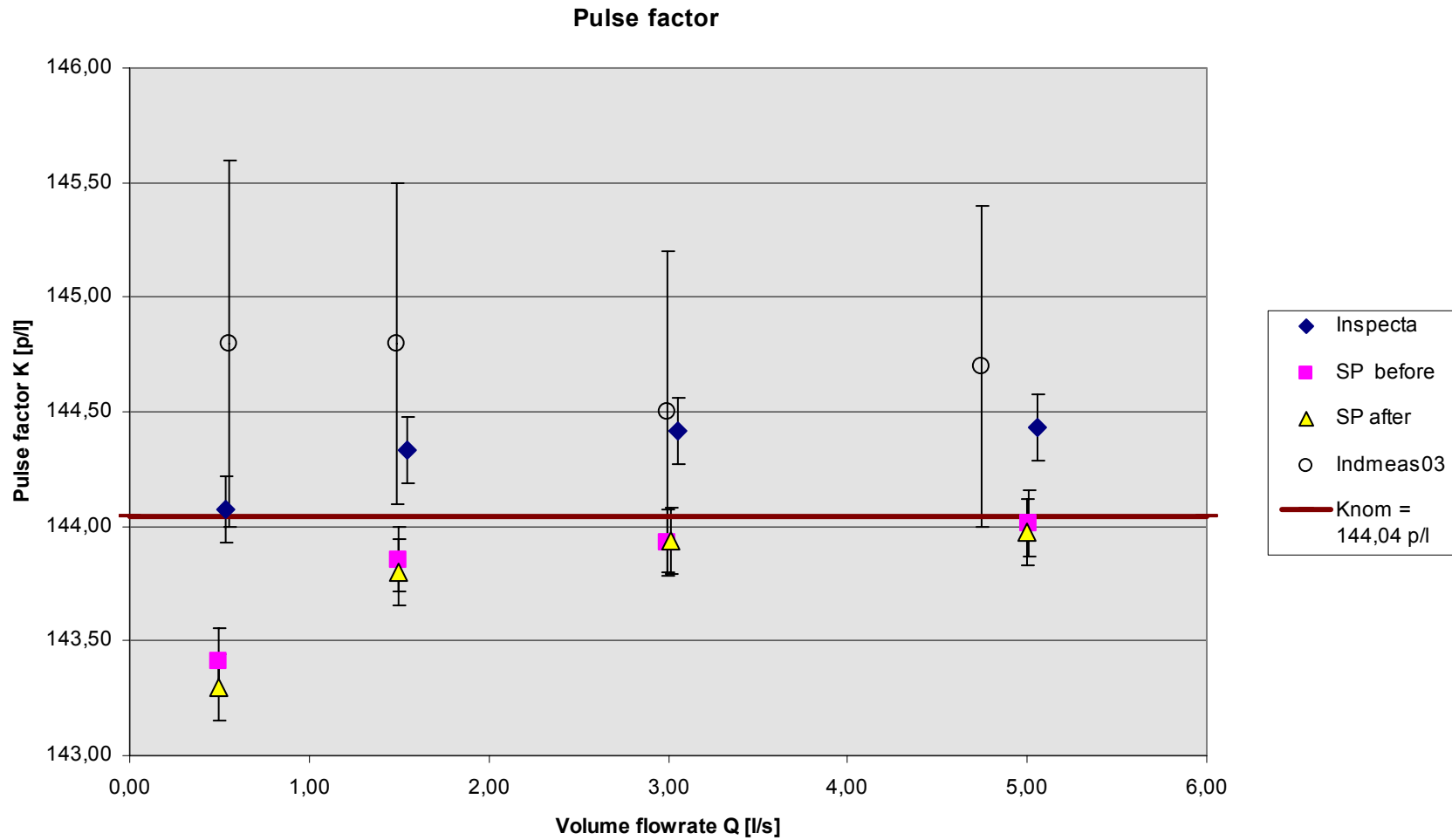
Inspecta

Inspecta's results show that the criterion of EA is fulfilled only at nominal volume flowrate of 0,5 l/s using the calculated uncertainty in the case of analog output. In all other cases the E_n - values are outside of acceptance limits. There seems to be a systematic error compared to the reference value. The unofficial results gained in the big calibration rig of the laboratory support the opinion that in the used small calibration rig some kind of systematic effects exist, because the repeatability is very good. Inspecta has withdrawn the accreditation concerning the small calibration rig.



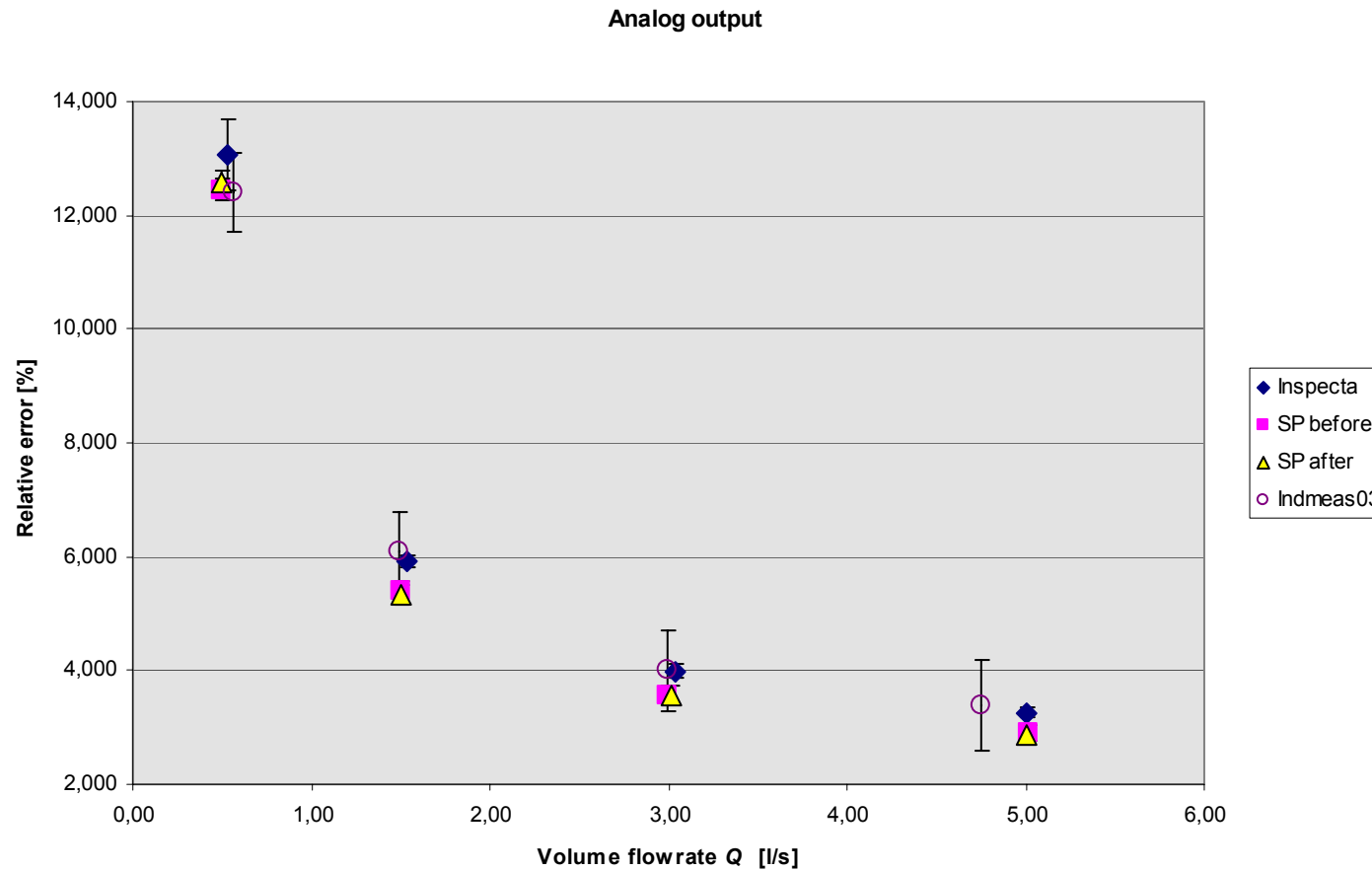
Kuva 1. Yhteenveto laborioiden esittämistä lopullisista tuloksista. Epävarmuudet laborioiden ilmoittamina laskettuina epävarmuuksina.

Figure 1. Summary of the final results presented by the laboratories. Uncertainties are the calculated uncertainties.



Kuva 2. Yhteenveto laboratorioden esittämistä lopullisista pulssikertoimista. Epävarmuudet laboratorioden ilmoittamina laskettuina epävarmuuksina.

Figure 2. Summary of the final pulse factors presented by the laboratories. Uncertainties are the calculated uncertainties.



Kuva 3. Yhteenveto laboratorioden esittämistä lopullisista tuloksista analogilähdöstä tehtyjen mittausten perusteella. Epävarmuudet laboratorioden ilmoittamina laskettuina epävarmuuksina.

Figure 3. Summary of the final results measured from the analog output presented by the laboratories. Uncertainties are the calculated uncertainties.

Liite 1.

