



Kalibrointitodistus
2026K70

Mahr 800

sarjanumero: 1216/13

Logistic TKT Systems Oy / Sisu Worx
08.09.2026



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	2026K70
Tilaaja	Logistic TKT Systems Oy, Sisu Worx / Jari Heinonen Autotehtaantie 1 13250 HÄMEENLINNA
Kalibroitu laite	Pituudenmittauskone
Valmistaja	Mahr GmbH
Tyyppi	Mahr Linear 800
Sarjanumero	1216/13
Kalibrointipäivä	08.09.2026

Päiväys 09.09.2026

Allekirjoitus:



Asko Rantanen

Kalibroidun laitteen kunto

Kalibroidun laitteen kunnossa ei ollut huomautettavaa.

Kalibrointimenetelmä

Pituudenmittauskoneen asteikko kalibroitiin vertaamalla sitä laserinterferometrin antamaan lukemaan. Liikkeen kulmavirheiden ja suoruuksien 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 $\varnothing 4$ mm pallolla, rubiini mittakärki T404. Mittauskärkien tasomaisuus tarkastettiin tasolasilla Tesa nro T2020. Pituudenmittauskoneen mittausvoima mitattiin vertaamalla sitä Jousivaakaan Pesola 10N.

Kalibrointiolosuhteet

Lämpötila huoneessa 20,0–20,5 °C

Ilmanpaine 99,5 kPa

Suhteellinen kosteus 60 – 62 %

Kalibroidun laitteen lämpötila 20,3 – 20,5 °C

Kalibrointitulokset ja mittausepävarmuus

Mittaustulokset ovat kompensoitu vastaamaan olosuhteita 20,0 °C lämpötilanvaihtelukoefficientilla $11,5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$. Asteikkomittausten lähtöpisteenä on käytetty pistettä, jossa mittapalakärjet ovat yhdessä. Mittauslinja on noin 30 mm mittaleukojen kiinnitysuran pohjan yläpuolella.

Kalibrointitulokset

- Pituudenmittauskoneen suurin paikoitusvirhe oli 2,6 μm (sivu 6)
- Paikallisesti mitatut asteikkovirheet olivat 10 mm:n matkalla 0,5 μm , 1mm:n matkalla 0,2 μm ja 0,1mm:n matkalla 0,1 μm (sivu 15)
- Käännemitta 0,8 μm (sivu 6)
- Liikkeen kulmapoikkeama pystysuunnassa 5,7" (sivu 8)
- Liikkeen kulmapoikkeama vaakasuunnassa 9,7" (sivu 10)
- Liikkeen suoruus pystysuunnassa 7,1 μm (sivu 12)
- Liikkeen suoruus vaakasuunnassa 5,6 μm (sivu 13)
- Olosuhteiden vaihtelun vaikutus mittaustarkkuuteen oli $\pm 0,6 \mu\text{m/m}$ (sivu 14)
- mittaleukojen mittapintojen tasomaisuusvirhe $< 1 \mu\text{m}$
- mittapintojen yhdensuuntaisuuspoikkeama $< 1 \mu\text{m}$
- mittauleukojen kiinnitysurat olivat yhdensuuntaiset
- mittausoima ulkopuolisille ja sisäpuolisille mitoille oli 3,2 N
- Perusleukojen paksuus 20,000 mm

Kalibroinnin epävarmuus

- asteikko Q [1 ; 2,3 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 $\pm 0,6 \mu\text{m/1 m}$. (sivu 14)
- Paikallisten virheiden vaikutus mittaustarkkuuteen oli $\pm 0,3 \mu\text{m}$. (sivu 15)

