Kalibrointitodistus
2026K72

Trimos HPA

sarjanumero: 1398

Refimex Machinery Oy, Mänttä

20.10.2026

JAHA Systems Oy
0400 506 760
info@mesuri.fi
www.mesuri.fi

Sisällys

Kalibrointitodistus 3
Kalibroidun laitteen kunto 4
Kalibrointimenetelmä 4
Kalibroinnissa käytetyt mittavälineet 4
Kalibrointiolosuhteet 4
Kalibrointitulokset ja mittausepävarmuus 5
  Kalibrointitulokset 5
  Kalibroinnin epävarmuus 5
Asteikon mittaustulokset 6
Kulmapoikkeamat 8
Liikejohteen suoruus pystysuunnassa 12
Liikejohteen suoruus vaakasuunnassa 13
Olosuhteiden vaikutus mittauksiin 14
Paikallisesti mitatut asteikkovirheet 15

Kalibrointitodistus

Kalibrointitodistus nro	2026K72
Tilaaja	Refimex Machinery Oy / Pasi Tsutsunen
	Porakatu 2
	35800 MÄNTTÄ
Kalibroitu laite	Pituudenmittauskone
Valmistaja	TRIMOS s.a.
Tyyppi	HPA1500
Sarjanumero	1398
Kalibrointipäivä	20.10.2026

Päiväys 21.10.2026

Allekirjoitus:



Asko Rantanen

Kalibroidun laitteen kunto

Kalibroidun laitteen kunnossa ei ollut huomautettavaa.

Kalibrointimenetelmä

Pituudenmittauskoneen asteikko kalibroitiin vertaamalla sitä laserinterferometrin antamaan lukemaan. Liikkeen kulmavirheet ja suoruuden mittauksissa käytettiin laserinterferometrin kulman mittaukseen tarkoitettua ohjelmistoa. Mittakärkien yhdensuuntaisuus tarkastettiin pallomaisella mittakärjellä, mittakärkien tasomaisuus tarkastettiin tasolasilla. Mittausvoima tarkastettiin jousivaakaan vertaamalla. Kalibrointi täyttää kaikki osa-alueet, jotka ovat määritelty pituudenmittauskoneen kalibroinnissa.

Kalibroinnissa käytetyt mittavälineet

Asteikko, stabiilisuus, liikkeen suoruus ja kulmamuutokset mitattiin laserinterferometrillä Renishaw nro 23CN27 (kalib.nro 23CN27-191001-00) Kulmaprismat nro H11206 ja H08873. Ilmanpaine - ja ilmankosteanturi XC-80 Intelligent Sensor System nro 2C9W68 (kalib.nro 2C9W68-190924-00). ilmanlämpötila-anturi nro 23C354 (kalib.nro 23C354-190924-00). Materiaalianturi nro 23C288 (kalib.nro 23C288-190923-00). Mittauskärkien yhdensuuntaisuus mitattiin ø4 mm pallolla, rubiini mittakärki T404. Mittauskärkien tasomaisuus tarkastettiin tasolasilla Tesa nro T2020. Pituudenmittauskoneen mittausvoima mitattiin vertaamalla sitä Jousivaakaan Pesola 10N.

Kalibrointiolosuhteet

Lämpötila huoneessa 22,3 – 22,6 °C

Ilmanpaine 102,4 kPa

Suhteellinen kosteus 44,6 – 46,8 %

Kalibroidun laitteen lämpötila 22,2 – 22,5 °C

Kalibrointitulokset ja mittausepävarmuus

Mittaustulokset ovat kompensoitu vastaamaan olosuhteita 20,0 °C lämpöpitenemiskertoimella 10,5 x 10^{-6} °C. Asteikkomittausten lähtöpisteenä on käytetty pistettä, jossa mittapalakärjet ovat yhdessä. Mittauslinja on noin 30 mm mittaleukojen kiinnitysuran pohjan yläpuolella.

Kalibrointitulokset

- Pituudenmittauskoneen suurin paikoitusvirhe oli 1,3 µm (sivu 6)
- Paikallisesti mitatut asteikkovirheet olivat 10 mm:n matkalla 0,4 µm, 1mm:n matkalla 0,2 µm ja 0,1mm:n matkalla 0,3 µm (sivu 15)
- Käännemitta 0,9 µm (sivu 6)
- Liikkeen kulmapoikkeama pystysuunnassa 8,6” (sivu 8)
- Liikkeen kulmapoikkeama vaakasuunnassa 4,1” (sivu 10)
- Liikkeen suoruus pystysuunnassa 14,4 µm (sivu 12)
- Liikkeen suoruus vaakasuunnassa 8,0 µm (sivu 13)
- Mittaleukojen mittapintojen tasomaisuusvirhe < 0,5 µm
- Mittapintojen yhdensuuntaisuuspoikkeama <1 µm
- Mittausleukojen kiinnitysurat olivat yhdensuuntaiset
- Mittausvoima ulkopuolisille mitoille oli 3,4 N ja sisäpuolisille mitoille oli 3,4 N
- Perusleukojen paksuus oli 25,000 mm

