

KALIBRACIJSKI CERTIFIKAT

Calibration certificate

NAROČNIK
Customer 5Labs d.o.o.
Legen 112, 2380 Slovenj Gradec

LASTNIK
Owner 5Labs d.o.o.
Legen 112, 2380 Slovenj Gradec

MERILO
Object Koordinatni merilni stroj

IDENTIFIKACIJA
Identification 0598-3603

TIP
Type Chameleon

PROIZVAJALEC
Manufacturer Brown & Sharpe

MERILNI OBSEG
Meas. range (700 x 1000 x 500) mm



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN ISO/IEC 17025
LK-039

Slovenska akreditacija je podpisnica večstrankarskih sporazumov o priznavanju akreditacijskih organov z Evropsko akreditacijo (EA - MLA) in Mednarodnim združenjem za akreditacijo laboratorijev (ILAC - MRA). Slovenian Accreditation is signatory to the multilateral agreements on recognition of accreditation bodies with the European Accreditation (EA - MLA) and International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC - MRA).

KRAJ KALIBRACIJE
Place of calibration Slovenj Gradec

DATUM KALIBRACIJE
Date of calibration 24. 06. 2026

DATUM PREJEMA
Date of receipt 24. 06. 2026

OPOMBE
Notes

ODOBRIL
Approved by Denis Rudolf, dipl. inž. str.

Dovoljeno je razmnoževanje le celotnega certifikata. Verodostojnost podpisa je mogoče preveriti v elektronski obliki certifikata. Only the reproduction of the complete certificate is allowed. Signature validity can be verified in electronic version of certificate

1. OSNOVNI PODATKI O STROJU • Basic data about coordinate measuring machine

Identifikacija	0598-3603	Ločljivost	0.0001 mm
Tip	Chameleon	Programska oprema	PC-DMIS
Proizvajalec	Brown & Sharpe	Merilna glava	PH10MQ
Merilni obseg	(700 x 1000 x 500) mm	Merilna sonda	SP600M

2. KALIBRACIJSKI POGOJI • Calibration conditions

Temperatura • Temperature	(21.5 ± 1) °C
Izvajalec	Denis Valentan

3. SLEDLJIVOST • Traceability

Identifikacije pri kalibraciji uporabljenih etalonov • Standards identification used at calibration

200905/S426	002	H15030257		
-------------	-----	-----------	--	--

Ta kalibracijski certifikat dokumentira sledljivost do (inter) nacionalnih etalonov v skladu z mednarodnim sistemom merskih enot (SI).

3. KALIBRACIJSKI POSTOPEK • Calibration procedure

Kalibracija koordinatnega merilnega stroja je narejena v skladu z internim kalibracijskim postopkom KL-KMT-1, ki temelji na standardih SIST ISO 10360-2: 2011 in SIST ISO 10360-5:2020 in odvisno od stroja vključuje:

- določitev pogreškov merjenja dolžine, E0 in E150
- določitev ponovljivosti merjenja dolžine R0
- določitev pogreškov oblike PFTU z uporabo enega tipala

4. SPECIFIKACIJA PROIZVAJALCA • Manufacturer's specification

Največji dopustni pogrešek po osi / μm	2.3 + 3	· L / 1000	L v mm
Največji dopustni pogrešek po diagonali / μm	2.3 + 3	· L / 1000	L v mm
Največji dopustni pogrešek za test tipalnega sistema / μm	2.3		

5. MERILNA NEGOTOVOST • Measuring uncertainty

U(E)	0,3 μm + 0,5 · 10 ⁻⁶ · L (Brez upoštevanja temperaturne korekcije)
U(P)	0,14 μm
U($\perp$)	1.2
U(T)	0,19 μm

Merilna negotovost je podana kot standardna negotovost meritve pomnožena s faktorkem $k = 2$, ki pri normalni porazdelitvi ustreza verjetnosti 95%. Standardna merilna negotovost je določena v skladu s publikacijo EA-4/02.

The specification indicates the expanded measuring uncertainty resulting from multiplication of standard measuring uncertainty by the factor $k = 2$. It was determined in conformity with EA-4/02. The values of the measurement parameter lie within the specified range with a probability of 95%.

