

MIKES METROLOGIA

J9/2005



Pituuden vertailumittaus D7

Loppuraportti

Veli-Pekka Esala
Mittatekniikan keskus

Espoo 2005



Julkaisu J9/2005

**Pituuden vertailumittaus D7
Loppuraportti 26.9.2005**

Veli-Pekka Esala

Mittatekniikan keskus

Espoo 2005

Summary

The interlaboratory comparison D7 for length was arranged by the Centre of Metrology and Accreditation (MIKES) between March 2004 and August 2004. The dimensional metrology laboratory of MIKES operated as reference laboratory of the comparison.

The measurands of the comparison were length and flatness of 4 micrometer rods.

Participants were four accredited laboratories and three non accredited laboratories. In addition there were two extra measuring places. Laboratories measured the length of the rods so that differences to reference values were within the uncertainty estimates and 91,7 % of the results were acceptable according to E_n criteria.

Tiivistelmä

Pituuden vertailumittaus D7 järjestettiin maaliskuun 2004 ja elokuun 2004 välillä. Referenssilaboratoriona toimi Mittatekniikan keskus (MIKES). Osallistujina olivat neljä akkreditoitua mittauslaboratoriota sekä viisi muuta laboratoriota. Kuluneen vuoden aikana yksi osallistuja on akkreditoitunut. Vertailumittauksen mittanormaalina oli 4 mikrometrisauvaa, joista mitattiin pituus ja päiden tasomaisuus.

Vertailumittaus osoitti, että laboratorioden mittaamat sauvojen pituuksien poikkeamat vertailuarvosta olivat pienempiä kuin ilmoitettu mittausepävarmuus 91,7%:ssa mittauksista.

Vertailumittauksiin osallistuminen antaa mittauspaikalle mahdollisuuden hankkia näyttöä toimintansa laadusta sekä auttaa mittauspaikkaa oman toiminnan kehittämisessä. Vertailumittauksen hyödyllisyyden osoitti kahden laboratorion suurehko virheet yhdistettyinä pieneen ilmoitettuun mittausepävarmuuteen pitempien mittasauvojen mittauksessa.

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	5
1 Johdanto	7
2 Mittanormaali	7
3 Osallistujat ja aikataulu	8
4 Mittausohjeet	9
5 Siirtonormaalien stabiilius ja vertailuarvo	9
6 Tulokset	10
7 Tulosten tarkastelu	15
8 Yhteenveto	15
9 Viitteet	15

1 Johdanto

MIKES järjestää säännöllisesti vertailumittauksia akkreditoitujen laboratorioiden toiminnan tason varmistamiseksi.

Pituuden vertailumittauksen D7 tarkoitus oli selvittää pituusmittausten tasoa ja tulosten vertailukelpoisuutta suomalaisissa akkreditoituissa kalibrointilaboratorioissa. Vertailumittauksen käytännön järjestelyistä sekä tulosten analysoinnista vastasi MIKES.

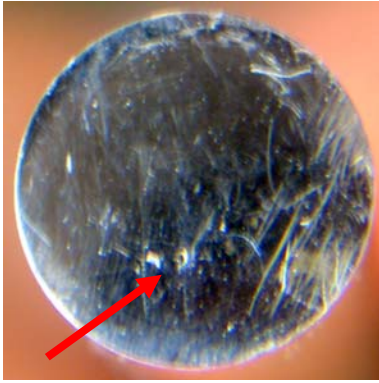
2 Mittanormaali

Vertailumittaus suoritettiin mikrometrin asetussauvoilla 100 mm (KOT-04), 125 mm (KOT-05), 175 (KOT2-07) mm ja 275 mm (KOT2-10), lämpöpitenehkerooin 11,5 x 10⁻⁶/°C (kuva 1). Kaksi lyhintä olivat tasopäisiä ja pitkät pallopäisiä.



Kuva 1. Kierrätetyt mikrometrisauvat

Mittanormaalien stabiilius todettiin riittäväksi vertailumittauksen yhteydessä mutta pitkien mittasauvojen suoruudessa ja päiden kunnossa oli toivomisen varaa. Suoruuhevire aiheutti sen, että mittausasennosta riippuen saatu mittaustulos vaihteli varsinkin jos mittausleuka osui 275 mm sauvan päässä olevaan kolhuun (kuva 2).