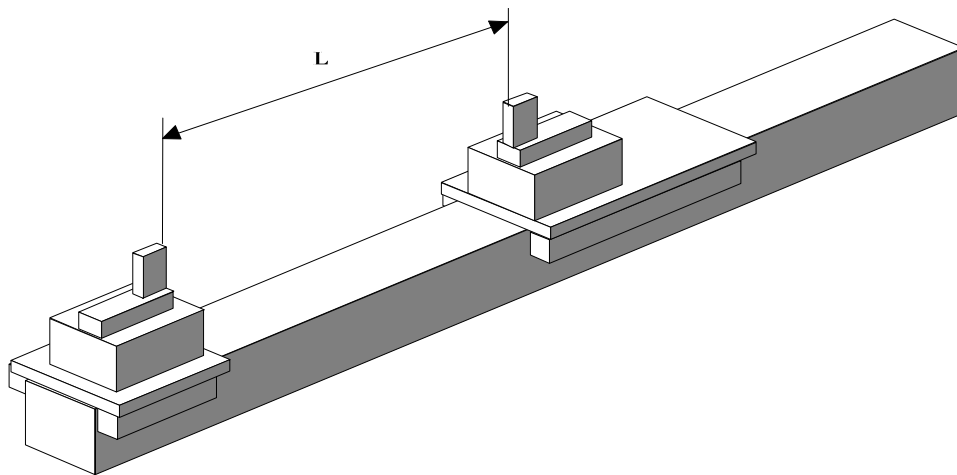
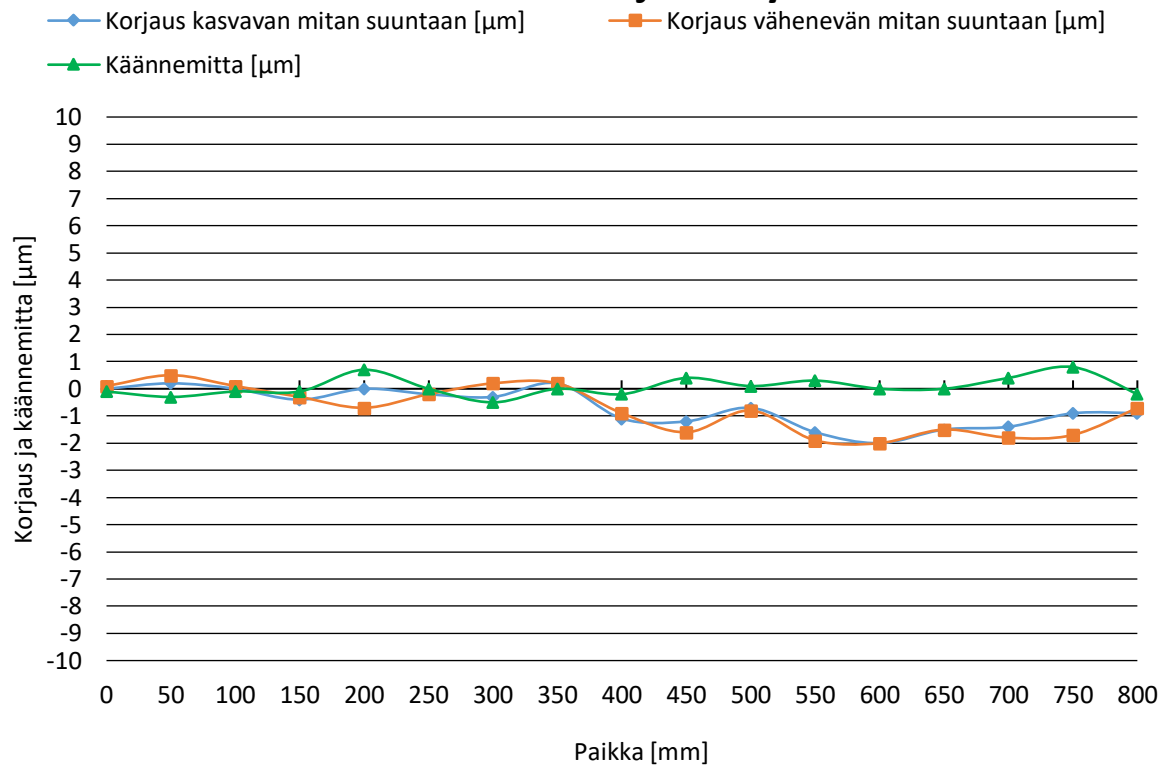
Mittaustuloksille annettu laajennettu epävarmuus eri mittaustapauksissa on saatu kertomalla se kattavuuskertoimella kaksi $k = 2$, normaalihajonnalle laajennettu epävarmuus vastaa 95 % vaihteluväliä.

