

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

Fakulta stavební  
KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE

Studijní program: GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

Studijní obor: GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A GEOINFORMATIKA



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Testování úhlové přesnosti automatického cílení  
totálních stanic**

Testing of angular precision automatic targeting of total  
stations

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kulhavý</u>	Jméno: <u>Adam</u>	Osobní číslo: <u>440829</u>
Zadávající katedra: <u>K154 - Speciální geodézie</u>		
Studijní program: <u>Geodézie a kartografie</u>		
Studijní obor: <u>Geodézie, kartografie a geoinformatika</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Testování úhlové přesnosti automatického cílení totálních stanic</u>
Název bakalářské práce anglicky: <u>Testing of angular precision automatic targeting of total stations</u>

Pokyny pro vypracování:

Podle doporučených postupů v normě ČSN ISO 17123-3 proveďte určení přesnosti měření vodorovných směrů pomocí manuálního a automatického cílení u přístrojů Trimble S6, Trimble S8 a Leica MS60. Navrhněte, realizujte a vyhodnoďte experiment testující přesnost automatického cílení vybraných totálních stanic na různé druhy hranolů - minihranol, standardní hranol, všesměrný hranol. Výsledky z jednotlivých přístrojů vzájemně porovnejte.

Seznam doporučené literatury:

[1] ČSN ISO 17123-3: Optika a optické přístroje - Terénní postupy pro zkoušení geodetických a měřických přístrojů - Část 3: Teodolity. Český normalizační institut, Praha, 2005.

[2] Hampacher, M. - Štroner, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii. 2. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, ČVUT v Praze, 2015. 336 s. ISBN 978-80-01-05843-5

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Jaroslav Braun, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 3. 10. 2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 13.1.2019  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Jaroslav Braun  
Podpis vedoucího práce

Mari Pomy  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

3.10.2018  
Datum převzetí zadání

Kulhavý  
Podpis studenta(ky)

## Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne .....

.....  
(podpis studenta)

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Jaroslavu Braunovi, Ph.D. za vedení mé práce a odbornou pomoc při měření a zpracování. Dále své rodině za podporu a trpělivost během vypracovávání bakalářské práce a celého studia.

## Abstrakt

Cílem bakalářské práce je otestovat automatické a ruční cílení tří totálních stanic na čtyři různé odrazné hranoly podle normy ČSN ISO 17123-3 a navrženého experimentu. Výsledkem je určení směrodatné odchylky měření vodorovných směrů a porovnání s odchylkami udávanými od výrobce.

## Klíčová slova

směrodatná odchylka, totální stanice, odrazný hranol, ČSN ISO 17123-3, automatické cílení

## Abstract

The aim of bachelor thesis is to test the automatic and manual targeting of three total stations on four different reflection prisms according to ČSN ISO 17123-3 and the proposed experiment. The result is standard deviation of measuring horizontal directions and comparison with the deviations given by the manufacturer.

## Key words

standard deviation, total station, reflective prism, ČSN ISO 17123-3, automatic targeting

## Obsah

1	Úvod .....	6
2	Automatické cílení.....	7
2.1	Princip automatického cílení .....	7
3	Přístroje a pomůcky.....	8
3.1	Totální stanice.....	8
3.1.1	Leica MS60.....	8
3.1.2	Trimble S8 HP .....	9
3.1.3	Trimble S6 HP .....	10
3.2	Odrazné hranoly .....	11
3.2.1	Leica GPR121 .....	11
3.2.2	Leica GPH1P.....	12
3.2.3	Leica GMP101.....	13
3.2.4	Leica GRZ122 .....	14
4	Test dle normy ČSN ISO 17123-3 .....	15
4.1	Měření dle normy ČSN ISO 17123-3.....	15
4.2	Průběh měření.....	16
4.3	Výpočty .....	16
4.3.1	Výpočet experimentální směrodatné odchylky .....	16
4.3.2	Výpočet statistického testu .....	18
4.4	Výsledky.....	19
4.4.1	Měřené experimentální směrodatné odchylky.....	19
4.4.2	Porovnání dle statistického testu.....	21
5	Experimentální určení přesnosti cílení na různé hranoly.....	22
5.1	Návrh experimentu.....	22
5.2	Postup měření .....	23
5.3	Problémy při měření.....	23
5.4	Výpočty .....	25
5.4.1	Výpočet vodorovných úhlů .....	25
5.4.2	Výpočet svislých úhlů .....	25
5.5	Výsledky.....	26
5.5.1	Vodorovné úhly .....	26
5.5.2	Svislé úhly .....	27
6	Závěr .....	29
	Zdroje .....	30
	Seznam tabulek .....	31
	Seznam obrázků .....	31
	Digitální přílohy .....	32

# 1 Úvod

Automatické totální stanice si v dnešní době získávají dominantní postavení v oblasti prací v inženýrské geodézii. Mnoho měřičů spoléhá na správnost automatického cílení a již nevěnuje příliš velkou pozornost samotnému cílení. Již mnohokrát byla potvrzena správnost automatického cílení přístroje s příslušným hranolem, ale již se tolik neřeší kombinování různých přístrojů a odrazných hranolů.

Cílem práce je otestovat tři různé totální stanice a přesnost jejich automatického cílení na čtyři rozdílné odrazné hranoly. Pro ověření přesnosti měření vodorovných směrů byl zvolen kompletní horizontální test dle normy ČSN ISO 17123-3 [11], a následně byl navržen experimentální postup pro testování automatického cílení na různé hranoly v laboratorních podmínkách. Celý test byl také proveden ručním cílením.