Kuva 2. Sauvan 275 mm päässä oleva kolhu.

Sauvoista mitattiin pituus ja tasomaisuus/pään kunto. Sauvat mitattiin akkreditoitujen mittauspaikan tai mittavälinen mittauspaikan mittavälineille tyypillisen mittausohjeen mukaisesti.



Kuva 3. Mikrometrisauvan yksinkertaistettu rakenne.

3 Osallistajat ja aikataulu

Vertailumittauksen aikatauluksi oli alustavasti suunniteltu kevät 2004 alkaen viikosta 15 siten, että mittausajaksi tulisi aina 2 viikkoa. Jälki-ilmoittautuneiden laboratorioiden takia kierrosaika venyi 4 viikkoa siten, että vertailu kesti viikot 15 - 28. Vertailumittaukseen osallistuvat dimensionaalisten suureiden akkreditoituista kalibrointilaboratorioista seuraavat:

- K003 Tampereen Teknillinen yliopisto, Tuotantotekniikan laitos (sauvat 100 ja 125 mm akkreditoituna)
- K009 Finnair Oy, Mittalaitetarkastus
- K022 Keski-Suomen Kalibrointikeskus
- K027 Rauman ammatti-instituutti, kalibrointilaboratorio

Lisäksi vertailumittaukseen osallistuvat:

- Inspecta Oy, Mittaus Helsingin ja Tampereen toimipisteet
- Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu, täydennyskoulutus ja kehityspalvelu, Kaakkois-Suomen Kalibrointikeskus
- Jälkeenpäin mittauksen suoritti vielä kaksi mittauspaikkaa epävirallisesti vertailun vuoksi.

4 Mittausohjeet

Osallistujille lähetetyt mittausohjeet ja raportointiohjeet sekä käsittelyohjeet on liitteissä 1 ja 2.

Mittausohjeissa todetaan, että mittaustulos ilmoitetaan mittauspäivän tavallisella kalibrointitodistuksella sekä lähetyksessä liitteenä olleella tuloslomakkeella. Mittausepävarmuus tulee ilmoittaa laajennettuna epävarmuutena 95%:n luotettavuustasolla (normaalisti $k=2$) kunkin mittaustuloksen yhteydessä. Lisäksi tulosten yhteydessä pitää ilmoittaa käytettyyn mittausrakenteeseen/-laitteisiin liittyvät perustiedot.

Ohjeissa pyydetään ilmoittamaan Mittatekniikan keskuksen, mikäli tuloksissa havaitaan vakavia vaurioita. Pienemmät naarmut pyydetään raportoimaan tulosten yhteydessä.

5 Siirtonormaalien stabiilius ja vertailuarvo

Vertailulaboratoriona toimi MIKES keskus pituuden kansallisena mittanormaallilaboratoriona. Mittauksia suoritettiin maaliskuussa 2004 sekä elokuun 2004 ja helmikuun 2005 välisenä aikana. MIKESin maaliskuun 2004 tulokset jouduttiin hylkäämään, koska mittaus tapahtui suurinta pituutta etsien, jolloin jotkut sauvat olivat vinossa asennossa mittauskoneen akseliin nähden. Esimerkiksi sauvan 275 mitta on suurimmillaan kuvan 2 kolhun päältä mitattuna vinossa asennossa. Mittauspaikat olivat sen sijaan ilmoituksensa mukaan kaikki mitanneet sauvat suorassa asennossa. Syksyn 2004 mittauksia häiritsi MIKESin SIP -pituudenmittauskoneen hienosäätöruuvien toimintahäiriöt. Koneelle tilattiin marraskuussa huolto, jonka jälkeen mittauskoneen hienosäätö toimi moitteetta. Mutta joulukuussa ilmeni, että koneen mittaustulokset vaihtelivat oudosti eri päivinä. Tammikuussa mittauskoneen kompensointiarvot tarkastettiin ja tällöin selvisi, että huoltomies oli unohtanut tallentaa mittauskoneen kompensointiarvot koneen muistiin. Joulukuun sähkökatkoksen jälkeen koneessa ei ollutkaan kompensointiarvoja päällä. Asia korjattiin, kone kalibroitiin uudestaan ja vasta tammikuun 2005 jälkeen pituudenmittauskoneen tulokset olivat hyväksyttävissä. Siksi mittauksessa lopullisina vertailutuloksina käytettiin MIKESin tammi-helmikuun 2005 tuloksien keskiarvoa.