6. RAZLAGA REZULTATOV • Result explanation

Pogrešek = Izmerjena vrednost - Referenčna vrednost

Error = Measured value - Reference value

Podani merilni rezultati in pripadajoča merilna negotovost se nanašajo samo na to kalibrano merilo. Izmerjene vrednosti veljajo v času meritev in ne zagotavljajo dolgotrajne stabilnosti.

The measurement results and uncertainties quoted refer only to this calibrated gauge. The measurement results are valid at the time of measurement and do not guarantee long-term stability.

7. IZVEDENE KOREKCIJE NA STROJU • Made corrections on CMM

Korekcije izvedene pred kalibracijo

Pred določitvijo pogreškov merjenja dolžine in pogreška tipanja smo izvedli potrebne korekcije parametrov geometrijskih napak v datoteki geometrične kompenzacije. Posamezne parametre v kompenzacijski datoteki smo korigirali samo linearno s faktorjem - sorazmerno z dolžino osi glede na izhodiščno točko geometrične kompenzacije. V ta namen smo merili najmanj 5 dolžin stopničastega merila v različnih položajih merilnega volumna in odstopke vnesli v diagrame v odvisnosti od merjene dolžine. Iz diagrama pogreškov smo določili naklon - srednje odstopanje na 1m dolžine. Te faktorje smo uporabili pri korekcijah.

- Glavni rotacijski pogreški Rxz, Rxy, Ryx

Za določitev rotacijskih pogreškov smo merili stopničasto merilo v dveh različnih položajih za vsak parameter. Iz razlike izmerjenih dolžin smo izračunali korekcijski faktor.

- Pogrešek pravokotnosti

Pogrešek pravokotnosti smo določili v vseh 3 strojnih ravninah, tako da smo merili stopničasto merilo v 4 telesnih diagonalah. Pogrešek pravokotnosti smo izračunali iz razlik dolžin.

- Linearni pogrešek osi (Faktor skale)

Po izvedenih korekcijah smo vse pogreške ponovno preverili.

Rotacijski pogrešek [$\mu\text{m}/\text{m}$]

Rotacija	Rxz	Rxy	Ryx
Pred korekcijami	-1.3	7.4	9.0
Po korekcijah	-1.3	1.2	1.5

Pogrešek pravokotnosti [$\mu\text{m}/\text{m}$]

Ravnina	XY	ZY	ZX
Pred korekcijami	1.9	-1.7	2.2
Po korekcijah	0.4	-1.5	1.4

Linearni pogrešek [$\mu\text{m}/\text{m}$]

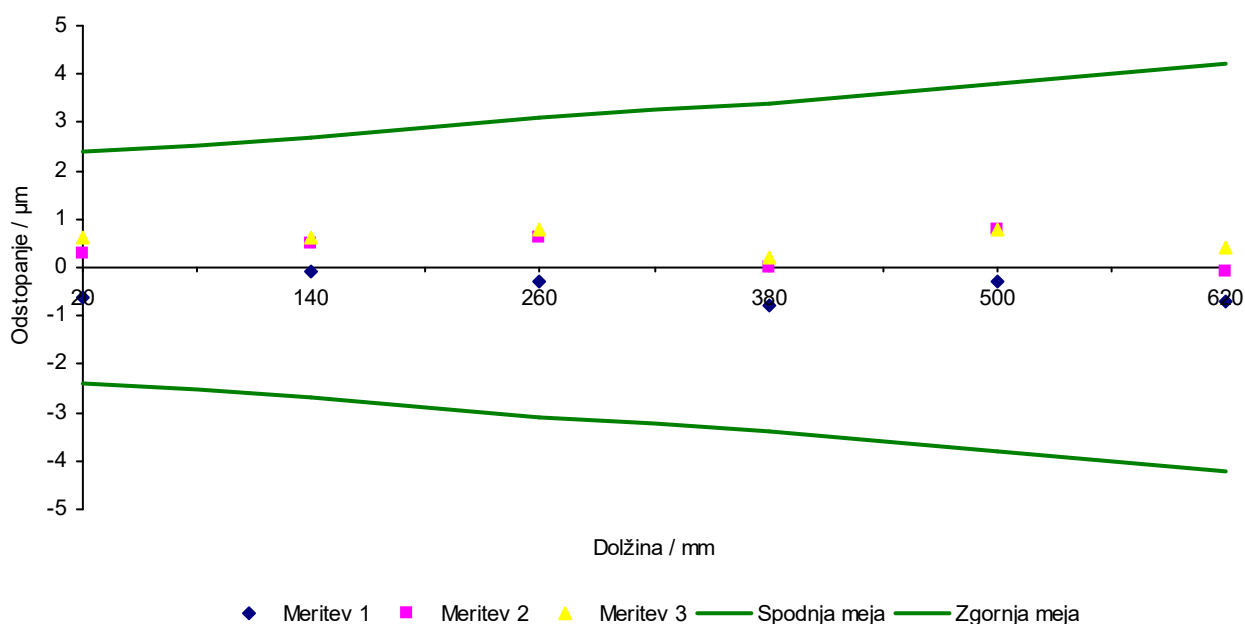
Os	X	Y	Z
Pred korekcijami	9.5	3.3	5.8
Po korekcijah	-0.3	-1.0	0.0