Asteikon mittaustulokset

Taulukko. Asteikko

Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [μm]	Korjaus vähenevän mitan suuntaan [μm]	Käännemitta [μm]	Mittausepävarmuus [μm]
0	0,0	0,1	-0,1	1,0
50	0,2	0,5	-0,3	1,0
100	0,0	0,1	-0,1	1,0
150	-0,4	-0,3	-0,1	1,1
200	0,0	-0,7	0,7	1,1
250	-0,2	-0,2	0,0	1,2
300	-0,3	0,2	-0,5	1,2
350	0,2	0,2	0,0	1,3
400	-1,1	-0,9	-0,2	1,4
450	-1,2	-1,6	0,4	1,4
500	-0,7	-0,8	0,1	1,5
550	-1,6	-1,9	0,3	1,6
600	-2,0	-2,0	0,0	1,7
650	-1,5	-1,5	0,0	1,8
700	-1,4	-1,8	0,4	1,9
750	-0,9	-1,7	0,8	2,0
800	-0,9	-0,7	-0,2	2,1

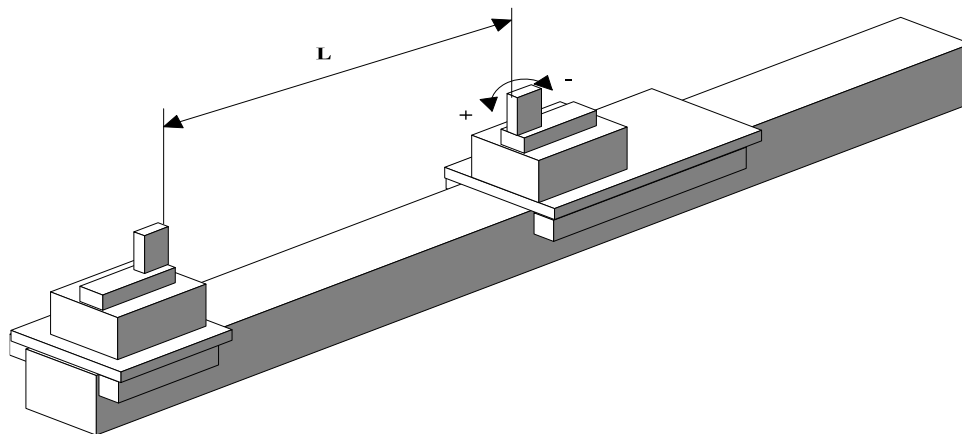
Asteikon korjauskäyrä



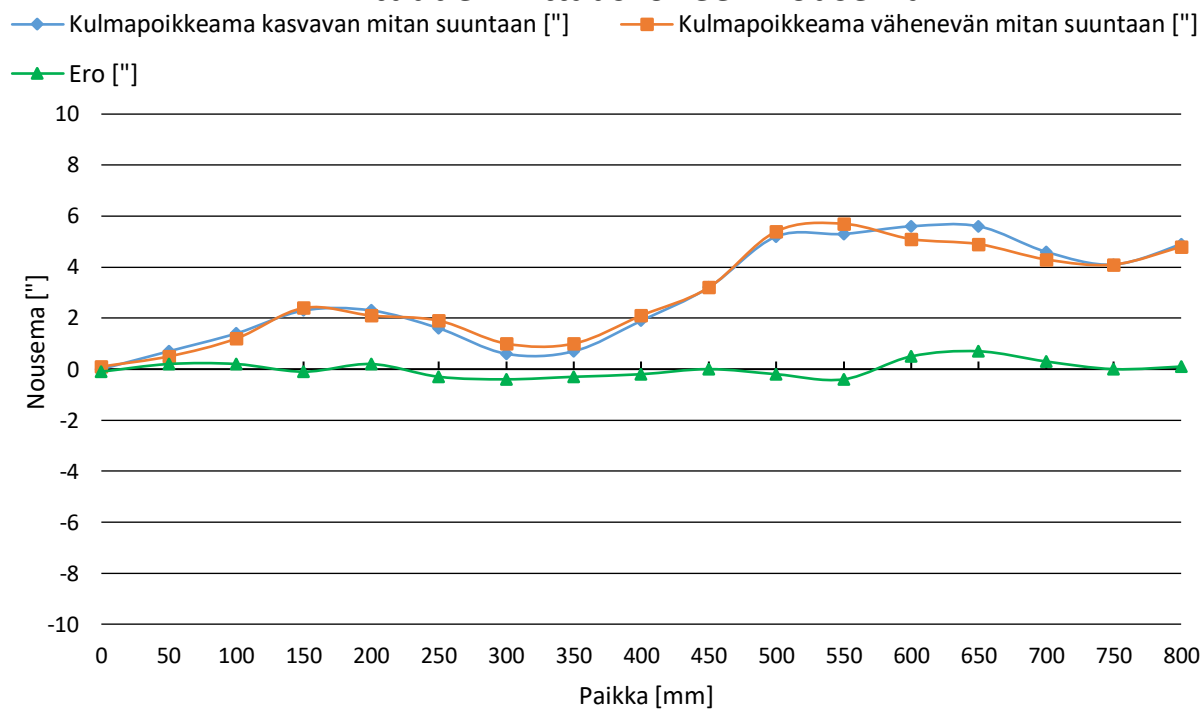
Kulmapoikkeamat

Taulukko. Nousema

Paikka [mm]	Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]	Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]	Ero ["]
0	0,0	0,1	-0,1
50	0,7	0,5	0,2
100	1,4	1,2	0,2
150	2,3	2,4	-0,1
200	2,3	2,1	0,2
250	1,6	1,9	-0,3
300	0,6	1,0	-0,4
350	0,7	1,0	-0,3
400	1,9	2,1	-0,2
450	3,2	3,2	0,0
500	5,2	5,4	-0,2
550	5,3	5,7	-0,4
600	5,6	5,1	0,5
650	5,6	4,9	0,7
700	4,6	4,3	0,3
750	4,1	4,1	0,0
800	4,9	4,8	0,1

