

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Zadnik, Ž., 2014. Vpliv zasuka reflektorja na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Ambrožič, T., somentor Kregar, K.): 51 str.

Datum arhiviranja: 20-10-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Zadnik, Ž., 2014. Vpliv zasuka reflektorja na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Ambrožič, T., co-supervisor Kregar, K.): 51 pp.

Archiving Date: 20-10-2014

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJ PRVE
STOPNJE TEHNIČNEGA
UPRAVLJANJA NEPREMIČNIN

Kandidat:

ŽIGA ZADNIK

**VPLIV ZASUKA REFLEKTORJA NA IZMERJENE HORIZONTALNE
KOTE, ZENITNE RAZDALJE IN POŠEVNE DOLŽINE**

Diplomska naloga št.: 35/TUN

**THE INFLUENCE OF THE IMPACT ANGEL OF A REFLECTORS ON
MEASURED HORIZONTAL ANGELS, ZENITH DISTANCES AND
SLOPE DISTANCES**

Graduation thesis No.: 35/TUN

Mentor:

izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič

Predsednik in član komisije

prof. dr. Bojan Stopar

Somentor:

asist. Klemen Kregar

Ljubljana, 18. 09. 2014

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Žiga Zadnik izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Vpliv zasuka reflektorja na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 16.9.2014

Žiga Zadnik

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

| | |
|-------------------------|---|
| UDK/UDC: | 528.2(497.4)(043.2) |
| Avtor: | Žiga Zadnik |
| Mentor: | izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič |
| Somentor: | asist. Klemen Kregar |
| Naslov: | Vpliv zasuka reflektorja na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine |
| Tip dokumenta: | Diplomsko delo |
| Obseg in oprema: | 51 str., 3 pregl., 34 sl., 10 en., 1 pril. |
| Ključne besede: | vpliv zasuka reflektorja, reflektorji, redukcija dolžin, redukcije horizontalni koti, zenitne razdalje, meteorološki popravki, Leica geosystem TS30 |

Izveček

V diplomski nalogi je predstavljen vpliv zasuka reflektorja na horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine. Meritve so potekale na športnem letališču v Podpeči pri Ljubljani s štirimi različnimi vrstami merskih reflektorjev na štirih različnih dolžinah z merskim instrumentom Leica Geosystem TS30. V nalogi je bilo ugotovljeno kako različni zasuki reflektorjev na različnih dolžinah vplivajo na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje in poševne dolžine.

Rezultati opravljenih meritev so pokazali da se vrednosti horizontalnega kota, zenitne razdalje in reducirane dolžine večajo skupaj z velikostjo kota zasuka, vendar ne v tolikšni meri, kot je bilo sprva pričakovati.

BIBLIOGRAPHIC –DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

- UDK/UDC:** 528.2(497.4)(043.2)
- Autor:** Žiga Zadnik
- Supervisor:** Assoc. prof. Tomaž Ambrožič Ph.D
- Co-advisor:** Asist. Klemen Kregar
- Title:** The influence of the impact angle of a reflectors on measured horizontal angles, zenith distances and slope distances
- Document type:** Graduation thesis
- Notes:** 51 p., 3 tab., 34 fig., 10 eq., 1 encl.
- Key words:** The impact angle of the reflector, horizontal angles, zenith distances, slope distances, meteorological impact, reduction, prisms, measurements, Leica geosystem TS30

Abstract

This thesis discusses the influence impact angle of the reflector in the horizontal angles, zenith distances and slope distances. Measurements were carried out at the sports airfield in Podpeč near Ljubljana with 4 different types of measuring prisms and measurement instrument Leica Geosystems TS30.

It has been determined, how different rotation angles of reflectors on different lengths effects the measured horizontal angles, zenith distances and slope distances.

The results of the measurements showed that the values of the horizontal angle, zenith distances and reduced length increase together with the size of the angle, but not in such an extent as initially anticipated.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomskega dela se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Tomažu Ambrožiču za pomoč pri izvedbi praktičnega dela diplomske naloge in somentorju asist. Klemnu Kregarju. Zahvaljujem se tudi lastniku zemljišča v Podpeči, kjer sem opravljal meritve, gospodu Igorju Pristavcu.

KAZALO

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | UVOD | 1 |
| 2 | POTEK DELA | 2 |
| 3 | ELEKTRONSKI TAHIMETER | 3 |
| 3.1 | Leica Geosystems TS30 | 3 |
| 3.2 | Motorizacija | 3 |
| 4 | MERSKI REFLEKTORJI | 5 |
| 4.1 | Karakteristike merskih prizem | 6 |
| 4.2 | Geometrija okrogle prizme | 7 |
| 4.3 | Odklon žarka | 7 |
| 5 | REDUKCIJA DOLŽIN | 8 |
| 5.1 | Meteorološki popravki merjenja dolžin | 8 |
| 5.2 | Prvi popravek hitrosti | 11 |
| 5.3 | Merjenje temperature | 12 |
| 5.4 | Merjenje zračnega tlaka | 13 |
| 5.5 | Prikaz gibanja temperature in zračnega tlaka | 14 |
| 6 | REZULTATI | 15 |
| 6.1 | Primerjava horizontalnih kotov H_z glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev | 15 |
| 6.2 | Primerjava zenitnih razdalj Z glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev | 19 |
| 6.3 | Primerjava reduciranih dolžin glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev | 23 |
| 6.4 | Standardni odkloni | 27 |
| 7 | ZAKLUČEK | 32 |
| 8 | VIRI | 33 |
| | PRILOGE | 34 |

KAZALO SLIK

| | | |
|-----------|--|----|
| Slika 1: | Slika prikazuje lokacijo letališča v Podpeči, kjer so bile opravljene meritve (Google zemljevid, 2014)..... | 2 |
| Slika 2: | Slika prikazuje stojišče instrumenta skupaj s 5 točkami (in vizure) s pomočjo katerih so bile opravljene meritve (Google zemljevid, 2014) | 3 |
| Slika 3: | Pot svetlobnega žarka skozi prizmo reflektorja (Kogoj, 2002) | 5 |
| Slika 4: | Prikaz različnih vrst merskih reflektorjev, ki smo jih uporabili pri terenskih meritvah (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)) | 7 |
| Slika 5: | Sestava merskega reflektorja (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.8.2014))..... | 7 |
| Slika 6: | Prikaz analize odklona merskega žarka v laboratoriju (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)) | 8 |
| Slika 7: | Prikaz merjenja zračnega tlaka in zapisnika meritev | 13 |
| Slika 8: | Prikaz gibanja temperatur in zračnega tlaka v času opravljanja meritev | 14 |
| Slika 9: | Primerjava vseh horizontalnih kotov Hz na dolžini 100 m..... | 15 |
| Slika 10: | Primerjava vseh horizontalnih kotov Hz na dolžini 200 m..... | 16 |
| Slika 11: | Primerjava vseh horizontalnih kotov Hz na dolžini 300 m..... | 17 |
| Slika 12: | Primerjava vseh horizontalnih kotov Hz na dolžini 400 m..... | 18 |
| Slika 13: | Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 100 m..... | 19 |
| Slika 14: | Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 200 m..... | 20 |
| Slika 15: | Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 300 m..... | 21 |
| Slika 16: | Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 400 m..... | 22 |
| Slika 17: | Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 100 m..... | 23 |
| Slika 18: | Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 200 m..... | 24 |
| Slika 19: | Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 300 m..... | 25 |
| Slika 20: | Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 400 m..... | 26 |
| Slika 21: | St. odkloni smeri pri preciznih prizmah | 27 |
| Slika 22: | St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 10° | 28 |
| Slika 23: | St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 20° | 29 |
| Slika 24: | St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 30° | 30 |
| Slika 25: | St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 40° | 31 |
| Slika 26: | Slika inštrumenta Leica TS30 | 35 |
| Slika 27: | Inštrument Leica TS30 | 36 |
| Slika 28: | Prikaz razdelbe za določitev kota zamika | 37 |
| Slika 29: | Precizna prizma..... | 38 |
| Slika 30: | A-B-C-D prizma | 39 |
| Slika 31: | Mini prizma..... | 40 |
| Slika 32: | Rdeča prizma..... | 41 |
| Slika 33: | Terenski zapisnik | 42 |
| Slika 34: | Naprava za merjenje zračnega tlaka (barometer - levo) in termometer za merjenje suhe in mokre temperatur (desno) | 43 |

KAZALO PREGLEDNIC

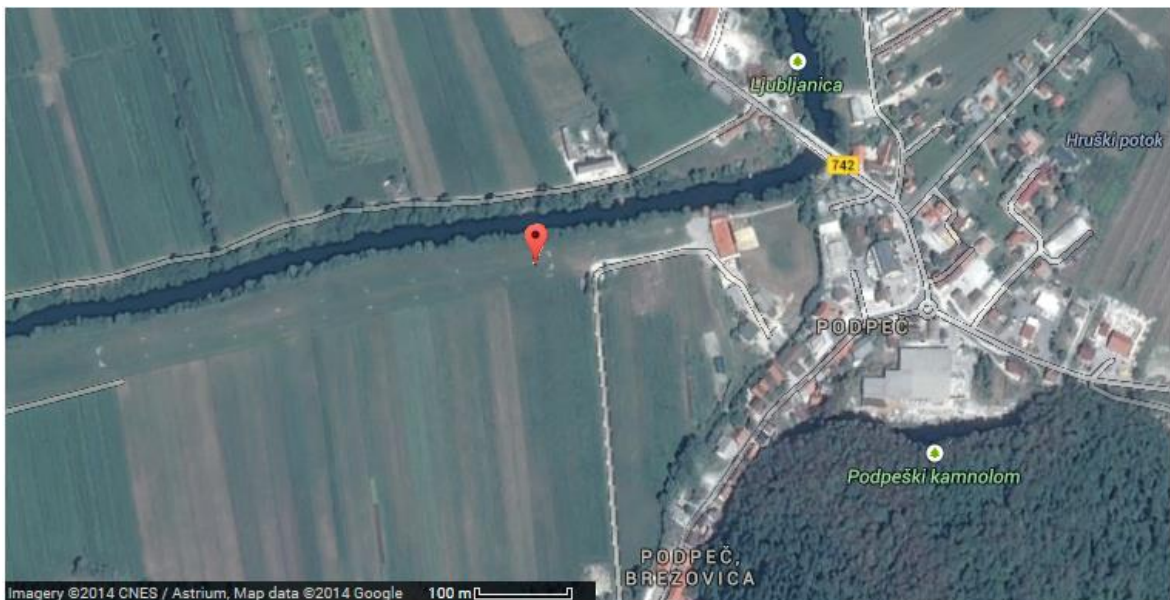
| | | |
|----------------|--|----|
| Preglednica 1: | Vrednosti konstant za izračun n_G pri različnih avtorjih (Savšek, Gregorn and Ambrožič, 2013)..... | 9 |
| Preglednica 2: | Vrednosti konstant za izračun E in e (Savšek, Gregorn and Ambrožič, 2013..... | 11 |
| Preglednica 3: | Podatki o valovni dolžini nosilnega valovanja in referenčnem lomnem količniku za posamezne tipe instrumentov Leica geosystems (Zorenč, F. 2010)..... | 12 |

1 UVOD

Namen diplomske naloge je bil preizkus posamezne vrste merskih reflektorjev (precizni reflektor Leica GPH1P, A-B-C-D reflektor Leica GPR121, rdeči reflektor Leica GPR1+GPH1 in mini reflektor GPM101) glede na oddaljenost reflektorja od instrumenta in horizontalnega kota usmerjenosti reflektorja proti instrumentu. Cilj diplomske naloge je torej bil izmeriti vpliv usmerjenosti posameznih vrst merskih reflektorjev na različnih dolžinah. Analizirali smo vpliv usmerjenosti merskih reflektorjev na spreminjanje horizontalnih kotov, dolžin in zenitnih razdalj glede za izbran reflektor in dolžino. Vse opravljene meritve so bile opravljene z isto metodo merjenja (ATR) in istim instrumentom (Leica Geosystems TS30) v sedmih girusih in obeh krožnih legah. Vse izračune smo delali na podlagi predhodno izračunanih srednjih vrednostih horizontalnih kotov in zenitnih razdalj ter za meteorološke vplive reduciranih dolžin.

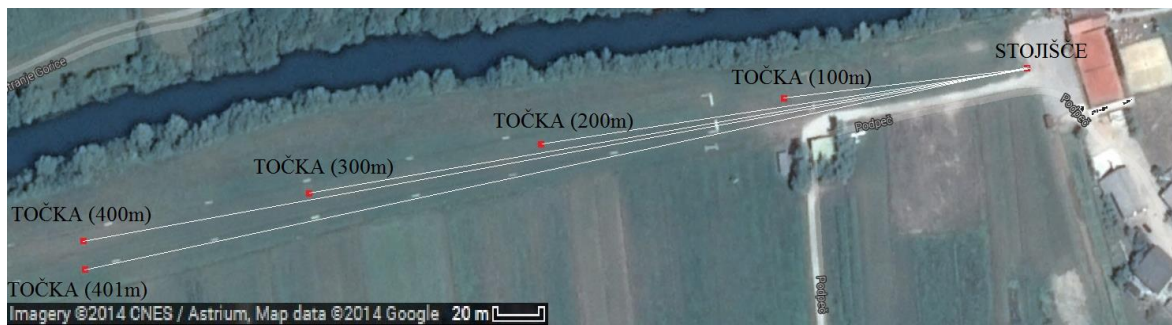
2 POTEK DELA

Priprava na terensko delo se je začela že na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo. Potrebno je bilo izbrati merske reflektorje, ki smo jih nato uporabili pri samem terenskem delu. Izbrali smo štiri različne vrste reflektorjev proizvajalca Leica (modele GPH1P, GPR121, GPR1+GPH1 in Mini GPM101). Na podnožja istega proizvajalca GDF121 smo označili kote zasuka, ki smo jih potrebovali za izvedbo terenskih meritev. S svinčnikom smo na podnožja pri 0° , 10° , 20° , 30° in 40° zarisali kratke črtice. Meritve smo izvajali na manjšem športnem letališču v Podpeči pod Krimom – glej sliko 1 (po predhodnem dogovoru z lastnikom zemljišča).



Slika 1: Slika prikazuje lokacijo letališča v Podpeči, kjer so bile opravljene meritve (Google zemljevid, 2014)

Za določanje vplivov usmerjenosti reflektorjev smo izbrali štiri različne dolžine (približno 100 m, 200 m, 300 m in 400 m). Na teh dolžinah od instrumenta smo postavili stativo (Leica GST120-9) in jih močno pohodili zato, da smo lahko privzeli njihovo stabilnost v vsem času meritev. Stavivov nismo postavili v linijo, ampak smo jih malo zamaknili, da so meritve potekale nemoteno, da ni morebiten odboj iz sosednje prizme motil meritve. Na stativo smo privili predhodno označena podnožja in jih z največjo vestnostjo horizontalirali. Nanje smo pritrdili nosilce reflektorjev Leica GZR3 in tako pripravili opremo za izmero. Dodatno smo na dolžini 400 m, vendar približno 10 m od linije stavivov, postavili še en stativ, ki je služil za kontrolo in orientacijo. Prav tako smo ga močno pohodili in zato lahko privzeli, da se v času meritev ni premaknil. Nanj smo privili podnožje in nosilec, na katerega smo postavili precizni reflektor. Usmerili smo ga točno proti instrumentu in ga od začetka do konca meritev pustili popolnoma pri miru. Na začetku letališke steze pa smo na stativ privili instrument in ga pripravili za meritve. Na sliki 2 vidimo razpored merskih točk.