Tampere, 20.8.2002

Vertailumittaus

Mittatekniikan keskus järjestää vertailumittauksen virtauksen suomalaisille akkreditoituille laboratorioille K004 (Inspecta Oy, Mittaus) ja K028 (Oy Indmeas Industrial Measurements Ab). Siirtonormaalina käytetään Micro Motionin DN40 coriolis-mittaria ja referenssilaboratoriona toimii SP (Statens Provnings- och Forskningsinstitut, Borås).

Mittaukset tehdään vesivirtauksessa lämpötilassa 20 ± 5 °C.

Mittauspisteet ovat

0,5; 1,5; 3 ja 5 l/s.

Mittaukset ja raportti tehdään EA:n periaatteiden mukaisesti. Testin tulokset raportoidaan myös myöhemmin toimitettavalla kaavakkeella.

Aikataulu (muutokset mahdollisia)

1. Ensimmäinen referenssimittaus SP:llä elokuu 2002
2. K004 viikot 36-37 (varattu aika)
3. K028 viikot 38-39 (varattu aika)
4. Toinen referenssimittaus SP:llä lokakuu 2002
5. Mittarin palautus TTKK:lle

Vertailumittauksesta tehdään raportti vuoden 2002 loppuun mennessä.

MIKESin puolesta vertailumittauksen vastuuhenkilönä ja raportin laatijana on Jouko Halttunen.

Yhteystiedot:

Prof. Jouko Halttunen
Mittaus- ja informaatiotekniikka
Tampereen teknillinen korkeakoulu
PI 692
33101 Tampere

p. (03) 3115 2485, 0405458777

fax. (03) 31152171

email: jouko.halttunen@tut.fi

Liite 2.

MITTAUSMENETTELY:

Mittari asennetaan laboratorion käytäntöjen mukaisesti putkistoon, niin hyvin kuin mahdollista. Asennustilanne, kuten muutkin olosuhteet raportoidaan.

Mittari nollataan ennen mittausten alkua käyttöohjeen mukaisesti. Asetuksiin ei saa tehdä muutoksia.

Mittarin liitännät ovat:

Pulssilähtö liitännät 15 (+) ja 16

4-20 mA vastaten 0-10 l/s (0,02 l/s cutoff) liitännät 19 (+) ja 20 (-).

Nimellinen pulssikerroin

$K_{nom}=144,004$ p/l

Mittauksissa määritetään pulssikerroin ja sen epävarmuus tilavuusvirroilla

0,5; 1,5; 3 ja 5 l/s

Mittausten toistokertojen määrä on viisi, mutta voi olla suurempikin laboratorion käytännön mukaisesti.

Analogiavirtaviesti on optiona ja mikäli laboratorio haluaa, sitä voi lisäksi käyttää.

Raportissa esitetään, ovatko tulokset samasta vai eri mittauksesta.

Tässä vertailussa käytetään vain tilavuusvirtaa.

Liite 3. SP:n kaikki tulokset. All SP's results.

27.8.2002 SP						Analog output, terminal 19 and 20					Pulse output, terminal 15 and 16				
Micro Motion serial no		Modell CMF200M381NB 332464				4 mA	0	l/min							
						20 mA	600	l/min			K-nom= 144,004 p/l				
Flow rate l/min	Flow rate l/s	Pressure MPa	Temp °C	Test volume l	number of tests	current mA	error %	range %	std %	uncertainty %+mA	K-factor p/l	error %	range %	std %	uncertainty %
300,7	5,0125	0,3	18,9	900	5	12,252	2,898	0,039	0,016	0,1%+0,005mA	144,015	0,008	0,031	0,011	0,1
179,9	2,9981	0,3	18,0	600	5	8,968	3,569	0,149	0,058	0,1%+0,005mA	143,929	-0,052	0,144	0,057	0,1
89,9	1,4980	0,3	18,2	600	5	6,526	5,383	0,022	0,008	0,1%+0,005mA	143,856	-0,103	0,020	0,009	0,1
29,8	0,4974	0,3	17,9	300	5	4,895	12,45	0,135	0,052	0,1%+0,005mA	143,412	-0,411	0,044	0,018	0,1
0						4,094									
Flying start and stop															
Zero setting before calibration															

28.8.2002 SP Extra						Analog output, terminal 19 and 20					Pulse output, terminal 15 and 16				
Micro Motion serial no		Modell CMF200M381NB 332464				4 mA	0	l/min							
						20 mA	600	l/min			K-nom= 144,004 p/l				
Flow rate l/min	Flow rate l/s	Pressure MPa	Temp °C	Test volume l	number of tests	current mA	error %	range %	std %	uncertainty %+mA	K-factor p/l	error %	range %	std %	uncertainty %
300,6	5,0092	0,3	19,0	900	3	12,244	2,858	0,035	0,019	0,1%+0,005mA	143,991	-0,009	0,034	0,019	0,1
181,3	3,0215	0,3	19,7	600	3	9,006	3,555	0,010	0,005	0,1%+0,005mA	143,94	-0,044	0,009	0,005	0,1
89,5	1,4924	0,3	19,8	600	3	6,517	5,413	0,056	0,031	0,1%+0,005mA	143,883	-0,084	0,055	0,031	0,1
29,8	0,4967	0,3	20,0	300	3	4,894	12,53	0,025	0,127	0,1%+0,005mA	143,387	-0,428	0,003	0,002	0,1
0						4,094									

5.11.2002 SP						Analog output, terminal 19 and 20					Pulse output, terminal 15 and 16				
Micro Motion serial no		Modell CMF200M381NB 332464				4 mA	0	l/min							
						20 mA	600	l/min			K-nom= 144,004 p/l				
Flow rate l/min	Flow rate l/s	Pressure MPa	Temp °C	Test volume l	number of tests	current mA	error %	range %	std %	uncertainty %+mA	K-factor p/l	error %	range %	std %	uncertainty %
300,2	5,0030	0,3	19,9	900	5	12,234	2,859	0,073	0,030	0,1%+0,005mA	143,976	-0,019	0,071	0,029	0,1
181,1	3,0178	0,3	19,4	600	5	9,001	3,568	0,022	0,009	0,1%+0,005mA	143,935	-0,048	0,024	0,010	0,1
90,1	1,5020	0,3	19,0	600	5	6,532	5,342	0,061	0,024	0,1%+0,005mA	143,797	-0,144	0,056	0,022	0,1
29,9	0,4980	0,3	19,2	300	5	4,897	12,59	0,064	0,025	0,1%+0,005mA	143,298	-0,490	0,044	0,017	0,1
0						4,094									

Liite 4. Tulosten raportointikaavake. Reporting form.

Meter: Micro Motion Modell CMF200M381NB, serial no 332464, $K_{nom} = 144,004$ p/l

Pulse output (terminals 15 and 16)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	K p/l	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5									
3									
1,5									
0,5									

Analog output (terminals 19 and 20) (4-20 mA; 0-10 l/s)

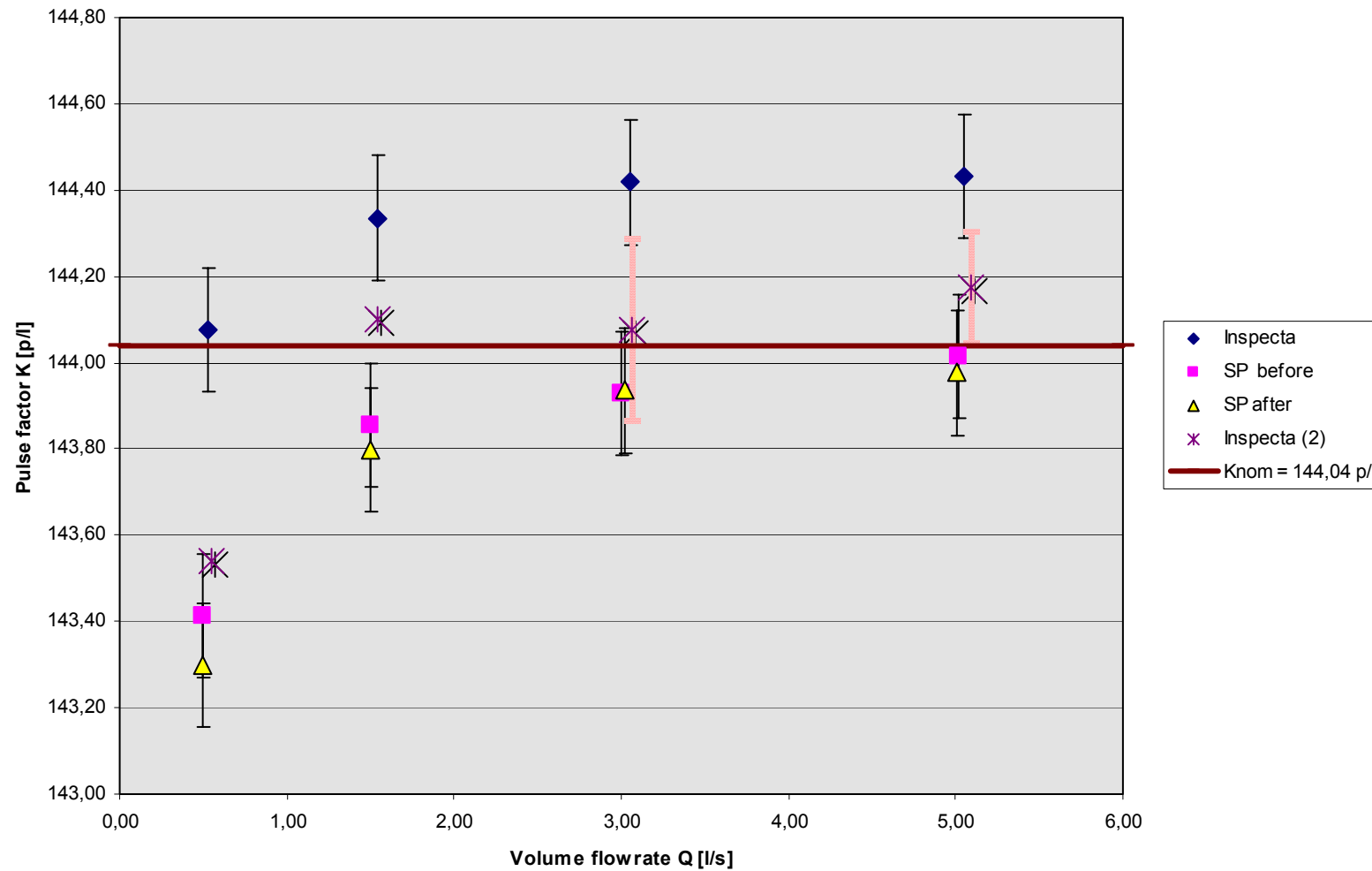
Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	Current mA	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5									
3									
1,5									
0,5									