Kalibroinnin epävarmuus

- asteikko Q [0,4 ; 1,1 x L] missä L on mitattu pituus metreinä
- kulma 3”
- suoruus 3 µm
- voima 1 N
- tasomaisuus 0,3 µm
- yhdensuuntaisuus ja kohtisuoruus 1 µm

Asteikon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät

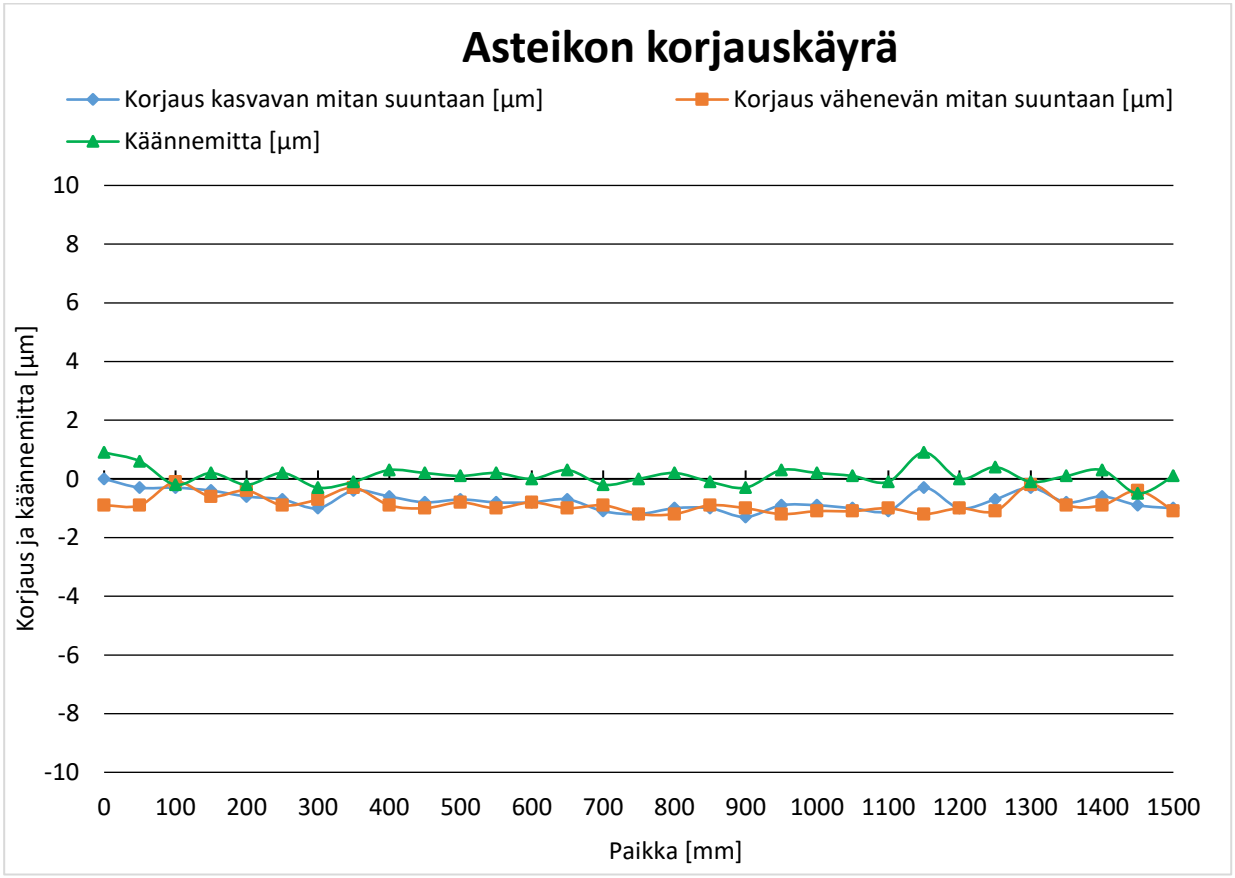
- Olosuhteiden vaihtelun vaikutus mittaustarkkuuteen oli ± 0,07 µm/1 m. (sivu 14)
- Paikallisten virheiden vaikutus mittaustarkkuuteen oli ± 0,2 µm. (sivu 15)