Slika 2: Slika prikazuje stojišče instrumenta skupaj s 5 točkami (in vizure) s pomočjo katerih so bile opravljene meritve (Google zemljevid, 2014)

3 ELEKTRONSKI TAHIMETER

3.1 Leica Geosystems TS30

Za meritve v diplomski nalogi smo uporabili elektronski tahimeter enega izmed vodilnih proizvajalcev strojne opreme za področje geodezije Leica Geosystems TS30. Ta elektronski tahimeter je eden izmed najboljših, najbolj natančnih in najzanesljivejših modelov v celotni ponudbi proizvajalca Leica. TS30 se uporablja za najzahtevnejše naloge s področja geodezije in gradbeništva. Največkrat se njegova natančnost in točnost pokažeta in dokažeta pri opravljanju najbolj zahtevnih geodetskih nalog kot so na primer :

- Usmerjanje izkopa predora,
- Kontrola stabilnosti jezov,
- geološki premiki...

Leica TS30 zagotavlja natančnost merjenja kotov z natančnostjo $\sigma_{\text{ISO-THEO}} = 0,5''$, s pomočjo avtomatskega sledenja tarče in viziranja pa dosega natančnost $1''$. Natančnost merjenja dolžin $\sigma_{\text{ISO-EDM}}$ je 0,6mm; 1ppm, če merimo s pomočjo merske prizme oziroma 2mm; 2ppm, če merimo s pomočjo merskega žarka brezreflektorsko (http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-TS30_77093.htm (Pridobljeno 15.7.2014)).

3.2 Motorizacija

Za motorizacijo elektronskega tahimetra TS30 Leica uporablja neposredne pogone, ki temeljijo na principu Piezo efekta, ki neposredno pretvarja električno energijo v mehansko gibanje. Leica TS30 je edini instrument, ki uporablja tak princip za horizontalne in vertikalne premike alhidade oziroma daljnogleda

(http://www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)) .

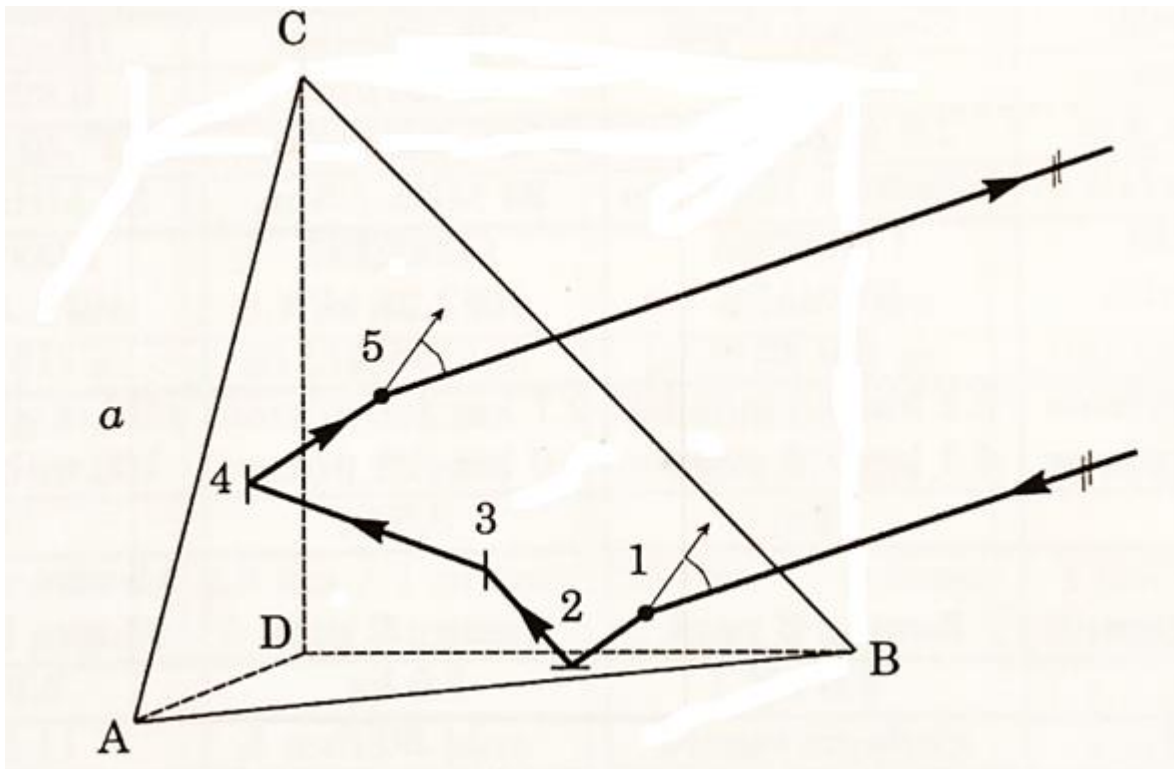
Neposredni pogoni uporabljajo Piezo tehnologijo, ki omogočajo motorizacijo in velik pospešek skupaj z neskončnim vijakom za premikanje alhidade oziroma daljnogleda pri nizki porabi energije. Velikosti premika dosega območje nanometrov. Poleg tega pa direktni pogon ne proizvaja magnetnega polja, niti zunanje magnetno polje nima vpliva nanj. To zagotavlja neomejeno delovanje teh pogonov tudi v okoljih, ker so prisotna magnetna polja, na primer v elektrarnah (http://www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)).

V primerjavi z običajnimi pogoni so glavne prednosti Leica TS30 direktnih pogonov naslednje (http://www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)):

- visoka hitrost (do 200 gon/s),
- visoki pospešek (do 400 gon/s²),
- dolga vzdržljivost in robustnost,
- brez hrupa,
- kompaktna zasnova,
- v mirovanju ne porablja energije.

4 MERSKI REFLEKTORJI

Merski reflektorji so priprave, ki zagotavljajo odboj svetlobnega žarka vzporedno s smerjo vpadnega žarka. Glavni sestavni deli reflektorja je odbojna prizma, ki je vgrajena v ohišje in jo varuje pred mehanskimi poškodbami. Pri vseh uporabljenih reflektorjih, razen pri modelu GPH1P, je dodana vizirna tarča, ki se uporablja pri merjenju horizontalnih in vertikalnih kotov. Mi vizirne tarče nismo potrebovali, saj smo za viziranje uporabili ATR.



Slika 3: Pot svetlobnega žarka skozi prizmo reflektorja (Kogoj, 2002)

Odbojna prizma je steklena triroba prizma. Tako obliko dobimo, če kocki odrežemo vogal kot je prikazano na sliki 3. Prizma ima obliko pravilne tristrane piramide. Nova ploskev je enakostranični trikotnik ΔABC , stranske ploskve so med seboj pravokotne ter prevlečene s tanko plastjo bakra. Svetlobni žarek pade na osnovno ploskev ABC, se tu lomi in po trikratnem odboju na stranskih ploskvah ter ponovnem lomu na osnovni ploskvi vrača v instrument. Oba loma na osnovni ploskvi sta zaradi prehoda iz optično redkejšo v optično gostejšo snov in vračanja nazaj v isto optično snov po velikosti enaka po smeri pa nasprotna. Dodatno položaj stranskih ploskev zagotavlja vzporednost vpadnega in izhodnega žarka. Izhodni zarek je zato vedno vzporeden z vpadnim žarkom (Kogoj, 2002).

Merski reflektorji so eden izmed bolj pomembnih delov pri opravljanju geodetskih meritev. Poznani so kot zelo zanesljiv pripomoček. Vendar pa je potrebno za natančno in zanesljivo opravljene meritve upoštevati tudi vse možne vplive na meritve. V večini primerov se poudarja natančnost merskih instrumentov in ne merskih reflektorjev. Nastopijo pa tudi primeri, kjer je izbira merskega reflektorja





enako ali še bolj pomembna od izbire samega merskega instrumenta. Ravno iz tega razloga je na voljo večje število merskih reflektorjev, da lahko zagotovimo visoko kakovost in natančnost opravljenih meritev na različnih področjih (http://www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.6.2014)).

Večina geodetskih nalog zahteva podajanje 3D položaja z natančnostjo od nekaj milimetrov pa do nekaj centimetrov. Manjši del nalog v geodeziji pa predstavljajo tudi meritve, ki zahtevajo zelo visoko natančnost, kot so na primer proizvodnje linije, kontrola stabilnosti jezov, postavitve turbin v elektrarnah, itd. Za tako zahtevne naloge je potrebna tako popolna obravnava vplivov na meritev, kot tudi izbor najboljše merske opreme in merskih reflektorjev (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 15.8.2014)).

Zaradi raznolikosti geodetskega dela in izbora instrumentarija bomo v tej nalogi obravnavali dva dejavnika merskih reflektorjev, ki lahko vplivata na meritve, to sta kot zasuka oziroma usmeritev merskega reflektorja in dolžina.

4.1 Karakteristike merskih prizem

Poznamo dve vrsti merskih prizem, ki neposredno ne vplivata na izmero. To sta 360° merska prizma, od katere se signal elektromagnetnega valovanja iz instrumenta odbija ne glede na orientacijo prizme ter okrogla prizma, ki mora biti usmerjena v smeri merskega žarka. Druga zelo pomembna lastnost prizme je njena adicijska konstanta. Adicijska konstanta prizme je podana vrednost, ki jo določi proizvajalec in se razlikuje od modela do modela prizme. Adicijsko konstanto pa lahko določi uporabnik prizme. Adicijska konstanta je ves čas enaka in se ne spreminja, vsaj dokler se s prizmo ravna kot je to določil proizvajalec merske opreme. V kolikor pride do poškodb oziroma udarcev ob prizmo, se adicijska konstanta spremeni in potrebna je njena ponovna določitev.

| Model | GPH1P | GPR121 | GPR1+GPH1 | Mini GMP101 |
|-----------------------|---|---|---|---|
| Slika |  |  |  |  |
| Material | Kovina | Kovina | Plastika | Kovina |
| Natančnost | 0,3mm | 1,0mm | 2,0mm | 1,0mm |
| Konstanta reflektorja | 0 | 0 | 0 | 17,5mm |

Slika 4: Prikaz različnih vrst merskih reflektorjev, ki smo jih uporabili pri terenskih meritvah (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm) (Pridobljeno 15.6.2014)

4.2 Geometrija okrogle prizme

Najpogosteje se v geodeziji uporabljajo okrogle prizme kot je prikazano na sliki 5.



Slika 5: Sestava merskega reflektorja (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm) (Pridobljeno 15.8.2014)

Reflektor je sestavljen iz tristrane steklene prizme in oblikovan tako, da ga je mogoče spraviti v okroglo ohišje. Vse standardne okrogle prizme proizvajalca Leica Geosystems (GPH1P, GPR1 in GPH1) imajo enak premer in sicer 62 mm

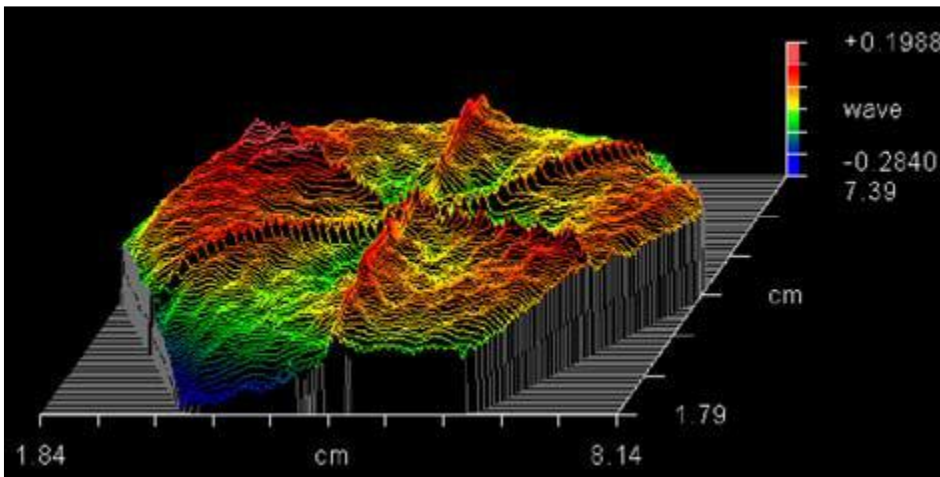
(www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm) (Pridobljeno 15.8.2014)).

4.3 Odklon žarka

Veliko vlogo pri kvaliteti merske prizme igra tudi kvaliteta oziroma natančnost obdelave oziroma brušenja stekla prizme. Bolj natančno kot je steklo brušeno (okoli kotov in po ostali površini), manjša bo deformacija odbitega signala in večja bo njegova jakost. Odstopanje med izhodnim in vhodnim žarkom ima lahko zelo velik vpliv na opravljene meritve.

(www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm) (Pridobljeno 15.8.2014))

Po navadi imajo merske prizme oziroma reflektorji odklon žarka za nekaj ločnih sekund.



Slika 6: Prikaz analize odklona merskega žarka v laboratoriju (www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm) (Pridobljeno 15.6.2014))

Vse merske prizme oziroma reflektorji so tudi ustrezno certificirani, tako da izpolnjujejo najzahtevnejše standarde. S slike 6 je razvidno, da je odklon žarka na robovih prizme malenkost večji kot je povprečno odstopanje prizme. Merska prizma z zgornje slike, ki je bila predmet temeljitih testiranj, je pokazala, da je maksimalno odstopanje oziroma maksimalni odklon žarka $0,8''$. Ta vrednost nam pove, da vsaka šestina merske prizme (celotna merska prizma je sestavljen iz 6 enakih delov) popači merski žarek (razlika med vhodnim in izhodnim kotom merskega žarka) za manj kot $0,8''$ (http://en.wikipedia.org/wiki/Minute_of_arc) (Pridobljeno 29.4.2014)).

5 REDUKCIJA DOLŽIN

Sama meritev, ki jo opravimo na terenu z ustrezno mersko opremo, nam v splošnem poda poševno dolžino, ki pa jo je potrebno reducirati za atmosferske, geometrične in projekcijske popravke. V našem primeru je potrebno dolžine popraviti zgolj za vrednost meteoroloških popravkov, ki edini različno vplivajo na merjene dolžine v zastavljeni nalogi. Z meteorološkimi popravki dolžino reduciramo zaradi vplivov, ki nastanejo v atmosferi. Ko instrument odda merski žarek, ta potuje skozi različne plasti ozračja z različno optično gostoto, ki je odvisna od temperature zraka, zračnega tlaka in količine vodne pare v zraku. Zaradi različnih pogojev, ki se pojavijo med potovanjem žarka od instrumenta do merskega reflektorja in nazaj, prihaja do ukrivljanja merskega žarka. Zato je pri redukciji dolžine potrebno upoštevati meteorološke parametre.

5.1 Meteorološki popravki merjenja dolžin

Dolžina, ki je bila izmerjena na terenu, ni bila izmerjena v idealnih pogojih, temveč v zemeljski atmosferi, kjer se pogoji za opravljanje meritev nenehno spreminjajo. Elektrooptični razdaljemer, s

katerim merimo dolžino, izračuna dolžino na podlagi privzetih vrednosti stanja atmosfere, ki jih predhodno določi proizvajalec merske opreme. Dolžina, ki jo izmeri elektronski razdaljemer, se nanaša na referenčni lomni količnik n_0 , ki ga odloči proizvajalec oziroma ga lahko najdemo v dokumentacije razdaljemera. Med potekom meritev pa, zaradi različnega stanja atmosfere od idealnega, referenčni količnik ni uporaben podatek za redukcijo dolžine, ampak je potrebno določiti dejanski lomni količnik n_D . Ker se vremenski pogoji ves čas spreminjajo, se spreminja tudi dejanski lomni količnik. Zato je potrebno ves čas meritev meriti temperaturo t , zračni tlak p in mokro temperaturo t' ali relativno vlažnost r , da lahko nato izračunamo delni tlak vodne pare e . Na osnovi meritev teh meteoroloških parametrov lahko izračunamo vrednost dejanskega lomnega količnika in ga nato upoštevamo pri izračunu meteoroloških popravkov pri merjenju dolžin.