Tuloksia verrattiin maaliskuun ja elokuun 2004 onnistuneisiin mittauksiin lyhyimmillä sauvoilla. Tällöin todettiin siirtonormaalien olevan vertailumittauksessa stabiileja ja käsittely vertailumittauksessa johti vain vähäisiin naarmuihin, jotka eivät vaikuttaneet mitausten onnistumiseen suorassa asennossa.

6 Tulokset

Yleisen käytännön mukaisesti kullekin laboratoriolle on annettu kirjaintunnus niin, että tuloksia ei voida suoraan yhdistää tiettyyn laboratorioon. Laboratorioiden ilmoittamat sauvojen mitat verrattiin referenssiarvoihin. Yhteenveto pituusmittauksista mittausepävarmuuksineen (95 % luotettavuusväli) on esitetty taulukossa 1 ja kuvissa 1 - 4. Taulukossa 2 ilmoitettu normalisoitu virhe E_n on laskettu julkaisussa EA Interlaboratory Comparison, EAL-P7, EA- 2/03:1996 esitettyllä kaavalla:

$$E_n = \frac{x_{LAB} - x_{ref}}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{ref}^2}}$$

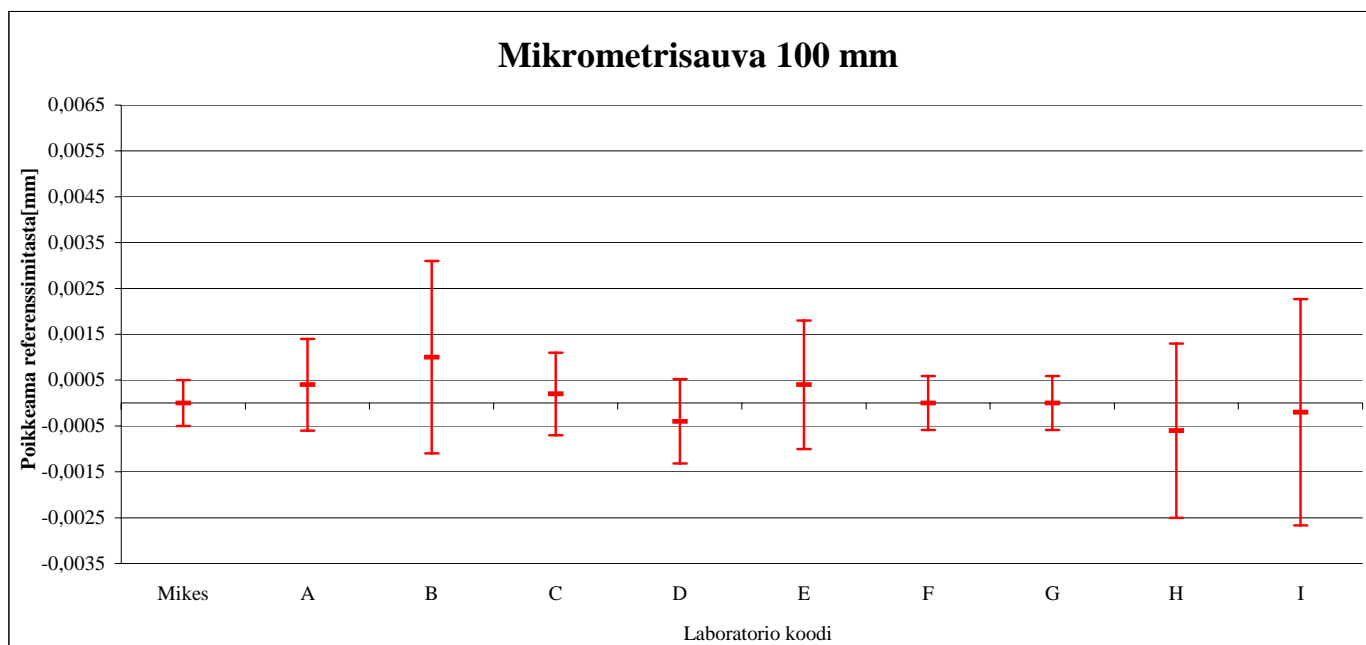
jossa	x_{LAB}	laboratorion mittaustulos
	x	referenssiarvo
	U_{LAB}	laboratorion ilmoittama tuloksen laajennettu epävarmuus
	U	referenssiarvon laajennettu epävarmuus