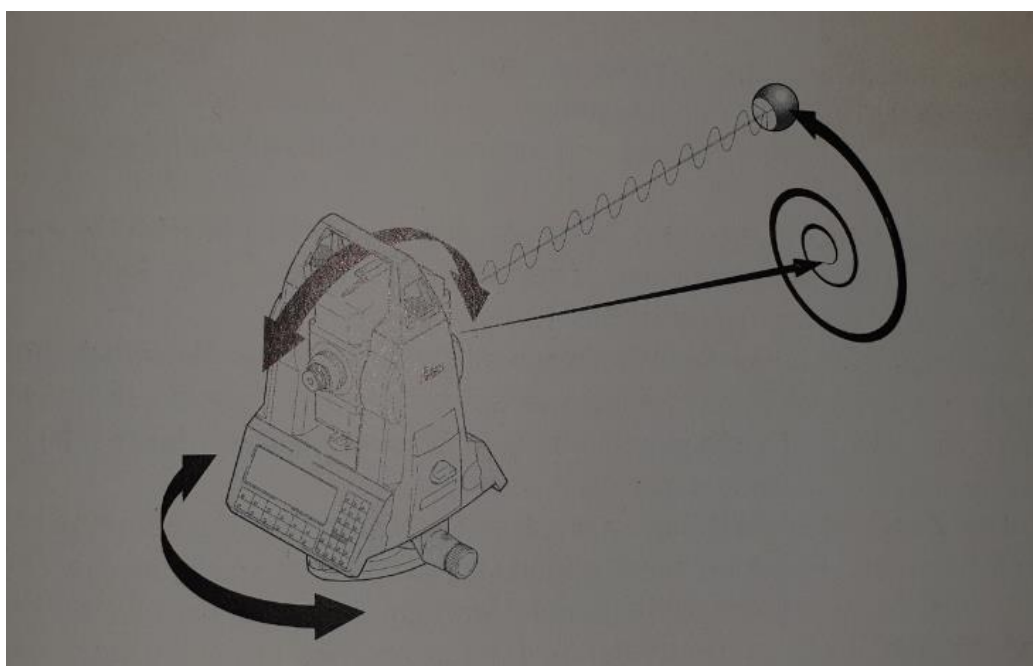
Výsledkem této bakalářské práce je tedy zjištění přesnosti automatického cílení totálních stanic na různé hranoly a jejich porovnání s ručním cílením.

## 2 Automatické cílení

Automatické cílení je dnes již běžnou součástí moderních totálních stanic. Ty používají systém ATR (Automatic Target Recognition), který dokáže sám najít, zacílit a provést měření na hranol nebo odraznou fólii. Měřič má tedy usnadněnou práci, protože nemusí cílit a ostřit jednotlivě na každý bod [1], [2].

### 2.1 Princip automatického cílení

Automatické cílení je rozděleno do dvou kroků. Nejprve se totální stanice přibližně nasměruje na daný cíl a v prvním kroku najde a hrubě zacílí na hranol. Při hledání hranolu optická osa dalekohledu opisuje spirálu, a zároveň vysílá laserové paprsky, dokud se některý nevrátí dostatečně silný pro jednoznačné určení cíle nebo nevyhodnotí, že v zorném poli žádný odrazný systém není [1], [2].



Obr. 1: Vyhledávání hranolu totální stanicí [14]

Ve druhém kroku dochází k docílení do středu hranolu. To se děje tak, že přístroj porovná příchozí signál s předdefinovaným obrazem. Při porovnání jsou odstraněny okolní rušivé signály, aby bylo možno dojít k maximální shodě. Následně se dopočte těžiště obrazu, které by mělo být shodné se středem hranolu. Přístroj poté docílí do středu hranolu, dokud není splněna tolerance v odsazení udaná výrobcem. Rozdíl, který vznikl neúplným docílením do středu se poté dopočte a přičte k vodorovnému i svislému úhlu [1], [2].



## 3 Přístroje a pomůcky

Veškeré použité přístroje a pomůcky byly zapůjčeny od Katedry speciální geodézie FSv ČVUT v Praze.

### 3.1 Totální stanice

#### 3.1.1 Leica MS60

Leica MS60 je plně automatická multistanice se kterou je možno měřit jako s normální totální stanicí, ale také slouží jako 3D skener. Jedná se o nejmodernější typ od výrobce Leica. Využití této totální stanice je v inženýrské geodézii na velmi přesné práce, skenování objektů s vysokou přesností a se systémem one-man se skvěle hodí na měření tachymetrie, vytyčování a mnoho dalších prací. Dále je stanice vybavena dvěma kamerami vhodnými například pro zachycování obrazu měřených bodů a ukládáním snímku s jejich číslem pro pozdější zpracování. Stanice má velkou robustní konstrukci a ovládá se pomocí dvou barevných dotykových displejů a klávesnicí [3].



Obr. 2: Totální stanice Leica MS60 (výr. číslo 885017)

Parametry, které ovlivňují cílení jsou převzaty z oficiálního datového listu od výrobce. [3]

Přesnost měření úhlů:

Přesnost ..... 1" (0,3 mgon)

Čtení úhlů (nejmenší dílek) ..... 1" (0,01 mgon)

Dalekohled:

Zvětšení ..... 30×

Rozsah ostření ..... 1,7 m–nekonečno

### 3.1.2 Trimble S8 HP

Trimble S8 HP byla uvedena na trh v roce 2007 se zaměřením na geodetický monitoring, měřické práce na stavbách a přesnou inženýrskou geodézií. Je ovládána přes bluetooth pomocí kontroleru. Ovládací konzole může být kromě kontroleru připnuta také k samotné totální stanici. Stanice má velkou robustní konstrukci a je vybavena nekonečnými ustanovkami, vytyčovacími světly a kamerou. [4]



Obr. 3: Totální stanice Trimble S8 HP (výr. číslo 98111877)

Parametry, které ovlivňují cílení jsou převzaty z oficiálního datového listu od výrobce. [4]

Přesnost měření úhlů:

Přesnost (směrodatná odchylka podle DIN 18723) ..... 1" (0,3 mgon)

Čtení úhlů (nejmenší dílek) ..... 1" (0,01 mgon)

Dalekohled:

Zvětšení ..... 30×

Světelnost objektivu ..... 40 mm

Zorné pole na 100 m ..... 2,6 m na 100 m

Rozsah ostření ..... 1,5 m–nekonečno

Robotizované měření - Autolock a Robotic Range:

Pasivní hranoly (dosah) ..... 500–700 m

Přesnost Autolock na 200 m (standardní odchylka)<sup>2</sup>:

Pasivní hranoly ..... <0,2 mm

### 3.1.3 Trimble S6 HP

Tato totální stanice je nejstarší ze všech testovaných, kdy její první verze byla vydána do prodeje v roce 2006. Je ovládána přes bluetooth pomocí kontroleru. Ovládací konzole může být kromě kontroleru připnuta také na samotné totální stanici. Stanice je plně automatická s nekonečnými ustanovkami. Stanice je vybavena technologií MultiTrack pro hledání hranolů a Autolock pro jejich neustálé sledování. [5]



Obr. 4: Totální stanice Trimble S6 HP (výr. číslo 92120086)