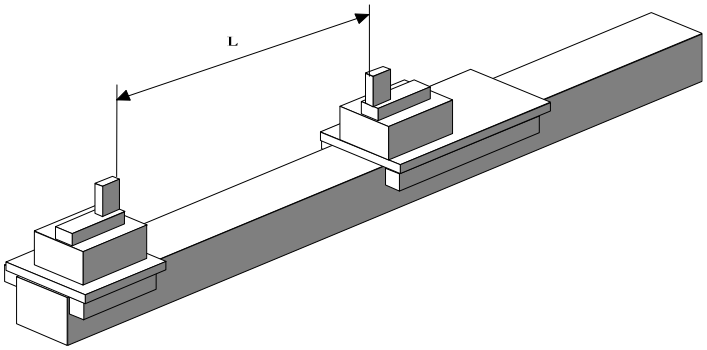
Mittaustuloksille annettu laajennettu epävarmuus eri mittauskohteissa on saatu kertomalla se kattavuuskertoimella kaksi $k = 2$, normaalihajonnalle laajennettu epävarmuus vastaa 95 % vaihteluväliä.

Asteikon mittaustulokset

Taulukko. Asteikko

Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [µm]	Korjaus vähenevän mitan suuntaan [µm]	Käännemitta [µm]	Mittausepävarmuus [µm]
0	0,0	-0,9	0,9	0,4
50	-0,3	-0,9	0,6	**0,4**
100	-0,3	-0,1	-0,2	**0,4**
150	-0,4	-0,6	0,2	**0,4**
200	-0,6	-0,4	-0,2	**0,5**
250	-0,7	-0,9	0,2	**0,5**
300	-1,0	-0,7	-0,3	**0,5**
350	-0,4	-0,3	-0,1	**0,6**
400	-0,6	-0,9	0,3	**0,6**
450	-0,8	-1,0	0,2	**0,6**
500	-0,7	-0,8	0,1	**0,7**
550	-0,8	-1,0	0,2	**0,7**
600	-0,8	-0,8	0,0	**0,8**
650	-0,7	-1,0	0,3	**0,8**
700	-1,1	-0,9	-0,2	**0,9**
750	-1,2	-1,2	0,0	**0,9**
800	-1,0	-1,2	0,2	**1,0**
850	-1,0	-0,9	-0,1	**1,0**
900	-1,3	-1,0	-0,3	**1,1**
950	-0,9	-1,2	0,3	**1,1**
1000	-0,9	-1,1	0,2	**1,2**
1050	-1,0	-1,1	0,1	**1,2**
1100	-1,1	-1,0	-0,1	**1,3**
1150	-0,3	-1,2	0,9	**1,3**
1200	-1,0	-1,0	0,0	**1,4**
1250	-0,7	-1,1	0,4	**1,4**
1300	-0,3	-0,2	-0,1	**1,5**
1350	-0,8	-0,9	0,1	**1,5**
1400	-0,6	-0,9	0,3	**1,6**
1450	-0,9	-0,4	-0,5	**1,6**
1500	-1,0	-1,1	0,1	**1,7**