Taulukko 1. Laboratorioiden ilmoittamat sauvojen pituudet ja päiden tasomaisuussyvyyvirheet.

Sauva [mm]	25	Mikes 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
100	0°	100,0000	100,0004	100,001	100,0002	99,9996	100,0004	100,0000	100,0000	99,9994	99,9998
125	90°	124,9997	125,0001	125,001	124,9994	124,9992	124,9998	125,0000	125,0000	124,9992	124,9998
175	0°	174,9997	175,0001	175,000	174,9995	175,001	174,9995	174,9990	174,9980	175,0014	174,9994
275	90°	274,9951	274,9953	274,996	274,9940	274,995	274,9951	274,9980	274,9970	274,9980	274,9949
Epävarmuus ± [µm]		0,5...1,0	1...1,8	2,1...2,5	0,9...1,3	0,92...2,8	1,4...3,2	0,59...0,7	0,59...0,7	1,9...3,1	2,47...3,46
Tasomaisuus											
100		0,1	0,1	<0,6	<0,3	-	<0,3	-	-	<0,1	0,3
125		0,1	0,1	<0,6	<0,4	-	<0,3	-	-	<0,1	0,0
175		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
275		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epävarmuus ± [µm]		0,10	0,3	0,3	0,6	-	0,3	-	-	0,2	0,31
Mittausvoima		5 N	6N	4N	0,15N	0,03N	4,5N	1N	1N	3N	6-8N
Lämpötila		20,03°C	19,9°C	19,9°C	20,15°C	20,1°C	20,0±0,5°	-	-	20,17°C	19,8°C