Parametry, které ovlivňují cílení jsou převzaty z oficiálního datového listu od výrobce. [5]

Přesnost měření úhlů:

Přesnost (směrodatná odchylka podle DIN 18723) ..... 1" (0,3 mgon)

Čtení úhlů (nejmenší dílek) ..... 1" (0,3 mgon)

Sledování ..... 2" (0,6 mgon)

Aritmetický průměr ..... 0,1" (0,03 mgon)

Dalekohled:

Zvětšení ..... 30×

Světelnost objektivu ..... 40 mm

Zorné pole na 100 m ..... 2,6 m na 100 m

Rozsah ostření ..... 1,5 m–nekonečno

Robotizované měření - Autolock a Robotic Range:

Pasivní hranoly (dosah) ..... 500–700 m

Přesnost Autolock na 200 m (standardní odchylka)<sup>2</sup>:

Pasivní hranoly ..... <0,2 mm

## 3.2 Odrazné hranoly

Použité odrazné hranoly jsou od výrobce Leica a představují základní typy hranolů používaných v inženýrské geodézii (od běžných a méně přesných prací až po práce v průmyslu).

### 3.2.1 Leica GPR121

Odrazný hranol využívaný pro běžné geodetické práce, který je opatřen kovovým krytem. Standardně je používán při mapování, měření podkladů pro projekt nebo v rámci trojpodstavcových souprav při měření delší vzdálenosti.



Obr. 5: Odrazný hranol Leica GPR121

#### Parametry [6], [10]:

Leica konstanta .....	0 mm
Absolutní konstanta .....	-34,4 mm
Centrační přesnost .....	1,0 mm
Dosah měření délek .....	3500 m
Průměr.....	62 mm

### 3.2.2 Leica GPH1P

Jedná se o velmi přesný odrazný hranol v kovovém krytu. Hranol je používán na velmi přesné práce v inženýrské geodézii.



Obr. 6: Odrazný hranol Leica GPH1P

#### Parametry [7], [10]:

Leica konstanta .....	0 mm
Absolutní konstanta .....	-34,4 mm
Centrační přesnost .....	0,3 mm
Dosah měření délek .....	3500 m
Průměr.....	62 mm

### 3.2.3 Leica GMP101

Minihranol, který je uložen v kovovém krytu s libelou. Používá se především na stavbách na přesné vytyčení bodů.



Obr. 7: Odrazný hranol Leica GMP101

**Parametry [8], [10]:**

Leica konstanta .....	+17,5 mm
Absolutní konstanta .....	-16,9 mm
Centrační přesnost .....	1,0 mm
Dosah měření délek .....	2000 m
Průměr.....	25,4 mm

### 3.2.4 Leica GRZ122

Tento všesměrný hranol se hodí pro používání s moderními totálními stanicemi se systémem one-man. Na hranol je také možno přidělat GNSS přijímač. Obecně je používán pro mapování a méně přesné práce.



Obr. 8: Odrazný hranol Leica GRZ122

#### Parametry [9], [10]:

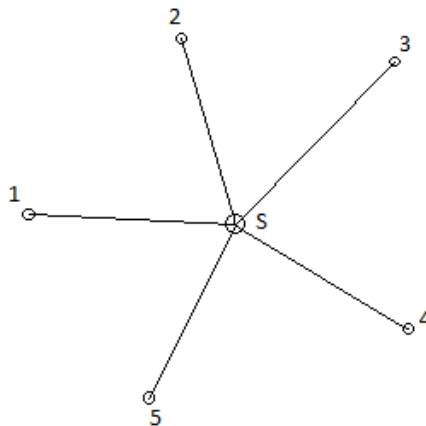
Leica konstanta .....	+23,1 mm
Absolutní konstanta .....	-11,3 mm
Centrační přesnost .....	2,0 mm
Dosah měření délek .....	600 m
Průměr.....	25,4 mm

## 4 Test dle normy ČSN ISO 17123-3

Norma ČSN ISO 17123-3 udává postup měření a vypočtení přesnosti měření geodetického přístroje jak pro vodorovné, tak i pro svislé úhly. Obsahuje dva typy testů, jednoduchý a kompletní. Test je záměrně navržen tak, aby byl co nejvíce potlačen vliv atmosféry na měření. Výsledkem tohoto testu je experimentální směrodatná odchylka. Pro měření této bakalářské práce byl zvolen pouze kompletní horizontální test. [11]

### 4.1 Měření dle normy ČSN ISO 17123-3

Pro kompletní test je zapotřebí 5 pevných bodů rovnoměrně rozmístěných kolem stanoviště. Body by měly být ve vzdálenosti 100 - 250 m od stanoviště a přibližně ve stejné výšce jako přístroj. [11]



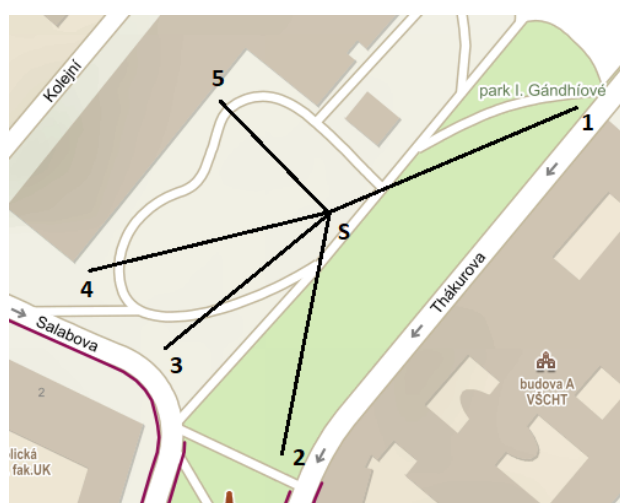
Obr. 9: Rozvržení testovacího pole dle normy ISO 17123-3

Test se měří ve 4 sériích, kdy při každé sérii by se měly lehce změnit atmosférické podmínky. Dále každá série má 3 skupiny, přičemž se každá skupina měří v první i druhé poloze dalekohledu. Měření probíhá v první poloze ve směru hodinových ručiček, jakmile se změří poslední bod, přístroj se otočí do druhé polohy a měří se zpět proti směru hodinových ručiček. Během měření jednotlivých skupin by se mělo změnit čtení o 67 gonů. Toto u totálních stanic během měření nejde, měla by se tedy vyjmout z trojnožky pootočit a nasadit zpět. [11]



## 4.2 Průběh měření

Měření probíhalo před budovou Fakulty stavební ČVUT v Praze v ulici Thákurova. Bylo polojasno, 12 °C. Byly testovány všechny tři totální stanice najednou a ověřována přesnost automatického i ručního měření. Přístroj byl umístěn na stativu a kolem něj byly na stativech rozmístěny odrazné hranoly. Postavení cílů bylo voleno takové, aby byl stativ neustále ve stínu. Kvůli nedostatku prostoru však nebyla dodržena minimální délka stran. Nejkratší vzdálenost v tomto testu byla 48 m a nejdelší 80 m. V každé skupině měření probíhalo podle směru hodinových ručiček v první poloze, a poté obráceně v druhé poloze. Aby byla splněna mírná rozdílnost atmosférických podmínek při měření, provedla se vždy po jedné sérii změřené automaticky a ručně výměna totální stanice. Na všech bodech byl umístěn hranol Leica GPR121.



