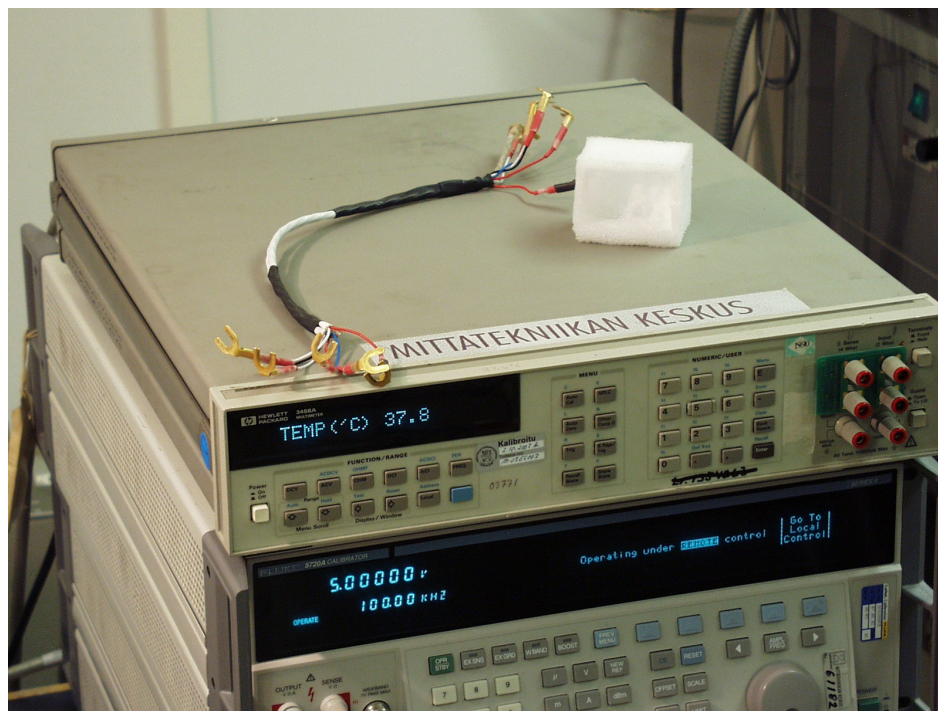


J9/2006



Yleismittarin vertailumittaus

Loppuraportti

Risto Rajala
Mittatekniikan keskus

Espoo 2006

Julkaisu J9/2006

Yleismittarin vertailumittaus Loppuraportti

Risto Rajala

Mittatekniikan keskus

Espoo 2006

Tiivistelmä

Mittatekniikan keskus (MIKES) järjesti keväällä 2006 pientaajuisten sähkösuureiden vertailumittauksen. Vertailtavat suureet olivat: tasajännite, tasavirta, vaihtojännite, vaihtovirta ja resistanssi. Vertailuun osallistui kuusi suomalaista laboratoriota, joista neljä oli FINAS akkreditoituja.

Vertailulaitteena käytettiin MIKESin HP3458A yleismittaria, joka oli viritetty tarkoituksella näyttämään hieman väärin. Vertailu oli tähtimäinen, jolloin laite kalibroitiin MIKESillä jokaisen kalibroinnin välissä.

Alustavat tulokset lähetettiin MIKESiin viikon kuluttua mittausten päättymisestä, ja laboratoriot laativat myöhemmin mittaustuloksista kalibrointitodistuksen. Kaikkien laboratorioden kalibrointitodistukset olivat käytettävissä elokuussa 2006.

Joitain ilmeisiksi painovirheiksi epäiltyjä arvoja pyydettiin tarkistamaan ja tehdyt korjaukset on kirjattu virallisiin kalibrointitodistuksiin.

Referenssiarvoina käytettiin MIKESin määrittämiä yleismittarin arvoja. Kalibrointitodistusten ja MIKESin arvojen perusteella laskettiin poikkeamat sekä normalisoidut virheet, so. E_n -arvot.

Vertailumittaus sujui ongelmitta. Merkittäviä poikkeamia MIKESin tuloksista ei ollut ja E_n -arvot olivat turvallisen pieniä. Voidaan hyvällä syyllä todeta, että annettujen epävarmuuksien puitteissa Suomen mittauspalveluorganisaatio tuottaa luotettavia kalibrointeja.

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	4
1 Johdanto	6
2 Vertailulaite	6
3 Referenssiarvot ja niiden jäljitettävyys	6
4 Osallistujat	8
5 Mittausohjeet	8
6 Vertailumittauksen tulokset	8
6.1. Normalisoitu virhe	11
6.2. Mittarin sisäisen lämpötilan seuranta	13
7 Yhteenveto	13

1 Johdanto

MIKES järjesti keväällä 2006 pientaajuisten sähkösuureiden – tasajännitteen, tasavirran, resistanssin, vaihtojännitteen ja vaihtovirran – vertailumittauksen. Tarkoituksena oli selvittää suomalaisten kalibroitilaboratorioiden mittaustulosten yhteensopivuus ja lisätä vuonna 2003 jo saatuja kokemuksia järjestelmämittarin käyttämisestä siirtomaalana.

2 Vertailulaite

Vertailulaitteena käytettiin kansikuvan mukaista HP 3458A sn. 2823A03771 yleismittaria, joka oli säädetty tarkoituksella noin 0.0003 % sivuun todellisesta arvosta. Ympäristönhallinta toteutettiin käyttämällä hyväksi laitteen omaa, sisäistä lämpötilamittausta. Lisäksi laitteen nollan mittauksia varten ohjeistettiin käyttämään Fluken nelinapaista oikosulkupalaa sekä sisäänmenonapojen lämpöeristintä.

3 Referenssiarvot ja niiden jäljitettävyys

Vertailussa käytetty yleismittari on ollut MIKESin käyttönormaalina ja sen stabiilius tunnetaan hyvin. Laite viritettiin tarkoituksella näyttämään noin 30 μV liian suurta arvoa 10 V jännitteellä.

Vertailulaitteen virityksen jälkeen se kalibroidiin MIKESillä juuri ennen vertailukierrosta 16.3.2006 ja tämän jokaisen vertailun jälkeen 14.6.2006 asti. Nämä stabiiliuskalibroinnit tehtiin vertaamalla laitteen näyttämää MIKESin Fluke 5720A yleiskalibraattoriin. Kalibraattori on kalibroitu vertaamalla sen ulostuloa MIKESin käyttönormaaleihin, jotka jäljittyvät MIKESin Josephson-jännitenormaaliin ja kvantti-Hall-normaaliin MIKESin käyttönormaalitason laitteiden avulla. Vaihtosähkösuureiden jälki saadaan Fluke 5790 AC/DC jännitenormaalista ja Fluke A40 termomuunninshunteista, jotka kalibroidaan SP:llä (Swedish National Testing and Research Institute). Taulukossa 1 on MIKESin määrittämät referenssiarvot ja niiden epävarmuudet vertailulaitteen näyttämälle vertailumittauspisteissä. Vertailuarvon epävarmuudet määritettiin CMC-tilin arvojen ja stabiiliusmittauksen kokeellisen keskiarvon keskihajonnan perusteella ($n=10$). Stabiiliusmittaus ei antanut aihetta käyttää korjausta vertailulaitteen ryöminnälle.

Taulukko 1. HP3458A yleismittarin näyttämä vertailumittauspisteissä, MIKESin referenssiarvot

Mittauspiste	Mikesin arvo	Mikesin arvon epävarmuus
0 mV	0.00007 mV	0.00032 mV
50 mV	50.0002 mV	0.0003 mV
-50 mV	-50.0002 mV	0.0003 mV
100 mV	100.0004 mV	0.0003 mV
-100 mV	-100.0004 mV	0.0003 mV
1 V	1.000002 V	0.000002 V
-1 V	-1.000002 V	0.000002 V
10 V	10.00003 V	0.00002 V
-10 V	-10.00003 V	0.00002 V
100 V	100.0003 V	0.0006 V
-100 V	-100.0003 V	0.0006 V
0 mA	-0.000003 mA	0.000002 mA
1 mA	1.000001 mA	0.000010 mA
-1 mA	-1.000008 mA	0.000010 mA
5 mA	4.99999 mA	0.00005 mA
-5 mA	-5.00005 mA	0.00005 mA
10 mA	10.00002 mA	0.00010 mA
-10 mA	-10.00010 mA	0.00010 mA
100 mA	100.0003 mA	0.0010 mA
-100 mA	-100.0016 mA	0.0010 mA
0 Ohm	-0.00025 Ohm	0.00014 Ohm
100 Ohm	99.9999 Ohm	0.0010 Ohm
0 kOhm	-0.0000004 kOhm	0.0000004 kOhm
1 kOhm	0.999997 kOhm	0.000010 kOhm
0 kOhm	-0.000004 kOhm	0.000004 kOhm
10 kOhm	10.00000 kOhm	0.00010 kOhm
1 V 400 Hz	1.00001 V	0.00006 V
1 V 100 kHz	1.00003 V	0.00023 V
1 V 1 MHz	1.0063 V	0.0016 V
10 V 400 Hz	10.0002 V	0.0006 V
10 V 100 kHz	9.9971 V	0.0020 V
10 V 1 MHz	10.06 V	0.03 V
10 mA 400 Hz	10.0004 mA	0.0008 mA
10 mA 10 kHz	10.0029 mA	0.0008 mA
100 mA 400 Hz	100.009 mA	0.008 mA
100 mA 10 kHz	100.069 mA	0.009 mA

4 Osallistujat

Seuraavat laboratoriot osallistuivat vertailuun:

Fitecom Oy, Nummela
Inspecta Oy, Mittaus, K004, Espoo
Lentotekniikkalaitos, K013, Tampere
Beamex Oy, K026, Pietarsaari
Finnair Oyj, Mittalaitetarkastus, Vantaa
Nemko Oy, K042 Espoo

Vertailukierros alkoi 20.3.2006 ja päättyi 14.6.2006.

5 Mittausohjeet

Mittausohjeessa on ohjeet mittarin käytöstä ja sen kuljetuksesta sekä raportoinnista. Mittausohje on liitteenä.

6 Vertailumittauksen tulokset

Laboratorioiden MIKESille kirjoittamissa kalibrointitodistuksissa oli yhtä lukuun ottamatta epävarmuuden laskentatavaksi ilmoitettu dokumentti EA-4/02 ja kaikilla oli kattavuuskertoimen arvoksi annettu $k=2$. Laboratoriot on tässä raportissa nimetty kirjainkoodilla.

Numeeriset tulokset mittaustulosten poikkeamina MIKESin arvoista on esitetty taulukossa 2 ja graafiset tulokset (liitteenä) epävarmuuksineen ovat kuvissa 1-31. Mittaria ei nollattu ennen kalibrointeja, vaan pyydettiin mittaamaan pienten DC-alueiden ja resistanssialueiden nollat (offset). Taulukossa 3 on nollan mittaukset poikkeamana MIKESin mittausten keskiarvosta. Nollakorjatut tulokset 100 mV, 1 mA, 100 Ohm, 1 kOhm ja 10 kOhm mittauspisteille ovat numeerisina taulukossa 4 ja graafisina kuvissa 32-40 (liitteenä). Taulukoiden arvot on pyöristetty MIKESin epävarmuuden mukaan.