Sauva 100 mm ± 0

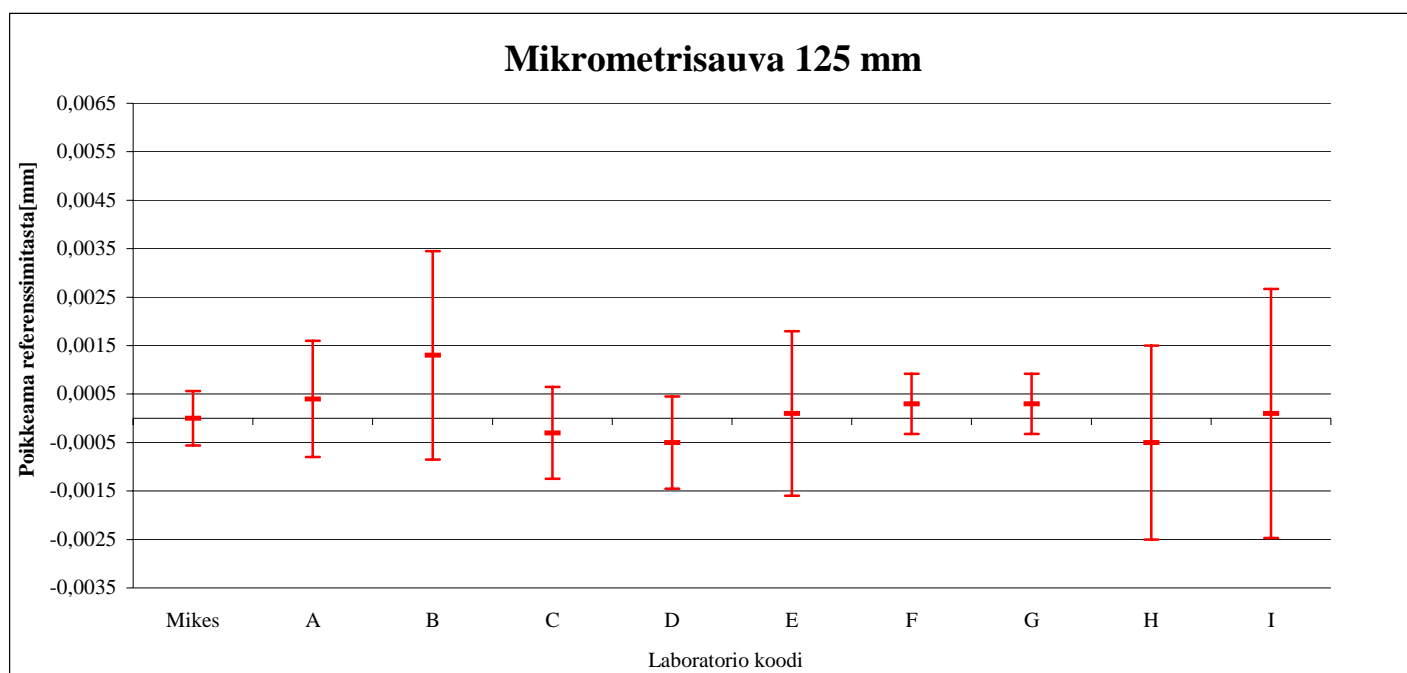
LAB	Mittaustulos [mm]	Poikkeama ref:tä [mm]	Epävarmuus (k=2)	Poikkeama keskiarvosta [mm]	En
Mikes	100,0000	0,0000	0,0005	-0,0001	0,000
A	100,0004	0,0004	0,001	0,0003	0,358
B	100,0010	0,0010	0,0021	0,0009	0,463
C	100,0002	0,0002	0,0009	0,0001	0,194
D	99,9996	-0,0004	0,00092	-0,0005	-0,382
E	100,0004	0,0004	0,0014	0,0003	0,269
F	100,0000	0,0000	0,00059	-0,0001	0,000
G	100,0000	0,0000	0,00059	-0,0001	0,000
H	99,9994	-0,0006	0,0019	-0,0007	-0,305
I	99,9998	-0,0002	0,00247	-0,0003	-0,079
Akk.aritm. keskiarvo	100,0001	0,0001			
St. Dev	0,0005	0,0005			



Kuva 4. Pituusmittaukset sauvalla 100 mm, laboratorioiden laajennettu mittaus-epävarmuus osoitettu pystypalkeilla.