Outputs tested:

- simultaneously
 separately

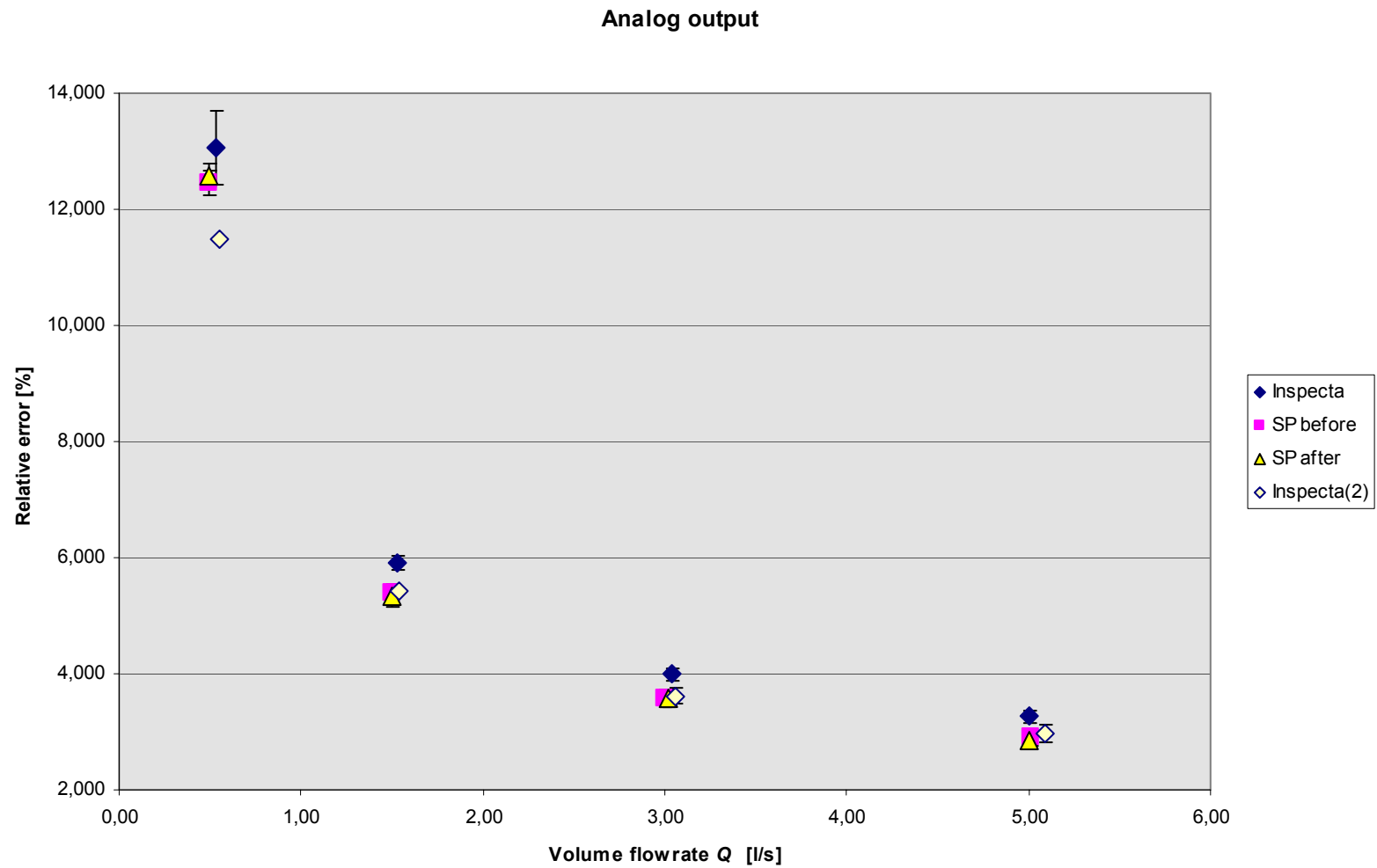
Other comments:

Flying start and stop
 Zero setting before calibration!



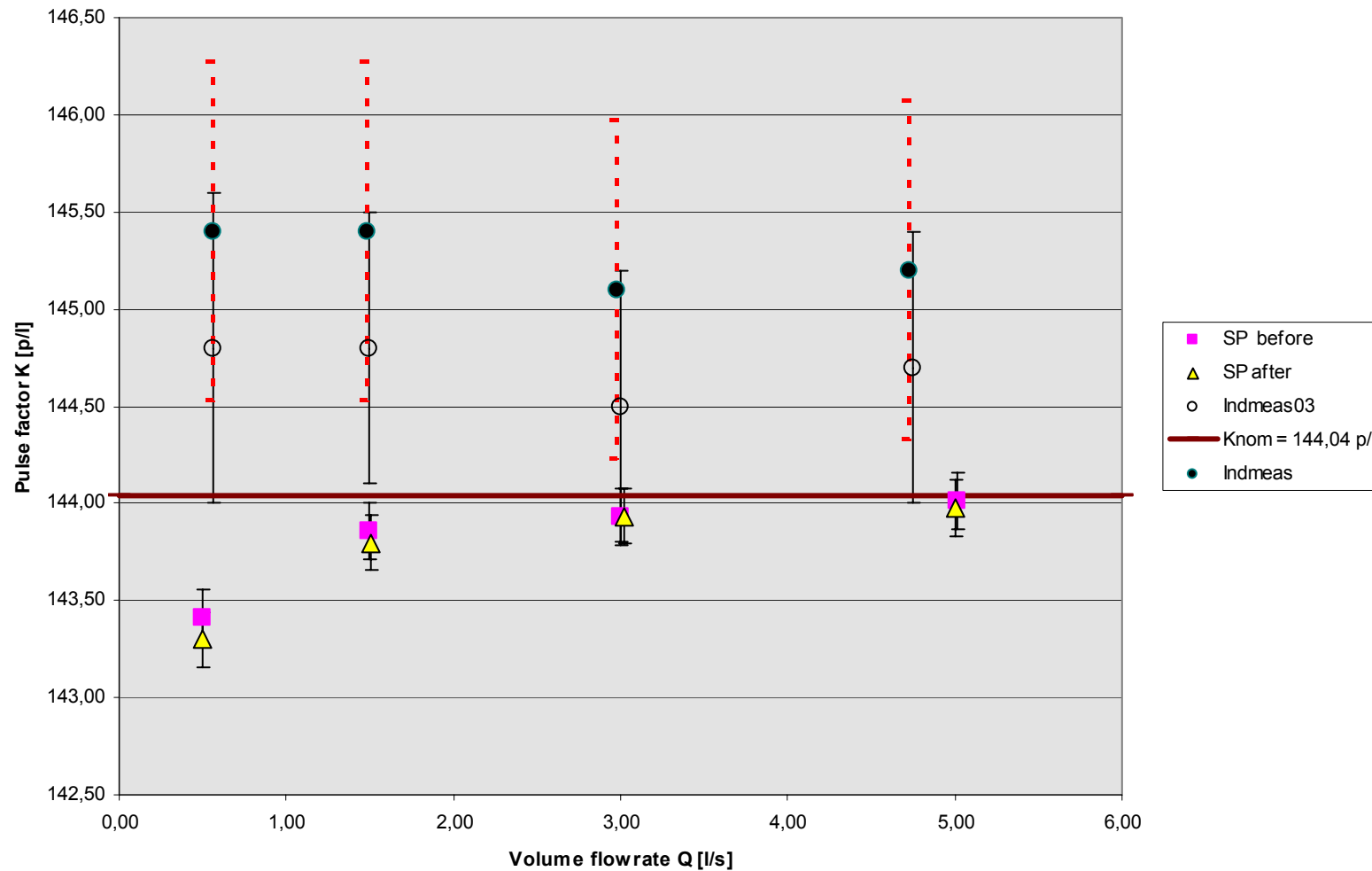
Kuva 4. SP:n ja Inspectan tulokset pulssilähdöstä mitattuna. Inspecta(2) tulos on epävirallinen mitattuna laboratorion isossa mittausjärjestelmässä.