Taulukko 2. Vertailupisteiden poikkeamat MIKESin arvoista

Vertailupiste	Laboratorio Z	Laboratorio Y	Laboratorio G	Laboratorio R	Laboratorio M	Laboratorio N
50 mV	0.0001 mV	-0.0010 mV	0.0000 mV	-0.0001 mV	0.0001 mV	0.0000 mV
-50 mV	-0.0003 mV	-0.0005 mV	0.0000 mV	0.0002 mV	-0.0001 mV	-0.0001 mV
100 mV	0.0002 mV	-0.0008 mV	-0.0001 mV	-0.0003 mV	0.0001 mV	0.0000 mV
-100 mV	-0.0005 mV	0.0001 mV	0.0000 mV	0.0003 mV	0.0000 mV	0.0001 mV
1 V	-0.000001 V	-0.000002 V	-0.000001 V	-0.000001 V	0.000000 V	0.000001 V
-1 V	-0.000001 V	0.000002 V	0.000000 V	0.000000 V	-0.000001 V	-0.000002 V
10 V	-0.00001 V	-0.00003 V	-0.00001 V	-0.00001 V	0.00000 V	0.00001 V
-10 V	0.00001 V	0.00003 V	0.00000 V	0.00001 V	0.00000 V	-0.00001 V
100 V	0.0002 V	-0.0002 V	-0.0002 V	-0.0001 V	0.0000 V	0.0000 V
-100 V	-0.0002 V	0.0003 V	0.0000 V	0.0001 V	0.0000 V	0.0000 V
1 mA	-0.000001 mA	-0.000001 mA	-0.000001 mA	0.000001 mA	-0.000001 mA	-0.000007 mA
-1 mA	0.000000 mA	0.000008 mA	0.000003 mA	0.000002 mA	0.000008 mA	0.000011 mA
5 mA	0.00002 mA	-0.00003 mA	0.00000 mA	0.00001 mA	-0.00002 mA	-0.00002 mA
-5 mA	0.00002 mA	0.00003 mA	0.00000 mA	0.00000 mA	0.00002 mA	0.00003 mA
10 mA	0.00001 mA	-0.00005 mA	0.00001 mA	0.00002 mA	-0.00004 mA	0.00003 mA
-10 mA	0.00003 mA	0.00007 mA	0.00000 mA	0.00001 mA	0.00005 mA	0.00001 mA
100 mA	0.0000 mA	-0.0018 mA	-0.0013 mA	-0.0003 mA	0.0002 mA	-0.0010 mA
-100 mA	0.0009 mA	0.0023 mA	0.0008 mA	0.0008 mA	0.0014 mA	0.0010 mA
100 Ohm	-0.0002 Ohm	-0.0010 Ohm	-0.0003 Ohm	0.0000 Ohm	-0.0002 Ohm	-0.0002 Ohm
1 kOhm	0.000001 kOhm	0.000003 kOhm	0.000002 kOhm	0.000002 kOhm	0.000000 kOhm	0.000002 kOhm
10 kOhm	0.00000 kOhm	0.00000 kOhm	0.00000 kOhm	0.00000 kOhm	-0.00001 kOhm	0.00000 kOhm
1 V 400 Hz	0.0000 V	0.0000 V	0.0000 V		0.00001 V	0.00001 V
1 V 100 kHz	0.0001 V	-0.0002 V	0.0000 V		0.00001 V	-0.00001 V
1 V 1 MHz		-0.005 V	-0.001 V		0.00426 V	-0.0022 V
10 V 400 Hz	0.0002 V	0.0000 V	-0.0001 V		0.0005 V	0.0000 V
10 V 100 kHz	0.001 V	0.003 V	0.000 V		0.003 V	0.000 V
10 V 1 MHz		-0.07 V	-0.01 V		-0.06 V	-0.02 V
10 mA 400 Hz	0.000 mA	0.001 mA	0.000 mA		-0.001 mA	0.000 mA
10 mA 10 kHz	-0.001 mA	-0.002 mA	-0.002 mA		-0.002 mA	-0.001 mA
100 mA 400 Hz	-0.01 mA	0.00 mA	0.00 mA			0.00 mA
100 mA 10 kHz	-0.01 mA	-0.06 mA	-0.03 mA			-0.02 mA

Taulukko 3. Mittarin nollan näyttämät vertailulaboratorioissa; tasajännitteellä oikosulku mittarin sisääntulonavoissa, tasavirralla sisäänmenonapa avoimessa piirissä ja resistanssilla nelinapainen oikosulku mittarin sisäänmenonavoissa.

Mittarin alue	Laboratorio Z	Laboratorio Y	Laboratorio G	Laboratorio R	Laboratorio M	Laboratorio N
100 mV	-0.0001 mV	0.0000 mV	-0.0001 mV	0.0000 mV	-0.0004 mV	0.0001 mV
1 mA	-0.000002 mA	0.000000 mA	-0.000002 mA	0.000000 mA	0.000002 mA	-0.000002 mA
100 Ohm	-0.00020 Ohm	0.00000 Ohm	-0.00051 Ohm	0.00003 Ohm	-0.00001 Ohm	0.00002 Ohm
1 kOhm	0.000000 kOhm	0.000000 kOhm	-0.000001 kOhm	0.000000 kOhm	0.000000 kOhm	0.000000 kOhm
10 kOhm	0.000000 kOhm	0.000000 kOhm	-0.000001 kOhm	0.000000 kOhm	0.000001 kOhm	0.000000 kOhm

Taulukko 4. Offset-korjatut vertailupisteiden poikkeamat MIKESin arvoista

Vertailupiste	Laboratorio Z	Laboratorio Y	Laboratorio G	Laboratorio R	Laboratorio M	Laboratorio N
50 mV	0.0003 mV	-0.0009 mV	0.0001 mV	0.0000 mV	0.0006 mV	0.0000 mV
-50 mV	-0.0001 mV	-0.0004 mV	0.0001 mV	0.0003 mV	0.0004 mV	0.0000 mV
100 mV	0.0004 mV	-0.0007 mV	0.0001 mV	-0.0002 mV	0.0006 mV	0.0000 mV
-100 mV	-0.0003 mV	0.0002 mV	0.0002 mV	0.0004 mV	0.0005 mV	0.0001 mV
1 mA	-0.000001 mA	-0.000003 mA	-0.000002 mA	-0.000001 mA	-0.000005 mA	-0.000007 mA
-1 mA	-0.000000 mA	0.000005 mA	0.000002 mA	-0.000000 mA	0.000003 mA	0.000010 mA
100 Ohm	-0.0002 Ohm	-0.0012 Ohm	0.0000 Ohm	-0.0003 Ohm	-0.0005 Ohm	-0.0005 Ohm
1 kOhm	-0.000001 kOhm	0.000001 kOhm	0.000002 kOhm	0.0000004 kOhm	-0.000002 kOhm	0.000000 kOhm
10 kOhm	-0.00001 kOhm	0.0000004 kOhm	-0.000001 kOhm	-0.00001 kOhm	-0.00002 kOhm	-0.00001 kOhm

6.1. Normalisoitu virhe

Tässä raportissa vertailun tunnuslukuna käytetään E_n -arvon, so. normalisoidun virheen (normalised error) itseisarvoa, joka ottaa huomioon sekä mittaustuloksen että sen epävarmuuden. E_n -arvon itseisarvo on laskettu seuraavasti:

$$E_n = \left| \frac{X - S}{\sqrt{U_x^2 + U_s^2}} \right|$$

missä

- X= mittaustulos
- S= referenssiarvo
- U_x = mittaustuloksen epävarmuus
- U_s = referenssiarvon epävarmuus

E_n -arvot ilman offset-korjausta ovat taulukossa 5 ja offset-korjatut E_n -arvot ovat taulukossa 6. Taulukko on laadittu taulukkolaskennassa käyttäen tarkkoja arvoja ilman välitulosten pyöristyksiä, joten tulos saattaa poiketa taulukon 2 ja 4 pyöristetyillä luvuilla lasketusta arvosta.

Taulukko 5. Yleismittarivertailun E_n -arvot

Vertailupiste	Laboratorio Z	Laboratorio Y	Laboratorio G	Laboratorio R	Laboratorio M	Laboratorio N
50 mV	0.10	0.56	0.03	0.09	0.06	0.06
-50 mV	0.22	0.28	0.003	0.10	0.04	0.15
100 mV	0.13	0.34	0.05	0.14	0.06	0.11
-100 mV	0.27	0.04	0.02	0.13	0.01	0.19
1 V	0.06	0.20	0.10	0.10	0.03	0.50
-1 V	0.15	0.19	0.001	0.04	0.09	0.78
10 V	0.09	0.34	0.12	0.16	0.06	0.41
-10 V	0.09	0.36	0.00	0.17	0.06	0.34
100 V	0.14	0.15	0.11	0.10	0.03	0.01
-100 V	0.12	0.25	0.01	0.08	0.05	0.06
1 mA	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.55
-1 mA	0.0004	0.25	0.02	0.05	0.19	0.88
5 mA	0.07	0.18	0.003	0.03	0.10	0.26
-5 mA	0.10	0.19	0.001	0.02	0.11	0.38
10 mA	0.03	0.15	0.004	0.06	0.09	0.28
-10 mA	0.08	0.23	0.0002	0.04	0.12	0.05
100 mA	0.01	0.38	0.09	0.06	0.03	0.81
-100 mA	0.16	0.48	0.05	0.14	0.26	0.83
100 Ohm	0.10	0.43	0.17	0.01	0.22	0.17
1 kOhm	0.11	0.02	0.15	0.17	0.0003	0.17
10 kOhm	0.03	0.003	0.02	0.03	0.12	0.01
1 V 400 Hz	0.11	0.10	0.02		0.23	0.13
1 V 100 kHz	0.02	0.224	0.035		0.000002	0.03
1 V 1 MHz		0.44	0.04		0.79	1.11
10 V 400 Hz	0.18	0.04	0.05		0.69	0.02
10 V 100 kHz	0.03	0.32	0.02		0.85	0.23
10 V 1 MHz		0.58	0.03		1.98	0.55
10 mA 400 Hz	0.06	0.09	0.03		0.34	0.17
10 mA 10 kHz	0.08	0.21	0.27		0.13	1.03
100 mA 400 Hz	0.15	0.01	0.005		0.03	0.26
100 mA 10 kHz	0.08	0.65	0.48		0.04	1.85

Yli ykkösen menevät arvot on varjostettu.

Taulukko 6. Offset-korjatut E_n -arvot (laboratorio N ei ollut määritellyt nollan mittauksille epävarmuuksia)

Vertailupiste	Laboratorio Z	Laboratorio Y	Laboratorio G	Laboratorio R	Laboratorio M
50 mV	0.22	0.42	0.09	0.01	0.20
-50 mV	0.07	0.19	0.11	0.14	0.13
100 mV	0.20	0.27	0.04	0.07	0.20
-100 mV	0.16	0.06	0.10	0.16	0.15
1 mA	0.02	0.10	0.01	0.03	0.09
-1 mA	0.01	0.16	0.01	0.005	0.06
100 Ohm	0.11	0.52	0.02	0.19	0.44
1 kOhm	0.10	0.01	0.10	0.03	0.02
10 kOhm	0.06	0.0003	0.004	0.06	0.16

6.2. Mittarin sisäisen lämpötilan seuranta

Mittausohjeessa pyydettiin mittaamaan vertailulaitteen sisäinen lämpötila laitteen omalla sisäänrakennetulla mittarilla. Mittaukset tuli tehdä juuri ennen kalibroitua ja heti sen jälkeen. Vertailuketjun keskivaiheilla erään kalibroinnin lämpötilatiedot jäivät saamatta. Taulukkoon 7 on laskettu kaikkien mittausten maksimi-, minimi- ja keskiarvo sekä vaihteluväli.

Taulukko 7. Vertailumittarin sisäinen lämpötila, kaikki mittaukset

Minimiarvo	34.40 °C
Maksimiarvo	37.50 °C
Keskiarvo	36.08 °C
Vaihteluväli	3.10 °C

7 Yhteenveto

Vertailumittauksen tarkoituksena oli selvittää kalibroitipalveluiden tilaa Suomessa sekä tutkia digitaalisen yleismittarin soveltuvuutta vertailulaitteeksi. Vertailuun osallistui kolme pientaajuisille sähkösuureille FINAS-akkreditoitua ja kolme muuta kalibroitilaboratorioita. Koska osa laboratorioista saa jäljitettävyyden muualta kuin MIKESiltä, voidaan punnita myös kansainvälisen paino- ja mittakomitean (CIPM) laatiman vastaavuoroisen tunnustamissopimuksen MRA-sopimuksen käytännön toteutumista ja saada yleiskäsitys kalibroitien yhteensopivuudesta. Osoittautui, ettei mittaustuloksissa ollut merkittäviä poikkeamia ja suurin osa epävarmuusarvioinneista oli realistisia. Vertailulaboratorion, MIKESin, ilmoittama epävarmuus perustuu BIPM:n (Bureau International

des Poids et Mesures) CMC-taulukon (Calibration and Measurement Capabilities of National Metrology Institutes) digitaalisten yleismittareiden kalibrintipalvelun kalibrointi- ja mittauskykyyn. Tämä johtuu siitä, että vertailumittaus oli tähtimäinen, eikä mahdollistanut pienempiin epävarmuuksiin johtavien kalibrintimenetelmien käyttöä. Vertailulaboratorioiden kalibrintiepävarmuudet olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta suurempia tai lähes yhtä suuria kuin MIKESin arvot. Epävarmuusarvioiden tulisi noudattaa mittauspalveluorganisaation hierarkiaa, joka seikka täytyy ennakoita tulevien vertailumittauksien suunnittelussa. Toisaalta joillekin vertailupisteille oli annettu tarpeettoman suurelta vaikuttavia epävarmuuksia. Vertailun hyvyttä kuvaavat E_n -arvot olivat muutamaa poikkeusta hyväksyttäviä tai pieniä. Tosin pelkkä E_n -arvojen tarkastelu ei kerro koko totuutta. Ykköstä suurempia E_n -arvoja oli neljä kappaletta ja ne olivat pisteissä, joissa mittajohtojen ja mittarin ominaisuuksien vaikutus mittauksen tarkkuuteen oli suuri. On ilmeistä, että arvioissa kalibroitavan laitteen ominaisuuksien vaikutuksesta epävarmuuteen on laboratorioiden kesken suurehkoja eroja.

Vertailulaite osoittautui luotettavaksi, käyttöohjeita noudatettiin, eikä käyttäjillä ollut ongelmia laitteen käytössä. Laite soveltui hyvin tarkoitukseensa ja mittauspisteet koettiin käyttökelpoisiksi. Vertailulaitteen stabiiliusmittausten hajonta oli pieni verrattuna MIKESin CMC-arvoihin, joten laitteen voi katsoa olleen stabiili. Mittarin sisäisen lämpötilan mittausten perusteella ei voida päätellä, että ympäristöolosuhteet olisivat vaikuttaneet mittaustuloksiin tai referenssiarvoihin. On ilmeistä, että ohjeistuksella ja mittarin itsekalibroinnilla onnistuttiin minimoimaan myös mahdollinen käyttäjäriippuvuus. Kirjaukset mittausmenetelmästä, ympäristöoloista ja mittarin asetuksista löytyivät kaikista kalibrintitodistuksista.