Svetloba z referenčno valovno dolžino razdaljemera naj bi se širila kot monokromatsko valovanje. V praksi pa nikoli ne dosežemo popolnega svetlobnega valovanja s samo eno valovno dolžino, ampak ozko območje valovanj različnih valovnih dolžin in s tem tudi različne hitrosti elektromagnetnega valovanja. Ta valovanja se prekrivajo in tvorijo grupe z grupno hitrostjo CG . Grupna hitrost se nanaša na efektivno valovno dolžino λ_{Neff} . Grupni lomni količnik je določen z (Zorenč, F. 2010):

$$n_G = \frac{C_0}{C_G}$$

Po Cauchyju je grupni lomni količnik opisan z interpolacijsko enačbo (Kogoj, 2002):

$$n_G = 1 + \left(A + 3 \frac{B}{\lambda_{Neff}^2} + 5 \frac{C}{\lambda_{Neff}^4} \right) 10^{-6} \quad ,$$

λ_{Neff} = valovna dolžina nosilnega valovanja – različna za različne tipe instrumentov.

V današnjem času uporabimo konstante po IAG iz leta 1999, kjer so A, B in C empirično določene konstante.

| Avtor | Območje | A | B | C |
|---------------------|--|----------|---------|--------|
| Edlen (1953) | $0,43 \mu\text{m} < \lambda_{Neff} < 0,65 \mu\text{m}$ | 287,5690 | 1,6201 | 0,0139 |
| Barrell-Sears(1939) | $0,18 \mu\text{m} < \lambda_{Neff} < 0,65 \mu\text{m}$ | 287,6040 | 1,6288 | 0,0136 |
| IAG (1999) | $0,65 \mu\text{m} < \lambda_{Neff} < 0,85 \mu\text{m}$ | 287,6155 | 1,62887 | 0,0136 |

Preglednica 1: Vrednosti konstant za izračun n_G pri različnih avtorjih (Savšek, Gregorn and Ambrožič, 2013)

Konstante za vrednosti λ_{Neff} v [μm] veljajo za normalno atmosfero (Kogoj, 2002):

$$t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K,}$$

$$p = 1013,25 \text{ hPa} = 1013,25 \text{ mbar} = 760 \text{ torr} = 760 \text{ mm Hg,}$$

0,03 % vsebnosti CO₂,

suhi zrak.

Nekateri proizvajalci merske opreme ne navaja referenčnega lomnega količnika, ampak modulacijsko valovno dolžino in modulacijsko frekvenco. V takem primeru se referenčni lomni količnik izračuna

$$n_0 = \frac{C_0}{\lambda_M f_M} \text{ referenčni lomni količnik}$$

C_0 = hitrost svetlobe v vakuumu (299792458 m/s),

λ_M = modulacijska valovna dolžina,

f_M = modulacijska frekvenca.

Dolžine pa ne merimo v normalni atmosferi, ampak v dejanski atmosferi. Redukcijo normalne atmosfere v dejanske atmosferske pogoje interpoliramo po enačbi Barrell-Sears, ki jo je preuredil Kohlrausch (Kogoj, 2002).

$$n_D = 1 + \frac{n_G - 1}{1 + \alpha * t} \frac{p}{760} - \frac{5,5 * 10^{-8}}{1 + \alpha * t} * e \quad \text{za } p \text{ in } e \text{ v [torr]}$$

$$n_D = 1 + \frac{n_G - 1}{1 + \alpha * t} \frac{p}{1013,25} - \frac{4,1 * 10^{-8}}{1 + \alpha * t} * e \quad \text{za } p \text{ in } e \text{ v [hPa]}$$

n_D = dejanski lomni količnik

α = razteznostni koeficient zraka = 1/273,16 = 0,00366 v [$^{\circ}\text{C}^{-1}$],

t = temperatura v [$^{\circ}\text{C}$],

p = zračni tlak,

e = delni tlak vodne pare.

Če imamo izmerjeno mokro temperaturo, lahko delni tlak vodne pare izračunamo po enačbi:

$$e = E' - 0,000662 * (t - t') * p$$

$$E' = 10 * \left(\frac{\alpha * t'}{\beta + t'} + \gamma \right)$$

kjer je

E = nasičeni tlak vodne pare, izračunan s temperaturo mokrega termometra,

t = temperatura suhega termometra v [°C],

t' = temperatura mokrega termometra v [°C],

p = zračni tlak [torr].

| Mokri termometer | α | β | γ |
|--------------------------|----------|---------|----------|
| $t' > 0^\circ \text{ C}$ | 7,50 | 238 | 0,6608 |
| $t' < 0^\circ \text{ C}$ | 9,50 | 266 | 0,6608 |

Preglednica 2: Vrednosti konstant za izračun E in e (Savšek, Gregorn and Ambrožič, 2013)

5.2 Prvi popravek hitrosti

Razdaljemer, s katerimi opravljamo meritve, nam podajo dolžine za izbrane referenčne pogoje v atmosferi. Dolžina, ki jo dobimo na podlagi meritev z elektrooptičnim razdaljemerom, se nanaša na referenčni lomni količnik n_0 , ki nam ga poda proizvajalec merske opreme. V času meritev, pa opišemo stanje atmosfere z dejanskim lomnim količnikom n_D .

Optična pot je za referenčne in dejanske pogoje enaka. Za dejansko dolžino prostorske refrakcijske krivulje velja:

$$D = \frac{n_0}{n_D} * D_a$$

Relativna sprememba krivulje se preoblikuje z atmosfersko korelacijo k_n kot popravek merjene dolžine:

$$D = D_a + k_n$$

$$k_n = D - D_a = D_a \frac{n_0 - n_D}{n_D}$$

D_a = dolžina, ki jo prikaže instrument,

D = reducirana dolžina,

k_n = prvi popravek hitrosti.

Reducirane dolžine D smo nato uporabili v vseh naših izračunih.

Podatki o valovni dolžini nosilnega valovanja in referenčnem lomnem količniku so navadno dostopni v proizvajalčevih navodilih za instrument.

| Instrument | λ_{Neff} | n_0 |
|--|---------------------|------------|
| Leica Builder, Leica FlexLine, Leica Viva TPS (TPS1200+), Leica TS30/TM30, Leica TPS400 (2007-08), TPS800 (2007-08), TPS1200 (2007-08) | 0,658 μm | 1,00028634 |
| Leica TPS100, TPS300, TPS400, TPS700, TPS800, TPS1100, TPS1200 (reflectorless) | 0,670 μm | 1,00028592 |
| Leica TPS100, TPS300, TPS400 (do 2007), TPS700, TPS800 (do 2007), TPS1100, TPS1200 (do 2007) (infrared) | 0,780 μm | 1,00028304 |
| Leica TPS1000 | 0,850 μm | 1,00028180 |

Preglednica 3: Podatki o valovni dolžini nosilnega valovanja in referenčnem lomnem količniku za posamezne tipe instrumentov Leica geosystems (Zorenč, F. 2010)

5.3 Merjenje temperature

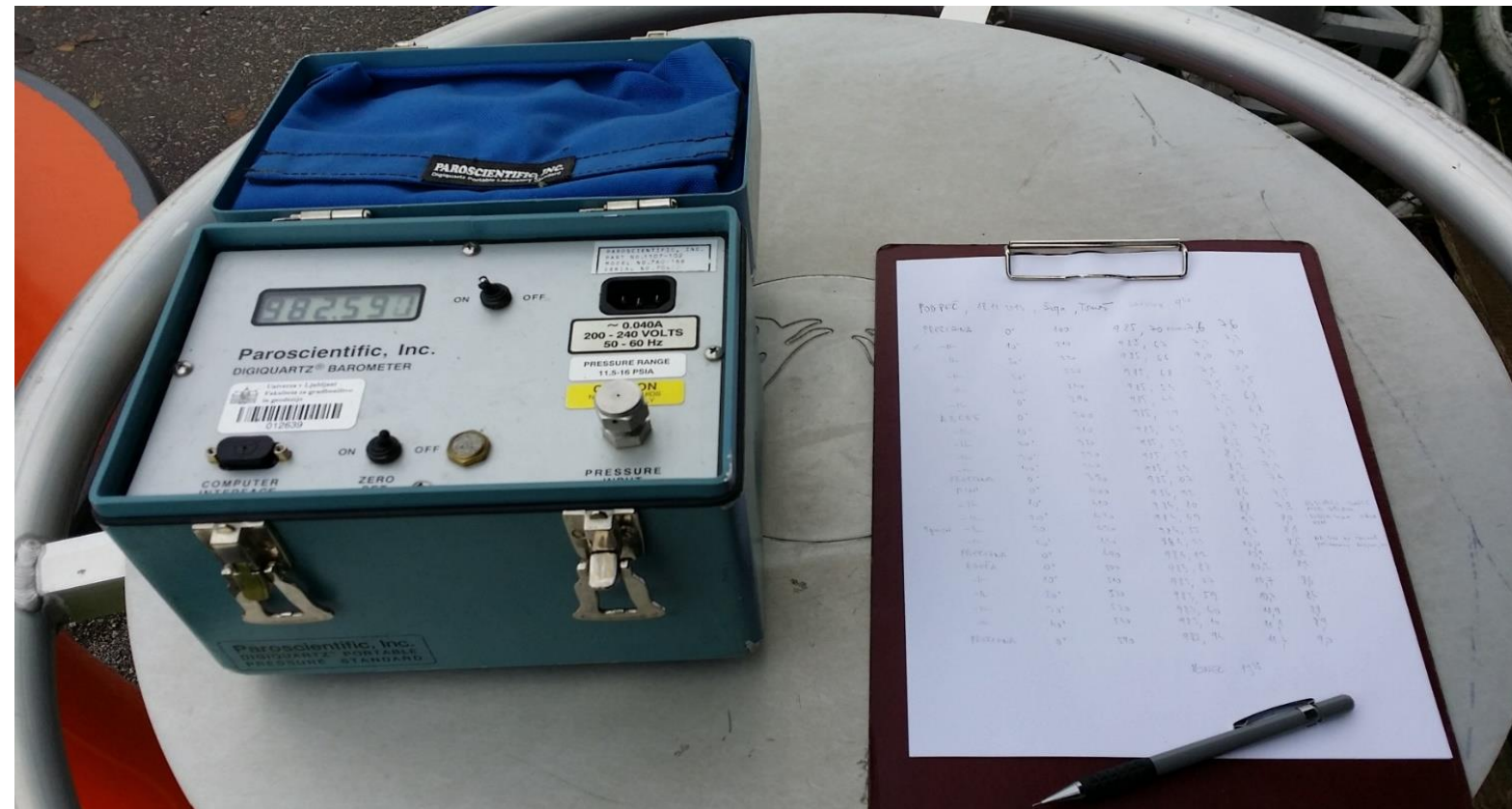
»S temperaturo opišemo kemično stanje snovi. Je posledica živahnjše ali počasnejšega gibanja najmanjših delcev snovi (molekul). Temperaturo merimo s termometri« (Kogoj, 2002).

Med izvajanjem meritev je bilo potrebno izmeriti tudi temperaturo t . Merili smo suho in mokro temperaturo, ki smo jo kasneje potrebovali za izračun meteoroloških redukcij. Temperaturo smo merili na začetku in na koncu vsake serije meritev. Obe temperaturi smo merili v senci, da ni bilo direktnega vpliva sončnih žarkov na termometra.

5.4 Merjenje zračnega tlaka

»Zračni tlak p pojmuje kot težo zračnega stebra nad horizontalno ploskvijo na enoto površine. Zračni tlak pada z večanjem oddaljenosti od ničelne nivojske ploskve, spreminja pa se tudi zaradi vremenskih vplivov. Odvisen je od temperature zraka, zračne vlage pa tudi od geografske širine. Zračni tlak merimo z barometri« (Kogoj, 2002).

Med izvajanjem samih meritev je bilo potrebno izmeriti tudi zračni tlak p . Podatek o zračnem tlaku smo potrebovali za izračun vrednosti dejanskega lomnega

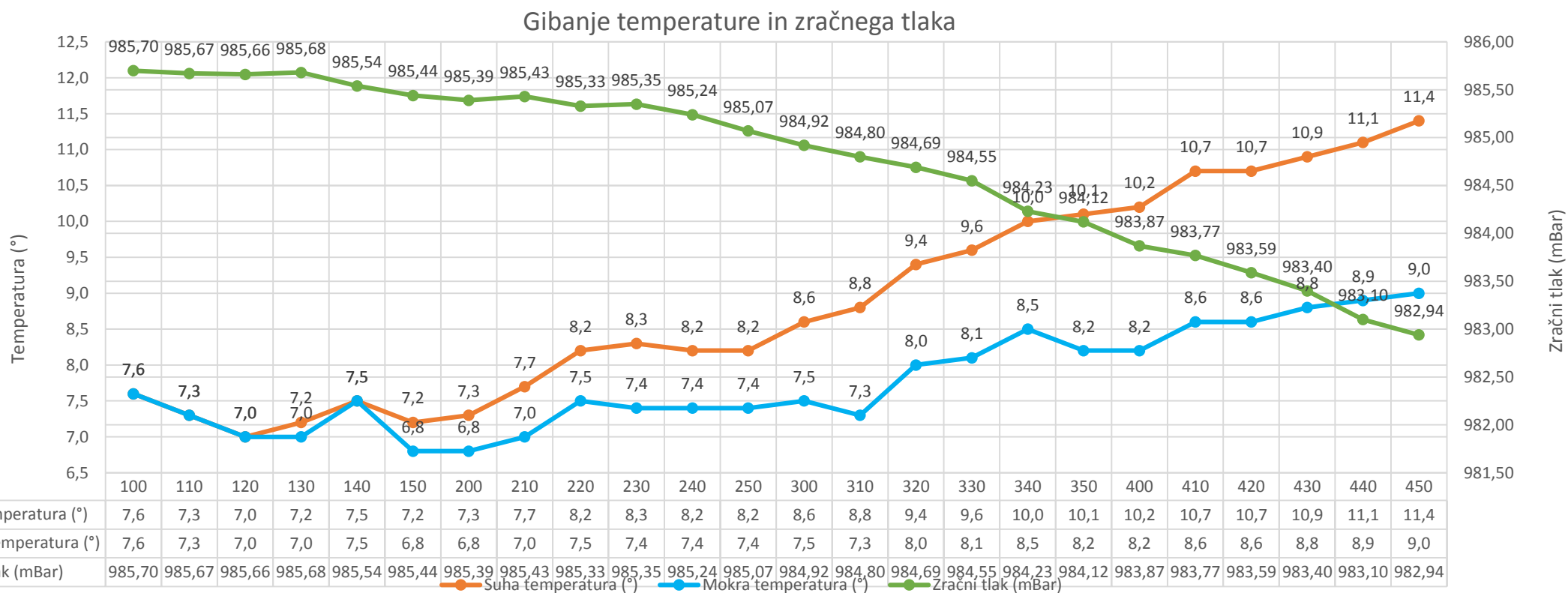


Slika 7: Prikaz merjenja zračnega tlaka in zapisnika meritev

količnika n_D . Zračni tlak smo merili na začetku in na koncu vsake serije meritev, enako kot obe temperaturi. Iz slike 7 je razvidno, kako smo merili zračni tlak.