8. Določitev pogreškov merjenja dolžine in ponovljivosti merjenja dolžine z offsetom 0 (SIST EN ISO 10360-2:2011)

Položaj: X+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni
X -93.719	I 1.000	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm 1.0
Y 201.504	J -0.019	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm 2.8
Z -381.292	K 0.000	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm 1.2
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m}/\text{m}$ -0.92

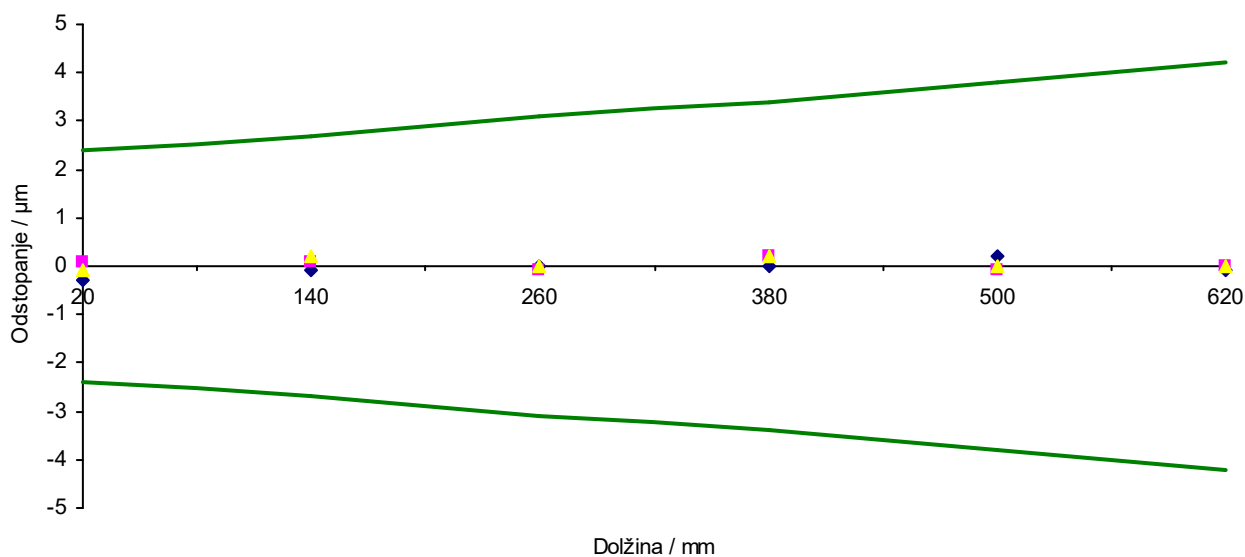
Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-0.6	0.3	0.6	-2.4	2.4	1.2
140	-0.1	0.5	0.6	-2.7	2.7	0.7
260	-0.3	0.6	0.8	-3.1	3.1	1.1
380	-0.8	0.0	0.2	-3.4	3.4	1.0
500	-0.3	0.8	0.8	-3.8	3.8	1.1
620	-0.7	-0.1	0.4	-4.2	4.2	1.1



Položaj: Y+ spredaj

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni
X 241.247	I -0.005	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm 0.2
Y 226.809	J 1.000	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm 0.3
Z -381.265	K 0.000	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm 0.4
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m}/\text{m}$ 0.07

Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-0.3	0.1	-0.1	-2.4	2.4	0.4
140	-0.1	0.1	0.2	-2.7	2.7	0.3
260	0.0	-0.1	0.0	-3.1	3.1	0.1
380	0.0	0.2	0.2	-3.4	3.4	0.2
500	0.2	-0.1	0.0	-3.8	3.8	0.3
620	-0.1	0.0	0.0	-4.2	4.2	0.1

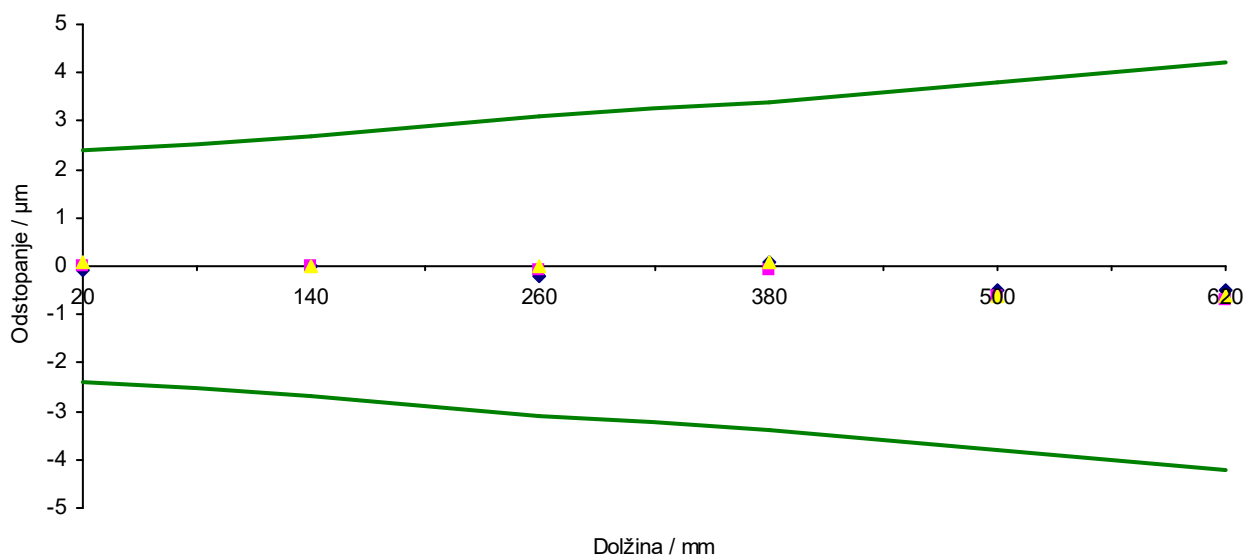


◆ Meritev 1 ■ Meritev 2 ▲ Meritev 3 — Spodnja meja — Zgornja meja

Položaj: Y+ zadaj

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni
X 238.658	I 0.009	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm 0.5
Y -83.665	J 1.000	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm 1.7
Z -381.257	K 0.000	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm 0.2
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m}/\text{m}$ -1.41