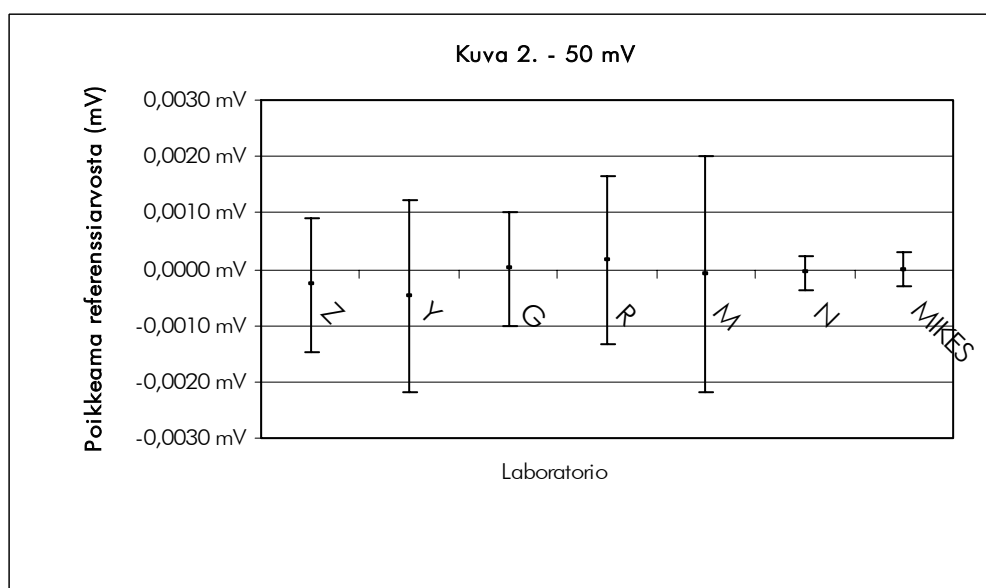
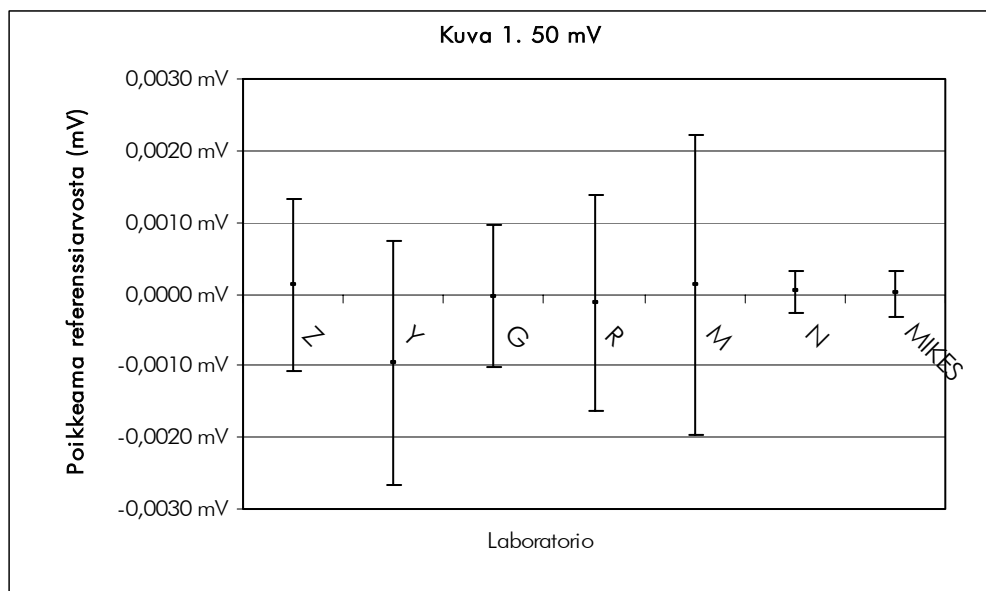
Mittarin perustarkkuuteen vaikuttavien 10 V ja 10 kOhm kalibrintipisteiden poikkeamat olivat pääsääntöisesti referenssiarvon epävarmuuksien sisällä. Ainoastaan yhden laboratorion 10 V tulos poikkesi joukosta, ja sekin poikkeama oli pienempi kuin esimerkiksi laitteen valmistajan 90 päivän spesifikaatio.

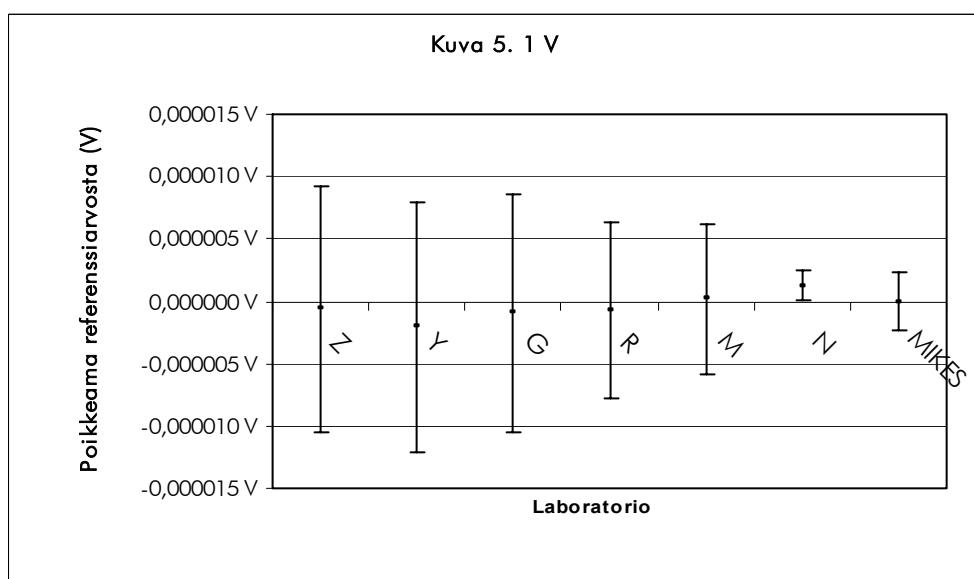
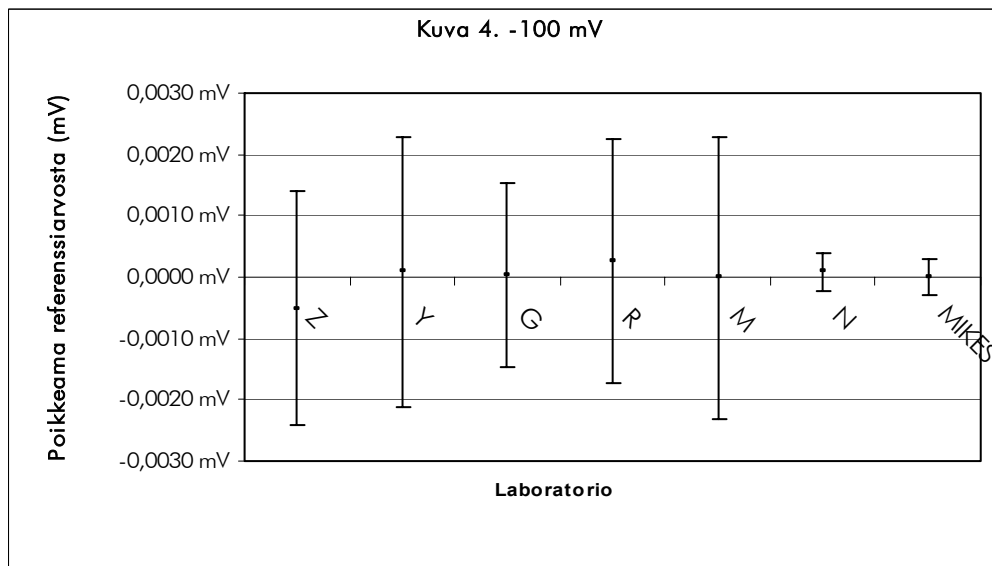
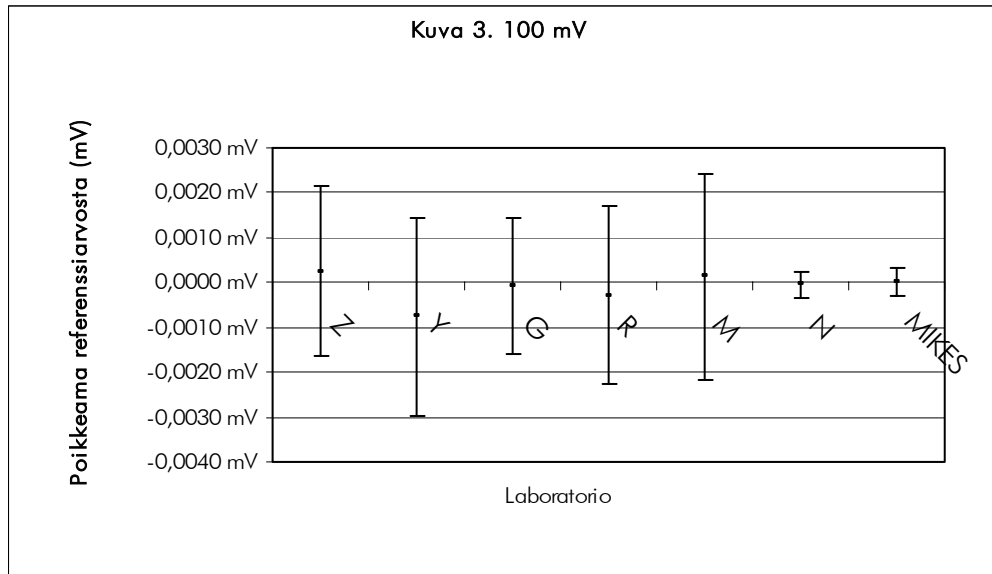
Mittarille ei tehty mitään kalibrintisäätöjä tai nollauksia millään alueella. Sen sijaan pyydettiin mittaamaan pienimpien tasajännite- ja tasavirta- ja kaikkien resistanssialueiden nollat. Näitä nollan mittauksia käytettiin hyväksi arvioitaessa offset-virhettä ja laskettaessa nollakorjatut tulokset. Merkittäviä poikkeamia mittausten keskiarvosta tai referenssiarvosta ei nollan mittauksissa ollut. Toisaalta nollakorjattujen ja suorien mittaustulosten välillä ei ollut merkittäviä eroja, joten tätä mittaria käytettäessä itsenollavana, asettelulla "AZERO ON", on nollakorjauksen hyöty tässä vertailumittauksessa kyseenalainen. Erään laboratorion ilmoittamat kaikki täysin nollassa poikkeamattomat arvot eivät tosin ole täysin uskottavia ja antavat aihetta keskusteluun. Odotettavissa oli, että suurin hajonta ja poikkeama MIKESin arvoista tulisi 100 Ohm alueella, ja näin myös tapahtui. Tämä vaikutti myös kyseisen vertailupisteen E_n -arvoon ollen kuitenkin ykköstä pienempi. Vaikka mittausohjeen mukainen "AZERO ON" nollakorjaus toimi muuten ilmeisen hyvin, olisi resistanssimittauksissa oikeampi tapa ollut käyttää offset-kompensointia, eli mittarin asettelua "OCOMP ON". Tämä otettakoon huomioon tulevaisuudessa.