5.5 Prikaz gibanja temperature in zračnega tlaka

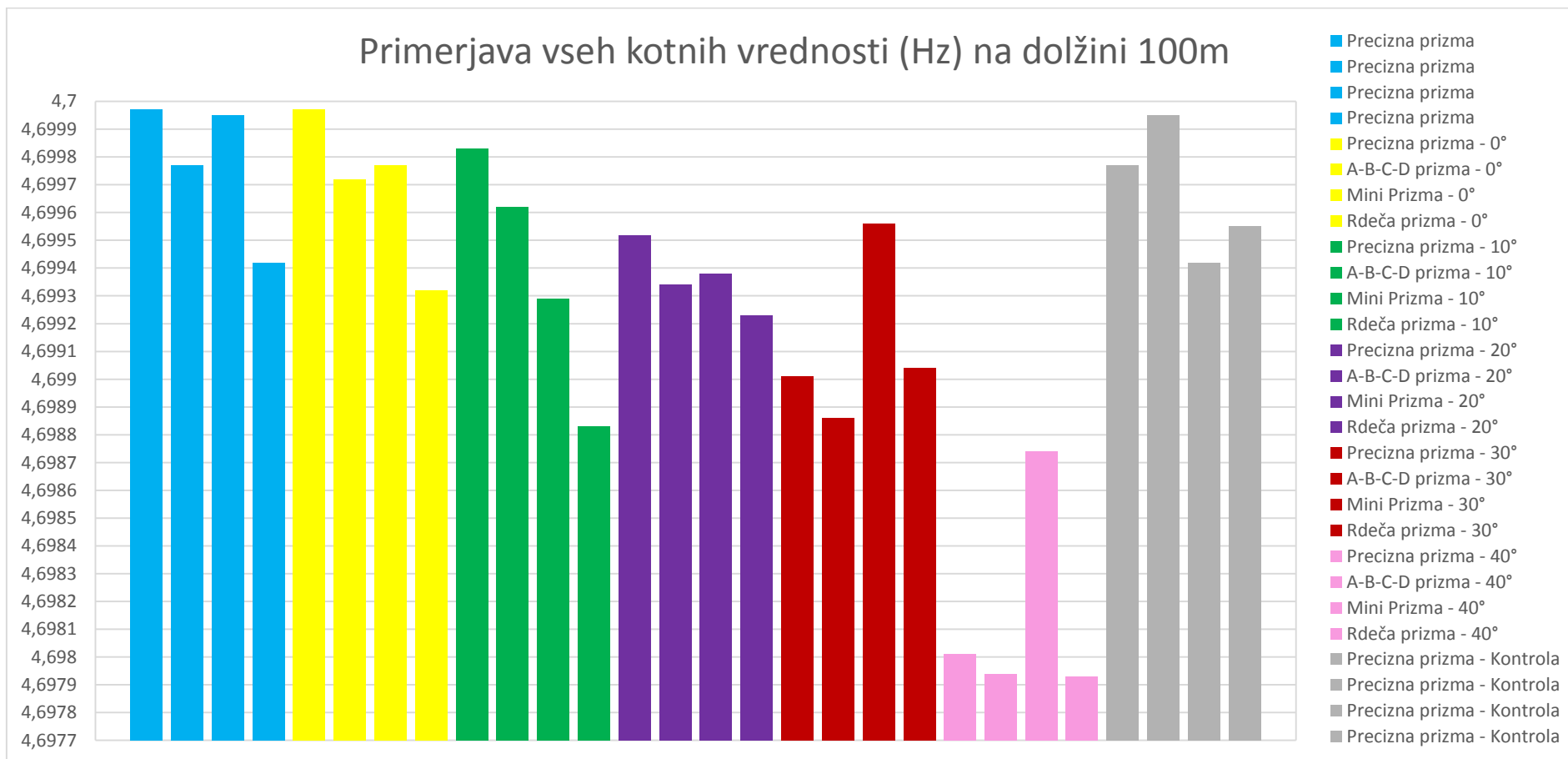
Spodnja slika 8 prikazuje, kako so se spreminjali suha in mokra temperatura ter zračni tlak v času opravljanja meritev. Iz slike 8 je razvidno, da se je mokra temperatura nekoliko bolj spreminja kot suha temperatura. V času meritev je temperatura vseskozi rasla, medtem, ko je zračni tlak ves čas trajanja meritev padal.



Slika 8: Prikaz gibanja temperatur in zračnega tlaka v času opravljanja meritev

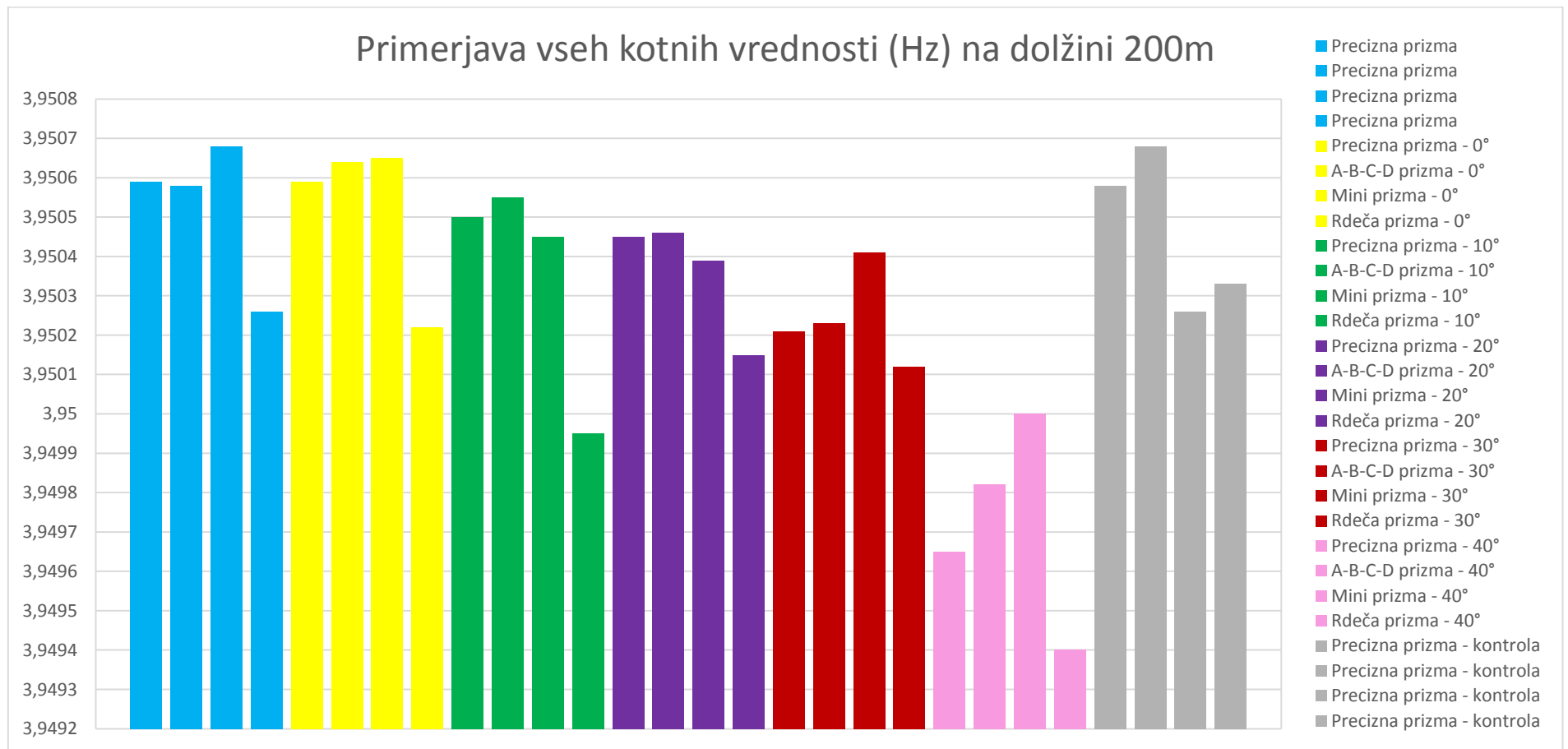
6 REZULTATI

6.1 Primerjava horizontalnih kotov H_z glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev



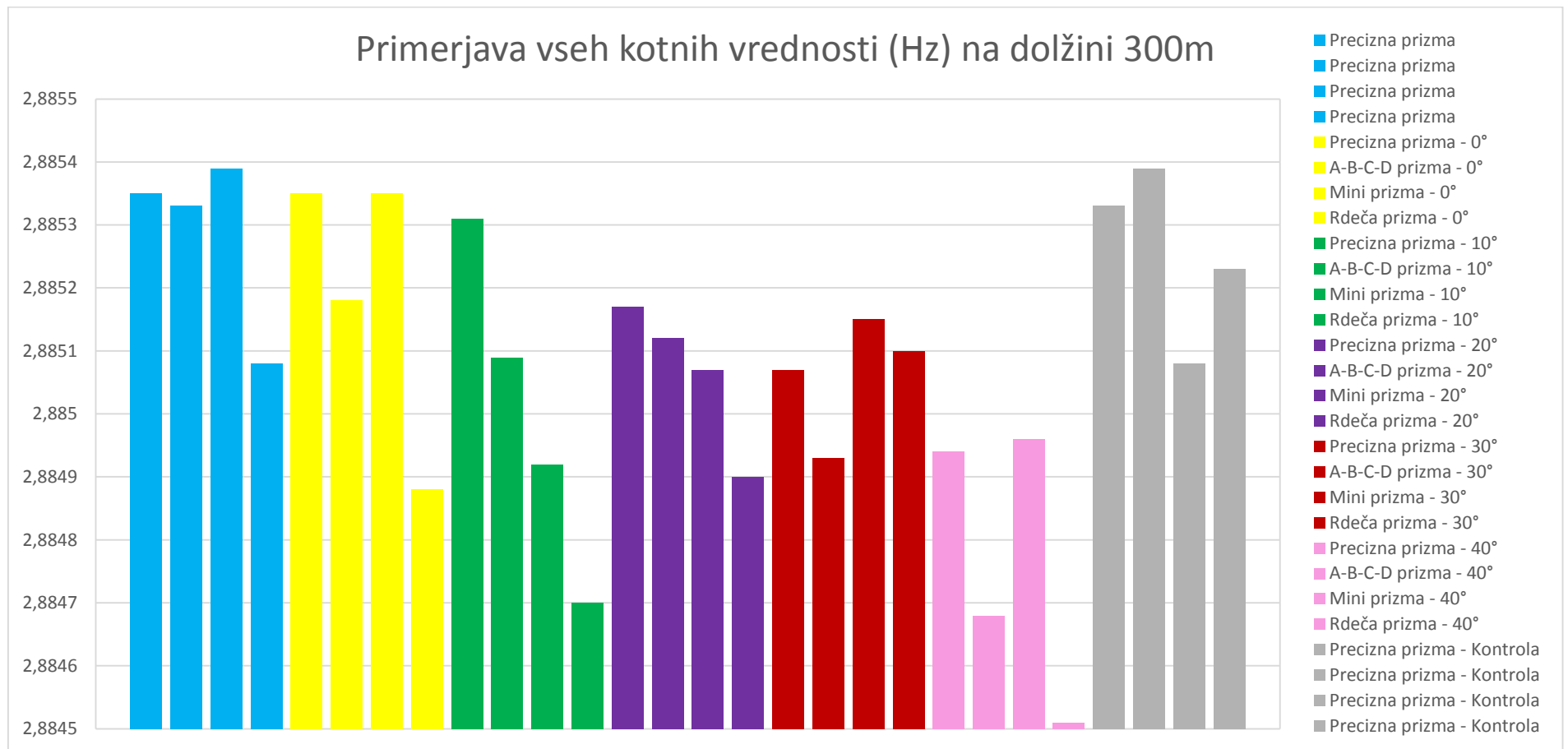
Slika 9: Primerjava vseh horizontalnih kotov H_z na dolžini 100 m

Iz slike 9 je razvidno, da se izmerjen kot med orientacijsko prizmo in različnimi prizmami na oddaljenosti 100 m zmanjšuje z večanjem kota zasuka reflektorjev. Ta trditev sicer ne velja za mini prizmo in kota zasuka 30° in 40°. Kot zasuka pričakovano najmanj vpliva na precizno prizmo (največ 10^{cc})



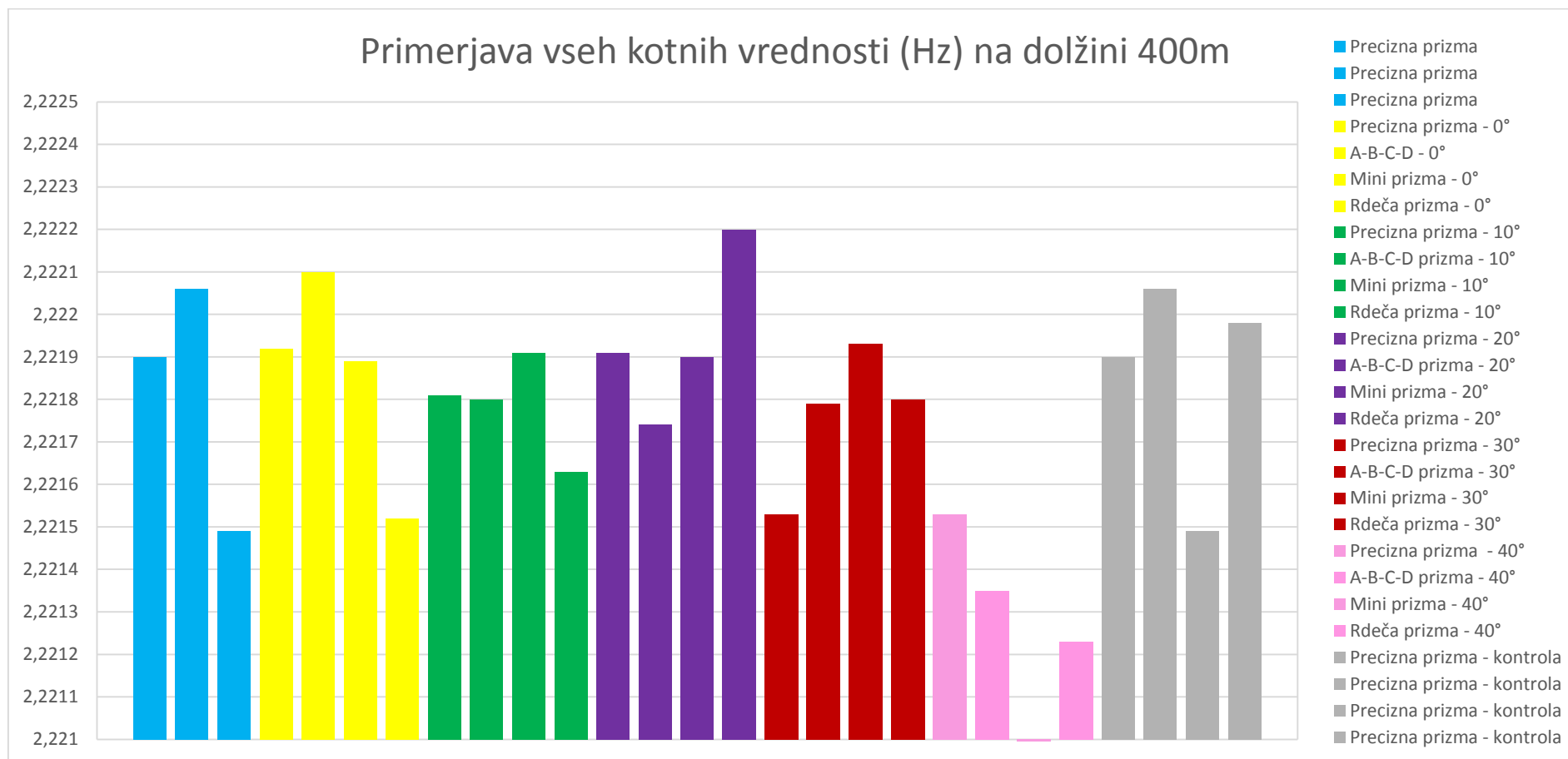
Slika 10: Primerjava vseh horizontalnih kotov H_z na dolžini 200 m

Iz slike 10 je razvidno, da kot zasuka reflektorjev na dolžini 200 m manj vpliva kot na dolžini 100 m enako lahko trdimo, če primerjamo različne prizme med seboj. Za precizne prizme, A-B-C-D prizme in mini prizme lahko rečemo, da do kot zasuka 30° le ta malo vpliva na velikost izmerjenega horizontalnega kota (slabih $6''$). Kot zasuka vseh prizem za 40° pa bolj vpliva na izmerjen horizontalni kot. Najslabše rezultate dobimo z rdečo prizmo, saj se pri vseh kotih zasuka vrednosti horizontalnega kota najbolj razlikujejo od pričakovane vrednosti (to je ista, ko jo dobimo z preciznim reflektorjem in kotom zasuka 0°).