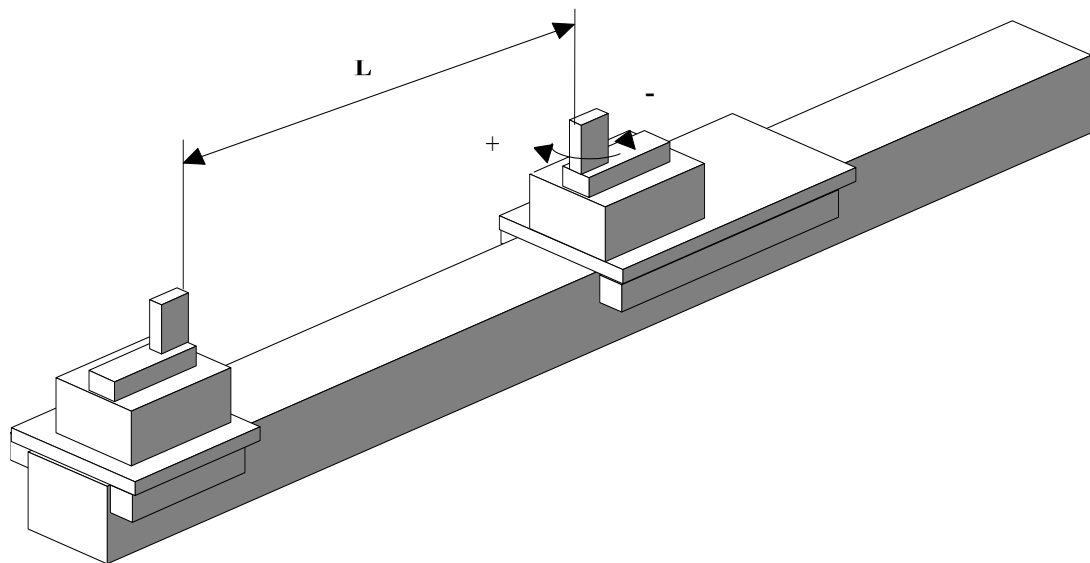
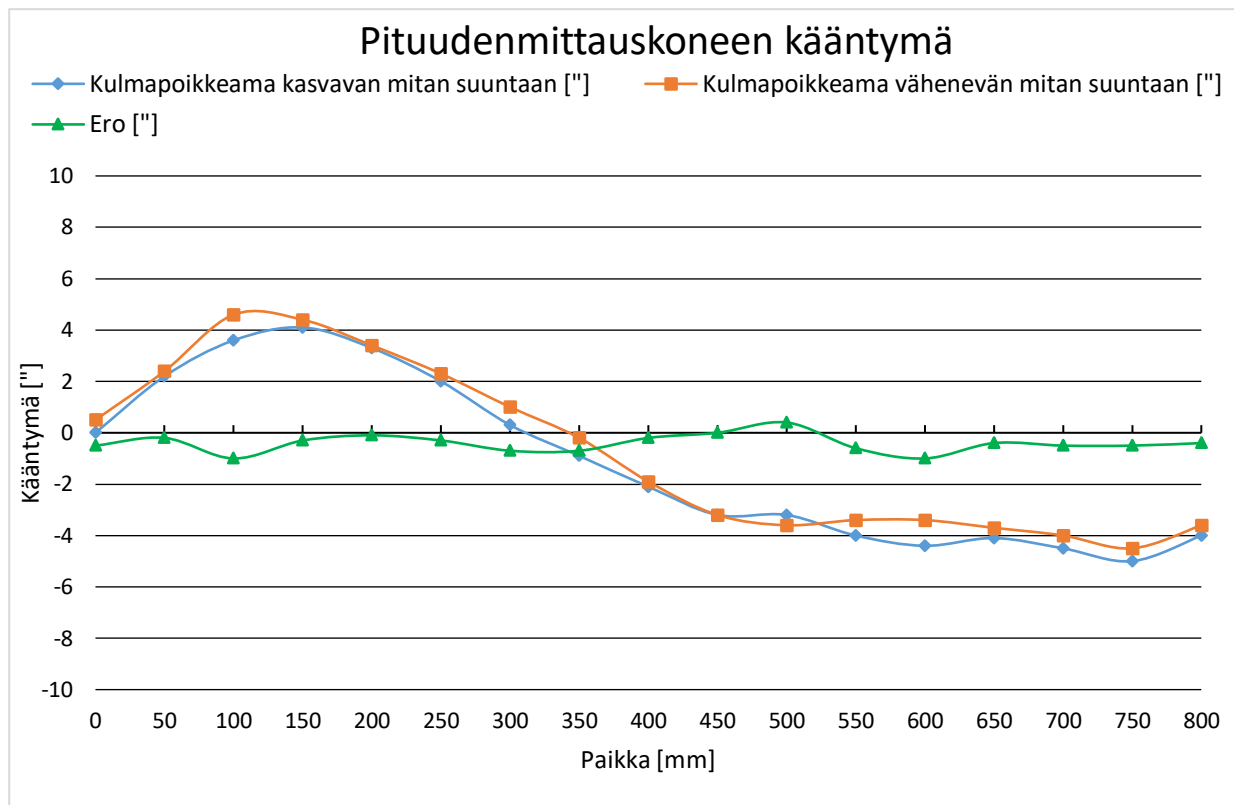