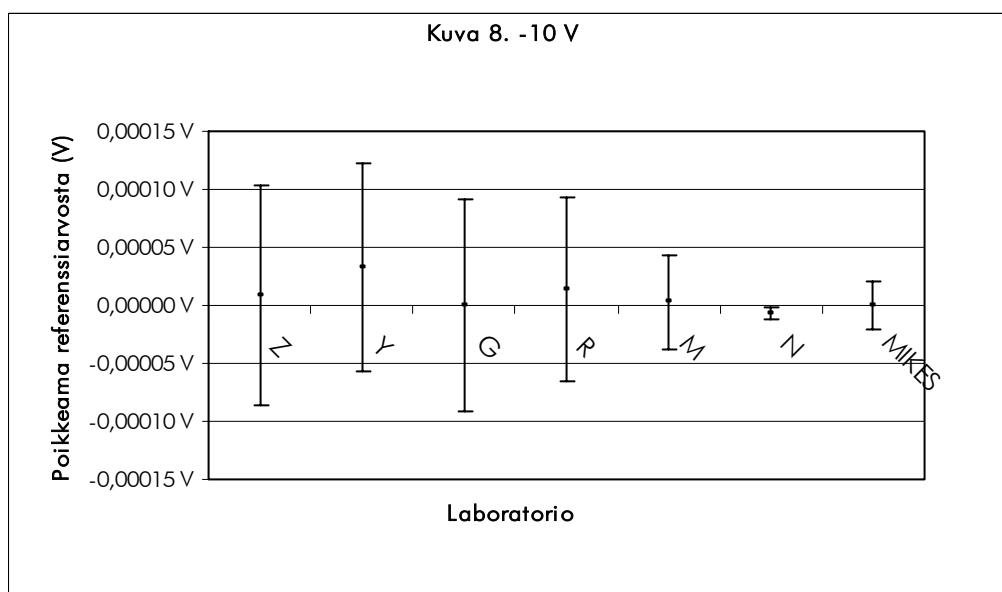
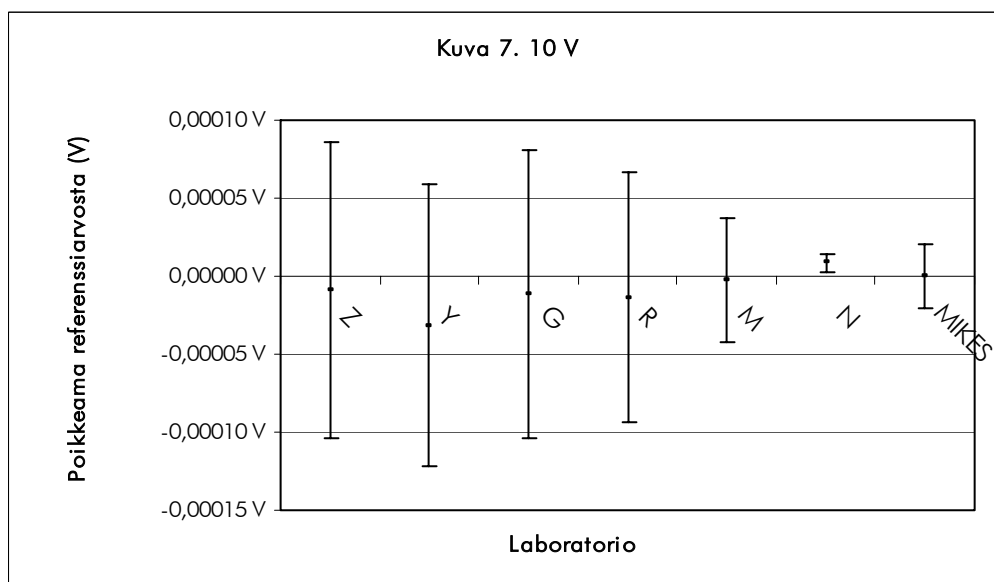
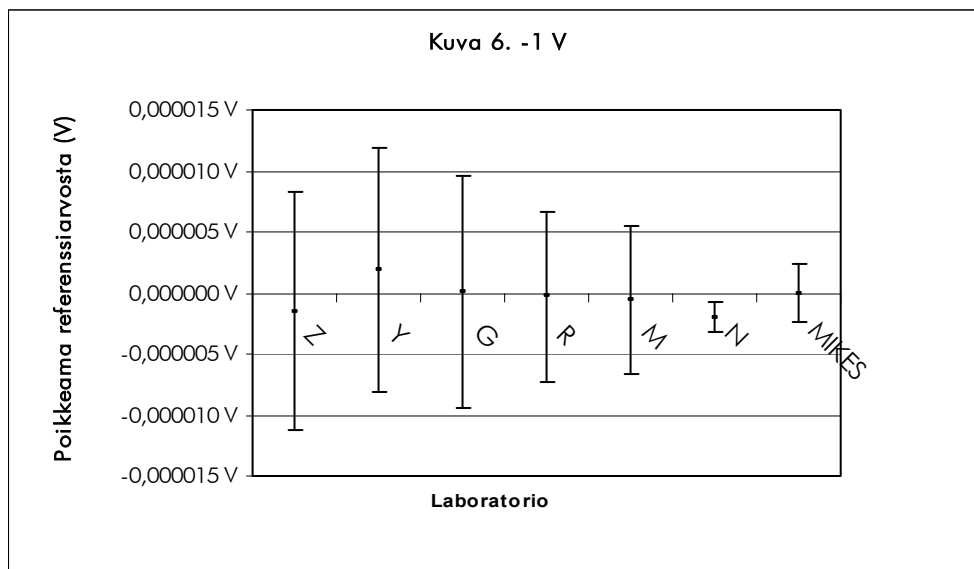
Yleisarviona voidaan todeta, että vertailun tulokset olivat sängen yhtenevät ja suurin osa poikkeamista jäi virherajojen sisälle, mutta tulosten epävarmuudet eivät kaikissa tapauksissa olleet uskottavia. Tämä raportti täyttäneen parhaiten tehtävänsä juuri epävarmuuslaskelmien realistisuuden arvioinnissa ja avustanee niiden päivityksissä.

Kiitämme vertailuun osallistuneita laboratorioita yhteistyöstä, toivomme tämän raportin tuottavan hyötyä itse kullekin vertailuun osallistujalle.

Liite 1

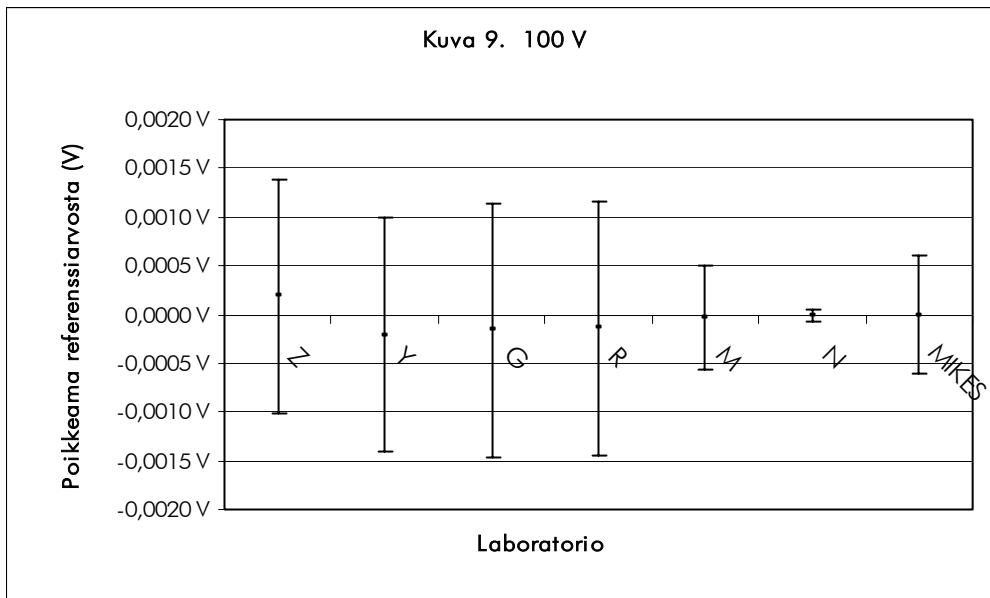




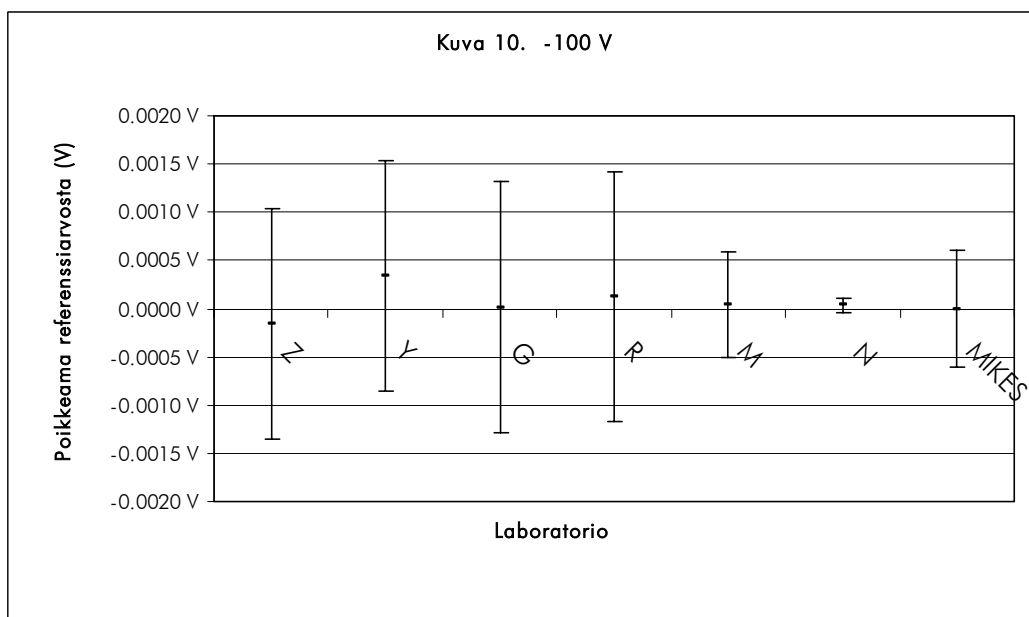


4(3)