Figure 4. SP's and Inspectas results measured from the pulse output. Inspecta(2) is an unofficial result measured using the big rig of the laboratory.



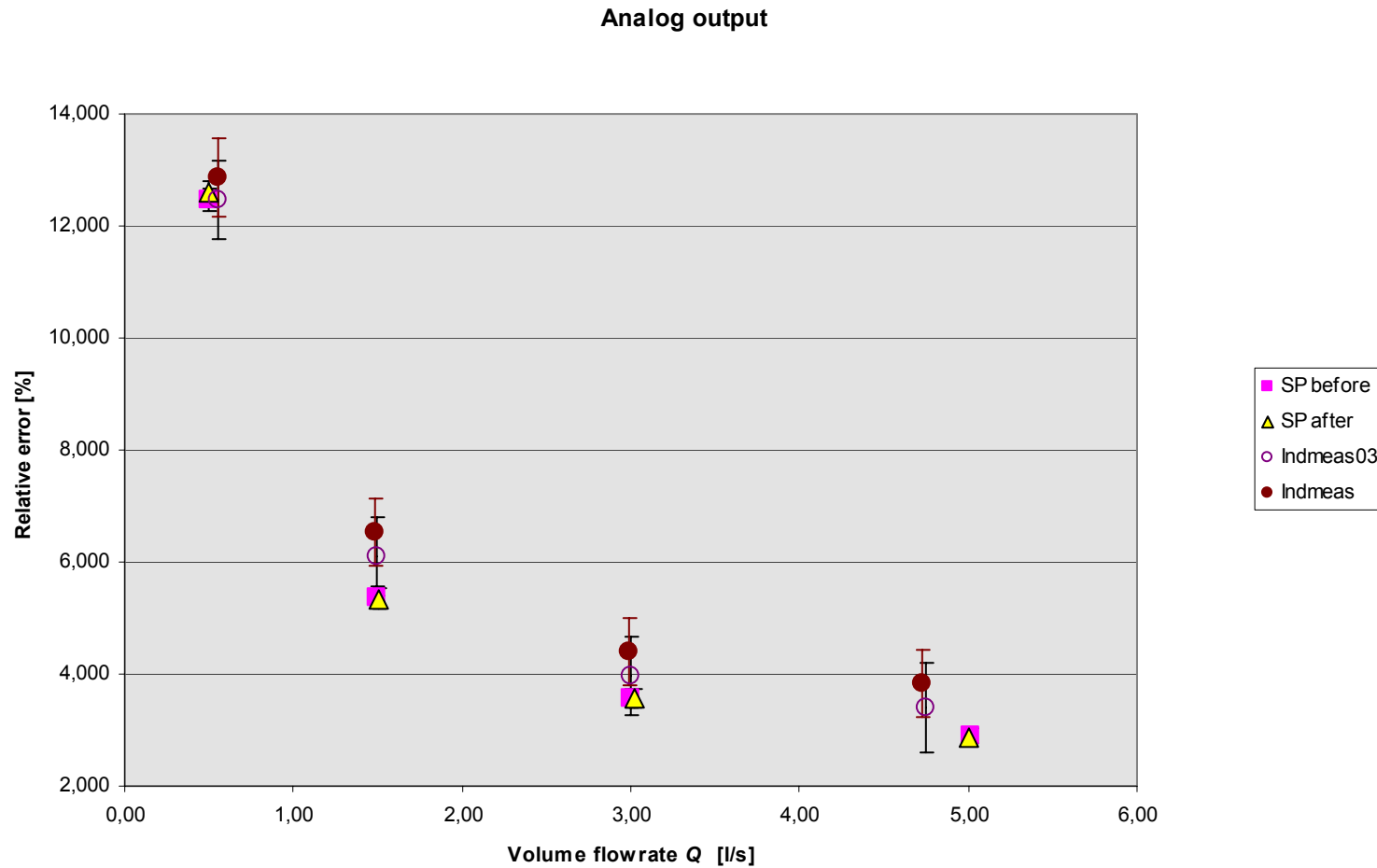
Kuva 5. SP:n ja Inspectan tulokset analogialähdöstä mitattuna. Inspecta(2) tulos on epävirallinen mitattuna laboratorion isossa mittausjärjestelmässä.

Figure 5. SP's and Inspectas results measured from the analog output. Inspecta(2) is an unofficial result measured using the big rig of the laboratory.



Kuva 6. SP:n ja Indmeasin tulokset pulssilähdöstä mitattuna. Indmeas tarkoittaa tulosta, jonka laboratorio ilmoitti mittausten perusteella. Indmeas03 on tulos, johon laboratorio on tehnyt korjauksen tekemiensä testien jälkeen. Asiaa on selvitetty liitteessä 6b.

Figure 6. SP's and Indmeas's results measured from the pulse output. Indmeas refers to the result that the laboratory presented based on the measurements. Indmeas03 refers to the result that was given after correction based on the tests made afterwards. The explanation is given in the Appendix 6b.



Kuva 7. SP:n ja Indmeasin tulokset analogialähdöstä mitattuna. Indmeas tarkoittaa tulosta, jonka laboratorio ilmoitti mittausten perusteella. Indmeas03 on tulos, johon laboratorio on tehnyt korjauksen tekemiensä testien jälkeen. Asiaa on selvitetty liitteessä 6b.

Figure 7. SP's and Indmeas's results measured from the analog output. Indmeas refers to the result that the laboratory presented based on the measurements. Indmeas03 refers to the result that was given after correction based on the tests made afterwards. The explanation is given in the Appendix 6b.

Liite 5. Inspectan raportti ja tulokset.

1(2)

Inspecta Oy
PL 44
00881 HELSINKI

Report on MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison of flow meter**Introduction**

Inspecta Oy participated in the MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison of a flow meter during September 2002. The comparison was co-ordinated by the Centre for Metrology and Accreditation (MIKES) and the reference laboratory was the Swedish National Testing and Research Institute (SP). The used mass flow meter (Micro Motion) was provided by Tampere University of Technology.

Measurement arrangements

The measurements were carried out in accordance with the given instructions (annex 3). The measurement arrangements are shown in Figure 1.

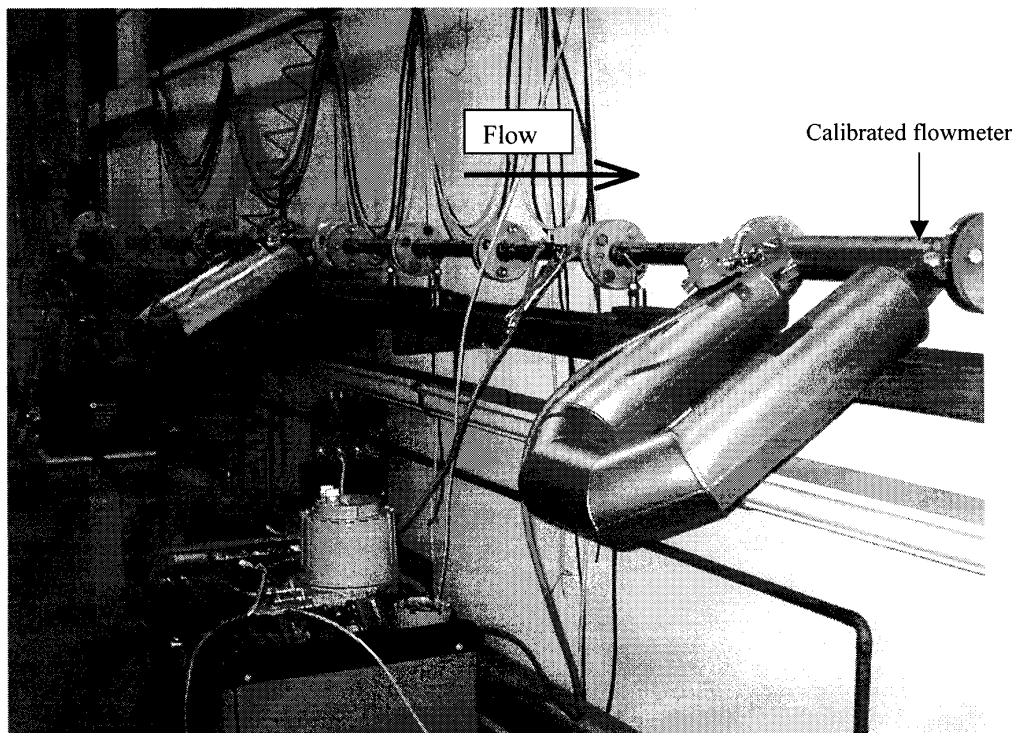


Figure 1. Measurement arrangements

2(2)

Before measurements zero setting of the flow meter was performed in accordance with the instructions. The measurements were made using the flying start and stop method based on continuous weighing. The pulse and the analog outputs of the flow meter were measured separately. The results of the measurements are given both on a data sheet (annex 1) and as a calibration certificate (annex 2).