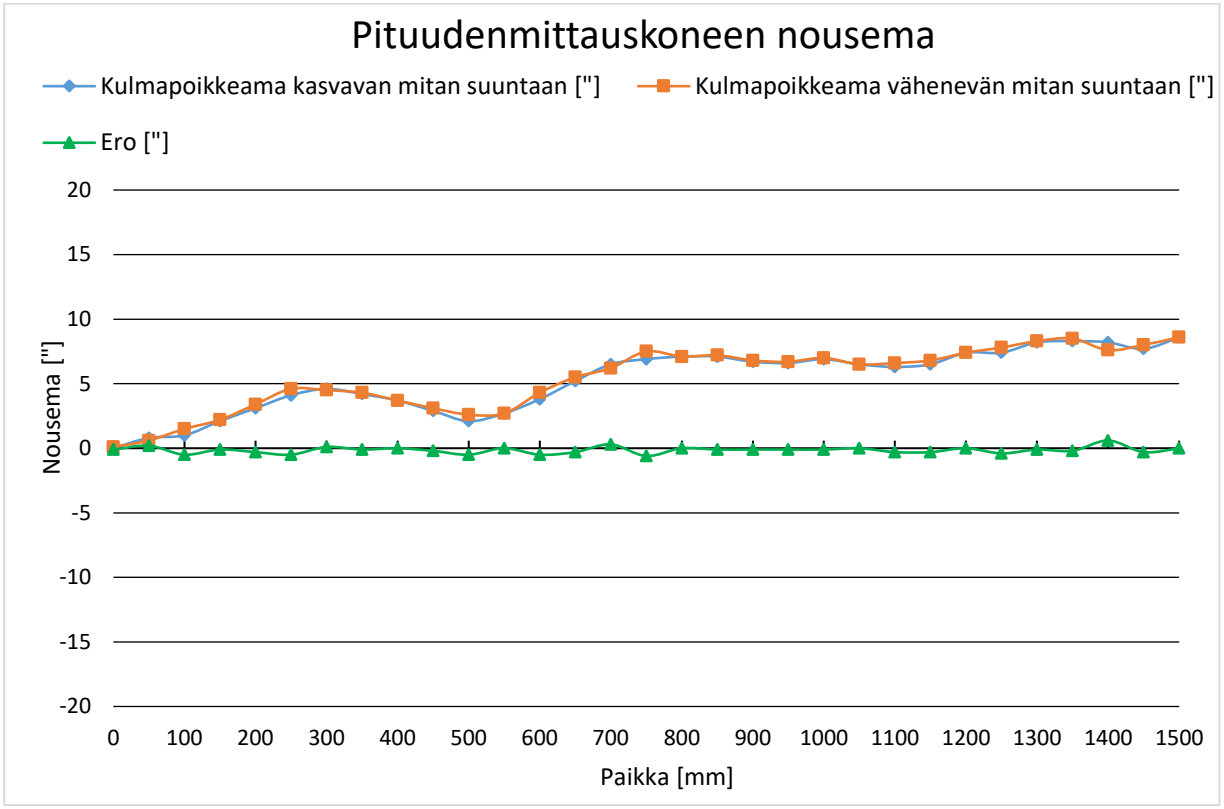

Asteikon korjauskäyrä
Korjaus kasvavan mitan suuntaan [µm]
Korjaus vähenevän mitan suuntaan [µm]
Käännemitta [µm]
Korjaus ja käännemitta [µm]
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
Paikka [mm]