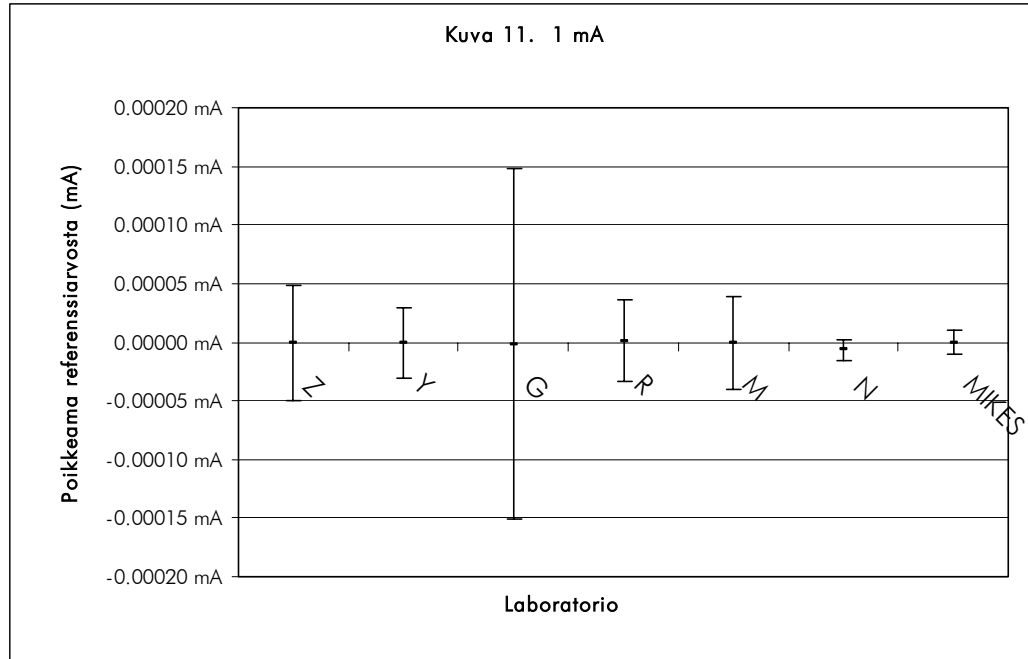
Kuva 9. 100 V



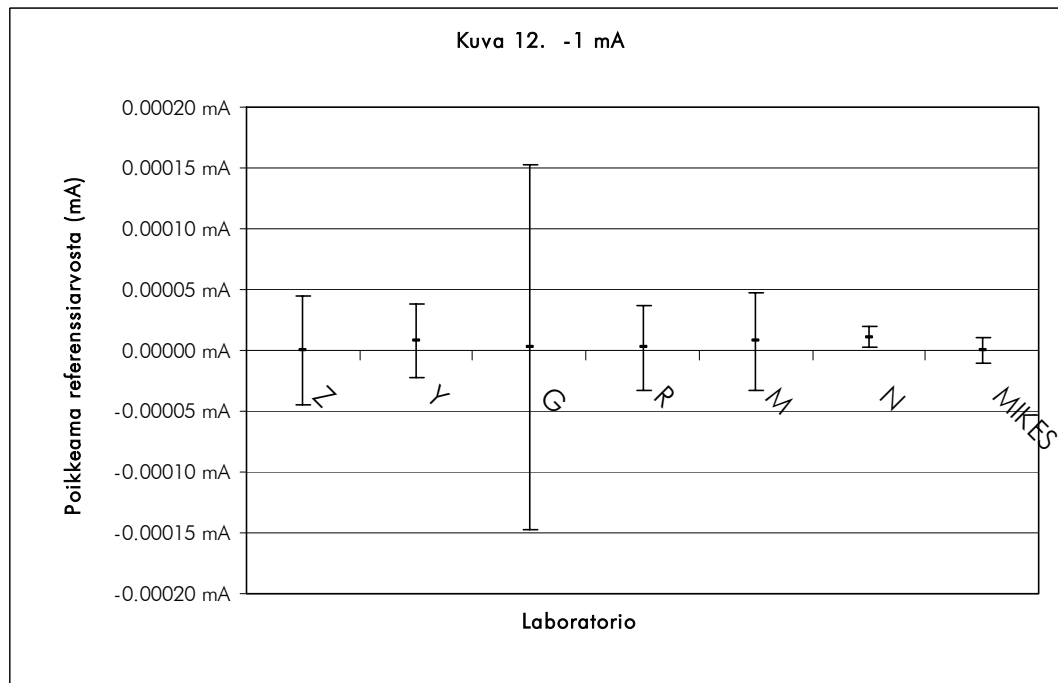
Kuva 10. -100 V



Kuva 11. 1 mA

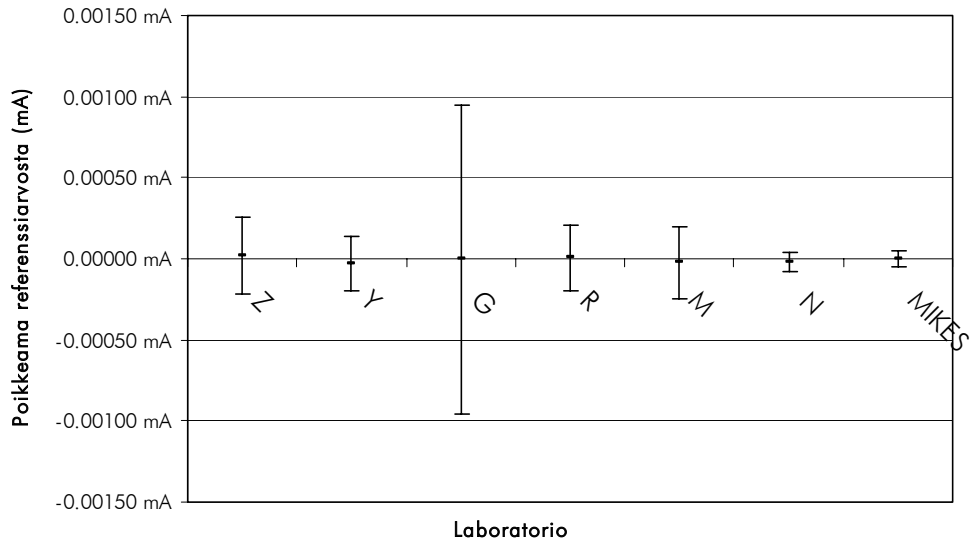


Kuva 12. -1 mA

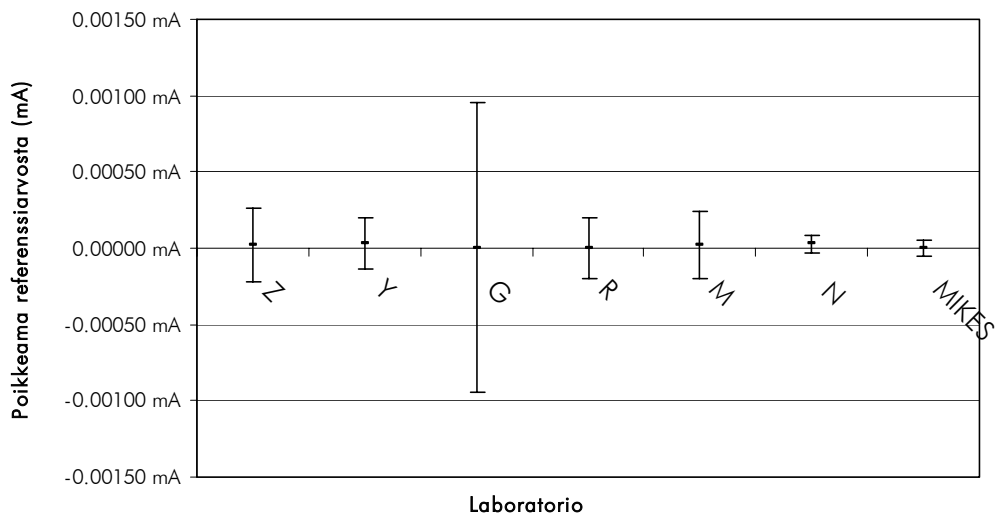


6(3)