Pituudenmittauskoneen nousema



Taulukko. Kääntymä

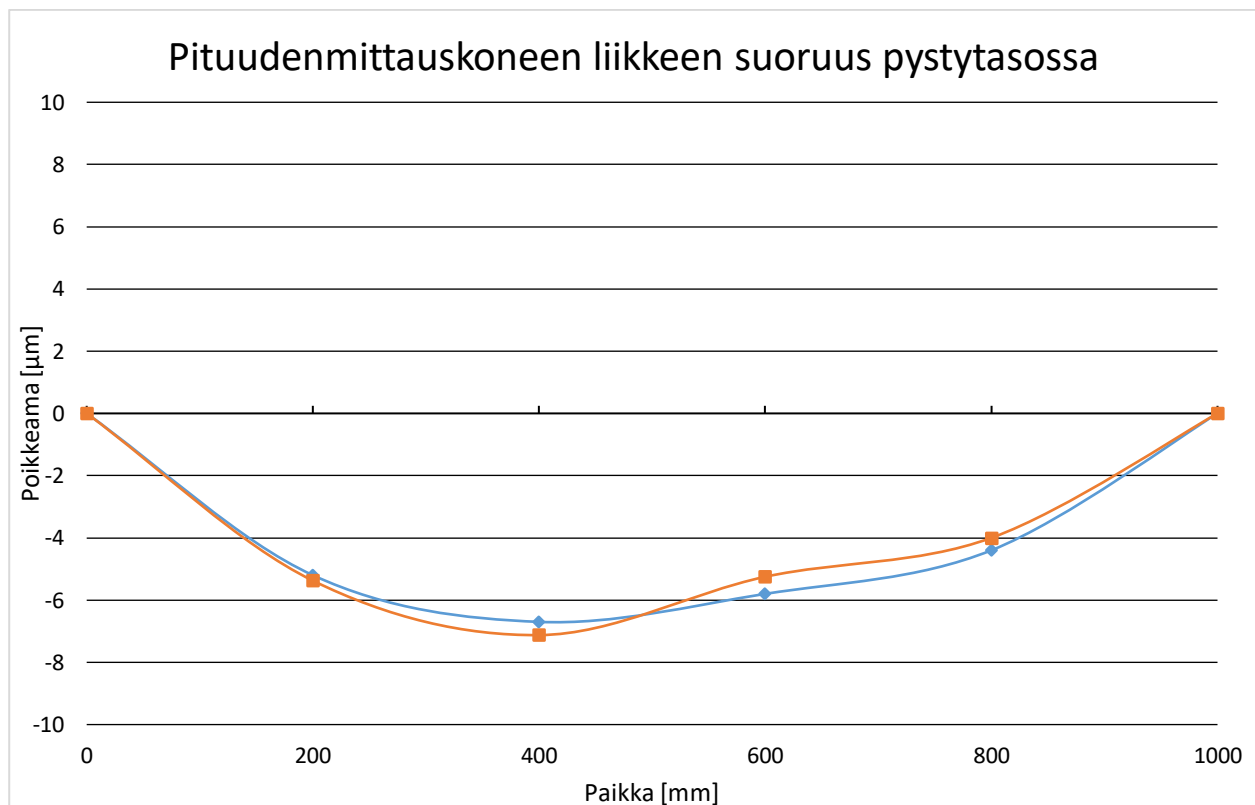
Paikka [mm]	Kulmapoikkeama kasvavan mitan suuntaan ["]	Kulmapoikkeama vähenevän mitan suuntaan ["]	Ero ["]
0	0,0	0,5	-0,5
50	2,2	2,4	-0,2
100	3,6	4,6	-1,0
150	4,1	4,4	-0,3
200	3,3	3,4	-0,1
250	2,0	2,3	-0,3
300	0,3	1,0	-0,7
350	-0,9	-0,2	-0,7
400	-2,1	-1,9	-0,2
450	-3,2	-3,2	0,0
500	-3,2	-3,6	0,4
550	-4,0	-3,4	-0,6
600	-4,4	-3,4	-1,0
650	-4,1	-3,7	-0,4
700	-4,5	-4,0	-0,5
750	-5,0	-4,5	-0,5
800	-4,0	-3,6	-0,4