Obr. 10: Mapa měřické sítě [12]

## 4.3 Výpočty

### 4.3.1 Výpočet experimentální směrodatné odchylky

Výpočet byl proveden dle rovnic uvedených normou ČSN ISO 17123-3. Směry jsou označeny  $x_{j,k,I}$  a  $x_{j,k,II}$ , kde  $j$  je číslo skupiny,  $k$  číslo cíle a  $I, II$  udávají první nebo druhou polohu dalekohledu. Každá série je zpracována zvlášť. [11]

Průměr první a druhé polohy měření:

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} = \left( \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 200 \text{ gon}}{2} \right); j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 5 \quad (1)$$

Redukce úhlů ke směru prvního bodu:

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 5 \quad (2)$$

Průměr úhlů ze tří měřených skupin:

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; k = 1, \dots, 5 \quad (3)$$

Opravy jednotlivých skupin od průměru:

$$d_{j,k} = \bar{x}_{j,k} - x'_{j,k}; j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 5 \quad (4)$$

Suma oprav od průměru všech skupin:

$$\bar{d}_j = \frac{d_{j,1} + d_{j,2} + d_{j,3} + d_{j,4} + d_{j,5}}{5}; j = 1, 2, 3 \quad (5)$$

Zbytek po opravách:

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 5 \quad (6)$$

Kromě chyb ze zaokrouhlení by měl být součet zbytků roven nule.

$$\sum_{k=1}^5 r_{j,k} = 0; j = 1, 2, 3 \quad (7)$$

Suma čtverců zbytků každé skupiny:

$$\Sigma r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^5 r_{j,k}^2 \quad (8)$$

Určení počtu stupňů volnosti, kde  $n$  je počet skupin a  $t$  je počet cílů.

$$v_i = (3 - 1) * (5 - 1) = 8 ; n = 3 ; t = 5 \quad (9)$$

Experimentální směrodatná odchylka měřeného směru v jedné skupině a obou polohách dalekohledu.

$$s_i = \sqrt{\frac{\Sigma r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\Sigma r_i^2}{8}} \quad (10)$$

Určení stupňů volnosti pro čtyři série:

$$v = v_i * 4 = 32 \quad (11)$$

Experimentální směrodatná odchylka určena pro jednu skupinu měřenou v obou polohách dalekohledu ve čtyřech sériích.

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^4 \Sigma r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^4 \Sigma r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^4 s_i^2}{4}} \quad (12)$$

#### 4.3.2 Výpočet statistického testu

Výsledky kompletního testu je doporučeno statisticky otestovat za pomoci experimentální směrodatné odchylky,  $s$ , určené z měření ve dvou polohách dalekohledu. Při testování jsou položeny různé otázky. Pro tuto práci je nejdůležitější otázka a):

Zdali vypočtená experimentální směrodatná odchylka,  $s$ , je menší než výrobcem udávaná směrodatná odchylka,  $\sigma$ ?

Pro následující statistické testy je zvolena hladina významnosti  $1-\alpha = 0,95$  a počet stupňů volnosti určených z měření  $v = 32$

Nulová hypotéza předpokládá, že experimentální směrodatná odchylka,  $s$ , určená z měření ve dvou polohách dalekohledu je menší, nebo rovna směrodatné odchylce,  $\sigma$ , která je udávaná výrobcem. Jestliže je následující podmínka splněna, přijmeme nulovou hypotézu:

$$s \leq \sigma * \sqrt{\frac{\chi_{1-\alpha}^2(v)}{v}} \quad (1)$$

$$s \leq \sigma * \sqrt{\frac{\chi_{0,95}^2(32)}{32}} \quad (2)$$

$$\chi_{0,95}^2(32) = 46,19 \quad (3)$$

$$s \leq \sigma * \sqrt{\frac{46,19}{32}} \quad (4)$$

$$s \leq \sigma * 1,20 \quad (5)$$

## 4.4 Výsledky

### 4.4.1 Měřené experimentální směrodatné odchylky

Tab. 1: Výsledek testu pro přístroj Trimble S6 HP pomocí automatického cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka ( $s$ )
1. série	1,25 mgon	1,10 mgon
2. série	0,67 mgon	
3. série	1,51 mgon	
4. série	0,73 mgon	

Tab 2: Výsledek testu pro přístroj Trimble S6 HP pomocí ručního cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka ( $s$ )
1. série	1,29 mgon	1,25 mgon
2. série	1,23 mgon	
3. série	1,04 mgon	
4. série	1,41 mgon	

Tab. 3: Výsledek testu pro přístroj Trimble S8 HP pomocí automatického cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka ( $s$ )
1. série	0,69 mgon	0,46 mgon
2. série	0,51 mgon	
3. série	0,20 mgon	
4. série	0,24 mgon	

Tab. 4: Výsledek testu pro přístroj Trimble S8 HP pomocí ručního cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka (s)
1. série	2,77 mgon	1,54 mgon
2. série	0,96 mgon	
3. série	0,58 mgon	
4. série	0,71 mgon	

Tab. 5: Výsledek testu pro přístroj Leica MS60 pomocí automatického cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka (s)
1. série	0,38 mgon	0,70 mgon
2. série	1,23 mgon	
3. série	0,33 mgon	
4. série	0,45 mgon	

Tab. 6: Výsledek testu pro přístroj Leica MS60 pomocí ručního cílení.