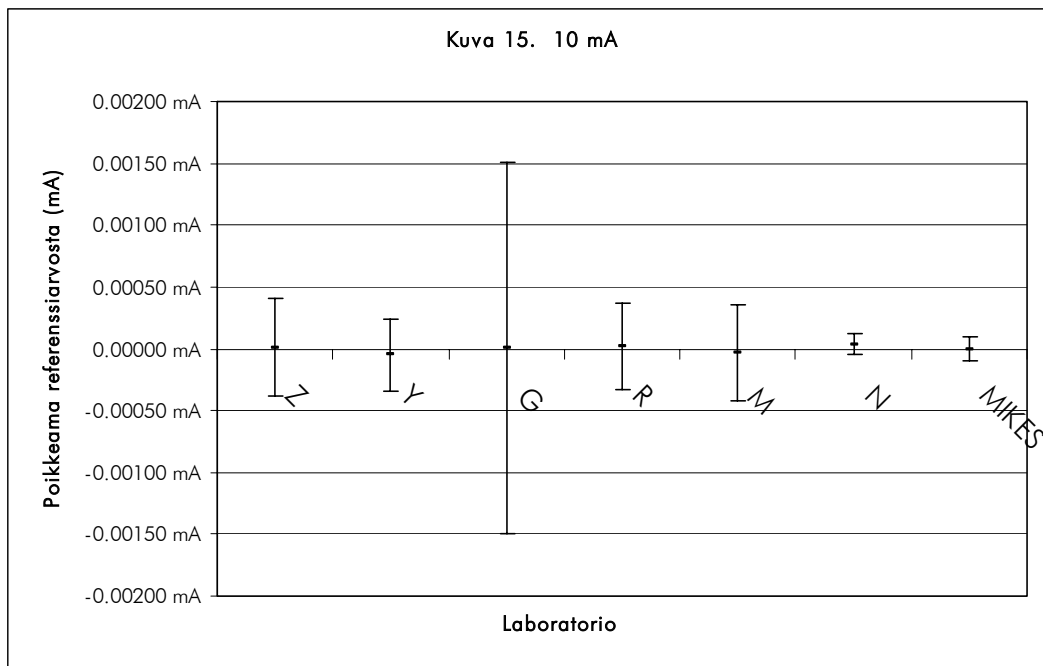
Kuva 13. 5 mA



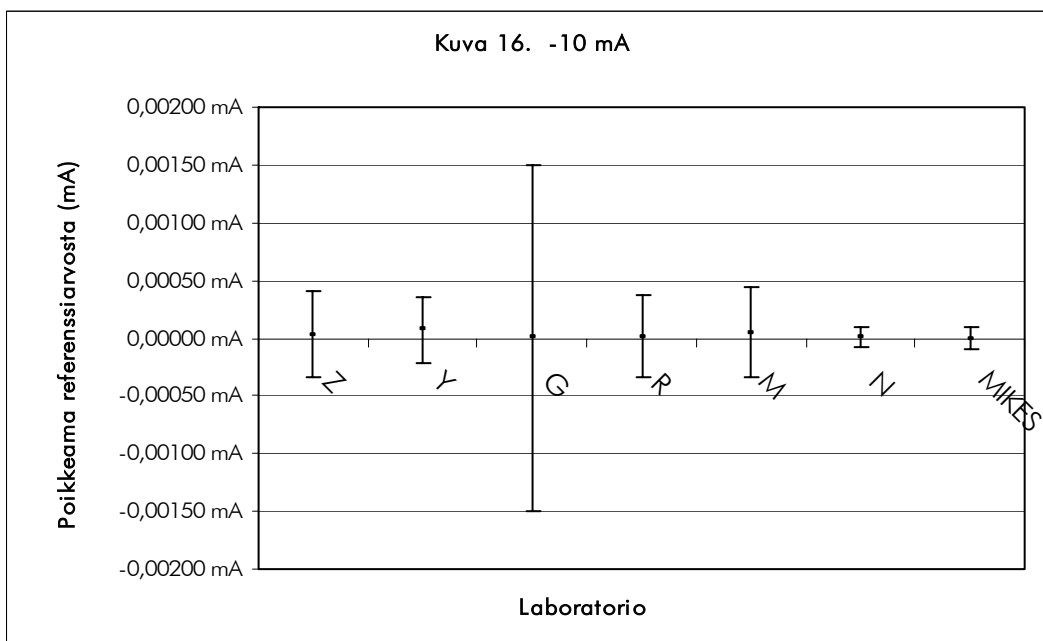
Kuva 14. -5 mA



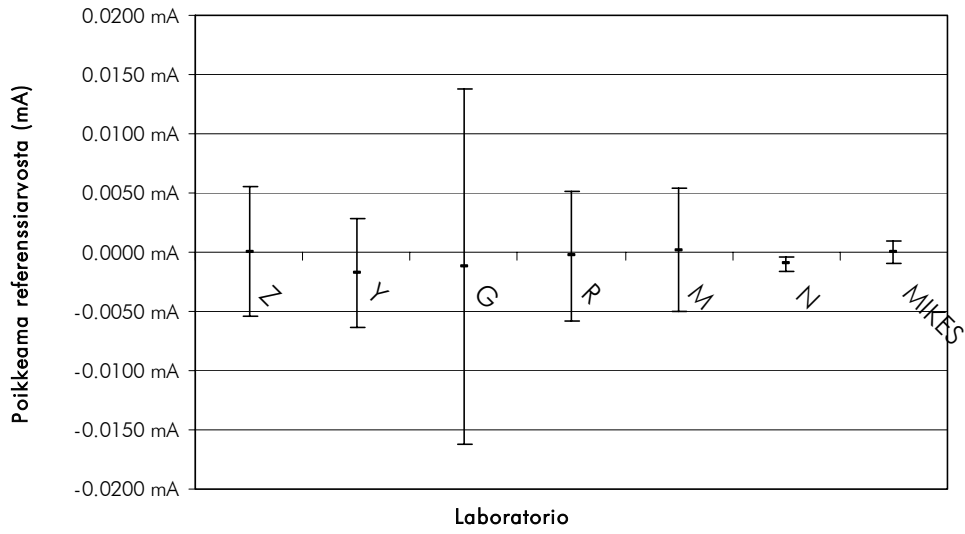
Kuva 15. 10 mA



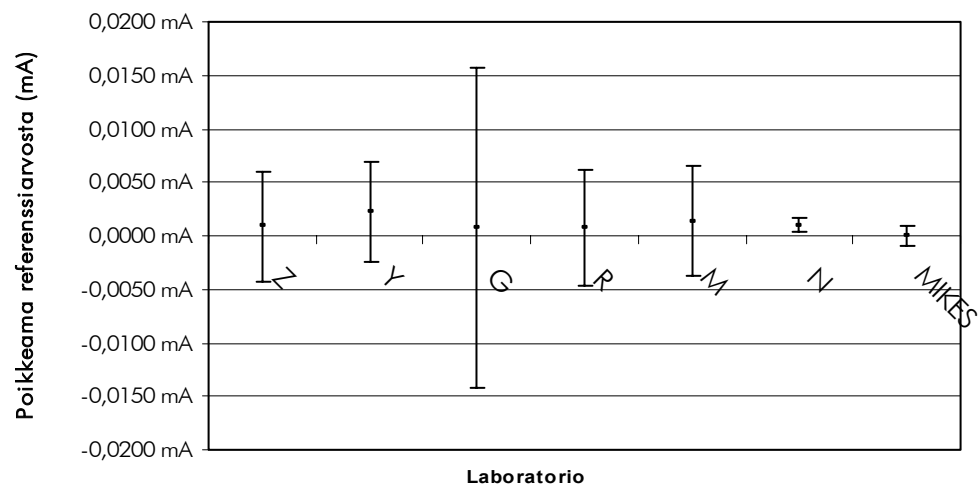
Kuva 16. -10 mA



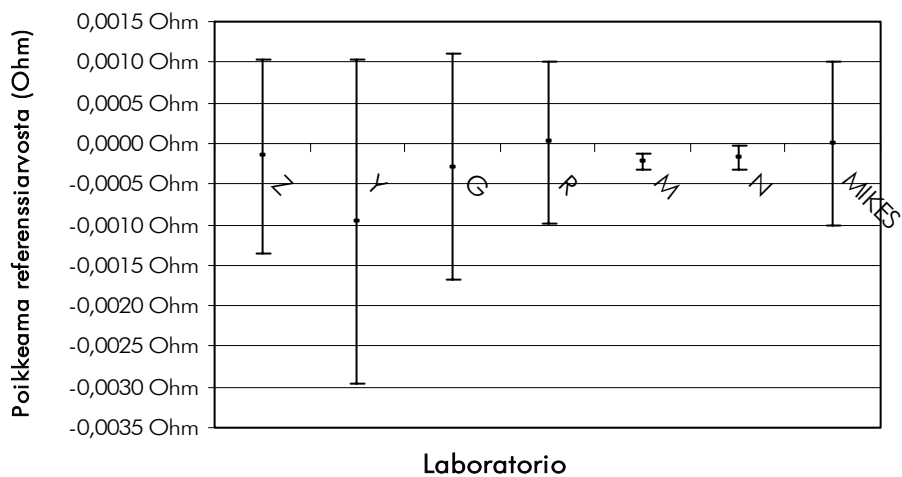
Kuva 17. 100 mA



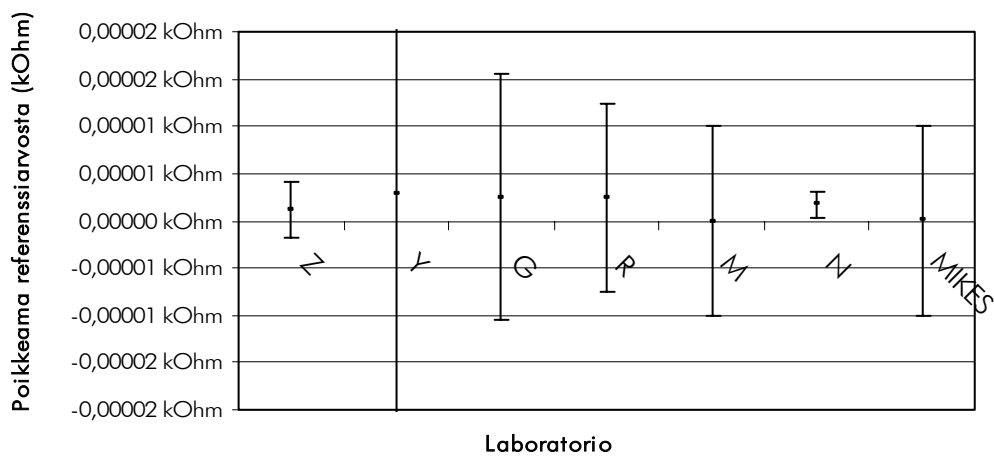
Kuva 18. -100 mA



Kuva 19. 100 Ohm

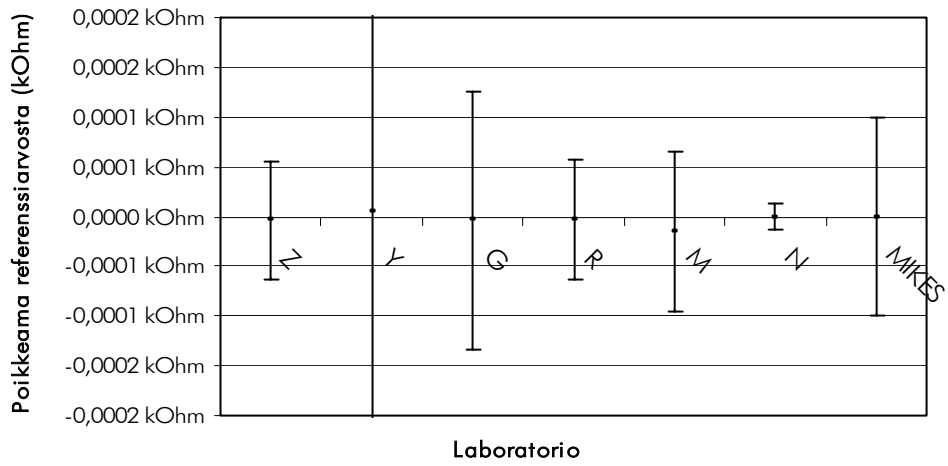


Kuva 20. 1 kOhm

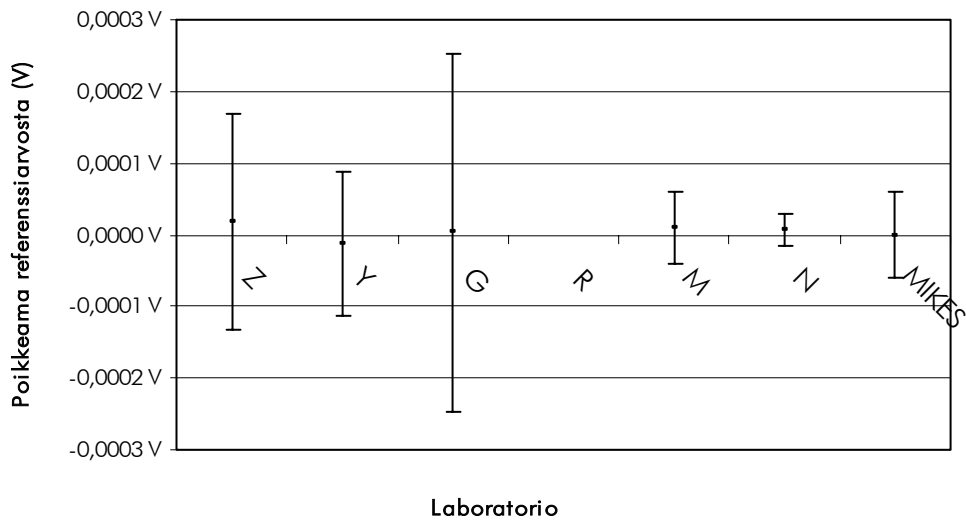


10(3)

Kuva 21. 10 kOhm

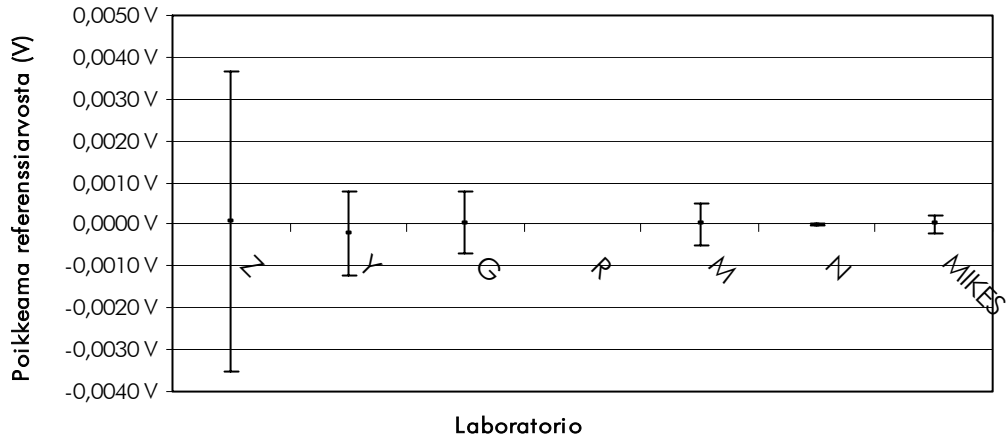


Kuva 22. 1 V 400 Hz

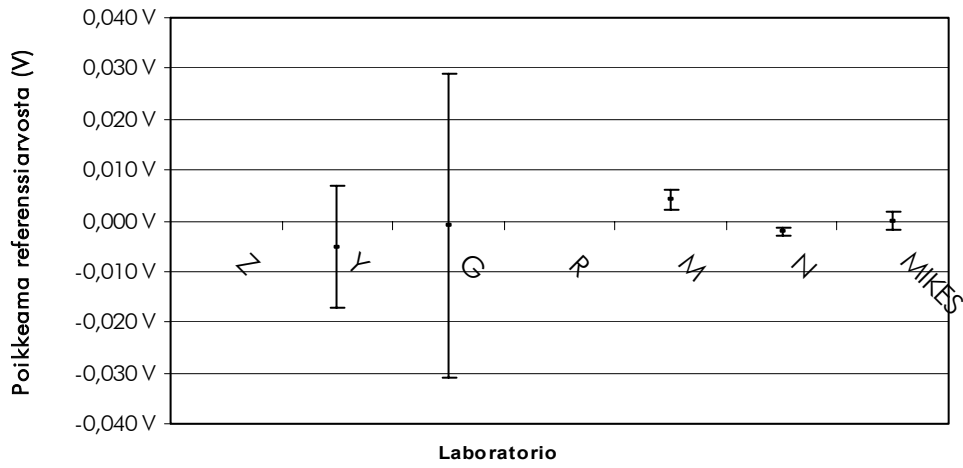


11(3)

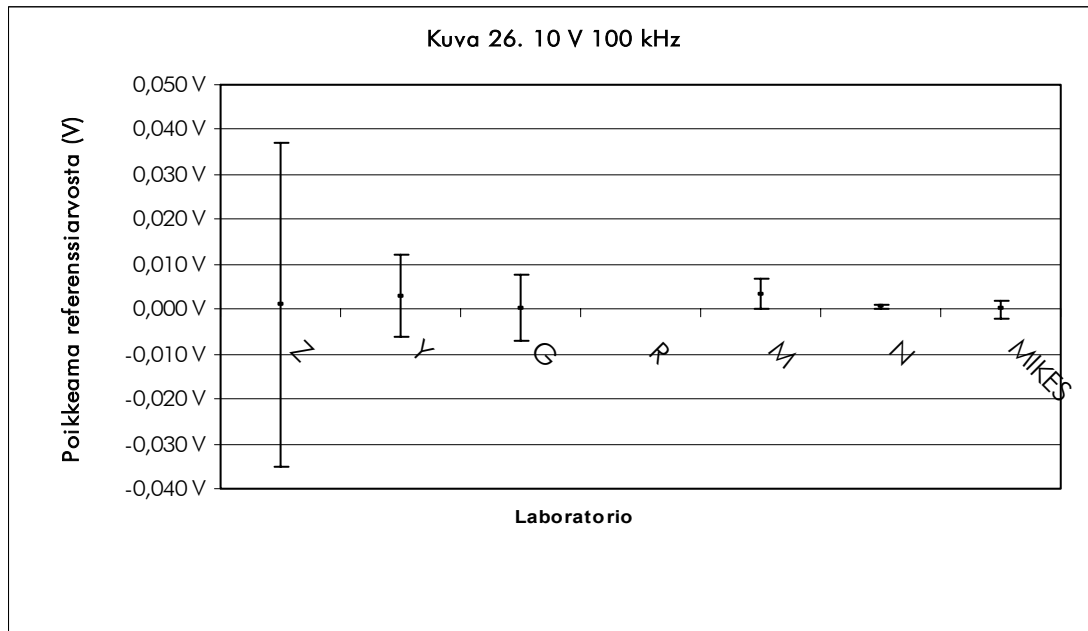
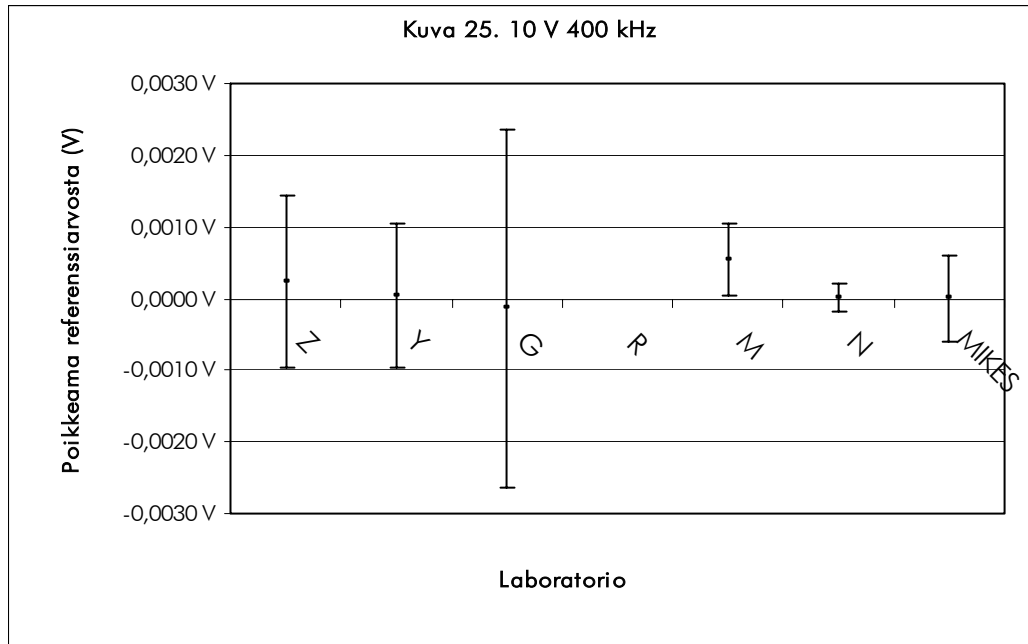
Kuva 23. 1 V 100 kHz



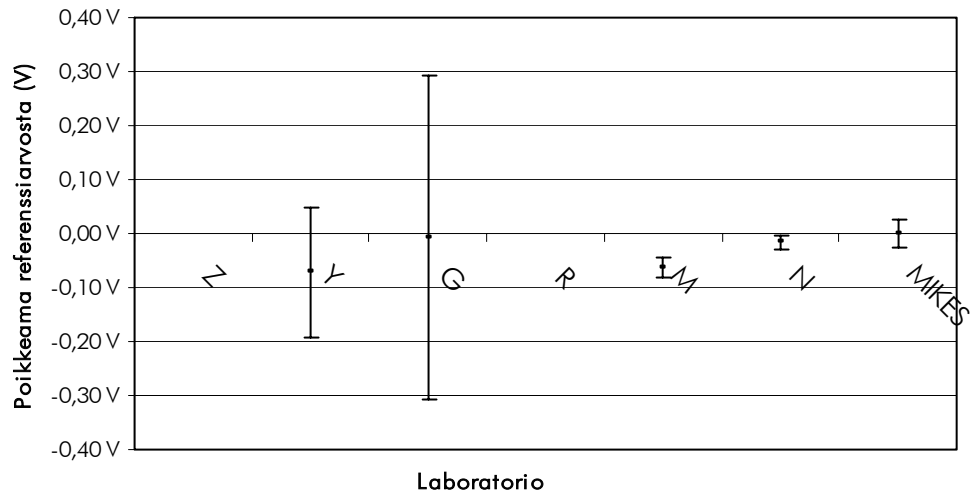
Kuva 24. 1 V 1 MHz



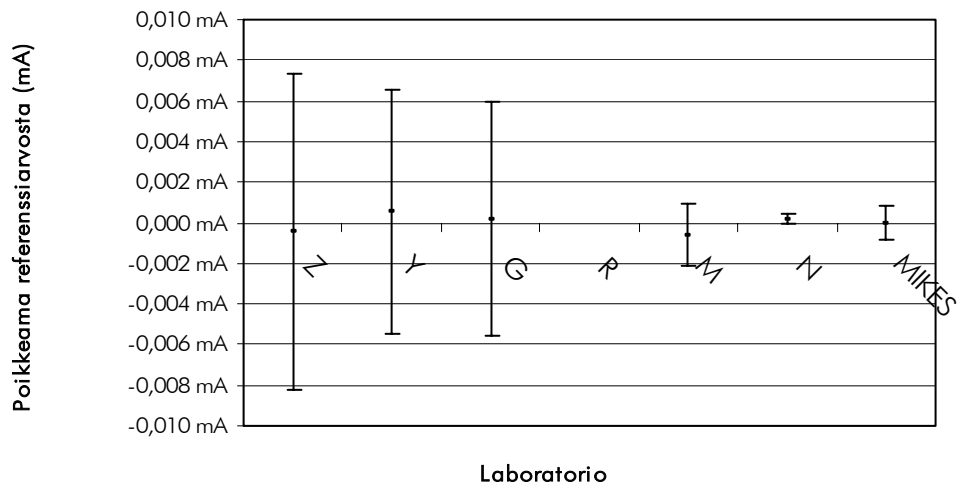
12(3)