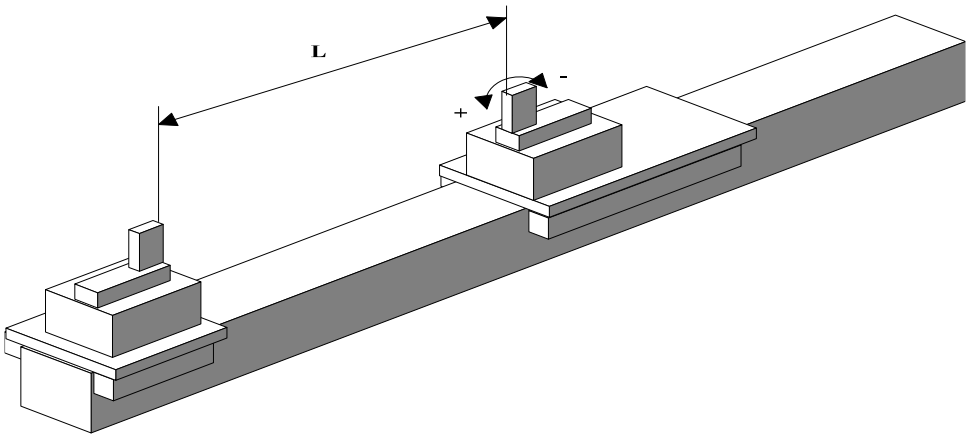

L

Kulmapoikkeamat

Taulukko. Nousema

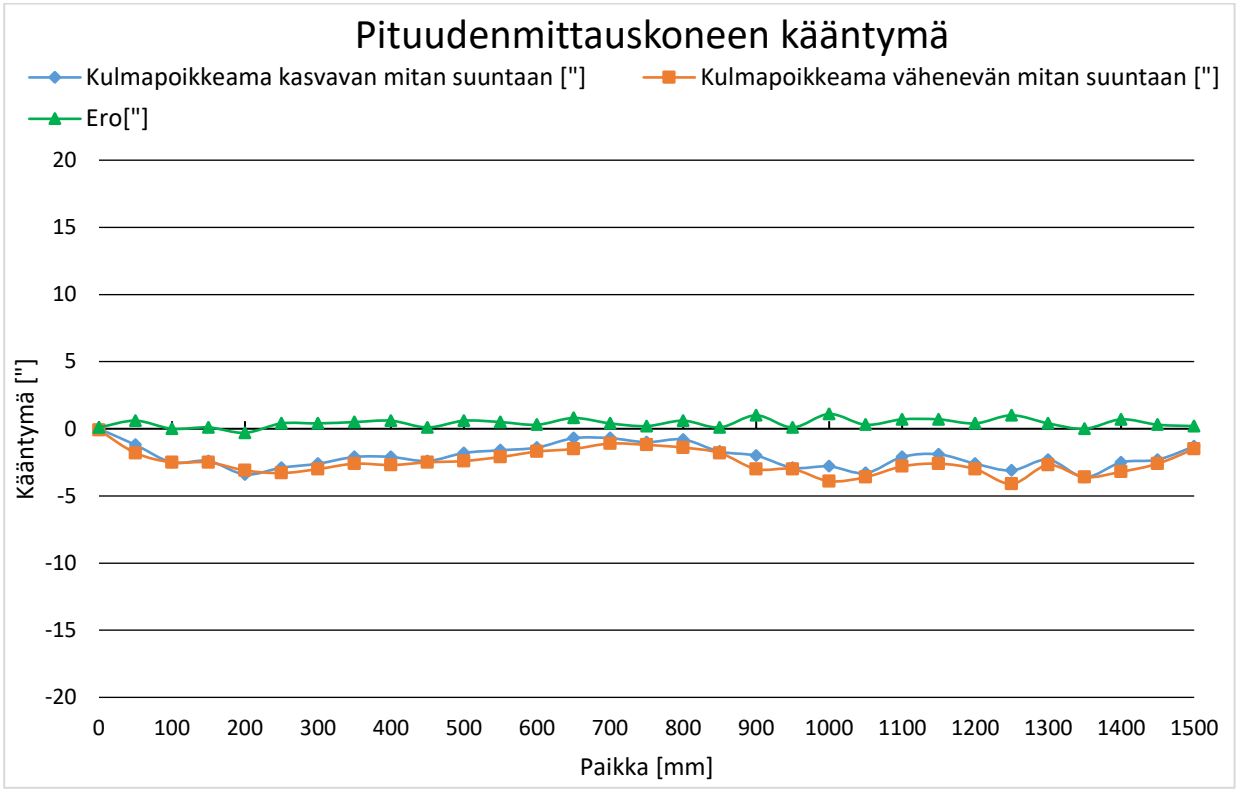
Paikka [mm]	Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]	Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]	Ero ["]
0	0,0	0,1	-0,1
50	0,8	0,6	0,2
100	1,0	1,5	-0,5
150	2,1	2,2	-0,1
200	3,1	3,4	-0,3
250	4,1	4,6	-0,5
300	4,6	4,5	0,1
350	4,2	4,3	-0,1
400	3,7	3,7	0,0
450	2,9	3,1	-0,2
500	2,1	2,6	-0,5
550	2,7	2,7	0,0
600	3,8	4,3	-0,5
650	5,2	5,5	-0,3
700	6,5	6,2	0,3
750	6,9	7,5	-0,6
800	7,1	7,1	0,0
850	7,1	7,2	-0,1
900	6,7	6,8	-0,1
950	6,6	6,7	-0,1
1000	6,9	7,0	-0,1
1050	6,5	6,5	0,0
1100	6,3	6,6	-0,3
1150	6,5	6,8	-0,3
1200	7,4	7,4	0,0
1250	7,4	7,8	-0,4
1300	8,2	8,3	-0,1
1350	8,3	8,5	-0,2
1400	8,2	7,6	0,6
1450	7,7	8,0	-0,3
1500	8,6	8,6	0,0

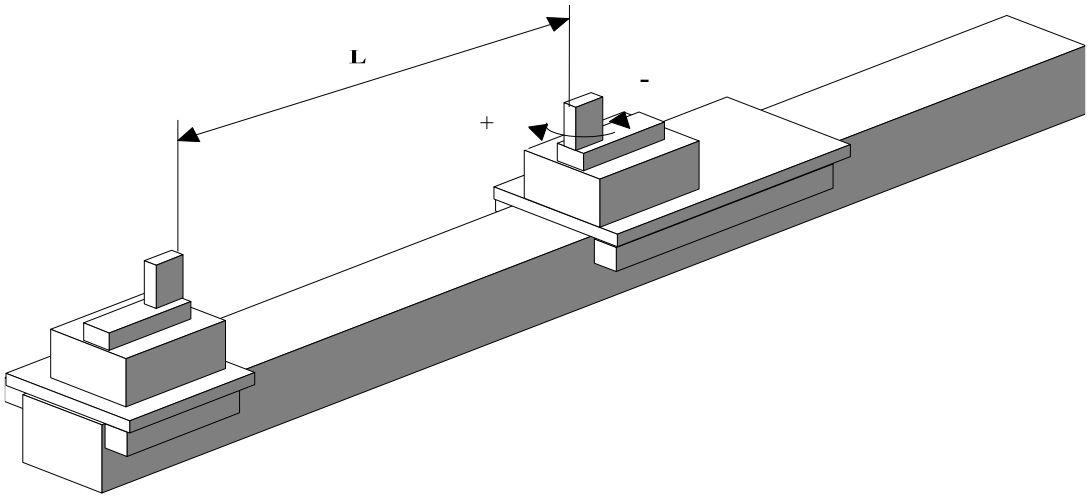

Pituudenmittauskoneen nousema
Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]
Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]
Ero ["]
Nousema ["]
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
Paikka [mm]