Liikejohteen suoruus pystysuunnassa

Taulukko. Mittaustulokset suoruus pystysuunnassa

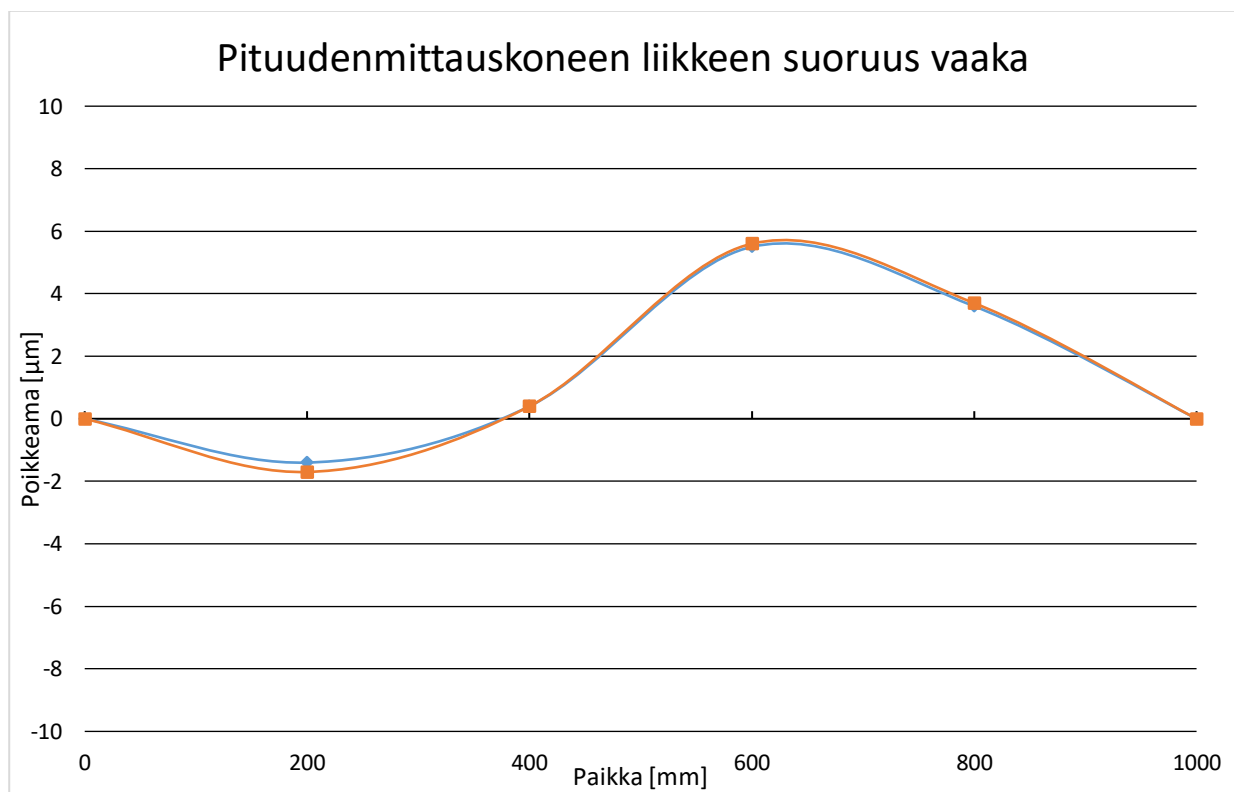
Paikka [mm]	Johteen suoruuspoikkeama	
	a [μm]	b [μm]
0	0,0	0,0
200	-5,2	-5,4
400	-6,7	-7,1
600	-5,8	-5,3
800	-4,4	-4,0
1000	0,0	0,0