Helsinki 15th November

Juha Saastamoinen
Head of Laboratory

ANNEXES

Annex 1 Measurement results data sheet
Annex 2 Calibration certificate K004-02V058
Annex 3 Measurement instructions

MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison**Laboratory:** Inspecta Oy (K004)**Meter:** Micro Motion Modell CMF200M381NB, serial no 332464, $K_{nom} = 144,004$ p/l**Pulse output (terminals 15 and 16)**

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	K p/l	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0	0,0000	23,5		-	-	-	-	-	-
5	5,0545	23,6		893,19	144,4316	0,297	0,0025	5	0,10
3	3,0531	23,6		905,30	144,4182	0,288	0,0029	5	0,10
1,5	1,5428	23,6		967,61	144,3354	0,230	0,0023	5	0,10
0,5	0,5311	23,6		989,90	144,0768	0,050	0,0055	5	0,10

Analog output (terminals 19 and 20) (4-20 mA; 0-10 l/s)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	Current mA	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0	0,0000	23,5		-	4,091	-	-	-	-
5	5,0043	23,5		958,12	12,268	3,265	0,0034	5	0,10
3	3,0383	23,5		941,37	9,055	3,990	0,0086	5	0,11
1,5	1,5336	23,4		1000,87	6,599	5,919	0,0223	5	0,12
0,5	0,5306	23,5		963,38	4,960	13,065	0,2259	5	0,64

 Outputs tested:

simultaneously
x separately

Other comments:

 Flying start and stop
 Zero setting before calibration!



AKKREDITOITU KALIBROINTILABORATORIO
ACKREDITERAT KALIBRERINGSLABORATORIUM
Accredited Calibration Laboratory

Inspecta Oy
Mittaus
PL 44 (Sahaajankatu 20 D)
00811 HELSINKI
Puh. 010 521 611



Kalibrointitodistus n:o **K004-02V058**
Kalibreringsbevis nr
Certificate of Calibration no

Tilaja - Uppdragsgivare
Customer

CENTRE FOR METROLOGY AND ACCREDITATION
(MIKES)
Lönnrötinkatu 37
PL 239
00181 HELSINKI

Kalibroitu laite - Kalibrerat objekt
Item

Mass flow meter DN40

Valmistaja - Tillverkare
Manufactured by

Micro Motion
USA

Tyyppi - Typ
Model

CMF200M381NB
RFT9739D4EBC


Sarjanumero - Serienummer
Serial number

sensor: 332464
amplifier: 1802538

Päiväys - Datum
Date

14.11.2002

Allekirjoitukset - Underskrifter
Signatures


Kari Koski
Tekninen varavastuuhenkilö
Technical Substitute

Sivu - Sida 1(4)
Page

Liitteitä - Bilagor -
Documents attached

Tämän todistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain asianomaisen kalibrointilaboratorion antaman kirjallisen luvan perusteella. Todistuksessa annetut tulokset ovat jäljitettävissä kansallisiin tai kansainvälisiin mittanormaaleihin. FINAS on EA:n (European co-operation for Accreditation) monenkeskisen tunnustamisopimusryhmän jäsen.

Detta bevis får endast publiceras i sin helhet - i annat fall behövs skriftligt tillstånd av kalibreringslaboratoriet. Mätresultat i detta kalibreringsbevis är spårbara till nationella eller internationella mätnormaler. FINAS är en av dem som har undertecknat EA:s (European co-operation for Accreditation) avtal om ömsesidigt erkännande.

This Certificate may only be reproduced in full, except with the prior written permission by the issuing Laboratory. The measurement results issued in this certificate are traceable to national or international measurement standards. FINAS is a member of the EA (European co-operation for Accreditation) Multilateral Agreement Group.

measured by: Kari Koski
date: 11.09.2002

mass flow meter
332464/1802538

1. Calibration results

Item: mass flow meter
pipe size: DN40
measuring range: 0 ... 10,00 l/s
4 ... 20 mA
pulse constant: 0,00694425 l/p
zero point: 4,091 mA

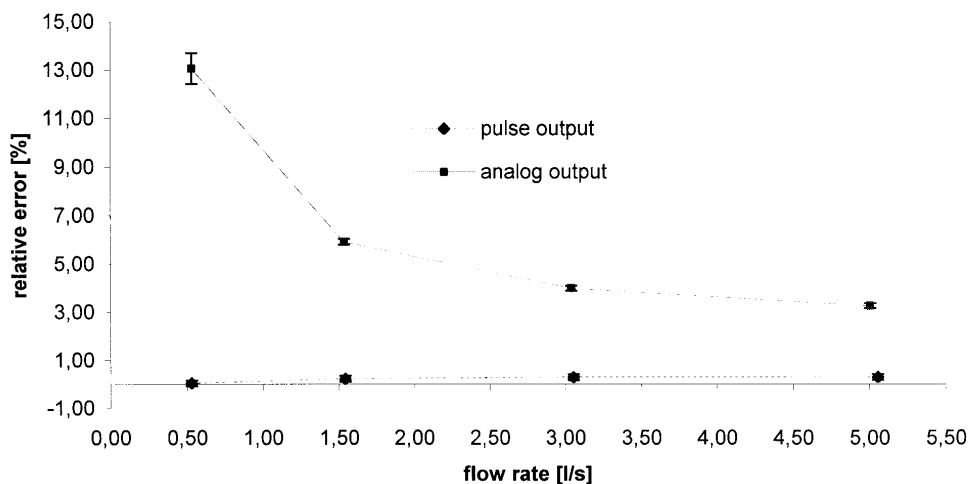
pulse output:

file	temperature [°C]	density [kg/m ³]	reference value [l/s]	measured value [l/s]	relative error [%]	uncertainty ± [%]
860-864	23,6	997,5	0,5311*	0,531	0,05	0,10
865-869	23,6	997,5	1,5428	1,546	0,23	0,10
855-859	23,6	997,5	3,0531	3,062	0,29	0,10
850-854	23,6	997,5	5,0545	5,070	0,30	0,10

current output:

file	temperature [°C]	density [kg/m ³]	reference value [l/s]	measured value [l/s]	relative error [%]	uncertainty ± [%]	current output [mA]
880-884	23,5	997,5	0,5306*	0,600	13,07	0,64	4,960
885-889	23,4	997,5	1,5336	1,624	5,92	0,12	6,599
875-879	23,5	997,5	3,0383	3,159	3,99	0,11	9,055
870-874	23,5	997,5	5,0043	5,168	3,26	0,10	12,268

att. * outside of the accredited range





Certificate of Calibration

K004-02V058

3(4)

measured by: Kari Koski
date : 11.09.2002

mass flow meter
332464/1802538

2. Calibration

The calibration was performed with flow meter calibration rig based on continuous weighing. The reference used was the water volume measured by the small scale during the measuring period and the reference measurement was taken of the flow meter analog and pulse output (4 ... 20 mA, 0,00694425 l/p).

3. Calibration rig

All the measuring equipment of the flow meter calibration rig essential to the accuracy has been calibrated according to the principles defined in the working instruction document QMW330.401. The measurement results of the flow rate are traceable to international measurement standards through 100 kg precision weights.

The small scale was calibrated on 05.07.2002 (calibration process 1066) with help of 100 kg precision weights. Precision weights (total 34) were calibrated on 19.12.1997 by the Raute Precision mass -and force laboratory (Certificate K19-1784).

4. Calibration uncertainty

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which, for a normal distribution, corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with Publication EA-4/02 (European Cooperation for Accreditation) from the following components: normals, equipment and methods used and the calibrated object. The uncertainty is based on the measurement results at the moment of calibration. It does not include long-term contribution from the calibrated object.

5. Calibration conditions

Calibration was performed with water which, at the moment of calibration, had following properties:

- temperature 23,4 ... 23,7 °C
- conductivity $150 \pm 20 \mu\text{S/cm}$
- density $997,5 \text{ kg/m}^3$

Environment conditions during calibration were

- air pressure 1017,4 ... 1028,1 mbar
- temperature of the measurement hall $20 \pm 5 \text{ °C}$

MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison

Epävirallinen kalibrointi isossa luopissa

Laboratory: Inspecta Oy

Meter: Micro Motion Modell CMF200M381NB, serial no 332464, $K_{nom} = 144,004$ p/l

Pulse output (terminals 15 and 16)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	K p/l	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0	0	23,5		-	-	-	-	-	-
5	5,09	23,2		20778,59	144,1757	0,1192	0,0126	5	0,13
3	3,06	23,1		17761,74	144,0778	0,0512	0,0364	3	0,21
1,5	1,54	23,0		9338,31	144,1021	0,0681	-	1	-
0,5	0,55	23,1		3309,51	143,538	-0,3236	-	1	-

Analog output (terminals 19 and 20) (4-20 mA; 0-10 l/s)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	Current mA	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0	0	23,5		-	4,091	-	-	-	-
5	5,09	23,2		20778,59	12,392	2,97	0,0233	5	0,14
3	3,06	23,1		17761,74	9,080	3,62	0,0138	3	0,13
1,5	1,54	23,0		9338,31	6,603	5,42	-	1	-
0,5	0,55	23,1		3309,51	4,981	11,49	-	1	-

Outputs tested:

x	simultaneously
	separately

Other comments:

Flying start and stop
Zero setting before calibration!

Liite 6. Indmeasin raportti ja tulokset sekä perustelut korjaukselle.