Série	Experimentální směrodatná odchylka ( $s_i$ )	Výsledná experimentální směrodatná odchylka (s)
1. série	5,05 mgon	3,38 mgon
2. série	1,93 mgon	
3. série	2,89 mgon	
4. série	2,86 mgon	

Z výsledků lze vypožorovat, že přesnost automatického cílení dopadla u všech přístrojů lépe než u ručního cílení. Zároveň odchylka u manuálního cílení přístrojem Leica MS60 je výrazně vyšší než u ostatních měření, zvláště pak u první série, kdy se měřič teprve seznamoval se strojem.

#### 4.4.2 Porovnání dle statistického testu

Všechny testované totální stanice mají udávanou odchylku  $\sigma = 0,3 \text{ mgon}$ . Z rovnic v kapitole 4.3.2 tedy dostaneme:

$$s \leq 0,3 \text{ mgon} * 1,20 \quad (6)$$

$$s \leq 0,36 \text{ mgon} \quad (7)$$

Tab. 7: Porovnání vypočtené a výrobcem udané odchylky

Přístroj	Typ cílení	Vypočtená směrodatná odchylka	Mezní hodnota
Trimble S6 HP	Automatické cílení	1,10 mgon	0,36 mgon
Trimble S8 HP		0,46 mgon	0,36 mgon
Leica MS60		0,70 mgon	0,36 mgon
Trimble S6 HP	Ruční cílení	1,25 mgon	0,36 mgon
Trimble S8 HP		1,54 mgon	0,36 mgon
Leica MS60		3,38 mgon	0,36 mgon

Žádná směrodatná odchylka určena z měření, není menší nebo rovna odchylce udané výrobcem. To je způsobeno tím, že nebyly dodrženy minimální požadované vzdálenosti bodů od přístroje a přesnost cílení tím výrazně klesá.

## 5 Experimentální určení přesnosti cílení na různé hranoly

Byl navrhnout experiment pro určení přesnosti cílení tří různých totálních stanic (Leica MS60, Trimble S8 HP a Trimble S6 HP) na čtyři odlišné odrazné hranoly (Leica GPR121, Leica GPH1P, Leica GMP101 a Leica GRZ122 360°). Cílem experimentu je zjistit přesnost automatického cílení na jednotlivé odrazné hranoly a následné porovnat s ručním cílením. Experiment byl vyhodnocen jak pro vodorovné, tak pro svislé úhly.

### 5.1 Návrh experimentu

Nejprve se muselo zvolit vhodné místo pro provedení experimentu, kde byly neměnné atmosférické podmínky, prostor byl dostatečně velký pro prováděná měření a zároveň aby nikdo a nic neovlivňovalo cílení během měření. Byl vybrán sklep budovy B Fakulty stavební ČVUT v Praze.

Poté byl navržen způsob měření, které se provede na všechny čtyři hranoly ve vzdálenostech 20 m, 40 m a 80 m pro zjištění odlišností cílení na různé vzdálenosti. Hranoly byly umístěny na kovové lati na stativu, vzdáleny od sebe přibližně 30 cm.



Obr. 11: Hranoly na kovové lati na stativu.

Nakonec musela být stanovena přesnost měření, a tedy i počet opakování, s kterým se budou měření provádět. Počet měření byl odvozen ze vztahu o hodnotě směrodatné odchyly výběrové směrodatné odchyly určovaného parametru  $s_s$ , kde  $s$  je směrodatná odchylnka a  $n$  je počet měření. [13]

$$s_s = \frac{s}{\sqrt{2 * (n - 1)}} \quad (18)$$

Bylo rozhodnuto, že směrodatná odchylnka  $s_s$  směrodatné odchyly  $s$  může být maximálně 10 %.

$$s_s * \frac{1}{\sqrt{2 * (n - 1)}} = 0.1 * s \rightarrow n = 51 \quad (19)$$

Z tohoto vztahu tedy vyplývá, že počet měřených skupin byl stanoven na 51.

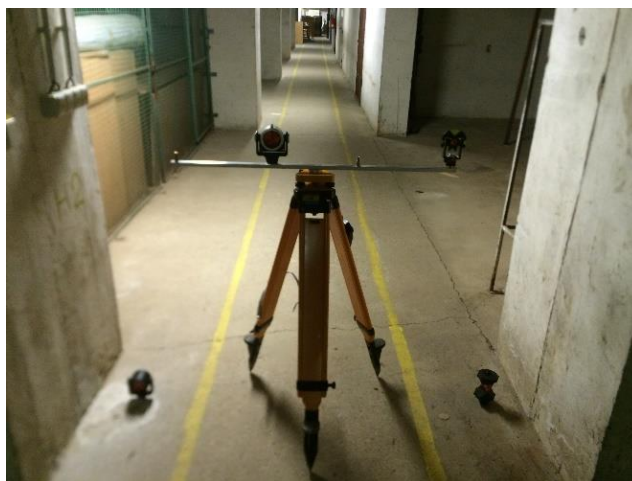
## 5.2 Postup měření

Nad bodem, od kterého byly rozměřeny všechny vzdálenosti se provedla horizontace a centrace přístroje. Druhý stativ byl postaven na bod do požadované vzdálenosti. Hranoly na lati, popřípadě rozmístěné kolem stativu byly postaveny v jedné rovině, kolmé k měřenému směru a zacíleny na přístroj. Během samotného měření se postupovalo nejprve zaměřením 51 skupin pomocí automatického cílení a hned poté bylo to samé zaměřeno ručním cílením. Měřilo se v obou polohách dalekohledu nejprve první a poté druhá poloha v opačném směru.

## 5.3 Problémy při měření

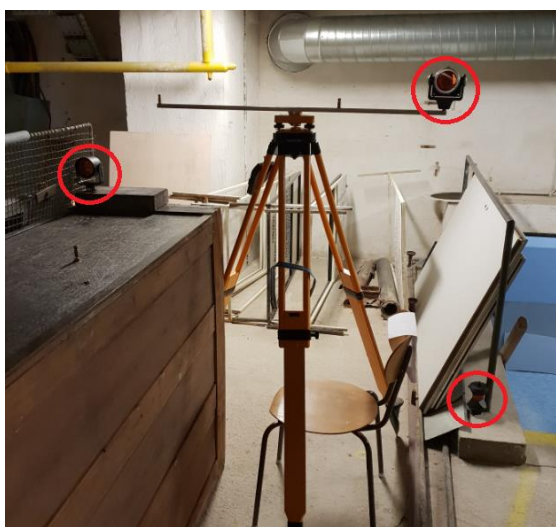
Během měření nastaly dva problémy, které ho výrazně ovlivnily. Prvním problémem, který se projevil až při měření na vzdálenost 40 m bylo, že hranoly byly postaveny moc blízko u sebe a přístroj, který měl více hranolů v zorném poli, nedokázal rozpoznat ten správný. Cílení se tedy někdy nezdařilo nebo bylo provedeno na špatný hranol. Tento problém byl vyřešen jiným rozmístěním hranolů a jejich postavením dál od sebe.