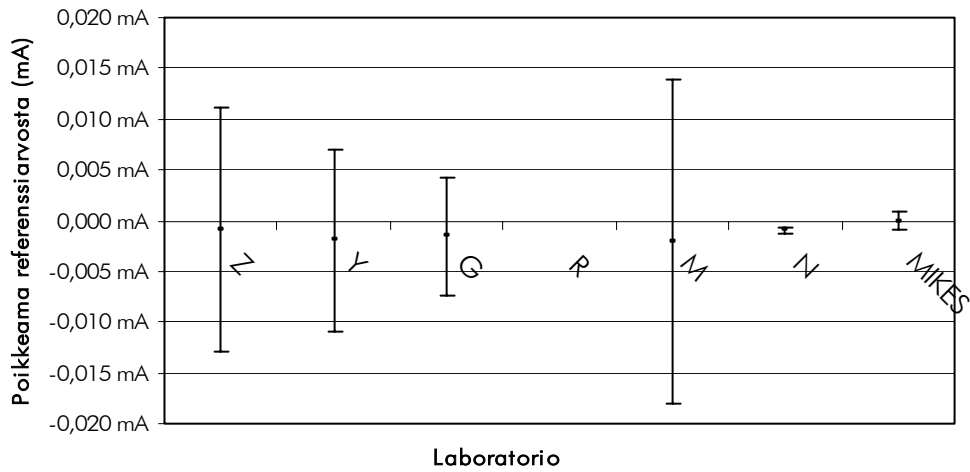
Kuva 27. 10 V 1MHz



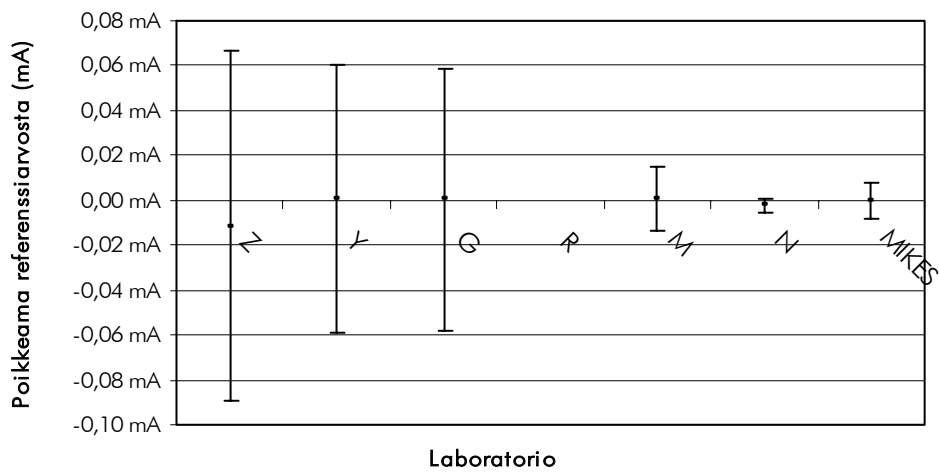
Kuva 28. 10 mA 400 Hz

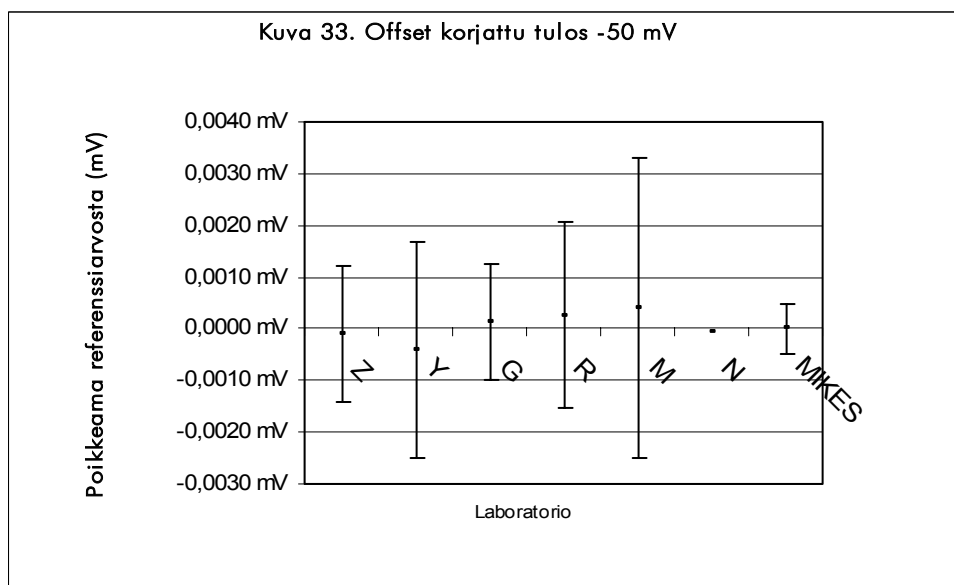
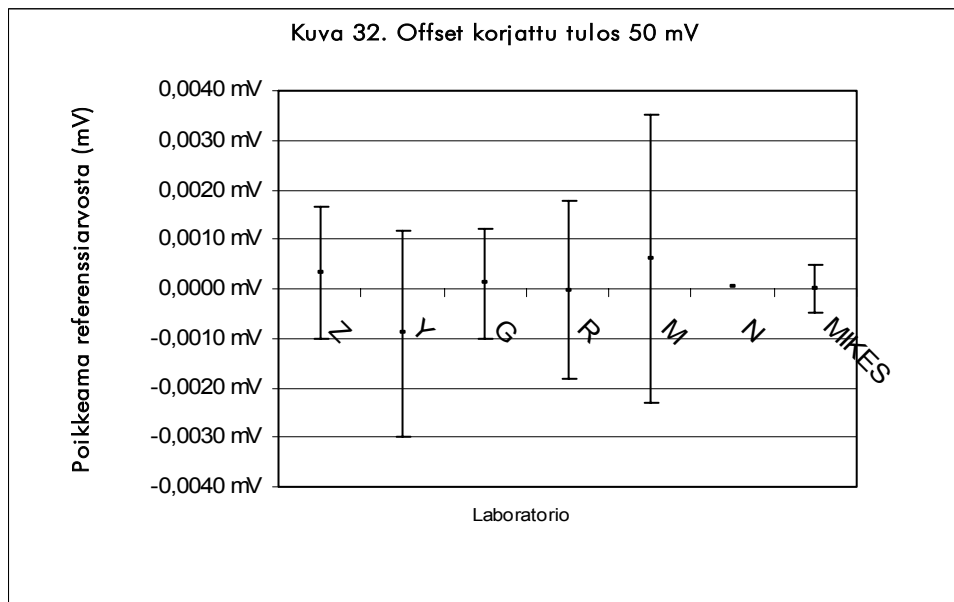
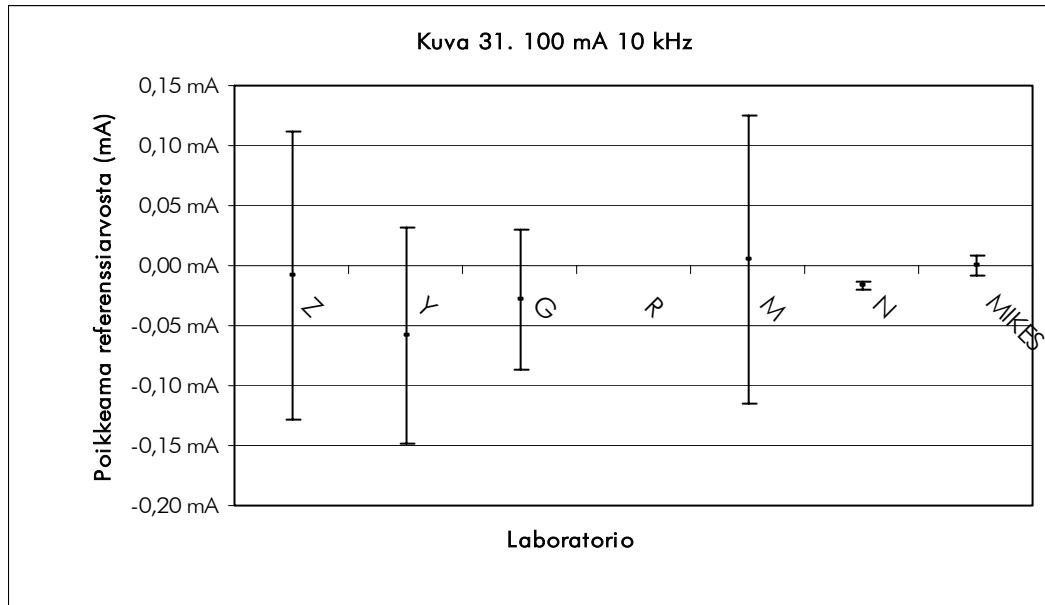