Slika 11: Primerjava vseh horizontalnih kotov H_z na dolžini 300 m

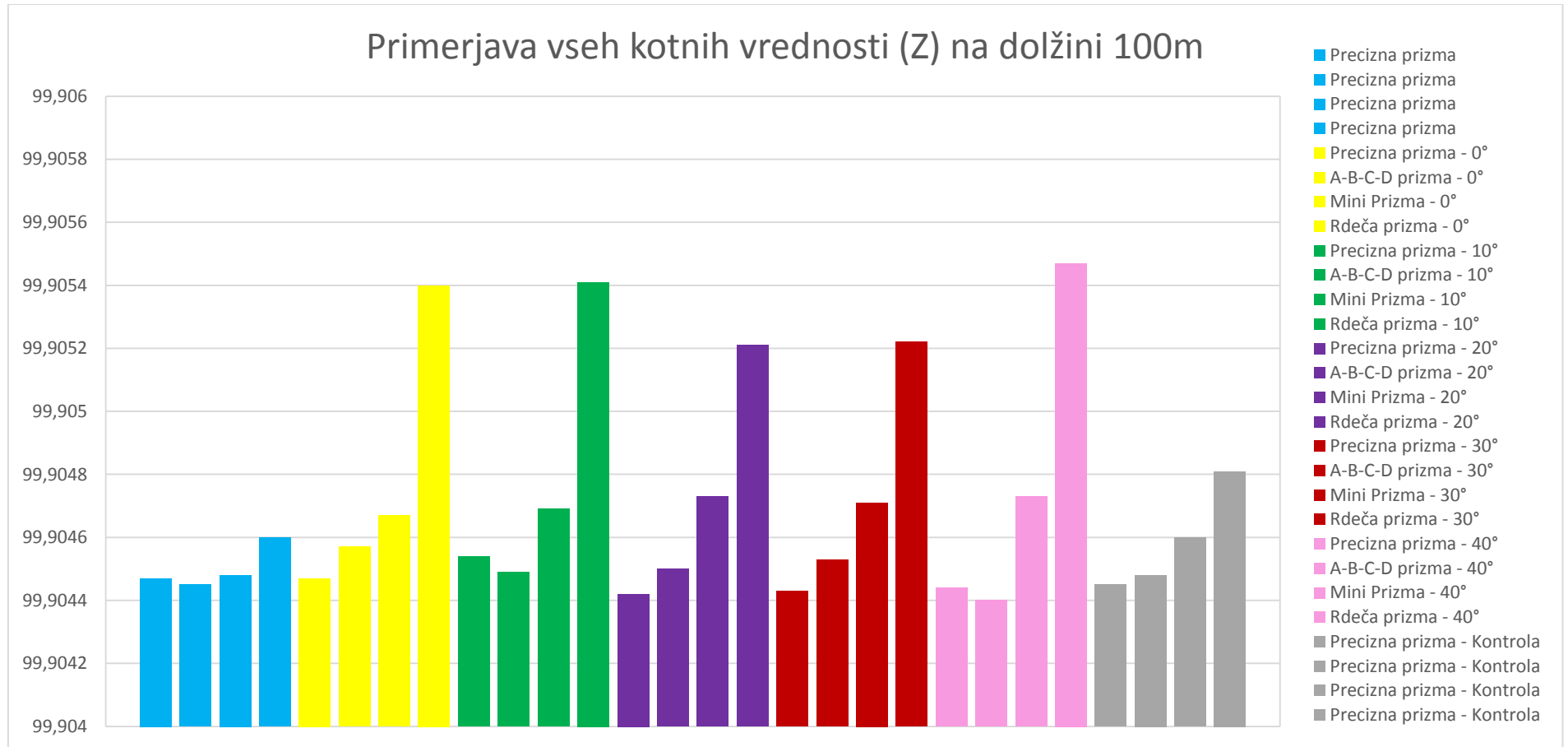
Iz slike 11 je razvidno, da je na dolžini 300 m vpliv kota zasuka za 40° največji do sedaj. Na rdeče prizme tudi na tej dolžini kot zasuka najbolj vpliva. Večanje kota zasuka tudi na tej dolžini zmanjšuje izmerjen horizontalni kot.



Slika 12: Primerjava vseh horizontalnih kotov H_z na dolžini 400 m

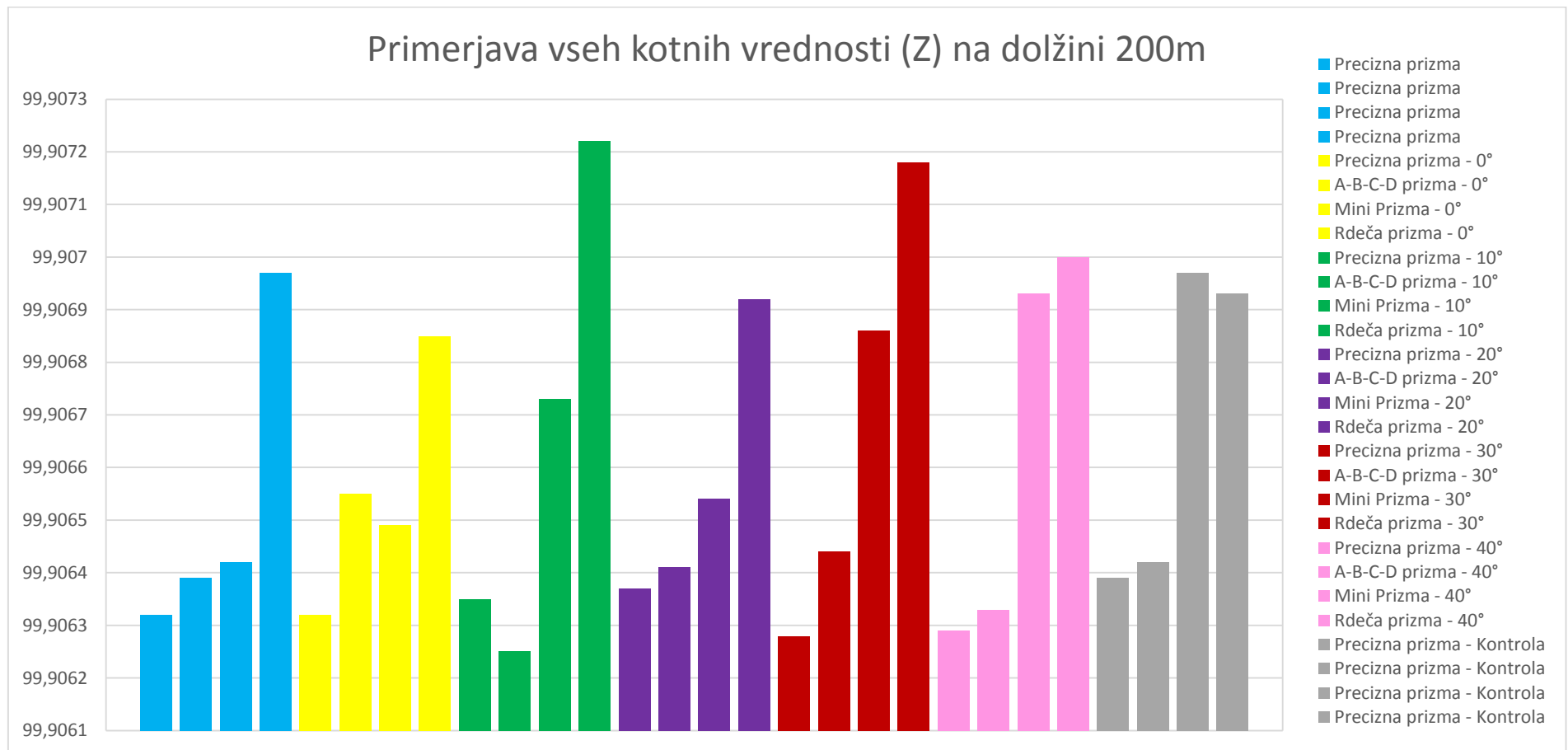
Iz slike 12 je razvidno, da je vpliv kota zasuka na precizne prizme najmanjši (do 5^{cc}). Tudi na tej dolžini se rdeča prizma odziva najslabše, podobno kot na drugih dolžinah. Vpliv zasuka prizem pa je, glede na druge dolžine, na tej dolžini na splošno manjši za vse prizme (to seveda ne velja za rdečo prizmo). Zaradi prevelikega kota zasuka mini prizme instrument ni uspel izmeriti horizontalne smeri. Na splošno lahko ugotovimo, da se do 30° vse prizme razen rdeče dobro odzivajo, če spreminjamo kot zasuka. Pričakovano najmanj vpliva kot zasuka na precizne prizme. Kot zasuka 40° je ekstremen, zato so rezultati res nekoliko slabši.

6.2 Primerjava zenitnih razdalj Z glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev



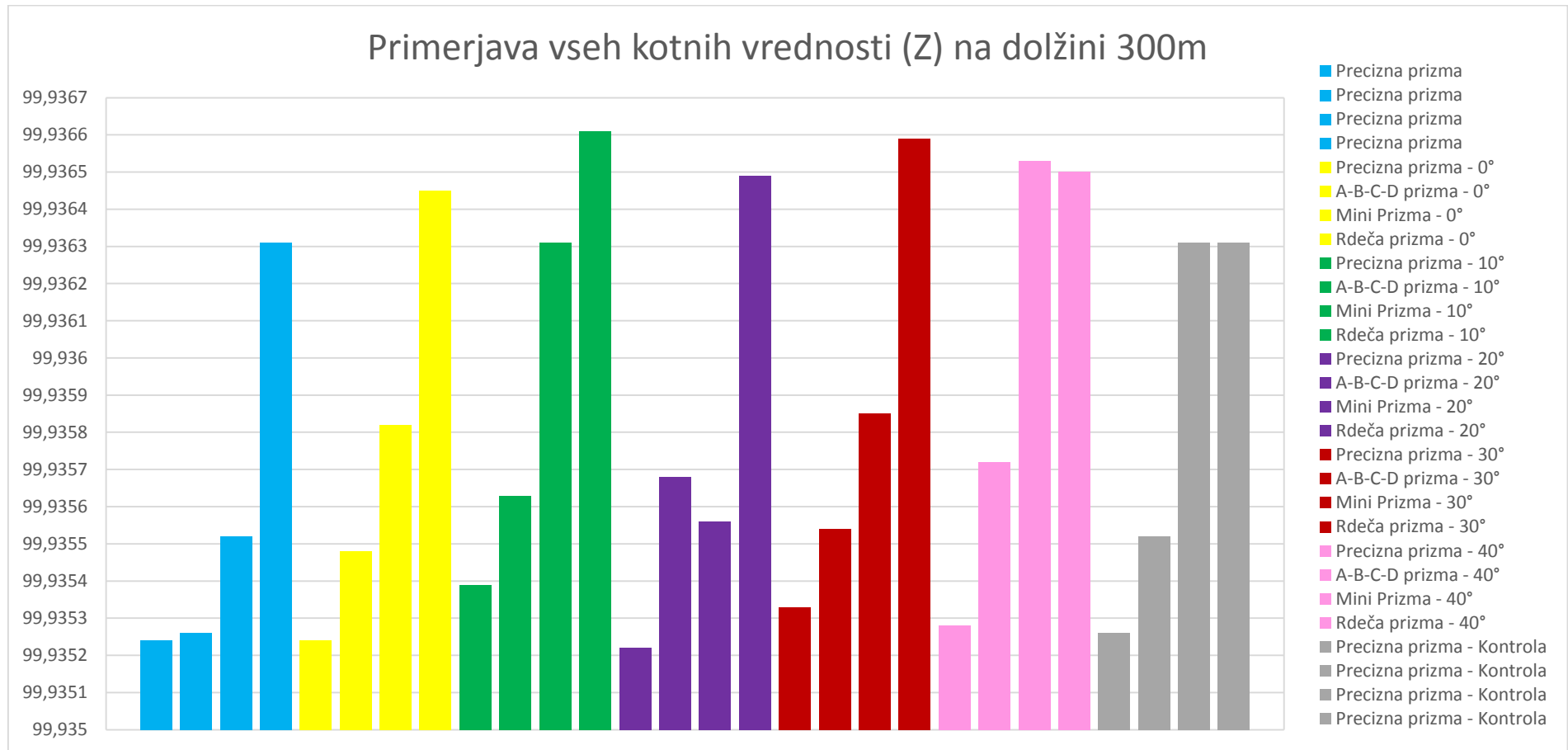
Slika 13: Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 100 m

Iz slike 13 je razvidno, da vrednost zenitne razdalje narašča, glede na izbiro merskega reflektorja. Iz grafa je razviden vzorec naraščanja vrednosti zenitne razdalje z večanjem kota zasuka. Vrednosti zenitnih razdalj za precizne prizme, A-B-C-D prizme, in mini prizme so primerljive med seboj, zenitna razdalja na rdeč prizmo najbolj odstopa od pričakovane vrednosti. Vpliv kota zasuka na tej razdalji je manjši na zenitne razdalje kot na horizontalne kote.



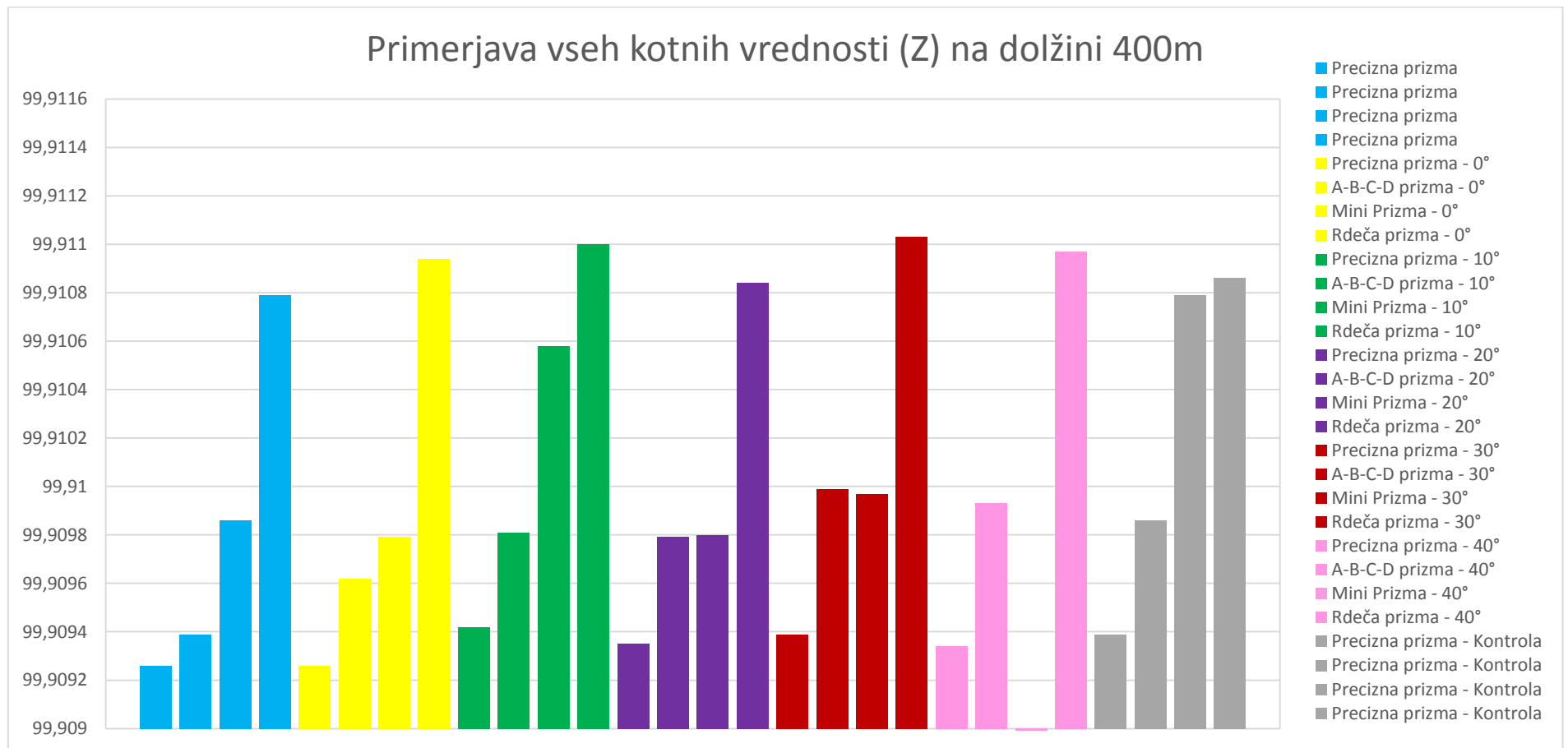
Slika 14: Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 200 m

Iz slike 14 je razvidno, da vrednost zenitne razdalje narašča, glede na izbiro merskega reflektorja, podobno kot na razdalji 100 m. meritve na rdečo prizmo najbolj odstopajo od pričakovane vrednosti. Za precizne prizme in A-B-C-D prizme lahko rečemo, da je na tej dolžini vpliv kota zasuka majhen, Na mini prizme pa je vpliv kota zasuka že večji.