Obr. 12: Kompozice hranolů na vzd. 40 m

Druhý problém byl zaznamenán pouze u totálních stanic Trimbel S6 a S8. Při měření na vzdálenost 80 m nemohly tyto totální stanice zacílit na minihranol Leica GMP101. Těm se nepovedlo přesně zacílit a přichytit na hranol. Obraz se klepal a nebylo možno jednoznačně určit měřené úhly. Toto se nepovedlo odstranit ani zakrytím možných rušivých elementů, proto byl hranol z testu pro tyto dvě totální stanice na nejdelší vzdálenost odstraněn.



Obr. 13: kompozice hranolů na vzd. 80 m pro TS Trimbel Obr. 14: Kompozice hranolů na vzd. 80 m pro TS Leica

## 5.4 Výpočty

### 5.4.1 Výpočet vodorovných úhlů

Výpočet byl proveden dle následujících rovnic.

Průměr ze dvou poloh dalekohledu:

$$x_{i,j} = \left( \frac{x_{k,j,I} + x_{k,j,II} \pm 200 \text{ gon}}{2} \right); k = 1, 2, 3, 4; j = 1, \dots, 51 \quad (20)$$

Výběrová směrodatná odchylka:

$$s_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \quad (21)$$

Kde  $\bar{x}$  = průměrná hodnota ze všech měření,  
 $n$  = počet měření

### 5.4.2 Výpočet svislých úhlů

Výpočet byl proveden dle následujících rovnic.

Součet první a druhé polohy:

$$x_{k,j} = x_{k,j,I} + x_{k,j,II}; k = 1, 2, 3, 4; j = 1, \dots, 51 \quad (22)$$

Výpočet indexové chyby:

$$i_j = \frac{400^g - (x_{j,I} + x_{j,II})}{2} \quad (23)$$

Úhel v první poloze opravený o indexovou chybu

$$x'_{j,I} = x_{j,I} + i_j \quad (24)$$

Výběrová směrodatná odchylka:

$$s_k = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x'_{j,I} - \bar{x}')^2}{(n-1)}} \quad (25)$$

Kde  $\bar{x}'$  = průměrná hodnota z prvních poloh měření, opravených o indexovou chybu

$n$  = počet měření

## 5.5 Výsledky

### 5.5.1 Vodorovné úhly

Tab. 8: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí automatického cílení

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,22 mgon	0,18 mgon	0,17 mgon	0,39 mgon
40 m	0,16 mgon	0,15 mgon	0,20 mgon	0,16 mgon
80 m	0,09 mgon	0,10 mgon	-	0,11 mgon

Tab. 9: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,34 mgon	0,37 mgon	0,41 mgon	0,37 mgon
40 m	0,48 mgon	0,44 mgon	0,41 mgon	0,78 mgon
80 m	0,27 mgon	0,30 mgon	-	0,53 mgon

Tab. 10: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro Trimble S8 HP pomocí automatického cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,34 mgon	0,33 mgon	0,30 mgon	0,26 mgon
40 m	0,13 mgon	0,11 mgon	0,27 mgon	0,14 mgon
80 m	0,07 mgon	0,08 mgon	-	0,09 mgon

Tab. 11: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro Trimble S8 HP pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,37 mgon	0,42 mgon	0,51 mgon	0,43 mgon
40 m	0,31 mgon	0,51 mgon	0,55 mgon	0,44 mgon
80 m	0,34 mgon	0,37 mgon	-	0,29 mgon

Tab. 12: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro TS Leica MS60 pomocí automatického cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,09 mgon	0,10 mgon	0,10 mgon	0,41 mgon
40 m	0,15 mgon	0,15 mgon	0,15 mgon	0,15 mgon
80 m	0,31 mgon	0,33 mgon	0,39 mgon	0,35 mgon

Tab. 13: Výběrová směrodatná odchylka vodorovného úhlu pro TS Leica MS60 pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,38 mgon	0,37 mgon	0,38 mgon	0,35 mgon
40 m	0,22 mgon	0,18 mgon	0,19 mgon	0,24 mgon
80 m	0,41 mgon	0,36 mgon	0,37 mgon	0,44 mgon

Z těchto výsledků lze zjistit, že u testovaných totálních stanic od firmy Trimble klesá se vzdáleností i směrodatná odchylka pro automatické měření vodorovných úhlů. U přístroje od firmy Leica je tomu naopak.

U manuálního cílení odchylka vychází zpravidla 0,3 – 0,5 mgon a na její velikost nemá vliv vzdálenost cíle od přístroje. Lze pozorovat i odchylku u měření stanicí Trimble S6 na hranol Leica GRZ122, kde je tato hodnota výrazně větší. Chyba pravděpodobně vychází z hrubých chyb měřiče.

## 5.5.2 Svislé úhly

Tab. 14: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí automatického cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,28 mgon	0,27 mgon	0,17 mgon	0,25 mgon
40 m	0,12 mgon	0,20 mgon	0,16 mgon	0,14 mgon
80 m	0,12 mgon	0,16 mgon	-	0,15 mgon

Tab. 15: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,50 mgon	0,44 mgon	0,45 mgon	0,31 mgon
40 m	0,64 mgon	0,66 mgon	0,55 mgon	0,74 mgon
80 m	0,37 mgon	0,44 mgon	-	0,54 mgon

Tab. 16: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro Trimble S8 HP pomocí automatického cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,12 mgon	0,10 mgon	0,07 mgon	0,09 mgon
40 m	0,15 mgon	0,12 mgon	0,17 mgon	0,14 mgon
80 m	0,10 mgon	0,14 mgon	-	0,17 mgon

Tab. 17: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro Trimble S8 HP pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,54 mgon	0,37 mgon	0,47 mgon	0,41 mgon
40 m	0,50 mgon	0,56 mgon	0,37 mgon	0,49 mgon
80 m	0,37 mgon	0,44 mgon	-	0,54 mgon

Tab. 18: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro TS Leica MS60 pomocí automatického cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,10 mgon	0,08 mgon	0,12 mgon	0,18 mgon
40 m	0,16 mgon	0,11 mgon	0,13 mgon	0,13 mgon
80 m	0,18 mgon	0,17 mgon	0,14 mgon	0,20 mgon

Tab. 19: Výběrová směrodatná odchylka svislého úhlu pro TS Leica MS60 pomocí ručního cílení.