L
+
-

Taulukko. Kääntymä

Paikka [mm]	Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]	Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]	Ero ["]
0	0,0	-0,1	0,1
50	-1,2	-1,8	0,6
100	-2,5	-2,5	0,0
150	-2,4	-2,5	0,1
200	-3,4	-3,1	-0,3
250	-2,9	-3,3	0,4
300	-2,6	-3,0	0,4
350	-2,1	-2,6	0,5
400	-2,1	-2,7	0,6
450	-2,4	-2,5	0,1
500	-1,8	-2,4	0,6
550	-1,6	-2,1	0,5
600	-1,4	-1,7	0,3
650	-0,7	-1,5	0,8
700	-0,7	-1,1	0,4
750	-1,0	-1,2	0,2
800	-0,8	-1,4	0,6
850	-1,7	-1,8	0,1
900	-2,0	-3,0	1,0
950	-2,9	-3,0	0,1
1000	-2,8	-3,9	1,1
1050	-3,3	-3,6	0,3
1100	-2,1	-2,8	0,7
1150	-1,9	-2,6	0,7
1200	-2,6	-3,0	0,4
1250	-3,1	-4,1	1,0
1300	-2,3	-2,7	0,4
1350	-3,6	-3,6	0,0
1400	-2,5	-3,2	0,7
1450	-2,3	-2,6	0,3
1500	-1,3	-1,5	0,2

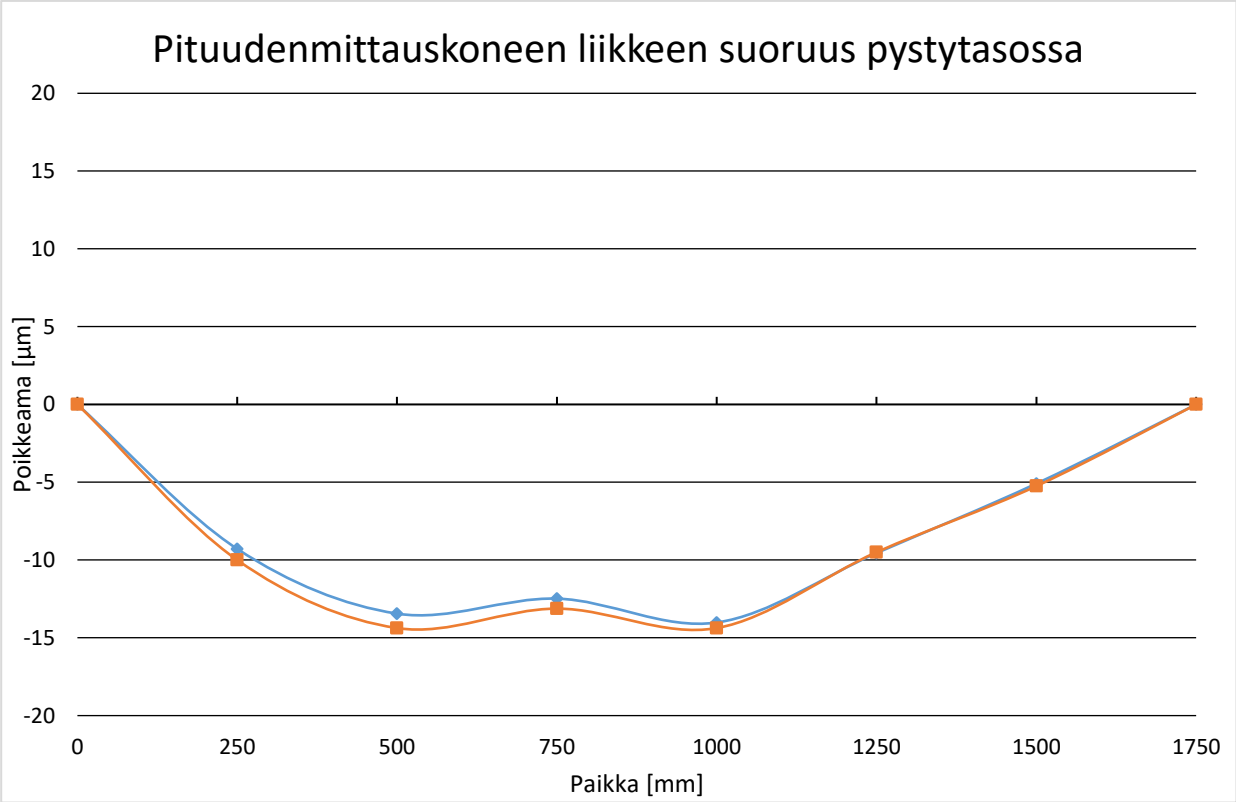

Pituudenmittauskoneen kääntymä
Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]
Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]
Ero["]
Kääntymä ["]
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
Paikka [mm]