Slika 15: Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 300 m

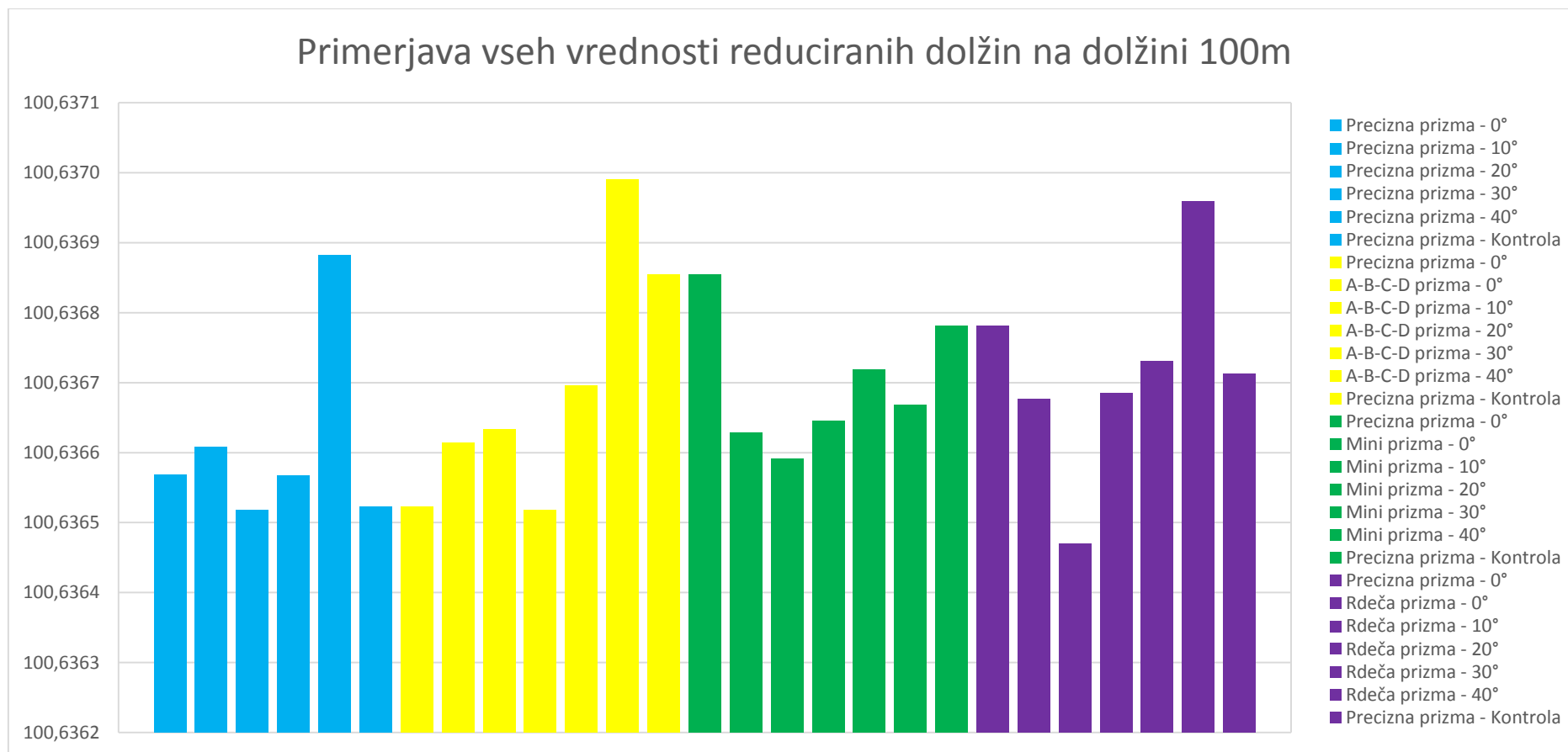
Iz slike 15 je razvidno, da vrednost zenitne razdalje narašča, glede na izbiro merskega reflektorja. Iz grafa je razviden vzorec naraščanja vrednosti zenitne razdalje. Bolj kot večamo kot zasuka, večja je izmerjena zenitna razdalja. Najmanjši vpliv ima kot zasuka na merjene zenitne razdalje, če merimo na precizne prizme, nekaj večji je vpliv na A-B-C-D prizme, še večji na mini prizme in seveda največji na rdeče prizme.



Slika 16: Primerjava vseh zenitnih razdalj Z na dolžini 400 m

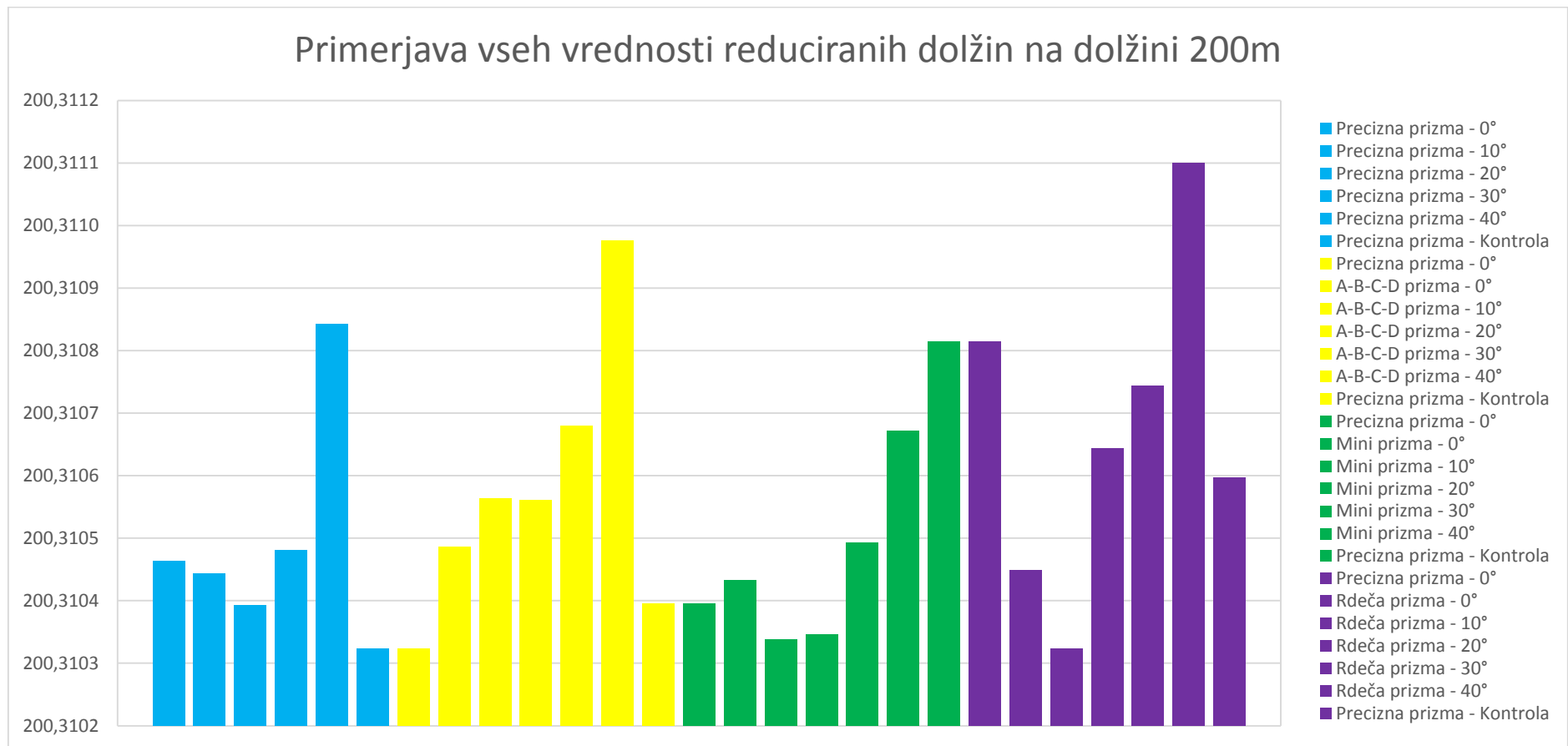
Iz slike 16 je razvidno, da vrednost zenitne razdalje narašča, glede na izbiro merskega reflektorja. Iz grafa je razviden vzorec naraščanja vrednosti zenitne razdalje. Kot zasuka na precizne prizme malo vpliva, na A-B C D prizme je vpliv malo večji, na mini prizme še večji. Kot zasuka na rdeče prizme pričakovano najbolj vpliva. Na tej dolžin instrument ni izmeril zenitnih razdalj na mini prizmo pri kotu zasuka 40°.

6.3 Primerjava reduciranih dolžin glede na dolžino in vrsto merskih reflektorjev



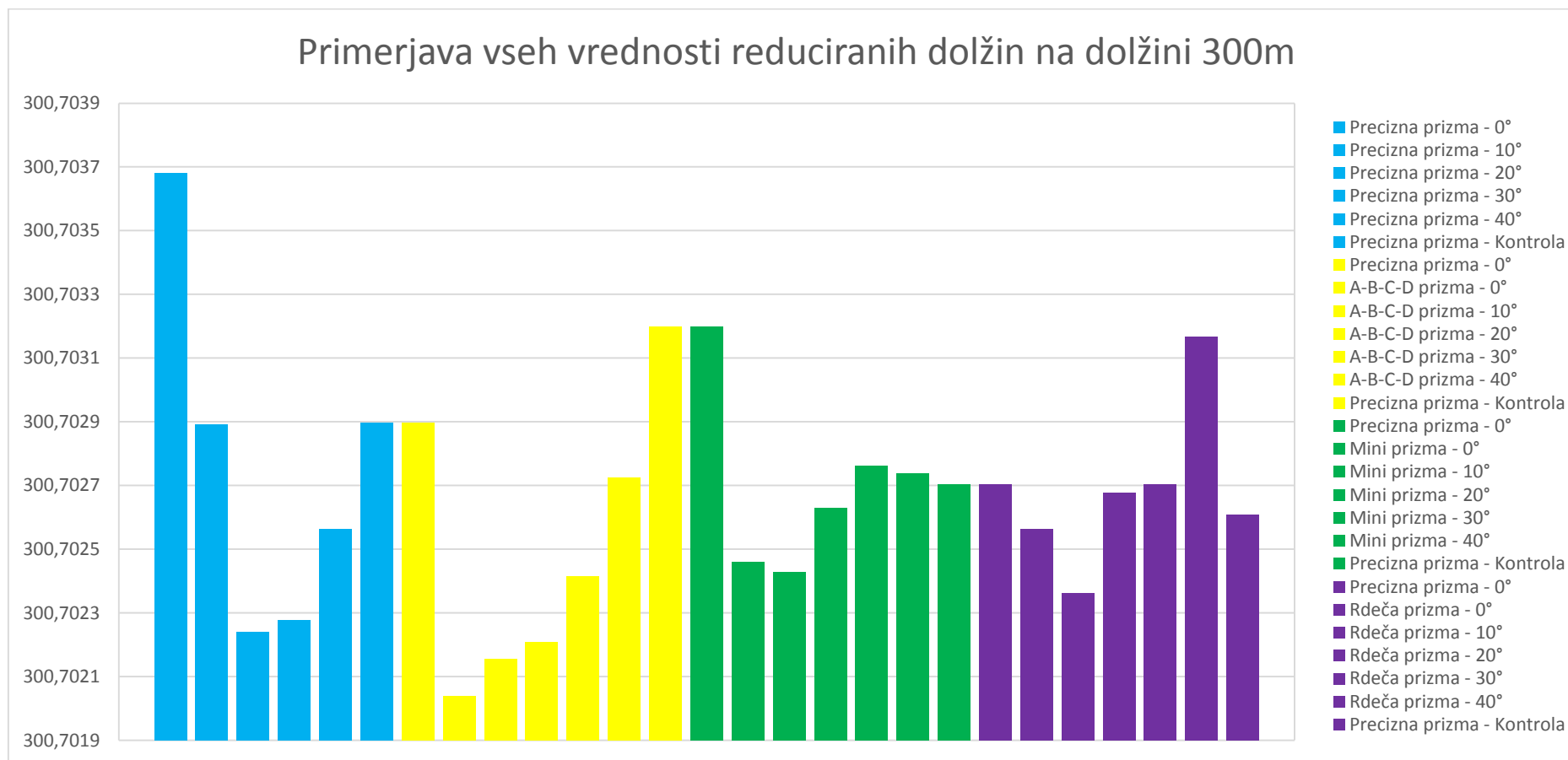
Slika 17: Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 100 m

V sliki 17 so predstavljene vrednosti reduciranih dolžin do prve točke (~100,63 m). Vrednosti so ločeno prikazane glede na vrsto merskega reflektorja. Vidimo, da na precizno prizmo dobimo podobno dolžino za vse kot zasuka razen za največjega, to je 40°, ko se dolžina podaljša za približno 0,3 mm. Tudi s A-B-C-D prizmo dobimo ugodne rezultate za neekstremne kote zasuka. Mini prizma je na tej dolžini uporabna, iz slike vidimo, da dobimo nekaj krajšo dolžino tako, da priporočamo kontrolo adicijske konstante. Rdeča prizma je pogojno uporabna za precizno izmero, saj kot zasuka vpliva na dolžino skoraj 0.5 mm.