Vzdálenost	Leica GPR121	Leica GPH1P	Leica GMP101	Leica GRZ122
20 m	0,12 mgon	0,13 mgon	0,13 mgon	0,10 mgon
40 m	0,17 mgon	0,19 mgon	0,15 mgon	0,14 mgon
80 m	0,41 mgon	0,31 mgon	0,40 mgon	0,42 mgon

Z výsledků se opět potvrzuje tvrzení, že u totální stanice Leica se vzdáleností roste směrodatná odchylka a u testovaných stanic Trimble klesá.

U manuálního cílení dopadla v testu výrazně lépe stanice Leica MS60, kdy hlavně na kratší vzdálenosti její odchylka nepřekročila ani v jednom případě 0,20 mgon. Zbylé dvě stanice dopadly hůře než u měření vodorovných úhlů, kdy jejich odchylka se zde pohybuje mezi 0,4 a 0,6 mgon bez rozdílu vzdálenosti cíle. Lepší přesnost vyplývá z lepšího provedení ustanovek, které vedou i k lepšímu docílení na střed hranolu.

## 6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo otestovat přesnost automatického cílení na čtyři různé odrazné hranoly třemi totálními stanicemi. Testovalo se podle normy ČSN ISO 17123-3 před Fakultou stavební ČVUT v Praze v ulici Thákurova a podle navrženého experimentu prováděného v laboratorních podmínkách v budově fakulty.

Z výsledků testu dle normy ISO ČSN 17123-3 vyplynulo, že žádný stroj nesplňuje mezní odchylku udávanou výrobcem. To je ovšem způsobeno kratšími délkami, než norma udává a tím byla výrazně ovlivněna přesnost cílení. Dále byla zjištěna lepší přesnost automatického cílení než ručního u všech totálních stanic.

U experimentálního testování podle výsledků měřených horizontálních úhlů pomocí automatického cílení je vidět, že u přístrojů Trimble se se vzdáleností směrodatná odchylka zmenšuje, a u totální stanice Leica se naopak zvětšuje. Naproti tomu u ručního cílení se odchylka pohybuje přibližně stejně u všech strojů i vzdáleností až na jedno, kdy byla nejspíše provedena chyba při měření.

U svislých úhlů tyto výsledky pro automatické cílení vycházejí obdobně. U ručního se hodnoty odchylky pro totální stanice Trimble lehce zvýšily, a naopak Leica dosahovala lepších výsledků. Potvrdilo se ale zvětšování hodnoty odchylky u přístroje Leica se vzrůstající vzdáleností a zmenšování u testovaných přístrojů Trimble.

Může se tedy prohlásit, že jak u vodorovných, tak u svislých úhlů u stanic Trimble S6 HP a S8 HP se odchylka se vzdáleností zmenšuje a u stanice Leica MS60 se zvětšuje. Automatické cílení vychází ve všech testech lépe než ruční, ovšem mohou při něm nastat chyby, kdy přístroj zacílí na jiný hranol, nebo na něj vůbec nebude moci zacílit. Proto doporučuji vždy kontrolovat práci přístroje a nespoléhat na jeho neomylnost.

# Zdroje

- [1] Dobrovolný, P.: *Testování využití automatického cílení pro určování posunů a přetvoření vodních děl*. Diplomová práce, ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha 2013.
- [2] Vévodová, P.: *Testování automatického cílení totálních stanic na odrazné fólie*. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Praha 2015.
- [3] Leica – geosystems: *Leica Nova MS60 Data sheet*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: [https://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/nova\\_ms60/brochures-datasheet/Leica%20Nova%20MS60%20DS\\_en.pdf](https://w3.leica-geosystems.com/downloads123/zz/tps/nova_ms60/brochures-datasheet/Leica%20Nova%20MS60%20DS_en.pdf)
- [4] Trimble: *Trimble S8 total station datasheet*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: [http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-390412/022543-410H\\_TrimbleS8\\_DS\\_0115\\_LR\\_sec.pdf](http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-390412/022543-410H_TrimbleS8_DS_0115_LR_sec.pdf)
- [5] Trimble: *Totální stanice Trimble S6 technický popis*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: [http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-218010/022543-098L-CZE\\_TrimbleS6\\_DS\\_0613\\_LR.pdf](http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-218010/022543-098L-CZE_TrimbleS6_DS_0613_LR.pdf)
- [6] Fltgeosystems: *Leica GPR121*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: <https://secure.fltgeosystems.com/prisms-prism-poles/prisms/leica-gpr121-pro-precision-circular-prism-641617-lca641617/>
- [7] fltgeosystems: *Leica GPH1P*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: <https://secure.fltgeosystems.com/prisms-prism-poles/prisms/leica-gpr121-pro-precision-circular-prism-641617-lca641617/>
- [8] Allenprecision: *Leica GMP101 Mini-Prism Set*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: <https://www.allenprecision.com/mini-prism-set>
- [9] Crkennedy: *Leica GRZ122 360° prism*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: <https://survey.crkennedy.com.au/products/LG754384>
- [10] Lasersurveyingequipment: *Leica Prism Constant Explained*. [cit. 2019-01-05]. Dostupné online z: <https://www.lasersurveyingequipment.com.au/latest-news/42/leica-prism-constant-explained.html>
- [11] ČSN ISO 17123-3. *Optika a optické přístroje - Terénní postupy pro zkoušení ge-odetických a měřických přístrojů: Část 3: Teodolity*. Český normalizační institut, Praha, 2005.
- [12] *Mapy.cz*. [cit. 2019-01-09]. Dostupné online z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.3874956&y=50.1031871&z=18>
- [13] Hampacher, M. - Štroner, M.: *Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii*, České vysoké učení technické v Praze, 1. vyd, Praha, 2011. ISBN 978-80-01-04900-6.
- [14] Joeckel, R. - Stober, M.: *Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung*. Wittwer, 4. neubearb. und erw. Aufl., Stuttgart, 1999. ISBN 38-791-9266-9.