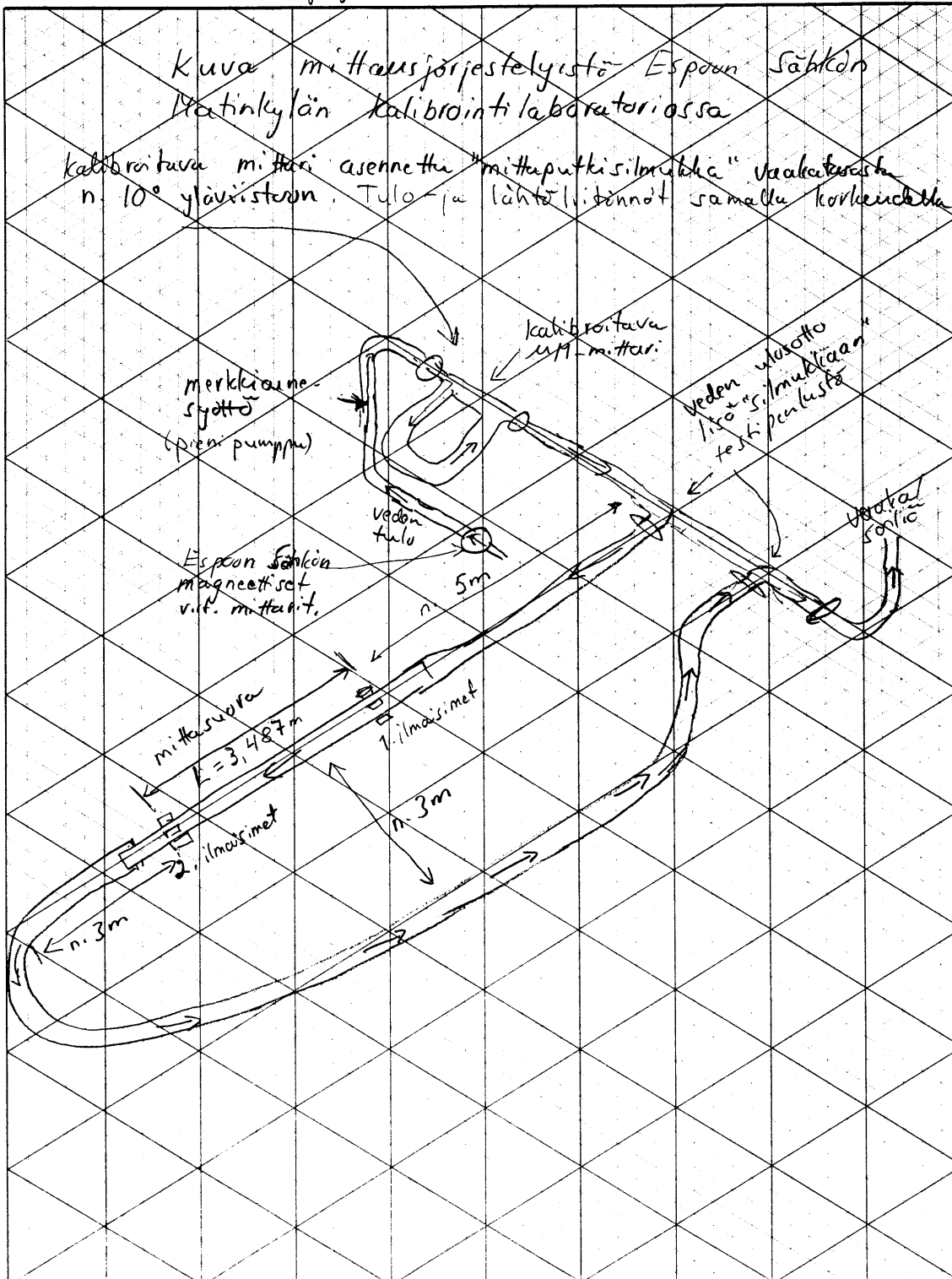
Asiakas: Mikes / Espoon Sähkö

Pvm: 27. 9. 2002

Positio: vertailumittaus silyty 2002

Mittaja: P.S.

IndMeas
Industrial
Measurements



MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison

Laboratory: Inclmeas Oy

Akkreditointipöytäkirjan mukaisesti
 paras kalibrointitarkkuus on 0,8%
 nestevirtaukselle
 Sulussa laskeimellisista sateu
 mittausepömvärs

Meter: Micro Motion Modell CMF200M381NB, serial no 332464, $K_{nom} = 144,004$ p/l
 Pulse output (terminals 15 and 16) kertoine $k_n = 144,004$

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	K p/l	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5	4,728	21,2	1,3	6,508	145,2	+0,9	0,3	8	0,8 (0,6)
3	2,984	20,8	1,2	"	145,1	+0,7	0,3	8	0,8 (0,6)
1.5	1,485	20,7	1,1	"	145,4	+0,9	0,4	8	0,8 (0,6)
0.5	0,557	20,4	1,0	"	145,4	+1,0	0,5	8	0,8 (0,6)

Analog output (terminals 19 and 20) (4-20 mA; 0-10 l/s)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	Current mA	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5	4,728	21,2	1,3	6,508	4,09	+3,8	0,3	8	0,8 (0,6)
3	2,984	20,8	1,2	"	11,854	+4,4	0,3	8	0,8 (0,6)
1.5	1,485	20,7	1,1	"	8,987	+6,5	0,4	8	0,8 (0,6)
0.5	0,557	20,4	1,0	"	6,531	+12,9	0,5	8	0,8 (0,7)

Outputs tested:
 simultaneously
 separately

Other comments:

korvaa certifiointimäärä 21.11.2002
 annetun testatun

Flying start and stop
 Zero setting before calibration!

TÄMÄ KALIBROINTITODISTUS KORVAA 21.11.2002 ANNETUN TODISTUKSEN N:O K028-1673




Tekniikantie 21, FIN-02150 Espoo
tel: +358-9-2517 5321
fax: +358-9-2517 5329
email: indmeas@indmeas.fi
www.indmeas.fi

AKKREDITOITU KALIBROINTILABORATORIO
AKKREDITERAT KALIBRERINGSLABORATORIUM
Accredited Calibration Laboratory



K028 (EN 45 001)

KALIBROINTITODISTUS n:o K028 – 1673B
KALIBRERINGSBEVIS nr
Certificate of Calibration no

Tilaja - Uppdragsgivare <i>Customer</i>	Mittatekniikan keskus
Kalibroitu laite - Kalibrerat objekt <i>Item</i>	vertailumittaus syksy 2002 virtausmittari
Valmistaja - Tillverkare <i>Manufactured by</i>	Micro Motion
Tyyppi - Typ <i>Model</i>	CMF200M381NB (coriolis-mittari)
Sarjanumero - Serienummer <i>Serial number</i>	332464
Päiväys - Datum <i>Date</i>	2.12.2002
Allkirjoitukset - Underskrifter <i>Signatures</i>	 Pentti Sinko
Sivu - Sida 1 (3) <i>Page</i>	1
Liitteitä - Bilagor <i>Documents attached</i>	

Tämän todistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain asianomaisen kalibrointilaboratorion antaman kirjallisen luvan perusteella. Todistuksessa annetut tulokset ovat jäljitettävissä kansallisiin tai kansainvälisiin mittanormaaleihin. FINAS on EA:n (European co-operation for Accreditation) monenkeskisen tunnustamissopimusryhmän jäsen.

Detta bevis får endast publiceras i sin helhet - i annat fall behövs skriftligt tillstånd av kalibreringslaboratoriet. Mätresultat i detta kalibreringsbevis är spårbara till nationella eller internationella mätnormaler. FINAS är en av dem som har undertecknat EA:s (European co-operation for Accreditation) avtal om ömsesidigt erkännande.

This Certificate may only be reproduced in full, except with the prior written permission by the issuing Laboratory. The measurement results issued in this certificate are traceable to national or international measurement standards. FINAS is a member of the EA's (European co-operation for Accreditation) Multilateral Agreement Group.

VIRTAUSMITTAUKSEN KENTTÄKALIBROINTI

Kalibroinnin tekijä: Pentti Sinko
 Kalibrointipäivämäärä: 27.9.2002
 Kalibroinnin suorituspaikka: Espoon Sähkön virtauslaboratorio Matinkylässä

1. KALIBROITU VIRTAUSMITTAUS

Kohde: MIKES vertailumittaus syksy 2002 virtausmittari
 Positio: -
 Rekisteröity signaali: -pulsсивiesti: $K_{nom} = 144,004$ p/l, mittarin liitinnastat 15, 16
 -mA-viesti: 4-20mA Δ 0-10 l/s, mittarin liitinnastat 19, 20

2. TULOKSET

Mittarin näyttämä pulssiviesti (mA-viesti *1))	Referenssimittaus	Mittarin virhe pulssiviesti (mA-viesti)	Kalibroinnin mittauserpävarmuus
Q_m l/s	Q_{ref} l/s	%	\pm %
4,77 (4,91)	4,73	+0,9 (+3,8)	0,8
3,01 (3,11)	2,98	+0,7 (+4,4)	0,8
1,50 (1,58)	1,49	+0,9 (+6,5)	0,8
0,562 (0,629)	0,557	+1,0 (+12,9)	0,8

*1) nollavirtauksella mA-viesti näytti 4,09mA arvoa

Referenssimittauksen mittausparametrit:

Detektorien välimatka: 3487 \pm 5 mm
 Putken sisähalkaisija: 48,75 \pm 0,1 mm

Kalibrointiolosuhteet:

Lämpötila (mittauspiirin vesi): 20-21 °C (Micro Motion ja laitoksen mittaus)
 Lämpötila (mittausympäristö): 22-24 °C (laitoksen mittaus)
 paine: 1-1,3 bar (laitoksen mekaaninen mittari)

Mittaustoistojen lukumäärä: 8 kpl /mittaustaso

3. KALIBROINTIMENETELMÄ

Virtauksen referenssiarvo mitattiin radioaktiivisen merkkiaineen käyttöön perustuvalla kulkuaiikamenetelmällä standardin ISO 2975/VI ja menetelmäkuvausten NT VVS 082 mukaisesti. Merkkiaineena käytettiin ^{137m}Ba. Kalibroinnissa virhe määritettiin rekisteröimällä pulssiviestiä ja mA-viestiä samanaikaisesti merkkiainemittauksen kanssa ja vertaamalla tuloksia keskenään. Tulos saadaan kullakin virtaustasolla usean koetoiston keskiarvona.