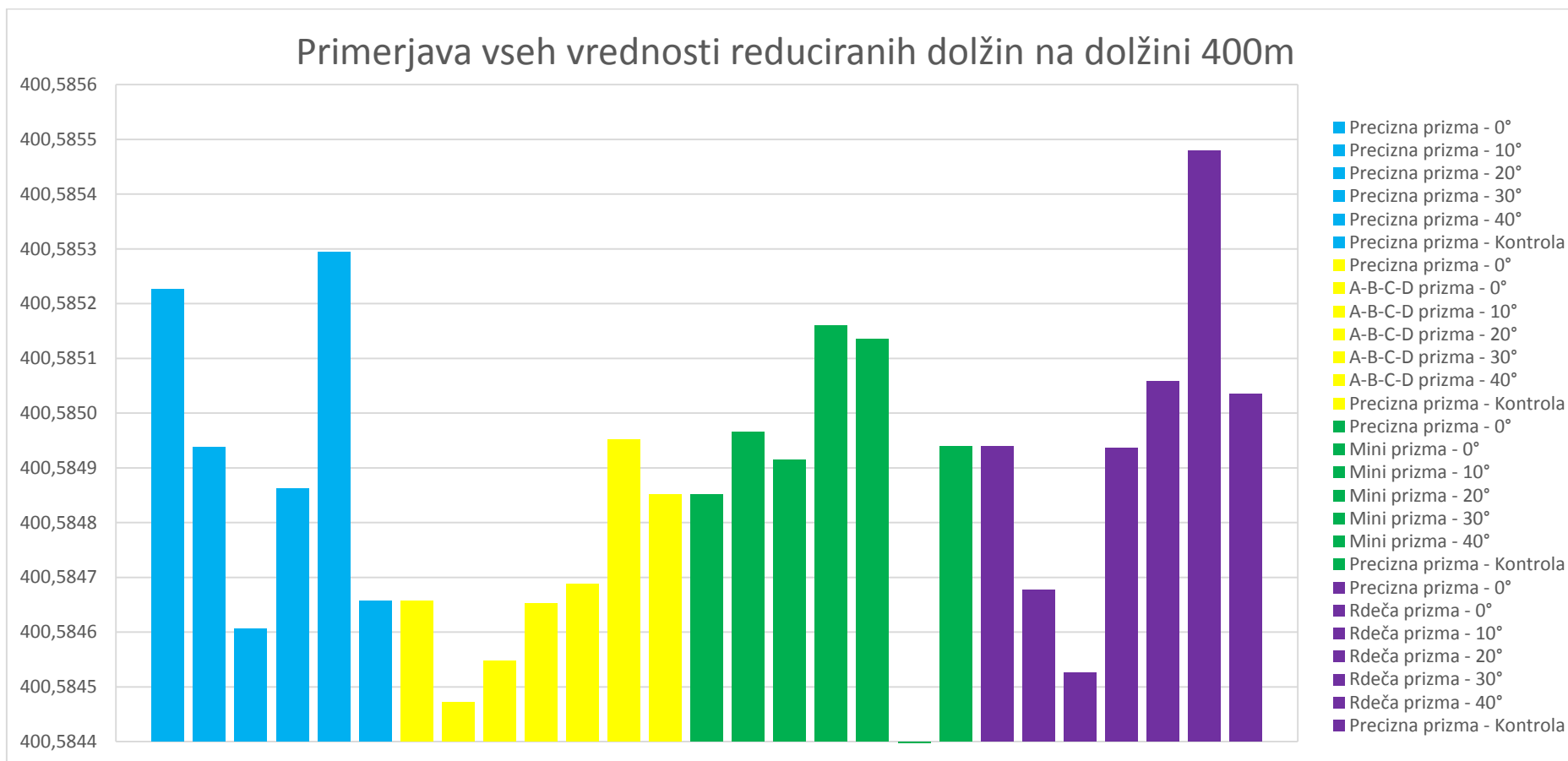
Slika 18: Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 200 m

V sliki 18 so predstavljene vrednosti reduciranih dolžin do druge točke (~200,31 m). Vrednosti so ločene glede na vrsto merskega reflektorja. Iz te slike se vidi, da je kot zasuka 40° res ekstremna vrednost, saj dolžine do vseh reflektorjev občutno odstopajo od pričakovanih vrednosti. Precizna prizma je za druge vrednosti kotov zasuka najbolj uporabna, najmanj uporabna pa je rdeča prizma.



Slika 19: Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 300 m

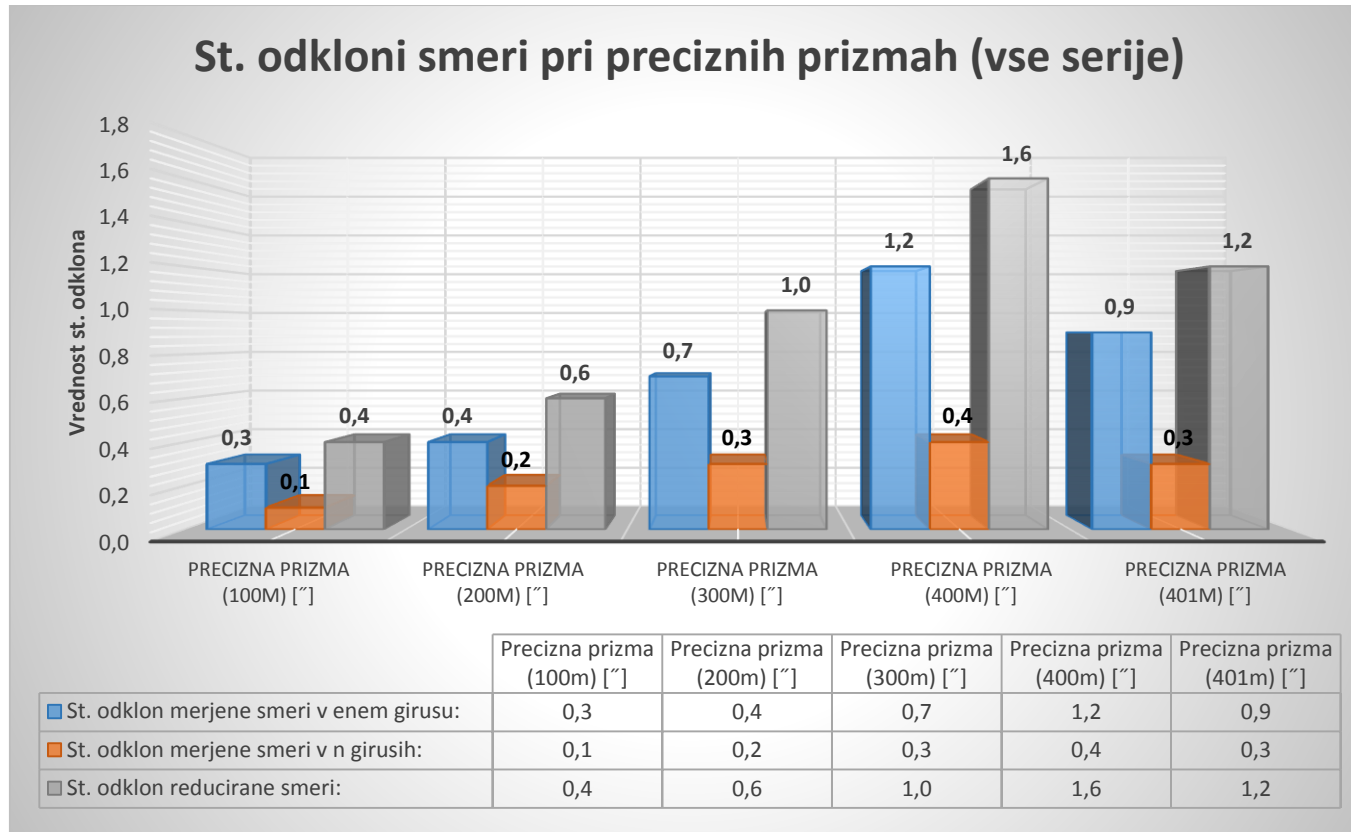
V sliki 19 so predstavljene vrednosti reduciranih dolžin do tretje točke (~300,70 m). Vrednosti so ločene glede na vrsto merskega reflektorja. Pri tej razdalji je opazno večje odstopanje reduciranih dolžin glede na kot zasuka merskega reflektorja. Presenetljivo je dejstvo, da je vpliv kota zasuka pri A-B-C-D prizmi manjše kot pri precizni prizmi, medtem, ko imata mini in rdeča prizma približno enake vrednosti, kar si ne znamo razložiti.



Slika 20: Primerjava vseh vrednosti reduciranih dolžin na dolžini 400 m

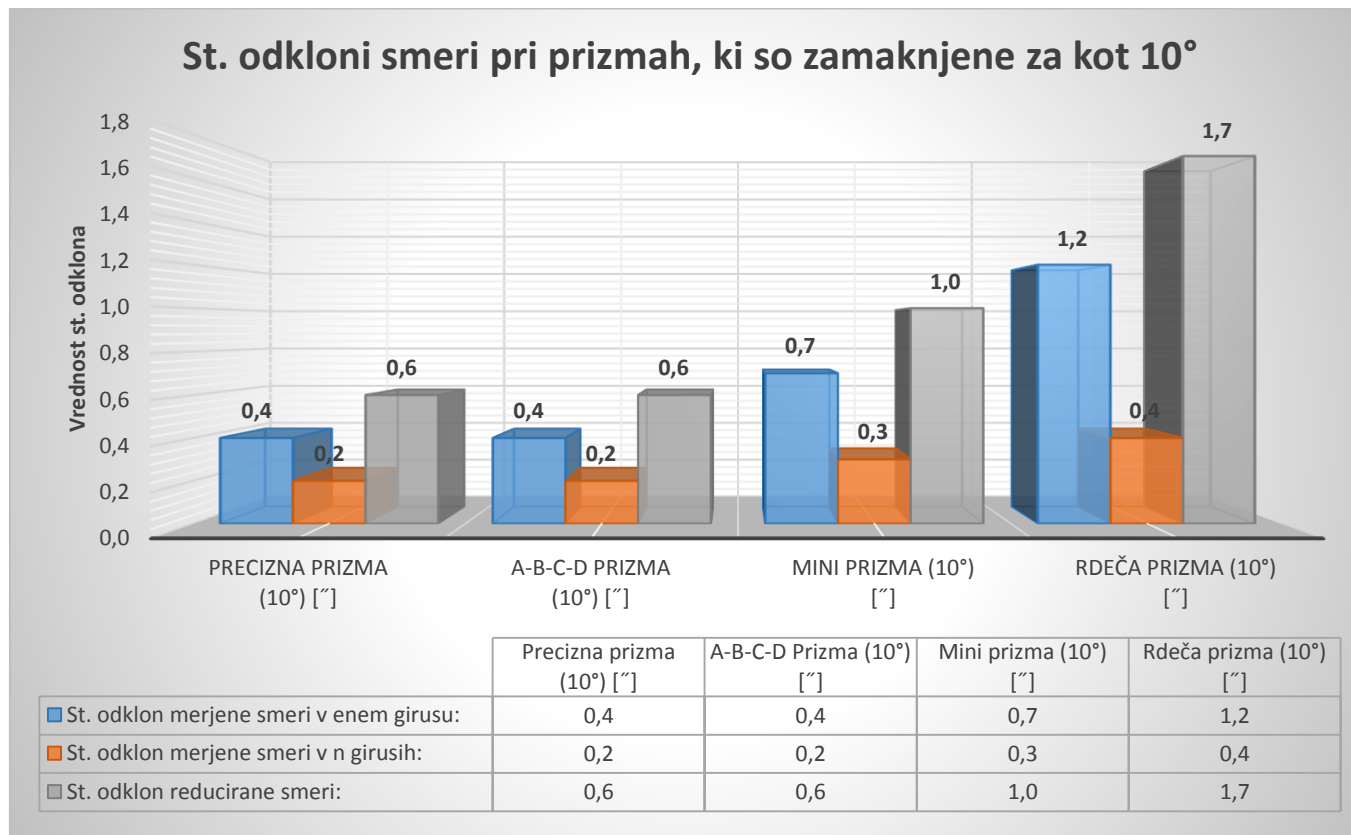
V sliki 20 so predstavljene vrednosti reduciranih dolžin do četrte točke (~400,58 m). Vrednosti so ločene glede na vrsto merskega reflektorja. Glede na to, da smo merske reflektorje obračali za vrednost kota zasuka 10°, se razlike reduciranih dolžinah ne obnašajo po nekem vzorcu ampak »poljubno«. Pri tej dolžini je opazno večje odstopanje reduciranih dolžin glede na kot zasuka merskega reflektorja. Presenetljivo je dejstvo, da je odstopanje pri A-B-C-D prizmi manjše kot pri precizni prizmi. Rezultata na mini prizmo in kot zasuka 40° nimamo, saj instrument ni meril proti tako močno zasukani prizmi.

6.4 Standardni odkloni



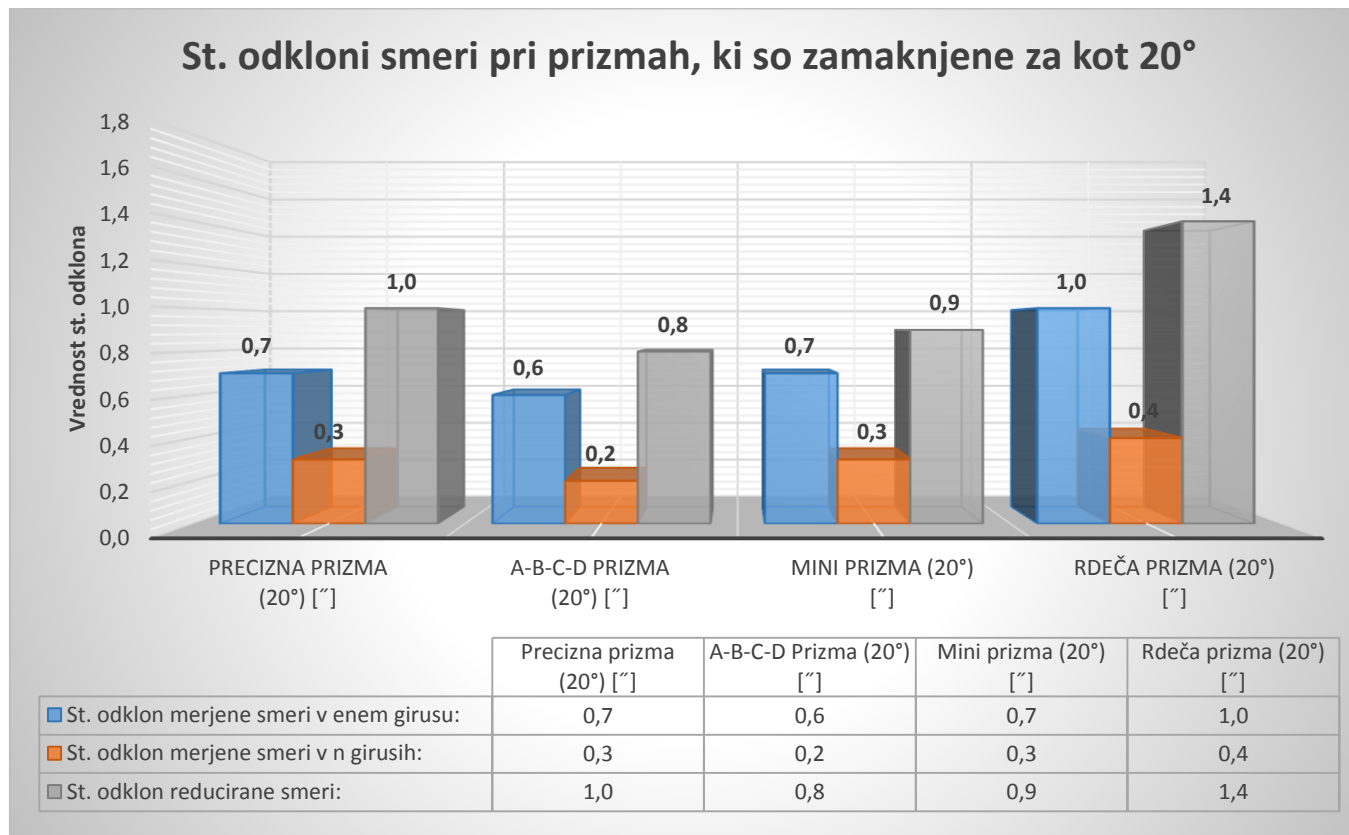
Slika 21: St. odkloni smeri pri preciznih prizmah

Iz slike 21 je razvidno, da se standardni odklon merjene smeri v enem girusu, v n girusih in reducirane smeri povečujejo po pričakovanjih, glede na dolžino opravljenih meritev do reflektorjev. Večjo razliko v standardnem odklonu je opaziti pri zadnjih dveh meritvah. Glede na to, da so bile v tem primeru uporabljene enake prizme, lahko odstopanje pripišem dejstvu, da je bila prizma na 401 m uporabljena zgolj kot kontrolna prizma in se ji v času meritev nismo približevali, medtem, ko vsem ostalim (zaradi menjave vrste in kota zasuka merskega reflektorja) izogib ni bil mogoč.