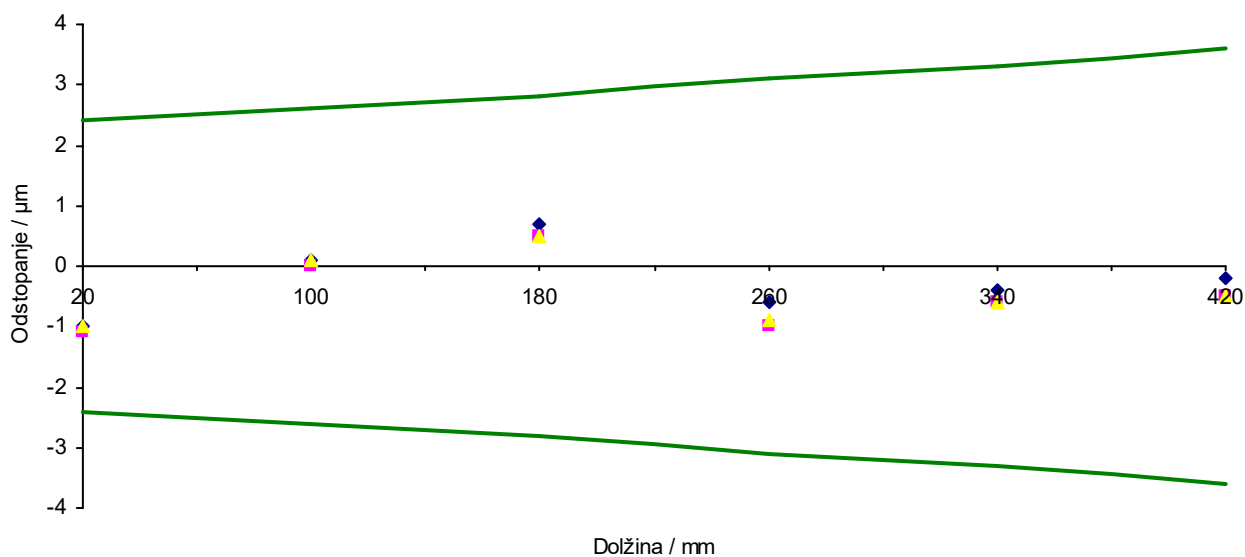
Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-0.1	0.0	0.1	-2.4	2.4	0.2
140	0.0	0.0	0.0	-2.7	2.7	0.0
260	-0.2	-0.1	0.0	-3.1	3.1	0.2
380	0.1	-0.1	0.1	-3.4	3.4	0.2
500	-0.5	-0.6	-0.6	-3.8	3.8	0.1
620	-0.5	-0.7	-0.6	-4.2	4.2	0.2



Položaj: Z+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni	
X 230.651	I 0.000	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm	0.7
Y 49.177	J 0.002	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm	1.1
Z -350.908	K 1.000	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm	0.4
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m/m}$	-0.46

Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-1.0	-1.1	-1.0	-2.4	2.4	0.1
100	0.1	0.0	0.1	-2.6	2.6	0.1
180	0.7	0.5	0.5	-2.8	2.8	0.2
260	-0.6	-1.0	-0.9	-3.1	3.1	0.4
340	-0.4	-0.6	-0.6	-3.3	3.3	0.2
420	-0.2	-0.5	-0.5	-3.6	3.6	0.3

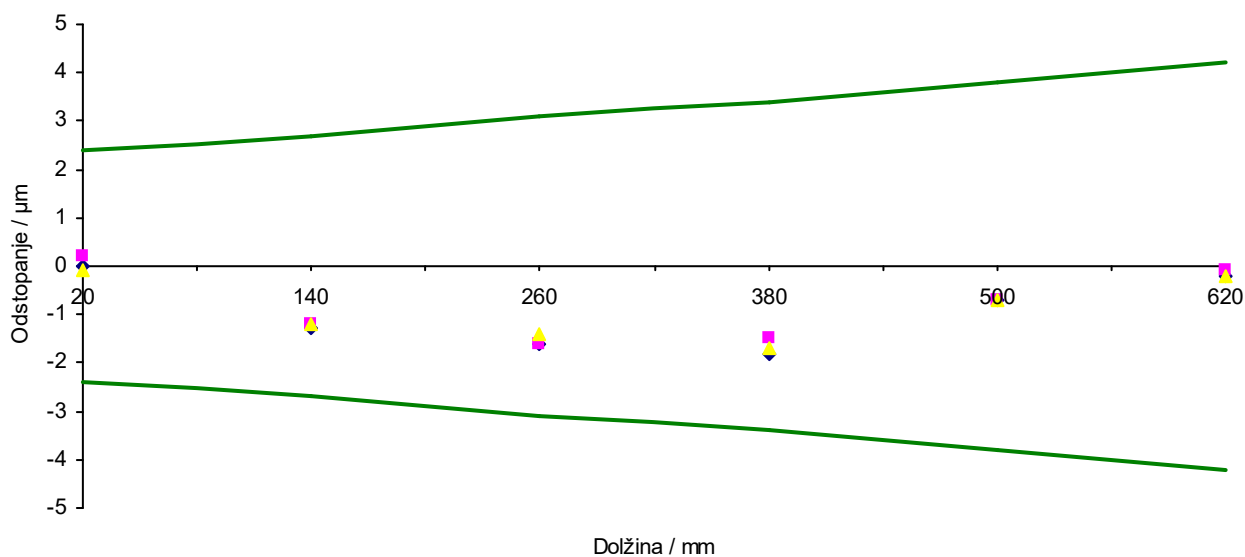


◆ Meritev 1 ■ Meritev 2 ▲ Meritev 3 — Spodnja meja — Zgornja meja

Položaj: X+Y+Z+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni	
X 19.093	I 0.552	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm	2.0
Y 80.416	J 0.621	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm	5.8
Z -464.113	K 0.557	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm	0.3
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m/m}$	-2.27

Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	0.0	0.2	-0.1	-2.4	2.4	0.3
140	-1.3	-1.2	-1.2	-2.7	2.7	0.1
260	-1.6	-1.6	-1.4	-3.1	3.1	0.2
380	-1.8	-1.5	-1.7	-3.4	3.4	0.3
500	-0.7	-0.7	-0.7	-3.8	3.8	0.0
620	-0.2	-0.1	-0.2	-4.2	4.2	0.1

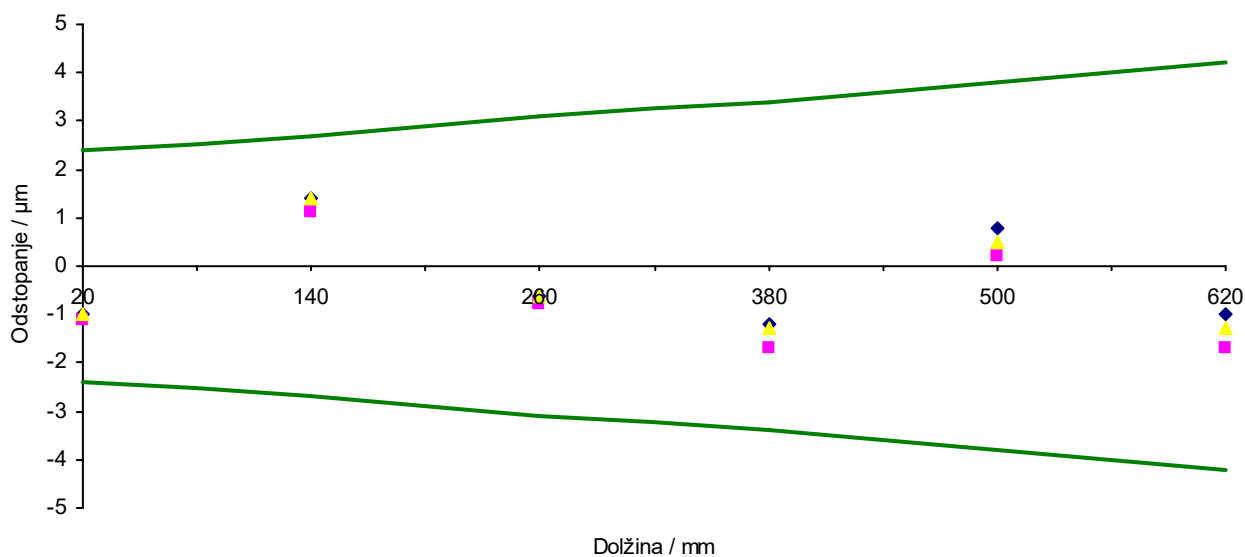


◆ Meritev 1 ■ Meritev 2 ▲ Meritev 3 — Spodnja meja — Zgornja meja

Položaj: X-Y+Z+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni	
X 456.275	I -0.566	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm	1.4
Y 110.100	J 0.608	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm	3.7
Z -464.090	K 0.557	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm	0.7
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m}/\text{m}$	-1.97

Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-1.0	-1.1	-1.0	-2.4	2.4	0.1
140	1.4	1.1	1.4	-2.7	2.7	0.3
260	-0.6	-0.8	-0.6	-3.1	3.1	0.2
380	-1.2	-1.7	-1.3	-3.4	3.4	0.5
500	0.8	0.2	0.5	-3.8	3.8	0.6
620	-1.0	-1.7	-1.3	-4.2	4.2	0.7