Mittarin virhe on esitetty prosentteina oikeasta arvosta yhtälön

$$\text{virhe} = \frac{Q_m - Q_{ref}}{Q_{ref}} * 100 \%$$

mukaisesti. Ylläolevassa yhtälössä on Q_m mittauksen näyttämä ja Q_{ref} kulkuaiikamittauksen tulos.

4. KALIBROINNIN MITTAUSEPÄVARMUUS

Kalibroinnin mittausepävarmuus on saatu kertomalla standardiepävarmuus kattavuuskertoimella $k=2$, mikä normaalijakauman tapauksessa vastaa noin 95%:n luottamusväliä. Standardiepävarmuus on laskettu ohjeen EA-4/02 mukaisesti. Mittausepävarmuus koostuu toisistaan riippumattomista komponenteista: putken sisähalkaisijan, ilmaisimien välisen etäisyyden ja ajan mittauksen sekä virtausmittarin signaalin rekisteröimisen mittausepävarmuudesta ja kalibroinnin stokastisesta epävarmuudesta. Stokastinen komponentti aiheutuu virtauksen nopeista vaihteluista, säteilynilmaisimien rekisteröimien pulssimäärien ja merkkiaineen sekoittumisen stokastisista vaihteluista. Stokastinen komponentti lasketaan koetoistojen välisestä tilastollisesta hajonnasta. Kalibrointituloksen mittausepävarmuus lasketaan edellämainittujen komponenttien neliöllisenä summana erikseen kullekin virtaustasolle. Akkreditointipäätöksen mukainen pienin kokonaisepävarmuus on 0,8 %.

5. KALIBROINTILAITTEISTON JÄLJITETTÄVYYS

mA-signaalin rekisteröiminen:
pulsssignaalin rekisteröiminen:
pituuden mittaaminen:
seinämänpaksuuden mittaaminen:
ajan mittaus:

Beamex V/A kalibraattori (K026-02E540, 4.7.2002)
HP funktiogeneraattori (K004-02T069, 26.7.2002)
Richter mittanauha (M-02L43, 3.7.2002)
Referenssimittapala (M-02L361, 29.7.2002)
virallinen aikasignaali (26.8.2002 ja 27.8.2002)

P.S.

Liite 6b.
MIKES
prof. Jouko Halttunen

Espoo, 23.4.2003

KALIBROINTITULOSTEN KORJAUS VERTAILUMITTAUKSESSA

Indmeas Oy suoritti MIKES-vertailumittarin kalibroinnin 27.9.2002 ja antoi kalibrointitulokset 2.12.2002 vertailumittauksen järjestäjälle.

Indmeas suoritti kalibroinnin radioaktiivisen merkkiaineen käyttöön perustuvaa kulkuakamenetelmää (ISO 2975/VII). Kalibrointi tehtiin Espoon Sähkö Oy:n tiloissa. Kalibrointipaikan tilarajoitukset vaikeuttivat mittausjärjestelyjä. Virtaus jouduttiin johtamaan takaisinpäin pian referenssiarvon määrittämiseen käytetyn suoran putkiosuuden jälkeen.

V. 2003 alussa Indmeas rekonstruoi vastaavan mittausgeometrian omiin laboratorio-tiloihinsa. Tällöin havaittiin, että käytetty mittausgeometria on vääristänyt jonkin verran kulkuakamenetelmällä määritettyä virtauksen referenssiarvoa. Merkkiaineen ilmaisimet näkivät mittauskohdasta poistuvaa merkkiainetta varsinaisen mittaussuoraosuuden ulkopuolelta. Omassa laboratoriotilassaan Indmeas pystyi suorittamaan vertailevat mittaukset vain 0,5l/s ja 1,5l/s virtaustasoilla. Tehdyissä mittausarjoissa referenssiarvon vääristymä oli keskimäärin -0,4%. (kulkuakamenetelmällä saatu virtauksen referenssiarvo jäi siis n. 0,4% liian pieneksi johtuen merkkiaineen häiritsevistä näkymisistä)

Em. tuloksista johtuen Indmeas katsoi aiheelliseksi korjata aikaisemmin annettuja kalibrointituloksia. Uudet korjatut tulokset annettiin 24.1.2003. Niissä Indmeasin kulkuakamenetelmällä mittaamaa virtauksen referenssiarvoa on korotettu 0,4% suuremmaksi kaikilla kalibroiduilla virtaustasoilla. Mittausepävarmuuden laskentaan lisättiin (neliöllisesti) korjauksen epävarmuutena 0,4%.

Pentti Sinko, laatupäällikkö
puh. (09)-2517 5327

MIKES/FINAS domestic interlaboratory comparison

Laboratory: Indmecc Oy

Meter: Micro Motion Modell CMF200M381NB, serial no 332464, $K_{nom} = 144,004$ p/l
 Pulse output (terminals 15 and 16) ↙ kertomella $K_n = 144,004$

Akkreditoitanti päätökseen mukana on
 parvi kalibr. tarkkuus on 0,8 %
 nestevirtaukselle
 Suomessa on ilmeinen ero
 lasille muuttuvasti seasta m. Hausgövernus

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	K p/l	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5	4,747	21,2	1,3	6,508	144,7	+0,5	0,3	8	0,8 (0,7)
3	2,996	20,8	1,2	"	144,5	+0,3	0,3	8	0,8 (0,7)
1,5	1,491	20,4	1,1	"	144,8	+0,5	0,4	8	0,8 (0,7)
0,5	0,559	20,4	1,0	"	144,8	+0,6	0,5	8	0,8 (0,8)

Analog output (terminals 19 and 20) (4-20 mA; 0-10 l/s)

Nominal flowrate l/s	Actual flowrate l/s	Water temperature °C	Pressure kPa	Test volume l	Current mA	Relative error mean value %	Std dev %	Number of tests	Expanded uncertainty (k=2) %
0									
5	4,747	21,2	1,3	6,508	4,09	+3,4	0,3	8	0,8 (0,7)
3	2,996	20,8	1,2	"	11,854	+4,0	0,3	8	0,8 (0,7)
1,5	1,491	20,4	1,1	"	29,584	+6,1	0,4	8	0,8 (0,7)
0,5	0,559	20,4	1,0	"	61,531	+12,4	0,5	8	0,8 (0,8)

Outputs tested:
 simultaneously
 separately

Other comments:

Tämä dokumentti korvaa vastaavat
 arvioinnin 21.11.2002 ja
 annettua tulostaulukkoja

Flying start and stop
 Zero setting before calibration!

Liite 1

TÄMÄ KALIBROINTITODISTUS KORVAA 21.11.2002 ANNETUN TODISTUKSEN N:O K028-1673
JA 2.12.2002 ANNETUN EM. TODISTUKSEN KORJATUN VERSION N:O K028-1673B

IndMeas
Industrial
Measurements


Tekniikantie 21, FIN-02150 Espoo
tel: +358-9-2517 5321
fax: +358-9-2517 5329
email: indmeas@indmeas.fi
www.indmeas.fi

AKKREDITOITU KALIBROINTILABORATORIO
AKKREDITERAT KALIBRERINGSLABORATORIUM
Accredited Calibration Laboratory



K028 (EN ISO/IEC 17025)

KALIBROINTITODISTUS n:o K028 – 1673C
KALIBRERINGSBEVIS nr
Certificate of Calibration no

Tilaja - Uppdragsgivare <i>Customer</i>	Mittatekniikan keskus
Kalibroitu laite - Kalibrerat objekt <i>Item</i>	vertailumittaus syksy 2002 virtausmittari
Valmistaja - Tillverkare <i>Manufactured by</i>	Micro Motion
Tyyppi - Typ <i>Model</i>	CMF200M381NB (coriolis-mittari)
Sarjanumero - Serienummer <i>Serial number</i>	332464
Päiväys - Datum <i>Date</i>	24. 1. 2003
Allekirjoitukset - Underskrifter <i>Signatures</i>	 Pentti Sinko
Sivu - Sida 1 (3) <i>Page</i>	1
Liitteitä - Bilagor <i>Documents attached</i>	

Tämän todistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain asianomaisen kalibrointilaboratorion antaman kirjallisen luvan perusteella. Todistuksessa annetut tulokset ovat jäljitettävissä kansallisiin tai kansainvälisiin mittanormaaleihin. FINAS on EA:n (European co-operation for Accreditation) monenkeskisen tunnustamissopimusryhmän jäsen.