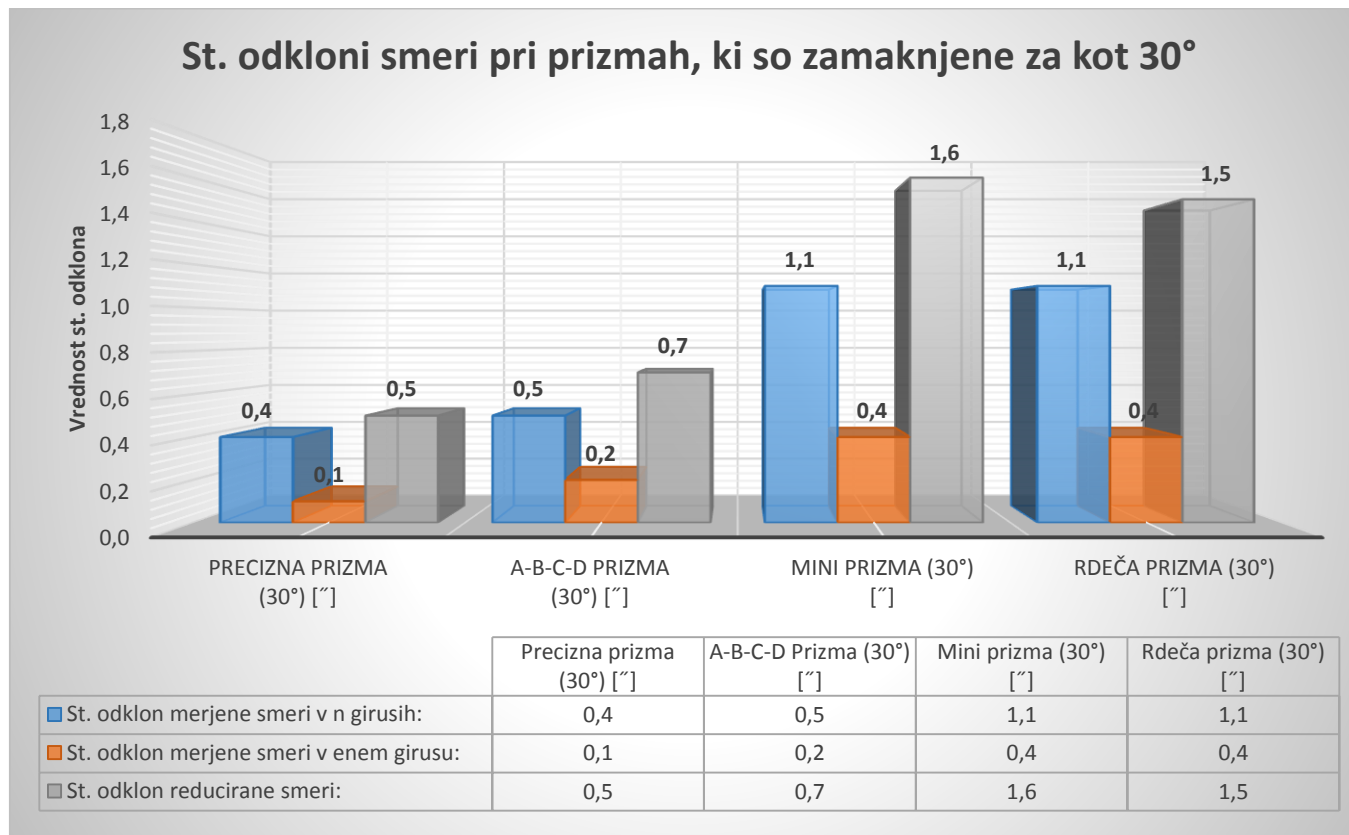
Slika 22: St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 10°

Iz slike 22 je razvidno, da se standardni odklon merjene smeri v enem girusu, v n girusih in reducirane smeri povečujejo po pričakovanjih, glede na vrsto merskih prizem. Večjo razliko v standardnem odklonu je opaziti pri zadnjih dveh meritvah, kar pa je v skladu s pričakovanji. Zanimiv je podatek, da imata precizna in A-B-C-D prizma enake vrednosti standardnih odklonov pri zasuku za 10°. Uporaba rdeče prizme ima za posledico najmanj natančne rezultate.



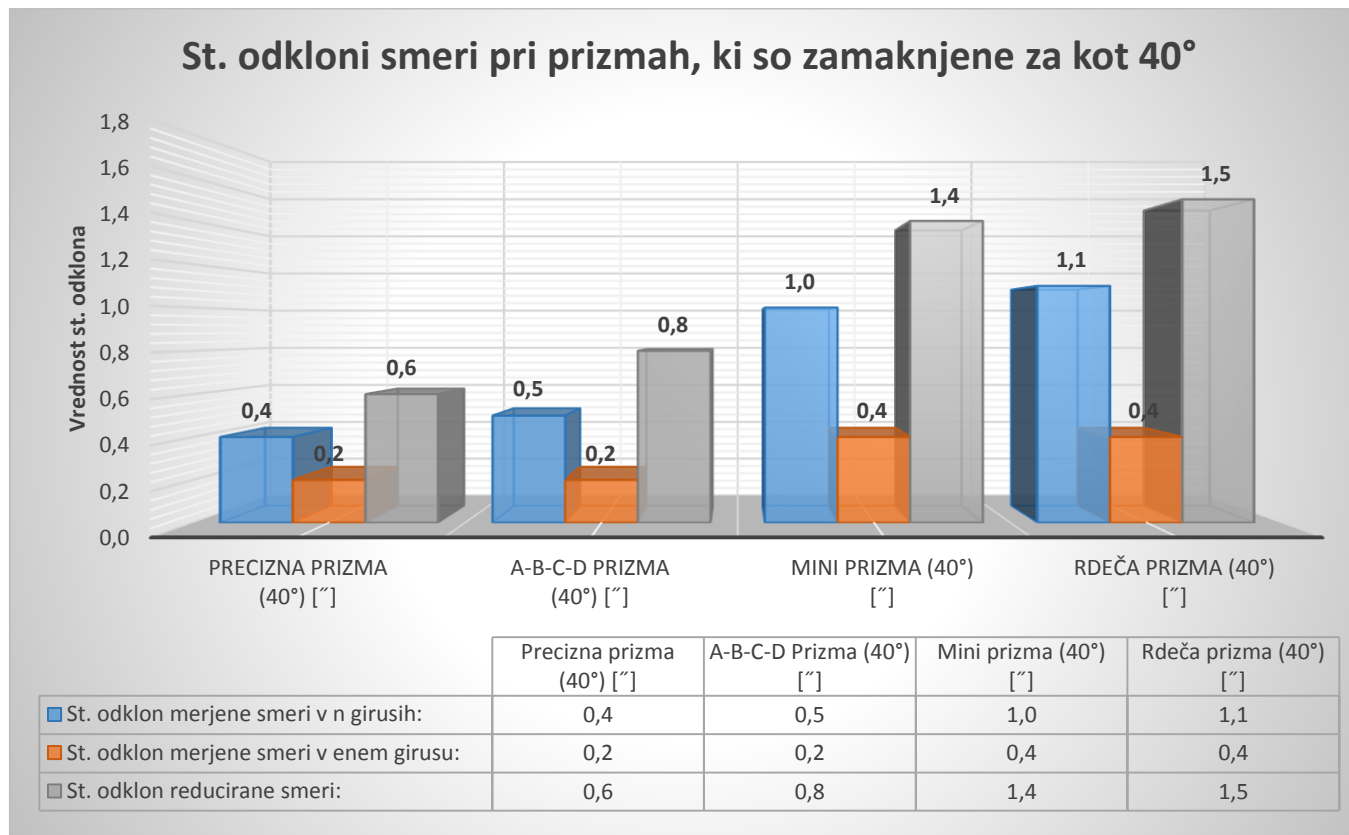
Slika 23: St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 20°

Iz slike 23 je razvidno, da se standardni odklon merjene smeri v enem girusu, v n girusih in reducirane smeri povečujejo, glede na vrsto merskih prizem. Presenetljiv je podatek, da imata pri kotu zasuka 20°, A-B-C-D prizma ter mini prizma, manjši standardni odklon reducirane smeri v primerjavi s precizno prizmo, ter da ima A-B-C-D prizma manjši standardni odklon pri meritvah smeri v enem girusu in meritvah smeri v n girusih v primerjavi s precizno prizmo. Največje statistične pokazatelje smo dobili ponovno z merjenjem na rdečo prizmo.



Slika 24: St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 30°

Iz slike 24 je razvidno, da se standardni odklon merjene smeri v enem girusu, v n girusih in reducirane smeri povečujejo po pričakovanjih, glede na vrsto merskih prizem. Večjo razliko v standardnem odklonu je opaziti pri zadnjih dveh meritvah, kar pa je v skladu s pričakovanji.



Slika 25: St. odkloni smeri pri prizmah, kjer je bil kot zasuka 40°

Iz slike 25 je razvidno, da se standardni odklon merjene smeri v enem girusu, v n girusih in reducirane smeri povečujejo po pričakovanjih, glede na vrsto merskih prizem. Večjo razliko v standardnem odklonu je opaziti pri zadnjih dveh meritvah, kar pa je v skladu s pričakovanji. Z rdečo prizmo dobimo najmanj natančne rezultate.

7 ZAKLUČEK

Namen diplomske naloge je bil, ugotoviti, kako vpliva zasuk merskega reflektorja na izmerjene horizontalne kote, zenitne razdalje ter poševno dolžino.

Na podlagi izračunov smo ugotovili, da se vrednosti popravkov dolžin večajo za večanjem kota zasuka merskega reflektorja ter oddaljenostjo od instrumenta Leica Geosystem TS30. Vendar, pa velikost popravkov med istimi tipi merskih reflektorjev in različnimi koti zasuka merskega reflektorja ne odstopa bistveno, kot je bilo sprva pričakovati. Presenetljiv je podatek, da je popravek (dolžine) pri A-B-C-D prizmi (GPR121) pri kotu zasuka med 10° in 40° le malenkost manjši od popravka pri preciznih prizmah (GPH1). Pri kotu zasuka 0° pa preseneča dejstvo, da so popravki pri A-B-C-D prizmah celo manjši kot pri precizni prizmi.

Vrednosti horizontalnih kotov se ne gibljejo po nekem točnem vzorcu ampak bolj »naključno«. Mogoče je na prvi pogled zaznati ponavljajoči se vzorec, vendar pa ob bolj natančnem pregledu slik 10, 11, 12 ter 13 vidimo, da temu ni tako.

Vrednosti zenitnih razdalj lepo postopoma naraščajo glede na izbiro merskega reflektorja, kar je v skladu s pričakovanji. Na slikah 14, 15, 16 ter 17 je to tudi lepo razvidno. Lahko bi rekli, da se vrednosti zenitnih razdalj obnašajo po nekem vzorcu, kar pa za horizontalne kote ter reducirane dolžine ne moremo z gotovostjo trditi.

Preseneča pa dejstvo, da se vrednost popravka pri preciznih prizmah ne spreminja bistveno, glede na kot zasuka prizme. Zanimivo je tudi to, da popravki pri prizmi A-B-C-D (GPR121) odstopajo le za nekaj desetink mm. Pri mini prizmi (GMP101) in rdeči prizmi (GPR1+GPH1) so popravki nekoliko večji kot pri ostalih dveh modelih, vendar pa za bistveno nižjo ceno lahko sprejmemo malenkost slabšo natančnost merskega reflektorja. Težko pa bi enako trdil za merska reflektorja najvišje natančnosti, saj menim, da tako majhna razlika težko opraviči tako veliko razliko v ceni.

8 VIRI

Kogoj, D. 2002. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljmeri. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 51-52 str., 111-117 str.

Savšek, S., Gregorn, Z. and Ambrožič, T. 2013. Measuring meteorological data along the ray path of a distance meter with an ultra-light aircraft. Survey Review: 3-5 str.

Zorenč, F. 2010. Priprava tehnične dokumentacije za izdelavo računalniškega programa za izračun koordinat točk v geodetski mreži. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba F. Zoremč): 22-29 str.

Merske prizme. 2014.

http://www.leica-geosystems.com/en/Special-Reflectors_84832.htm (Pridobljeno 12.5.2014).

Lastnosti instrumenta Leica Geosystem TS30. 2014.

<http://www.surveyequipment.com/total-stations/ts30-tm30-series/leica-ts30-total-station#.U3B9vChpduI> (Pridobljeno 12.5.2014).

Google zemljevid. 2014.

<https://maps.google.si/> (Pridobljeno 20.8.2014).

PRILOGE

PRILOGA A: SLIKE S TERENA

PRILOGA A: SLIKE S TERENA



Slika 26: Slika inštrumenta Leica TS30



Slika 27: Instrument Leica TS30



Slika 28: Prikaz razdelbe za določitev kota zamika



Slika 29: Precizna prizma



Slika 30: A-B-C-D prizma



Slika 31: Mini prizma



Slika 32: Rdeča prizma

POD PEČ, 18.11.2013, Žiga, Tomaž ZACETA 9³⁰

| | | | | | |
|----------|-----|-----|--------|------|-----|
| PRECIZNA | 0° | 100 | 985,70 | 7,6 | 7,6 |
| K -IL | 10° | 210 | 985,67 | 7,3 | 7,3 |
| -IL | 20° | 220 | 985,66 | 7,0 | 7,0 |
| -IL | 30° | 230 | 985,68 | 7,2 | 7,0 |
| -IL | 40° | 240 | 985,54 | 7,5 | 7,5 |
| -IL | 0° | 290 | 985,45 | 7,2 | 6,8 |
| ABCDE | 0° | 300 | 985,39 | 7,3 | 6,8 |
| -IL | 10° | 310 | 985,43 | 7,7 | 7,0 |
| -IL | 20° | 320 | 985,33 | 8,2 | 7,5 |
| -IL | 30° | 330 | 985,35 | 8,3 | 7,4 |
| -IL | 40° | 340 | 985,24 | 8,2 | 7,4 |
| PRECIZNA | 0° | 390 | 985,07 | 8,2 | 7,4 |
| DINI | 0° | 400 | 984,92 | 8,6 | 7,5 |
| -IL | 10° | 410 | 984,80 | 8,8 | 7,3 |
| -IL | 20° | 420 | 984,69 | 9,5 | 8,0 |
| -IL | 30° | 430 | 984,55 | 9,6 | 8,1 |
| -IL | 40° | 440 | 984,23 | 10,0 | 8,5 |
| PRECIZNA | 0° | 490 | 984,12 | 10,1 | 8,2 |
| RIDEČA | 0° | 500 | 983,87 | 10,2 | 8,2 |
| -IL | 10° | 510 | 983,77 | 10,7 | 8,6 |
| -IL | 20° | 520 | 983,59 | 10,7 | 8,6 |
| -IL | 30° | 530 | 983,40 | 10,9 | 8,8 |
| -IL | 40° | 540 | 983,10 | 11,1 | 8,9 |
| PRECIZNA | 0° | 590 | 982,94 | 11,4 | 9,0 |

PSIHOZ 7,6
 NA 400 ni imenit primerni 200,20, 20

PSIHALS ZANČE
 PEB OBLAKI
 LIBERACIJA NBLA
 VCN

MONET 13³⁵

Slika 33: Terenski zapisnik



Slika 34: Naprava za merjenje zračnega tlaka (barometer - levo) in termometer za merjenje suhe in mokre temperatur (desno)