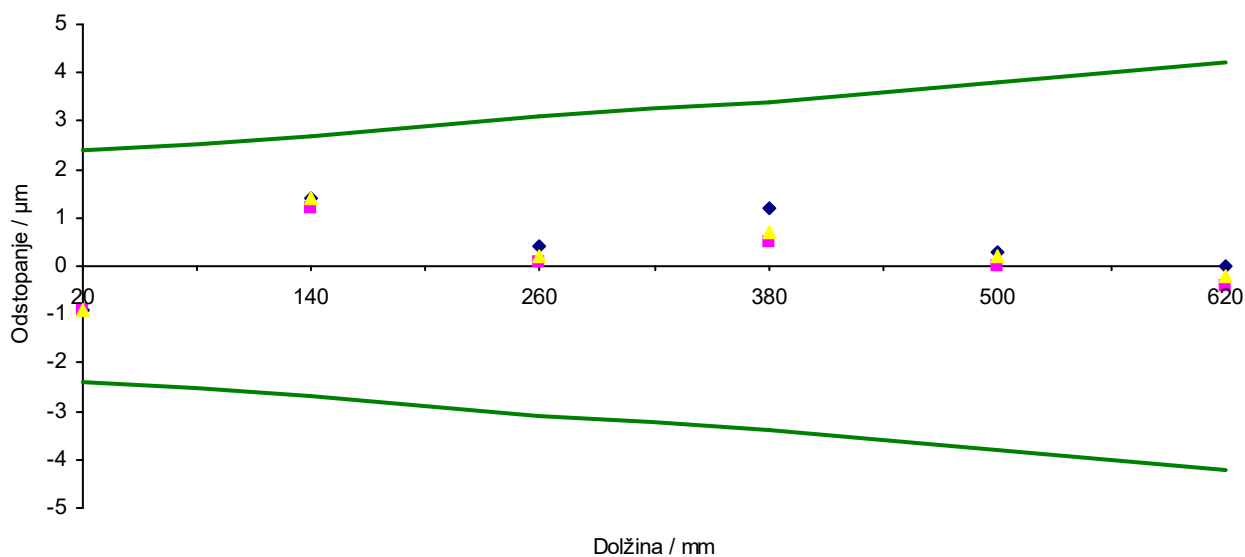


◆ Meritev 1 ■ Meritev 2 ▲ Meritev 3 — Spodnja meja — Zgornja meja

Položaj: X-Y-Z+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni
X 460.016	I -0.640	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm 1.4
Y 632.948	J -0.530	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm -0.1
Z -464.103	K 0.557	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm 0.7
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m/m}$ 0.73

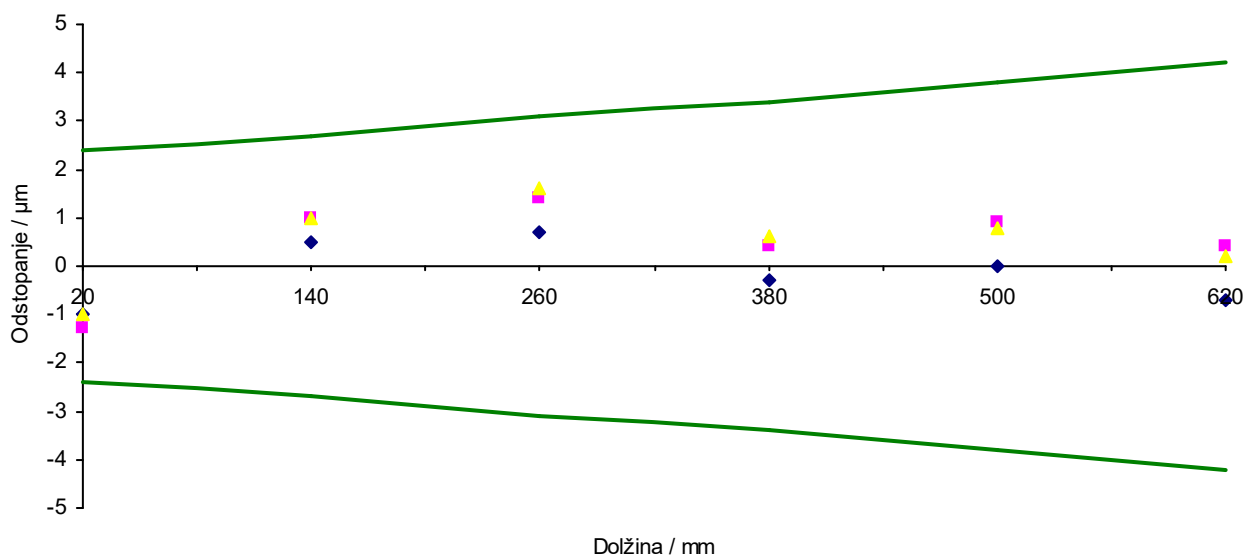
Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-0.9	-0.9	-0.9	-2.4	2.4	0.0
140	1.4	1.2	1.4	-2.7	2.7	0.2
260	0.4	0.1	0.2	-3.1	3.1	0.3
380	1.2	0.5	0.7	-3.4	3.4	0.7
500	0.3	0.0	0.2	-3.8	3.8	0.3
620	0.0	-0.4	-0.2	-4.2	4.2	0.4