Sauva 125 mm

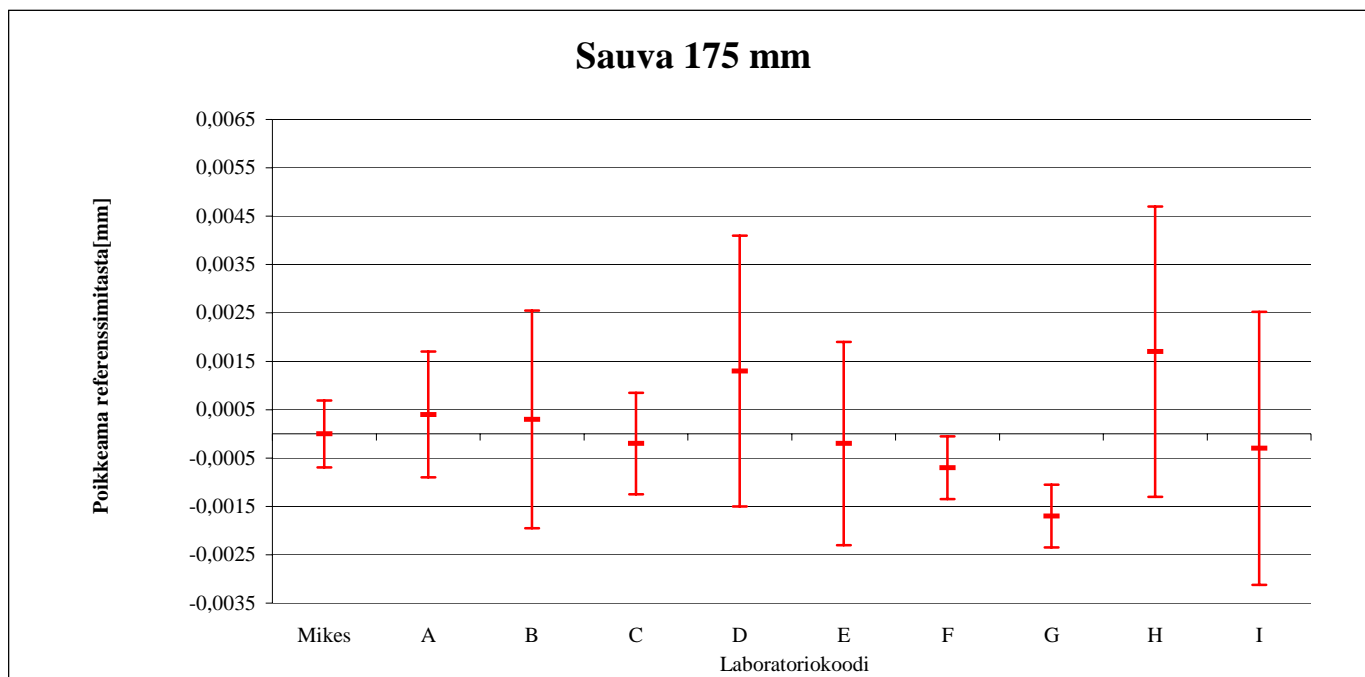
LAB	Mittaustulos [mm]	Poikkeama ref:tä [mm]	Epävarmuus (k=2) [mm]	Poikkeama keskiarvosta	En
Mikes	124,9997	0,0000	0,00056	-0,0001	0,000
A	125,0001	0,0004	0,0012	0,0003	0,302
B	125,0010	0,0013	0,00215	0,0012	0,585
C	124,9994	-0,0003	0,00095	-0,0004	-0,272
D	124,9992	-0,0005	0,00095	-0,0006	-0,453
E	124,9998	0,0001	0,0017	0,0000	0,056
F	125,0000	0,0003	0,00062	0,0002	0,359
G	125,0000	0,0003	0,00062	0,0002	0,359
H	124,9992	-0,0005	0,00200	-0,0006	-0,241
I	124,9998	0,0001	0,00257	0,0000	0,038
Akk.aritm. keskiarvo	124,9998	0,0001			
St. Dev	0,0005	0,0005			



Kuva 5. Pituusmittaukset sauvalle 125 mm -1 µm.