Kuva 29. 10 mA 10 kHz

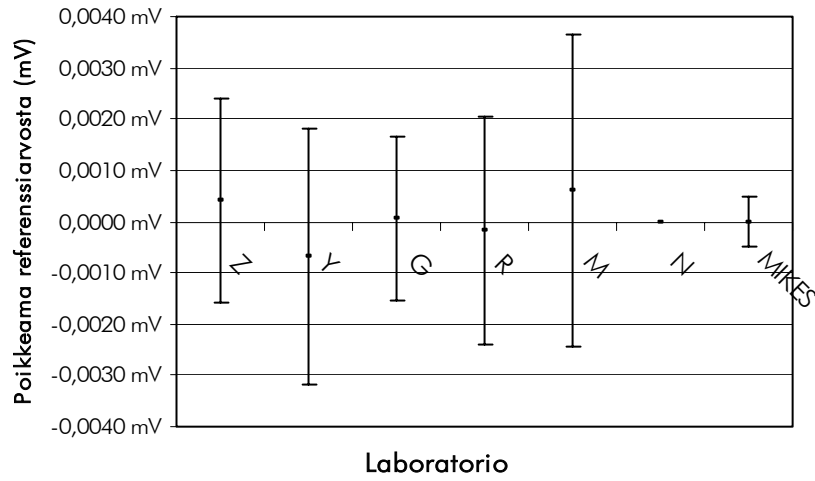


Kuva 30. 100 mA 400 Hz

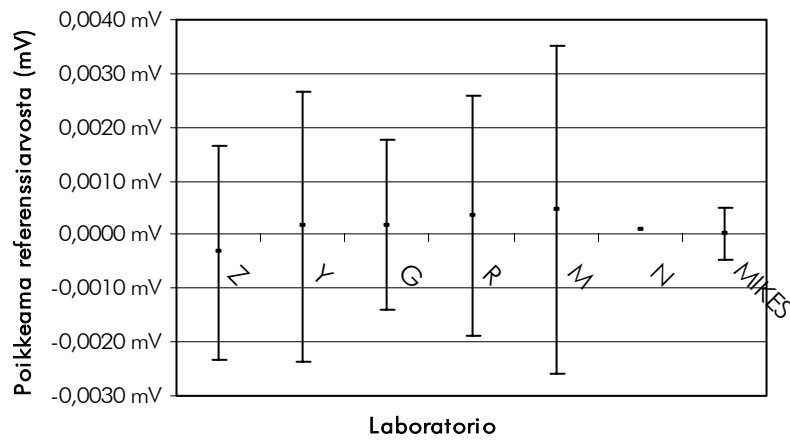




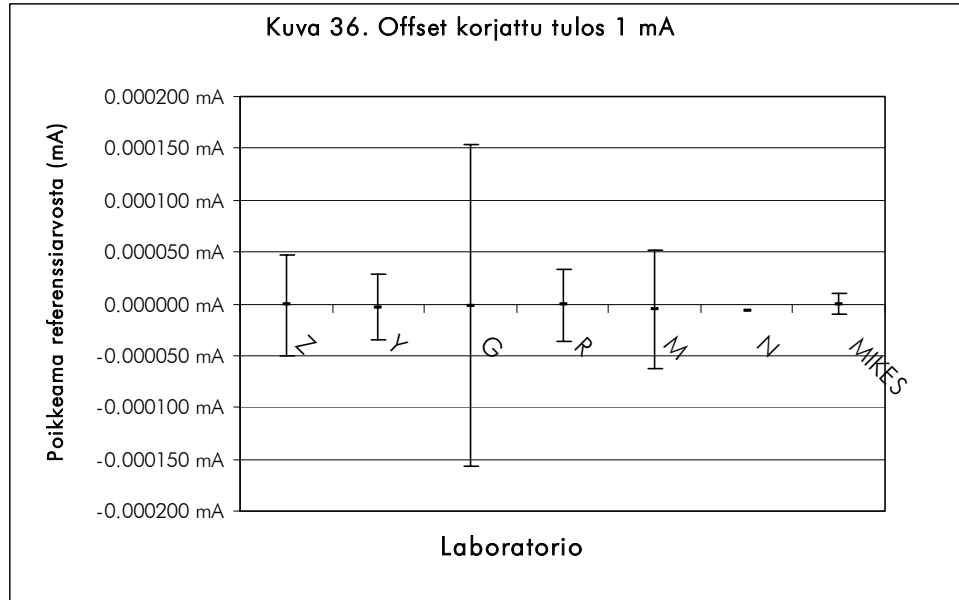
Kuva 34. Offset korjattu tulos 100 mV



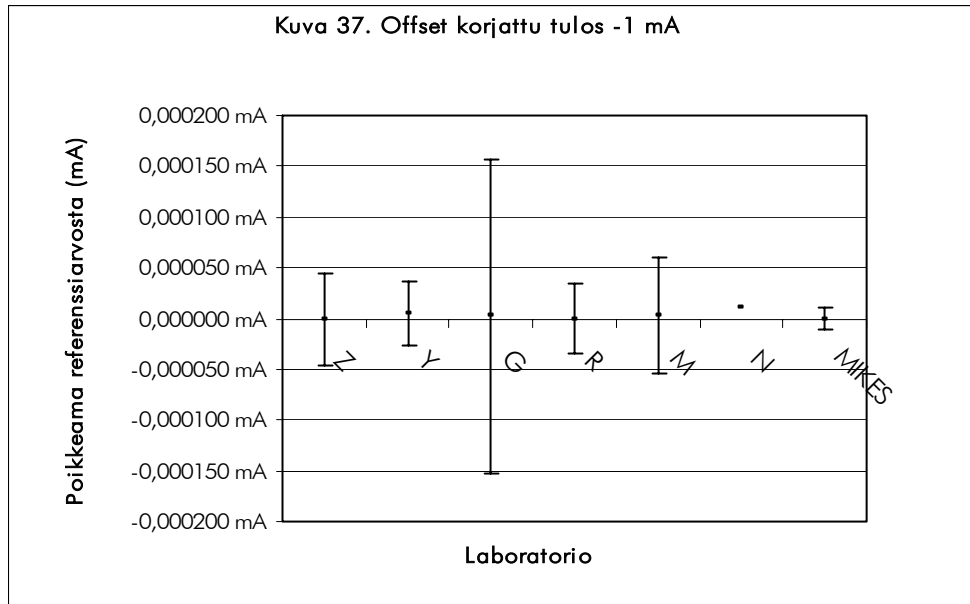
Kuva 35. Offset korjattu tulos -100 mV



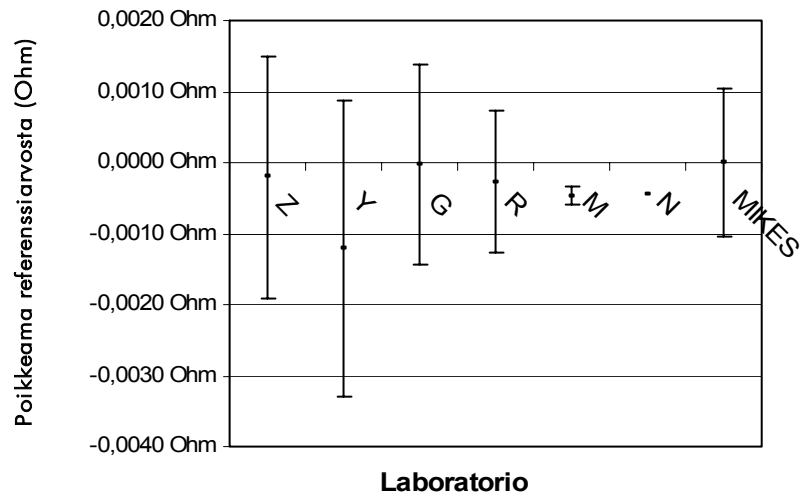
Kuva 36. Offset korjattu tulos 1 mA



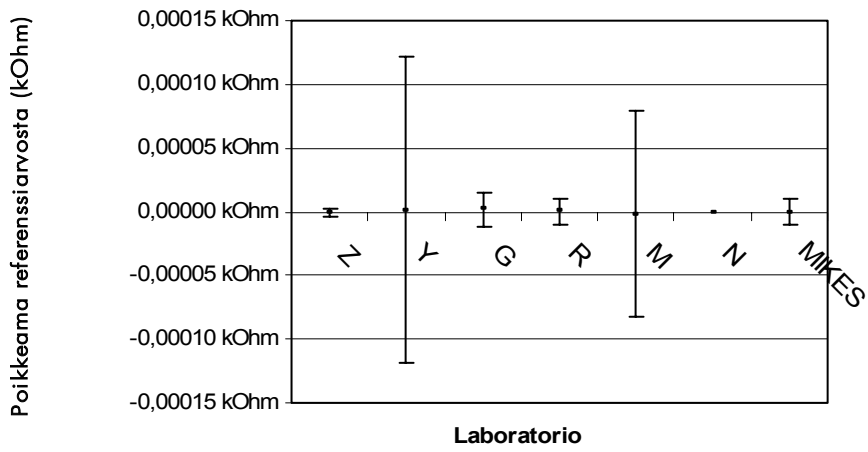
Kuva 37. Offset korjattu tulos -1 mA



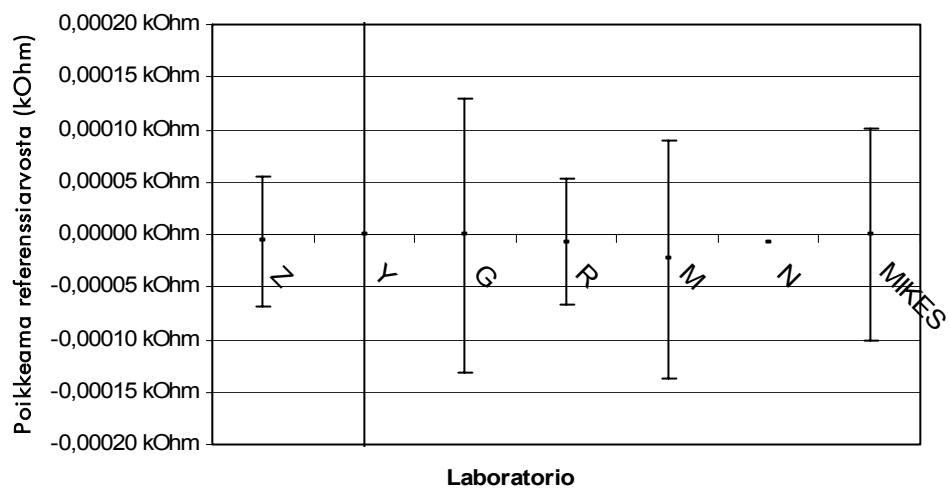
Kuva 38. Offset korjattu tulos 100 Ohm



Kuva 39. Offset korjattu tulos 1 kOhm



Kuva 40. Offset korjattu tulos 10 kOhm



Liite 2

1. Yleistä

Tämän vertailumittauksen tarkoituksena on verrata kotimaisten kalibrointilaboratorioiden kalibrointituloksia käyttäen siirtonormaalina yleismittaria. Vertailtavat suureet ovat: tasajännite, vaihtojännite, tasavirta, vaihtovirta ja resistanssi.

2. Vertailulaite

Vertailulaitteena käytetään MIKESin HP3458A yleismittaria. Valmistajan käyttömanuaali seuraa tarvittaessa laitteen mukana.

3. Kuljetus

Kuljetus MIKESistä laboratorioon ja takaisin sovitaan tapauskohtaisesti.

4. Laitteen käsittely

Laitteen saavuttua laboratorio tekee sille vastaanottotarkastuksen, jolla todetaan onko laitteen kunnossa mitään huomautettavaa. Mikäli huomautettavaa ilmaantuu, ilmoitetaan tästä Risto Rajalalle mieluiten sähköpostitse.

5. Mittaustulosten raportointi

Mittauksista laaditaan kalibrointitodistus, jonka liitteeksi lisätään tämän dokumentin otteena mittauspöytäkirja. Tulokset lähetetään paperikopiona ja mielellään sähköpostin liitteenä esim. WORD/EXCEL formaatissa Risto Rajalalle MIKESiin viimeistään 16.6.2006 mennessä, jolloin on kulunut viikko vertailukierroksen päättymisestä. Alustava yhteenvetoraportti pyritään toimittamaan osallistujille 30.6.2006 mennessä. Vertailu julkaistaan myöhemmin MIKESin virallisena julkaisuraporttina.

6. Mittaukset

6.1 Ennen mittausta

Anna laitteen stabiloitua 24 tunnin ajan
Aja valmistajan ohjeen mukainen itsekalibrointi (ACAL, ALL)
Mittaa laitteen sisäinen lämpötila valmistajan ohjeen mukaisesti ja kirjaa se alla olevaan mittauspöytäkirjaan
Kytke mukana seuraavalla oikosulkupalalla nelijohtoinen oikosulku, suojaa sisäänmenonavat mukana seuraavalla termisellä suojalla ja mittaa laitteen stabiloitunut nolla 100 mV tasajännitealueella. Nollan tulisi asettua itseisarvoltaan pienemmäksi kuin 1 μ V.

6.2 Mittarin asettelu

Mittauksissa käytetään mittarin "Power on" oletusasetteluiden lisäksi seuraavia asette-
luita: "AZERO ON", "LFILTER ON" ja vaihtojännitteellä "SET ACV SYNC". Varmistu
ennen mittauksia, että oikeat asettelut ovat päällä. Mittaukset voidaan tehdä väylä-
ohjatusti ja väyläosoitteen voi asettaa haluamukseen. Oletusväyläosoite on 22.

6.3 Mittaukset

Tee alla olevan mittauspöytäkirjan mukaiset mittaukset.

6.4 Mittausten jälkeen

Mittaa laitteen sisäinen lämpötila valmistajan ohjeen mukaisesti ja kirjaa se alla ole-
vaan mittauspöytäkirjaan

7. Mittauspöytäkirja

Laboratorion nimi:

Kalibrointitodistuksen numero:

Kalibrointipäivämäärä:

Mittarin sisäinen lämpötila ennen kalibrointia:

Mittarin sisäinen lämpötila kalibroinnin jälkeen:

Huomautukset:

Kalibrointitulokset:

Kalibroinnin epävarmuus pyydetään antamaan absoluuttiarvona (esim. 0.001 mV)

Toiminto	Alue	Mittauspiste	Mittarin Näyttämä	Kalibroinnin epävarmuus
Tasajännite	100 mV	0 mV		
	100 mV	50 mV		
	100 mV	-50 mV		
	100 mV	100 mV		
	100 mV	-100 mV		
	1 V	1 V		
	1 V	-1 V		
	10 V	10 V		
	10 V	-10 V		
	100 V	100 V		
	100 V	-100 V		
	Tasavirta	1 mA	0 mA	
1 mA		1 mA		
1 mA		-1 mA		
10 mA		5 mA		
10 mA		-5 mA		
10 mA		10 mA		
10 mA		-10 mA		
100 mA		100 mA		
100 mA		-100 mA		
Resistanssi	100 Ohm	0 Ohm		
	100 Ohm	100 Ohm		
	1 kOhm	0 kOhm		
	1 kOhm	1 kOhm		
	10 kOhm	0 kOhm		
	10 kOhm	10 kOhm		
Vaihtojännite	1 V	1 V 400 Hz		
	1 V	1 V 100 kHz		
	1 V	1 V 1 MHz		
	10 V	10 V 400 Hz		
	10 V	10 V 100 kHz		
	10 V	10 V 1 MHz		
Vaihtovirta	10 mA	10 mA 400 Hz		
	10 mA	10 mA 10 kHz		
	100 mA	100 mA 400 Hz		
	100 mA	100 mA 10 kHz		

Viimeisimmät julkaisut

- 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*
- J9/2005 V. Esala, *Pituuden vertailumittaus D7, loppuraportti*
- J1/2006 M. Rantanen, S. Semenoja, *Intercomparison in Gauge Pressure Range from -95kPa to +100 kPa*
- J2/2006 M. Heinonen, J. Järvinen, A. Lassila, A. Manninen (Eds.), *Finnish National Standards Laboratories Annual Report 2005*
- J3/2006 K. Riski, L. Stenlund, *Mass Comparison: 610 g laboratory balance*
- J4/2006 M. Heinonen, *Uncertainty in humidity measurements - Publication of the EUROMET Workshop P758*
- J5/2006 T. Ehder (Toim.), *Kvalitatiivisen kemian metrologian opas orgaanisten yhdisteiden tunnistukseen*
- J6/2006 T. Ehder (Toim.), *Mikrobiologian laboratorion elatusaineiden sisäinen laadunvarmistus*
- J7/2006 J. Järvinen (Toim.), *Kansallinen mittanormaalityö ja sen kehittäminen 2007-2011*
- J8/2006 V. Esala, *Pituuden vertailumittaus D8. Loppuraportti*

Tilaukset: Kirsi Tuomisto, puh. 010 6054 436, e-mail tilaukset@mikes.fi.



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