L
-
+

Liikejohteen suoruus pystysuunnassa

Taulukko. Mittaustulokset suoruus pystysuunnassa

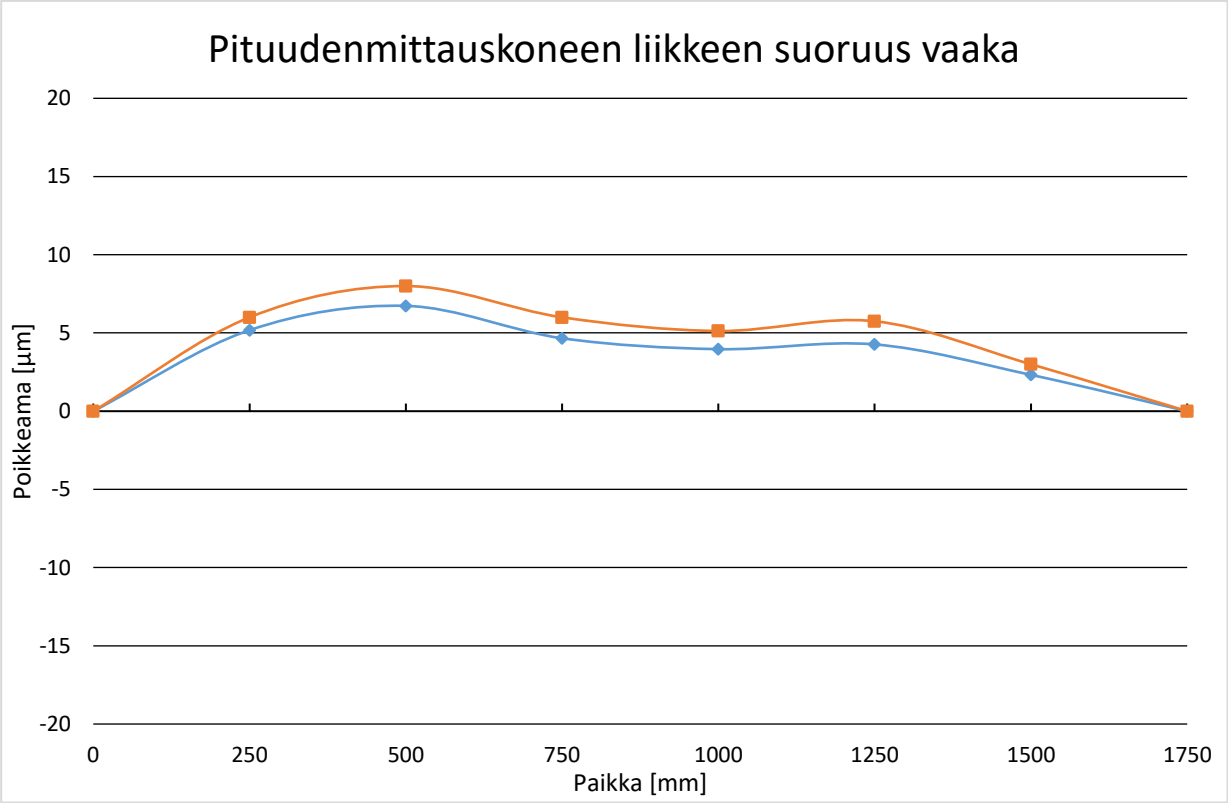
Paikka [mm]	Johteen suoruuspoikkeama a [µm]	Johteen suoruuspoikkeama b [µm]
0	0,0	0,0
250	-9,3	-10,0
500	-13,4	-14,4
750	-12,5	-13,1
1000	-14,0	-14,4
1250	-9,6	-9,5
1500	-5,1	-5,3
1750	0,0	0,0