Sauva 175 mm

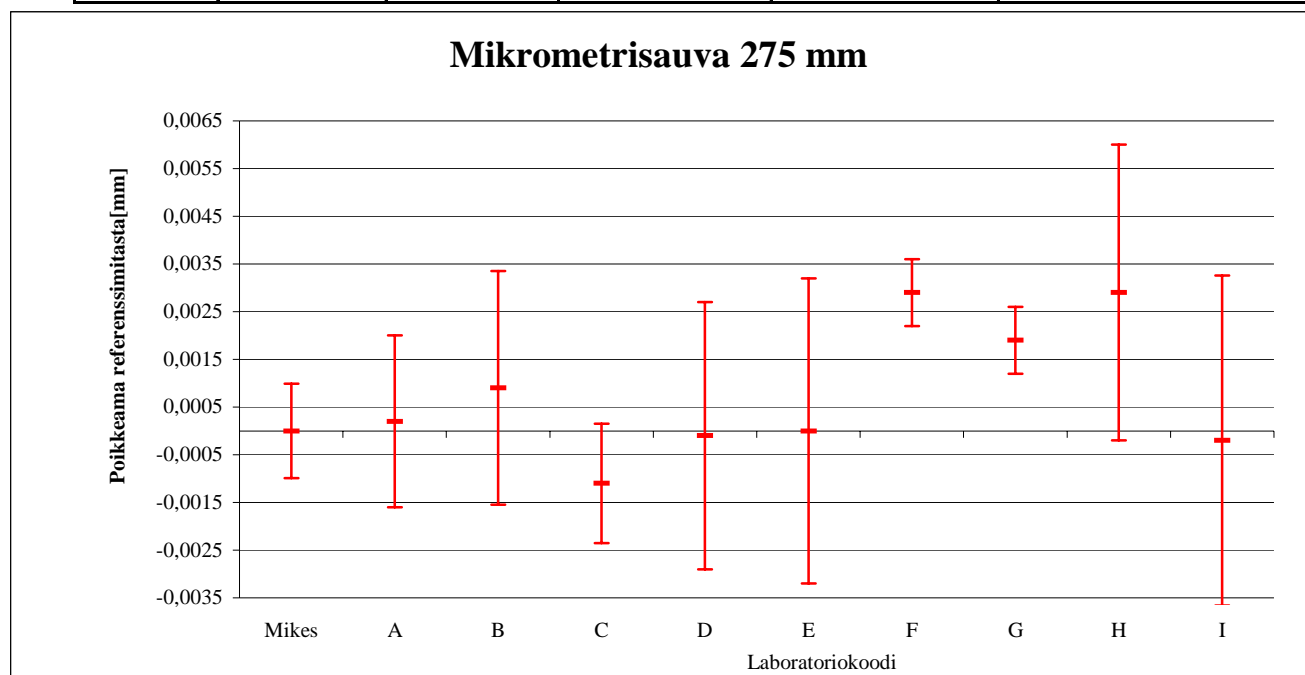
LAB	Mittaustulos [mm]	Poikkeama ref:stä [mm]	Epävarmuus (k=2)	Poikkeama keskiarvosta	En
Mikes	174,9997	0,0000	0,000692	-0,0001	0,000
A	175,0001	0,0004	0,0013	0,0003	0,272
B	175,0000	0,0003	0,0023	0,0002	0,127
C	174,9995	-0,0002	0,0011	-0,0003	-0,159
D	175,0010	0,0013	0,0028	0,0012	0,451
E	174,9995	-0,0002	0,0021	-0,0003	-0,090
F	174,9990	-0,0007	0,0007	-0,0008	-0,737
G	174,9980	-0,0017	0,0007	-0,0018	-1,791
H	175,0014	0,0017	0,0030	0,0016	0,552
I	174,9994	-0,0003	0,0028	-0,0004	-0,1033
Akk.aritm. keskiarvo	174,9998	0,0001			
St. Dev	0,0010	0,0010			



Kuva 6. Pituusmittaukset sauvalle 175 mm

Sauva 275 mm

LAB	Mittaustulos [mm]	Poikkeama ref:stä [mm]	Epävarmuus (k=2)	Poikkeama keskiarvosta [mm]	En
Mikes	274,9951	0,0000	0,000987	-0,0007	0,000
A	274,9953	0,0002	0,0018	-0,0005	0,097
B	274,9960	0,0009	0,0025	0,0002	0,341
C	274,9940	-0,0011	0,0013	-0,0018	-0,691
D	274,9950	-0,0001	0,0028	-0,0008	-0,034
E	274,9951	0,0000	0,0032	-0,0007	0,000
F	274,9980	0,0029	0,0007	0,0022	2,397
G	274,9970	0,0019	0,0007	0,0012	1,570
H	274,9980	0,0029	0,0031	0,0022	0,891
I	274,9949	-0,0002	0,0035	-0,0009	-0,056
Akk.aritm. keskiarvo	274,9958	0,0007			
St. Dev	0,0014	0,0014			



Kuva 7. Pituusmittaukset sauvalle 275 mm.

7 Tulosten tarkastelu

Vertailumittauksen tulosta pidetään hyväksyttävänä, jos normalisoidun poikkeaman E_n itseisarvo on pienempi kuin 1. Kuvista 4-7 ilmenee, että pääsääntöisesti laboratorioiden mittaamat pituudet poikkeavat vertailuarvoista poikkeaman alle epävarmuuden verran. Laboratoriolla F ja G pitempien sauvojen mittaasepävarmuudet ovat selvästi liian pieniä. Etenkin laboratorion F normalisoitu virhe E_n oli sauvalla 275 mm huomattavan suuri (2,4). Myös laboratoriolla G oli molemmissa pitemmissä sauvoissa (175 mm ja 275 mm) iso normalisoitu virhe E_n .