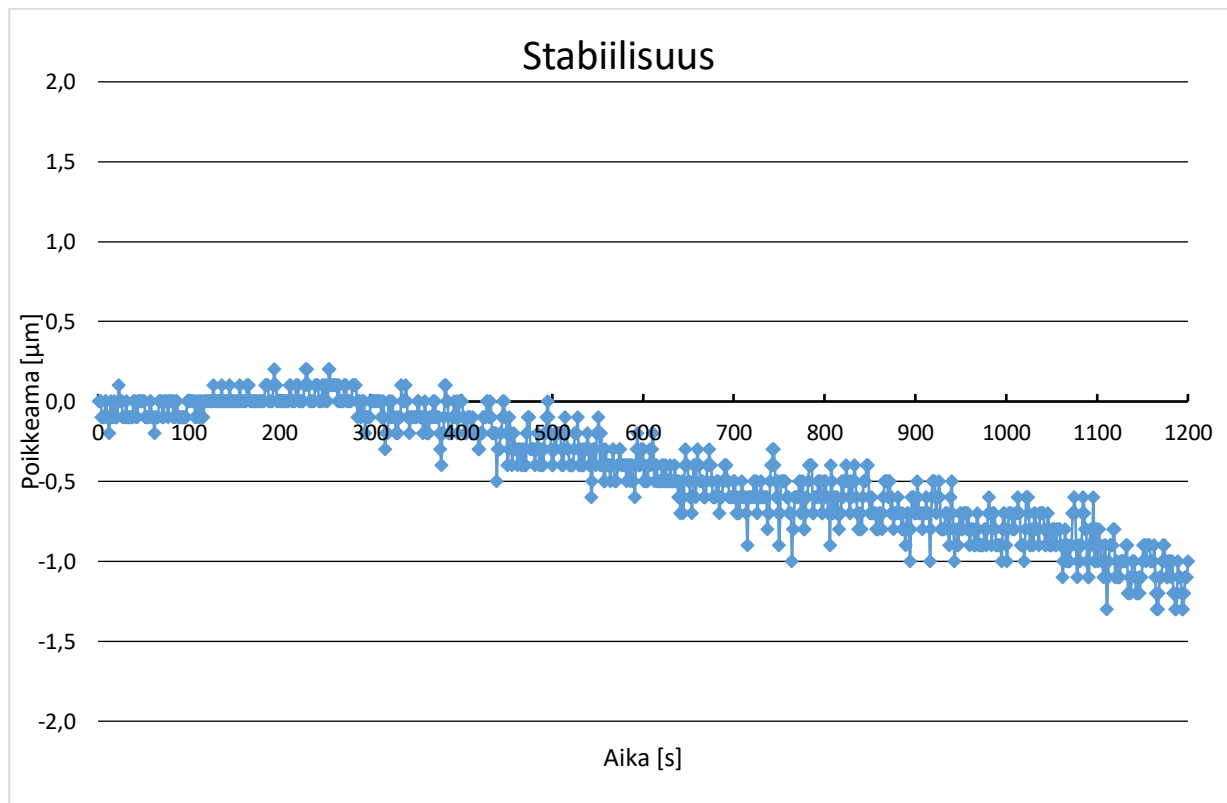
Liikejohteen suoruus vaakasuunnassa

Taulukko. Mittaustulokset suoruus vaakasuunnassa

Paikka [mm]	Johteen suoruuspoikkeama a [μm]	Johteen suoruuspoikkeama b [μm]
0	0,0	0,0
200	-1,4	-1,7
400	0,4	0,4
600	5,5	5,6
800	3,6	3,7
1000	0,0	0,0

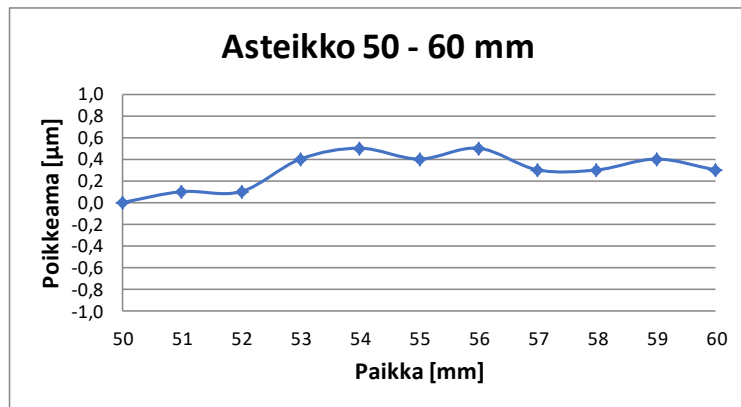


Olosuhteiden vaikutus mittauksiin

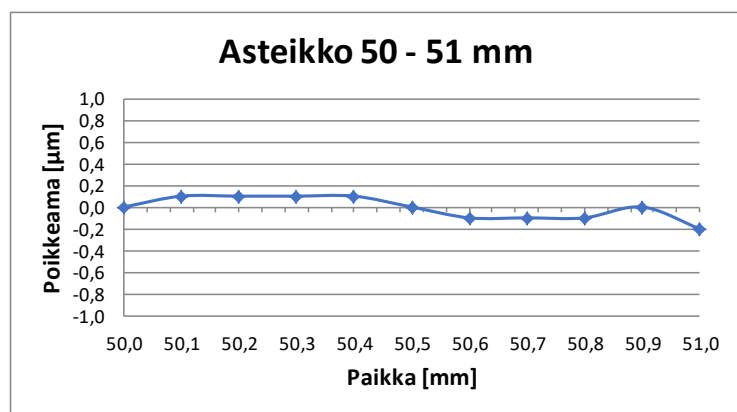


Paikallisesti mitatut asteikkovirheet

Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [μm]
50	0,0
51	0,1
52	0,1
53	0,4
54	0,5
55	0,4
56	0,5
57	0,3
58	0,3
59	0,4
60	0,3



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



Paikka [mm]	Korjaus kasvavan mitan suuntaan [μm]
50,00	0,0
50,01	-0,1
50,02	0,0
50,03	-0,2
50,04	0,0
50,05	-0,1
50,06	0,0
50,07	-0,1
50,08	0,1
50,09	-0,1
50,10	0,1