# Seznam tabulek

Tab. 1: Výsledek testu pro přístroj Trimble S6 HP pomocí automatického cílení. ....	19
Tab. 2: Výsledek testu pro přístroj Trimble S6 HP pomocí ručního cílení. ....	19
Tab. 3: Výsledek testu pro přístroj Trimble S8 HP pomocí automatického cílení. ....	19
Tab. 4: Výsledek testu pro přístroj Trimble S8 HP pomocí ručního cílení. ....	20
Tab. 5: Výsledek testu pro přístroj Leica MS60 pomocí automatického cílení. ....	20
Tab. 6: Výsledek testu pro přístroj Leica MS60 pomocí ručního cílení. ....	20
Tab. 7: Porovnání vypočtené a výrobcem udané odchyly ..... 21	21
Tab. 8: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí automatického cílení 26	26
Tab. 9: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí ručního cílení. .... 26	26
Tab. 10: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro Trimble S8 HP pomocí automatického cílení. . 26	26
Tab. 11: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro Trimble S8 HP pomocí ručního cílení. .... 27	27
Tab. 12: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro TS Leica MS60 pomocí automatického cílení. 27	27
Tab. 13: Výběrová směrodatná odchylna vodorovného úhlu pro TS Leica MS60 pomocí ručního cílení. .... 27	27
Tab. 14: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí automatického cílení. .... 27	27
Tab. 15: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro TS Trimble S6 HP pomocí ručního cílení. .... 27	27
Tab. 16: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro Trimble S8 HP pomocí automatického cílení. .... 28	28
Tab. 17: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro Trimble S8 HP pomocí ručního cílení. .... 28	28
Tab. 18: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro TS Leica MS60 pomocí automatického cílení. .... 28	28
Tab. 19: Výběrová směrodatná odchylna svislého úhlu pro TS Leica MS60 pomocí ručního cílení. .... 28	28

# Seznam obrázků

Obr. 1: Vyhledávání hranolu totální stanic [14] .....	7
Obr. 2: Totální stanice Leica MS60 (výr. číslo 885017).....	8
Obr. 3: Totální stanic Trimble S8 HP (výr. číslo 98111877) .....	9
Obr. 4: Totální stanice Trimble S6 HP (výr. číslo 92120086) .....	10
Obr. 5: Odrazný hranol Leica GPR121 .....	11
Obr. 6: Odrazný hranol Leica GPH1P.....	12
Obr. 7: Odrazný hranol Leica GMP101.....	13
Obr. 8: Odrazný hranol Leica GRZ122 .....	14
Obr. 9: Rozvržení testovacího pole dle normy ISO 17123-3 .....	15
Obr. 10: Mapa měřické sítě [12] .....	16
Obr. 11: Hranoly na kovové lati na stativu.....	22
Obr. 12: Kompozice hranolů na vzd. 40 m .....	24
Obr. 13: kompozice hranolů na vzd. 80 m pro TS Trimble.....	24
Obr. 14: Kompozice hranolů na vzd. 80 m pro TS Leica .....	23



# Digitální přílohy

- priloha1\_vodorovne\_mereniMS60\_20auto.xlsb
- priloha2\_vodorovne\_mereniMS60\_20rucni.xlsb
- priloha3\_vodorovne\_mereniMS60\_40auto.xlsb
- priloha4\_vodorovne\_mereniMS60\_40rucni.xlsb
- priloha5\_vodorovne\_mereniMS60\_80auto.xlsb
- priloha6\_vodorovne\_mereniMS60\_80rucne.xlsb
- priloha7\_vodorovne\_mereniTRS6\_20auto.xlsb
- priloha8\_vodorovne\_mereniTRS6\_20rucni.xlsb
- priloha9\_vodorovne\_mereniTRS6\_40auto.xlsb
- priloha10\_vodorovne\_mereniTRS6\_40rucni.xlsb
- priloha11\_vodorovne\_mereniTRS6\_80auto.xlsb
- priloha12\_vodorovne\_mereniTRS6\_80rucne.xlsb
- priloha13\_vodorovne\_mereniTRS8\_20auto.xlsb
- priloha14\_vodorovne\_mereniTRS8\_20rucni.xlsb
- priloha15\_vodorovne\_mereniTRS8\_40auto.xlsb
- priloha16\_vodorovne\_mereniTRS8\_40rucni.xlsb
- priloha17\_vodorovne\_mereniTRS8\_80auto.xlsb
- priloha18\_vodorovne\_mereniTRS8\_80rucni.xlsb
- priloha19\_svisle\_mereniMS60\_20auto.xlsb
- priloha20\_svisle\_mereniMS60\_20rucni.xlsb
- priloha21\_svisle\_mereniMS60\_40auto.xlsb
- priloha22\_svisle\_mereniMS60\_40rucni.xlsb
- priloha23\_svisle\_mereniMS60\_80auto.xlsb
- priloha24\_svisle\_mereniMS60\_80rucne.xlsb
- priloha25\_svisle\_mereniTRS6\_20auto.xlsb
- priloha26\_svisle\_mereniTRS6\_20rucni.xlsb
- priloha27\_svisle\_mereniTRS6\_40auto.xlsb
- priloha28\_svisle\_mereniTRS6\_40rucni.xlsb
- priloha29\_svisle\_mereniTRS6\_80auto.xlsb
- priloha30\_svisle\_mereniTRS6\_80rucni.xlsb
- priloha31\_svisle\_mereniTRS8\_20auto.xlsb
- priloha32\_svisle\_mereniTRS8\_20rucni.xlsb
- priloha33\_svisle\_mereniTRS8\_40auto.xlsb
- priloha34\_svisle\_mereniTRS8\_40rucni.xlsb
- priloha35\_svisle\_mereniTRS8\_80auto.xlsb
- priloha36\_svisle\_mereniTRS8\_80rucni.xlsb

- priloha37\_test\_norma17123\_kulhavy\_MS60\_auto
- priloha38\_test\_norma17123\_kulhavy\_MS60\_rucne
- priloha39\_test\_norma17123\_kulhavy\_S6\_auto
- priloha40\_test\_norma17123\_kulhavy\_S6\_rucne
- priloha41\_test\_norma17123\_kulhavy\_S8\_auto
- priloha42\_test\_norma17123\_kulhavy\_S8\_rucne