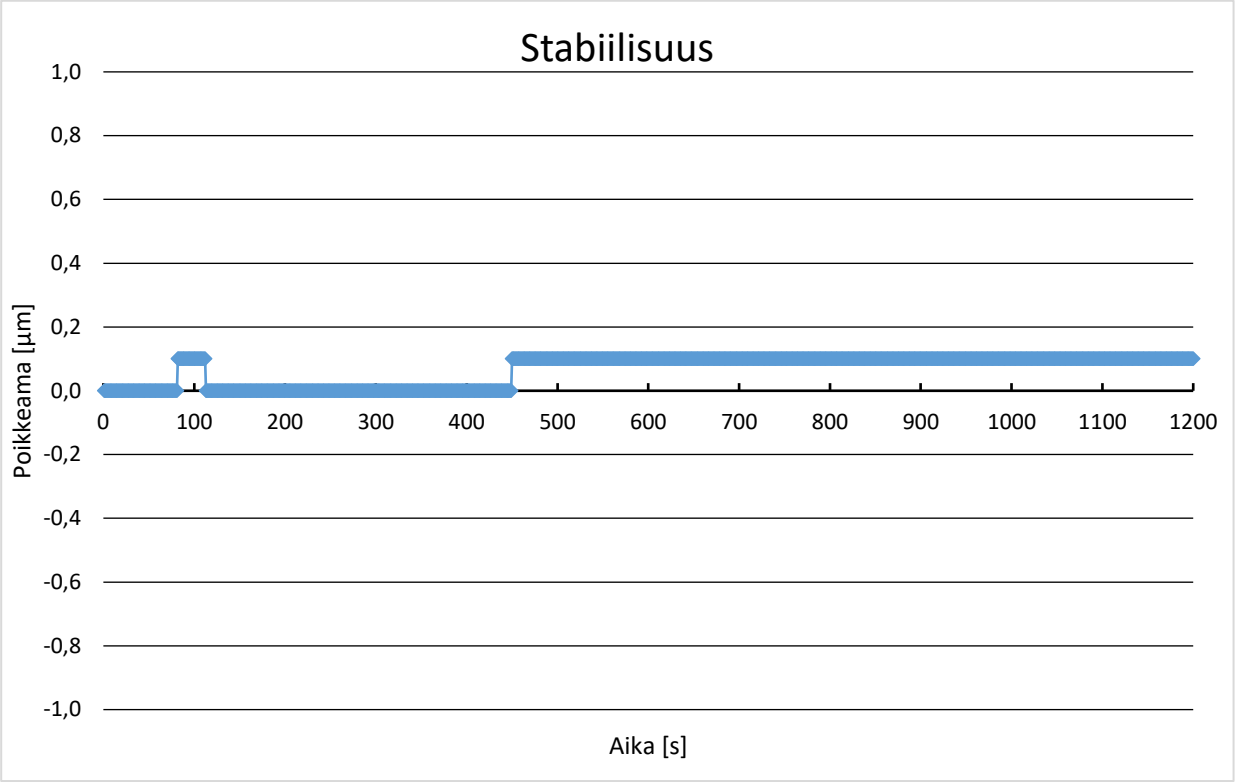
Liikejohteen suoruus vaakasuunnassa

Taulukko. Mittaustulokset suoruus vaakasuunnassa

Paikka [mm]	Johteen suoruuspoikkeama a [µm]	Johteen suoruuspoikkeama b [µm]
0	0,0	0,0
250	5,2	6,0
500	6,7	8,0
750	4,7	6,0
1000	4,0	5,1
1250	4,3	5,7
1500	2,3	3,0
1750	0,0	0,0

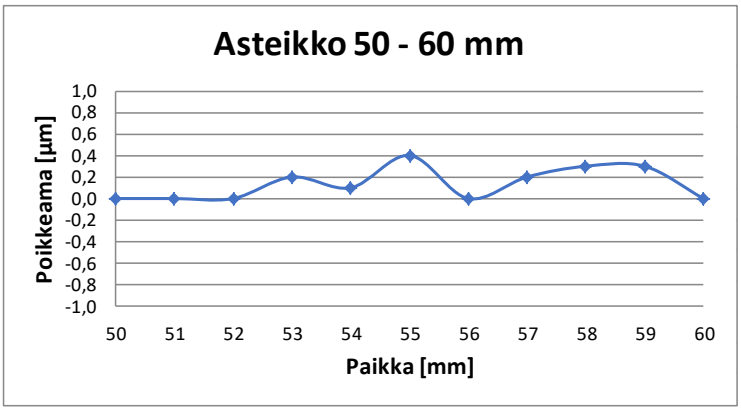


Olosuhteiden vaikutus mittauksiin

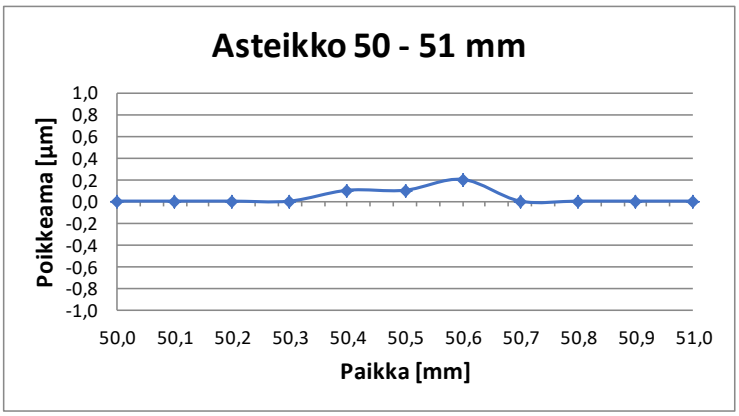


Paikallisesti mitatut asteikkovirheet

Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [µm]
50	0,0
51	0,0
52	0,0
53	0,2
54	0,1
55	0,4
56	0,0
57	0,2
58	0,3
59	0,3
60	0,0



Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [µm]
50,0	0,0
50,1	0,0
50,2	0,0
50,3	0,0
50,4	0,1
50,5	0,1
50,6	0,2
50,7	0,0
50,8	0,0
50,9	0,0
51,0	0,0



Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [µm]
50,00	0,0
50,01	0,1
50,02	-0,1
50,03	0,1
50,04	-0,1
50,05	-0,1
50,06	-0,1
50,07	-0,1
50,08	-0,1
50,09	-0,3
50,10	0,1