Detta bevis får endast publiceras i sin helhet - i annat fall behövs skriftligt tillstånd av kalibreringslaboratoriet. Mätresultat i detta kalibreringsbevis är spårbara till nationella eller internationella mätnormaler. FINAS är en av dem som har undertecknat EA:s (European co-operation for Accreditation) avtal om ömsesidigt erkännande.

This Certificate may only be reproduced in full, except with the prior written permission by the issuing Laboratory. The measurement results issued in this certificate are traceable to national or international measurement standards. FINAS is a member of the EA's (European co-operation for Accreditation) Multilateral Agreement Group.

VIRTAUSMITTAUKSEN KENTÄKALIBROINTI

Kalibroinnin tekijä: Pentti Sinko
 Kalibrointipäivämäärä: 27.9.2002
 Kalibroinnin suorituspaikka: Espoon Sähkön virtauslaboratorio Matinkylässä

1. KALIBROITU VIRTAUSMITTAUS

Kohde: MIKES vertailumittaus syksy 2002 virtausmittari
 Positio: -
 Rekisteröity signaali: -pulsсивiesti: $K_{nom} = 144,004$ p/l, mittarin liitinnastat 15, 16
 -mA-viesti: 4-20mA Δ 0-10 l/s, mittarin liitinnastat 19, 20

2. TULOKSET

Mittarin näyttämä pulssiviesti (mA-viesti *1))	Referenssimittaus	Mittarin virhe pulssiviesti (mA-viesti)	Kalibroinnin mittausepävarmuus
Q_m l/s	Q_{ref} l/s	%	\pm %
4,77 (4,91)	4,75	+0,5 (+3,4)	0,8
3,01 (3,11)	3,00	+0,3 (+4,0)	0,8
1,50 (1,58)	1,49	+0,5 (+6,1)	0,8
0,562 (0,629)	0,559	+0,6 (+12,4)	0,8

*1) nollavirtauksella mA-viesti näytti 4,09mA arvoa

Referenssimittauksen mittausparametrit:

Detektorien välimatka: 3487 \pm 5 mm
 Putken sisähalkaisija: 48,75 \pm 0,1 mm

Kalibrointiolosuhteet:

Lämpötila (mittauspiirin vesi): 20-21 C° (Micro Motion ja laitoksen mittaus)
 Lämpötila (mittausympäristö): 22-24 C° (laitoksen mittaus)
 paine: 1-1,3 bar (laitoksen mekaaninen mittari)

Mittaustoistojen lukumäärä: 8 kpl /mittaustaso

P.S.

3. KALIBROINTIMENETELMÄ

Virtauksen referenssiarvo mitattiin radioaktiivisen merkkiaineen käyttöön perustuvalla kulkuaiamenetelmällä standardin ISO 2975/M1 ja menetelmäkuvauksen NT VVS 082 mukaisesti. Merkkiaineena käytettiin ^{137m}Ba. Kalibroinnissa virhe määritettiin rekisteröimällä pulssiviestiä ja mA-viestiä samanaikaisesti merkkiainemittauksen kanssa ja vertaamalla tuloksia keskenään. Tulos saadaan kullakin virtaustasolla usean koetoiston keskiarvona.

Mittarin virhe on esitetty prosentteina oikeasta arvosta yhtälön

$$\text{virhe} = \frac{Q_m - Q_{ref}}{Q_{ref}} * 100 \%$$

mukaisesti. Ylläolevassa yhtälössä on Q_m mittauksen näyttämä ja Q_{ref} kulkuaiamittauksen tulos.

4. KALIBROINNIN MITTAUSEPÄVARMUUS

Kalibroinnin mittausepävarmuus on saatu kertomalla standardiepävarmuus kattavuuskertoimella $k=2$, mikä normaalijakauman tapauksessa vastaa noin 95%:n luottamusväliä. Standardiepävarmuus on laskettu ohjeen EA-4/02 mukaisesti. Mittausepävarmuus koostuu toisistaan riippumattomista komponenteista: putken sisähalkaisijan, ilmaisimien välisen etäisyyden ja ajan mittauksen sekä virtausmittarin signaalin rekisteröimisen mittausepävarmuudesta ja kalibroinnin stokastisesta epävarmuudesta. Stokastinen komponentti aiheutuu virtauksen nopeista vaihteluista, säteilynlmaisimien rekisteröimien pulssimäärien ja merkkiaineen sekoittumisen stokastisista vaihteluista. Stokastinen komponentti lasketaan koetoistojen välisestä tilastollisesta hajonnasta. Kalibrointituloksen mittausepävarmuus lasketaan edellämainittujen komponenttien neliöllisenä summana erikseen kullekin virtaustasolle. Akkreditointipäätöksen mukainen pienin kokonaisepävarmuus on 0,8 %.

5. KALIBROINTILAITTEISTON JÄLJITETTÄVYYS

mA-signaalien rekisteröiminen:	Beamex V/A kalibraattori (K026-02E540, 4.7.2002)
pulssisignaalin rekisteröiminen:	HP funktiogeneraattori (K004-02T069, 26.7.2002)
pituuksen mittaaminen:	Richter mittanauha (M-02L43, 3.7.2002)
seinämänpaksuuden mittaaminen:	Referenssimittapala (M-02L361, 29.7.2002)
ajan mittaus:	virallinen aiksignaali (26.8.2002 ja 27.8.2002)

P.S.

Viimeisimmät julkaisut

- J1/2000 T. Weckström, *Intercomparison of temperature standards of Lithuania and Finland*
- J2/2000 *Finnish National Standards Laboratories FINMET, Annual Report 1999*
- J3/2000 K. Riski, *Mass comparison M3*
- J4/2000 K. Riski, *Mass and volume comparisons at MIKES*
- J5/2000 A. Lassila ja S. Nevalainen, *Nanometritason mittaukset, kartoitus*
- J6/2000 M. Rantanen, *Nordic intercomparison in gauge pressure range 0 ... 2 MPa*
- J1/2001 S.I. Niemelä, *Mikrobiologian kvantitatiivisten viljelymääritysten mittausepävarmuus*
- J2/2001 J. Järvinen (Ed.), *Finnish National Standards Laboratories. Annual Report 2000*
- J3/2001 T. Weckström, *Lämpötilan vertailumittaus L 11, PT100-anturin sovitusten kehittämisen*
- J4/2001 B. Hemming, *High precision roundness. Euromet project 533. Final Report*
- J5/2001 M. Heinonen, *Kaasun kosteuden mittaaminen*
- J6/2001 M. Heinonen, S. Bell, K. Flakiewics, G. Mamontov, P.K. Birch, A. Steiner and S. Ugus, *Intercomparison of humidity standards*
- J7/2001 M. Rantanen, *Comparisons in the pressure range from 50 kPa to 350 kPa*
- J1/2002 T. Weckström, *Lämpötilan mittaus*
- J2/2002 J. Järvinen, M. Heinonen and A. Lassila (Eds.), *Annual Report 2001*
- J3/2002 S.I. Niemelä, *Uncertainty of quantitative determinations derived by cultivation of microorganisms*
- J4/2002 A. Lassila, *Calibration of gauge blocks by mechanical comparison. Final Report*
- J5/2002 V. Köning, A. Pitkäkoski, M. Rantanen and S. Semenoja, *Comparison of spinning rotor vacuum gauges between MIKES, SP and Vaisala Oyj*
- J6/2002 M. Rantanen and S. Semenoja, *Calibration of a 130 Pa CDG: Comparison of the results from MIKES PTB and MKS Deutschland*
- J1/2003 J. Järvinen, M. Heinonen and A. Lassila (Eds.), *Annual Report 2002*
- J2/2003 K. Riski, *Basic formula for mass calibration*
- J3/2003 M. Rantanen, *Intercomparison in gauge pressure range 0...60 MPa*
- J4/2003 S.I. Niemelä, *Uncertainty of quantitative determinations derived by cultivation of microorganism*
- J5/2003 K. Riski, *Mass comparison: 5 kg laboratory balance*
- J6/2003 M. Rantanen, *Comparison in absolute pressure range 0,02 hPa ... 10 hPa between MIKES and Beamex*
- J7/2003 M. Heinonen, *Comparison of dew-point temperature calibrations*
- J8/2003 J. Järvinen (Toim.), *Kansallinen mittanormaalityö ja sen kehittäminen 2003 - 2007*
- J1/2004 J. Järvinen et al. (Eds.) *Annual Report 2003*
- J2/2004 S. Semenoja, M. Rantanen, J. Leskinen and A. Pitkäkoski, *Comparison in the absolute pressure range 100 kPa to 2100 kPa between MIKES and Vaisala Oyj*
- J3/2004 V. Esala, *Pituuden vertailumittaus D6, loppuraportti*
- J4/2004 J. Halttunen, *Coriolis-mittarin vertailumittaus, syksy 2002. Interlaboratory comparison of a Coriolis flowmeter, Autumn 2002*



- PL 239, Lönnrotinkatu 37, 00181 HELSINKI
- Puh. 09 616 761 • Fax 09 616 7467
- www.mikes.fi