Položaj: X+Y-Z+

Začetna točka / mm	Smer	Temperatura / °C	Izračuni	
X 48.095	I 0.569	X 21.8	Največji pozitivni pogrešek / μm	1.6
Y 632.449	J -0.605	Y 21.8	Največji negativni pogrešek / μm	-0.7
Z -464.128	K 0.557	Z 21.9	Največja ponovljivost / μm	1.1
		Etalon 21.4	Naklon / $\mu\text{m/m}$	1.72

Dolžina / mm	Pogreški / μm					
	Meritev 1	Meritev 2	Meritev 3	Spodnja meja	Zgornja meja	Ponovljivost
20	-1.0	-1.3	-1.0	-2.4	2.4	0.3
140	0.5	1.0	1.0	-2.7	2.7	0.5
260	0.7	1.4	1.6	-3.1	3.1	0.9
380	-0.3	0.4	0.6	-3.4	3.4	0.9
500	0.0	0.9	0.8	-3.8	3.8	0.9
620	-0.7	0.4	0.2	-4.2	4.2	1.1



9. Določitev pogreškov oblike z uporabo enega tipala (SIST EN ISO 10360-5:2020)

Point no.	X	Y	Z	Error / μm	Tipalni sistem		Položaj krogle / mm	
1	14.9985	-0.0078	-0.0061	0.9	Glava	PH10MQ	X	290.9118
2	11.4901	9.6383	-0.0049	0.3	Sonda	SP600M	Y	134.2015
3	2.6062	14.7693	-0.0031	-0.5	Dolžina tipala	20 mm	Z	-366.0021
4	-7.4997	12.9879	-0.0012	-1.1	Kroglica tipala	4 mm		
5	-14.0974	5.1238	-0.0005	0.2	Orientacija	A0B0		
6	-14.0922	-5.1378	0.0002	0.2				
7	-7.4948	-12.9910	-0.0011	-0.8				
8	2.6014	-14.7702	-0.0030	-0.2				
9	11.4826	-9.6457	-0.0044	-0.6				
10	13.8607	-0.0077	5.7294	1.1				
11	10.6116	-8.9141	5.7306	-0.5				
12	2.4026	-13.6499	5.7312	-0.1				
13	-6.9255	-12.0049	5.7341	-0.4				
14	-13.0219	-4.7491	5.7360	1.1				
15	-13.0257	4.7348	5.7397	1.1				
16	-6.9308	11.9997	5.7388	-0.5				
17	2.4060	13.6470	5.7368	-0.4				
18	10.6193	8.9045	5.7325	-0.2				
19	10.6051	-0.0049	10.6041	-0.6				
20	6.6176	8.2928	10.6012	0.1				
21	-2.3625	10.3415	10.6043	0.1				
22	-9.5603	4.5978	10.6048	0.3				
23	-9.5573	-4.6134	10.6011	0.6				
24	-2.3618	-10.3498	10.5955	-0.2				
25	6.6103	-8.3054	10.5951	-0.3				
26	5.7374	-0.0089	13.8576	-0.1				
27	-0.0020	-5.7537	13.8513	-0.2				
28	-5.7456	-0.0103	13.8557	0.2				
29	-0.0063	5.7383	13.8578	-0.2				
30	-0.0086	-0.0060	14.9989	-0.2				

Izračuni

Največji pozitivni pogrešek Pmax / μm	1.1
Največji negativni pogrešek Pmin / μm	-1.1
Volumetrični pogrešek tipanja PFTE / μm	2.2
Največji dopustni pogrešek MPE-PFTE / μm	2.3