Muilla laboratoriolla ei ole normalisoidun virheen E_n arvon 1 ylityksiä. Eli kaiken kaikkiaan hyväksyttäviä mittauksia oli 91,7 % (33/36 kpl).

Pituusmittausten E_n arvojen perusteella akkreditoituilla laboratorion mittaasepävarmuuden suuruusluokat ovat lähes oikealla tasolla. Muista mittauspaikoista erityisesti laboratorion F ja G on syytä kiinnittää huomiota mittaasepävarmuuksien määrittämiseen sekä mittaajien koulutukseen jotta mittaasepävarmuus ja mittauskkyky vastaisivat toisiaan. Järjestelmälliset sisäiset vertailumittaukset on syytä ottaa käyttöön laadunvarmistustoimena ilman akkreditointiakin.

8 Yhteenveto

Vertailumittaus osoitti, että niinkin yksinkertaisessa mittauksessa kuin mikrometrin kalibrointisauvan kalibroinnissa on monia epäonnistumisen mahdollisuutta. Sauvojen pituudenmittauksessa kriittisiä kohtia ovat nollaus, mittausasento (yhdensuuntaisuus pituudenmittauskoneen kanssa), sauvan pään kunto, mittausvoima ja lämpötila.

Laboratorioiden mittaamat sauvojen pituuden poikkeamat vertailuarvoista olivat pienempiä kuin ilmoitettu mittaasepävarmuus 91,7%:ssa mittauksista. Huomattavaa on, että kaikki akkreditoidut mittauspaikat ovat osanneet hyvin laskea/arvioida mittaasepävarmuutensa. Sen sijaan ei akkreditoituilla paikoilla on vaikeuksia arvioida omaa tarkkuuttaan. Siksi akkreditointi antaa asiakkaalle hyvän kuvan mittauspaikan mittauskyyvystä ja tulosten oikeellisuudesta suhteessa mittaasepävarmuuteen.

9 Viitteet

EA Interlaboratory Comparison, EAL-P7, EA- 2/03:1996

Viimeisimmät julkaisut

- 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, S. Semenoja, *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 mittanormaalitoiminta ja sen kehittäminen 2003 - 2007*
- J1/2004 J. Järvinen, M. Heinonen, A. Lassila, R. Rajala (Eds.) *Finnish National standards Laboratories 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*
- J5/2004 L. Uusipaikka, *Suhteellisen kosteuden kalibrointien vertailu, loppuraportti.*
- J6/2004 K. Riski, *Mass Comparison: 2 kg, 100 g, 20 g, 2 g and 100 mg weights.*
- J7/2004 M. Rantanen, S. Semenoja, *Intercomparison in gauge pressure range from 20 Pa to 13 kPa*
- J8/2004 R. Rajala, *Yleismittarin vertailumittaus, loppuraportti*
- J1/2005 T. Ehder (Toim.), *Mikrobiologiset vertailukannat*
- J2/2005 M. Rantanen, G. Peterson, *Pressure comparisons between MIKES and Metroser: Ranges 95 kPa to 105 kPa absolute and 0,5 MPa to 1,75 MPa gauge*
- J3/2005 M. Rantanen, S. Semenoja, *Calibration of a 130 Pa CDG: comparison of the results from MIKES and PTB*
- J4/2005 T. Weckström, *Lämpötilan mittaus*
- J5/2005 M. Rantanen, S. Semenoja, *Results on the effective area of a DHI piston-cylinder unit with the nominal area of 196 mm²*
- J6/2005 T. Ehder (Toim.), *Kemian metrologian opas*
- J7/2005 M. Heinonen, J. Järvinen, A. Lassila, A. Manninen (Eds.) *Finnish National standards Laboratories Annual Report 2004*
- J8/2005 T. Weckström, *Thermometer comparison L12 in the range from -80 °C to 400 °C*



- PL 9, Tekniikantie 1, 02151 ESPOO
- Puh. 010 6054 000 • Fax 010 6054 299
- www.mikes.fi