

# ВИСОКА ГРАЂЕВИНСКО ГЕОДЕТСКА ШКОЛА



## ЕЛАБОРАТ ИЗ ГЕОДЕТСКЕ МЕТРОЛОГИЈЕ

ШКОЛСКА 2008/2009

ДАТУМ ПРЕГЛЕДА:

СТУДЕНТ/БР:ИНДЕКСА

**PREGLEDAO**

Mr Зоран Милосављевић, дипл. геод.инж.

## Садржај елабората са табелом освојених бодова

Студент: \_\_\_\_\_

Број индекса: \_\_\_\_\_

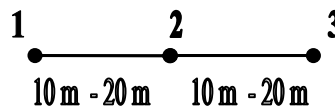
Вежба број	Назив вежбе	Број бодова	Датум овере	Потпис
0.	Текс задатака везби			
1.	Метролошки преглед електрооптичких даљиномера			
2.	Метролошки преглед теодолита			
3.	Метролошки преглед нивелира			
4.	Метролошки преглед нивелманских летава			
5.	Метролошки преглед мерних пантљика			
6.	Метролошки преглед GPS пријемника			
	Укупан број бодова на вежбама			
	Допунски бодови			
	Број бодова за семинарски рад			
	Број бодова на првом колоквијуму			
	Број бодова на другом колоквијуму			
	Укупан број освојених бодова			

ВГГШ	ГЕОДЕТСКИ ОДСЕК	<b>ГЕОДЕТСКА МЕТРОЛОГИЈА</b>	ВЕЖБА БРОЈ 1
------	-----------------	----------------------------------	--------------

VE@BA 1. Izvr{iti terenska marewa elektroopti~kim daqinomerom na bazi od tri kratka rastojawa i to tako da se svaka du`ina (izme|u ta~ke 3 i 2, izme|u ta~ke 3 i 1, kao i izme|u ta~ke 2 i 1) izmeri 10 puta.

Merwe	3-2 (m)	3-1 (m)	2-1 (m)	Primedba
1.				
2.				T= °C
3.				p= mbar
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Baza treba da ima oblik dat slede}om slikom:



**Slika 1** Oblik baze sa tri kratke i jednom velikom du`inom

Određiti sredwe kvadratno odstupawe po formuli za svaku merenu du`inu iz serije i to za kratke du`ine kao aritmeti~ku sredinu iz sredwih kvadratnih odstupawa kratkih du`ina.

Metodom najmawih kvadrata sra~unati ocenu za a, sredwu gre{ku jedinice te`ine  $m_0$  i sredwu kvadratnu gre{ku odre|ivawa adicione konstante  $m_a$  po formulama gde je n broj jedna~ina popravaka, tj. koliko su puta merene du`ine od ta~ke 1 do 2, od ta~ke 2 do 3 i od ta~ke 1 do 3

$$\hat{a} = - \frac{\sum_{i=1}^n (D_{mi1-2} + D_{mi2-3} - D_{mi1-3})}{n}$$

$$V_i = \hat{a} + D_{mi1-2} + D_{mi2-3} - D_{mi1-3}$$

$$i=1, 2, \dots, 10$$

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}}$$

$$m_a = \frac{m_0}{\sqrt{n}}$$

.Određiti i multiplikacionu konstantu elektroopti~kog daqinomera po formuli  $q = \frac{f_n}{f_r}$  gde je  $f_r$  radna frekvencija (=14 999 992 Hz), a  $f_n$  sa nominalnom (deklarisanom) frekvencijom (=15 000 000 Hz)

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERY	OVERIO

VGG[	GEODETSKI ODSEK	GEODETSKA METROLOGIJA	VE@BA BROJ:2
<p>VE@BA 2. Na približno ravnom terenu oformiti poligon uglova koji se sastoji od jedne centralne i tri periferne tačke. Centrisati teodolit nad centralnom tačkom i izvršiti spoq{wi pregled teodolita o ~emu je potrebno voditi i priloiti zapisnik. Izvr{iti ispitivawe i po potrebi rektifikaciju teodolita i to dokumentovati prilogom u ve`bi. Izvr{iti merewa horizontalnih pravaca u pet girusa na tri periferne ta~ke. Pomerati limb za 180 / broj girusa u svakom girusu. Svaki student treba da izmeri po dva girusa i da preuzme ostala tri girusa od drugih studenata tako da ima kompletnu seriju od pet girusa. Potrebno je prikazati u TO 1 svoja merewa i srediti obrazac sa svim kontrolama kao i da se unesu podaci svih merewa u seriji u obrazac dat u prilogu ve`be.</p> <p>Podatke obraditi u obrascu po slede}im formulama pri ~emu je</p> <p><math>r_i</math> - pravci prema signalu <math>i</math> u girusu <math>j</math>,</p> <p><math>1r_{ij}</math> - pravci u prvom polugirusu,</p> <p><math>2r_{ij}</math> - pravci u drugom polugirusu,</p> <p><math>r_{rij}</math> - pravci redukovani na po~etni pravac,</p> <p><math>d_{ij}</math> -razlike izmeju sredwe vrednosti pravca iz <math>j</math> girusa <math>i</math> redukovanih pravaca,</p> <p><math>v_j</math> - odstupawe vrednosti <math>d_{ij}</math> od aritmeti~ke sredine <math>\bar{d}_{ij}</math> u okviru girusa,</p> <p><math>m_k</math> - empirijska gre{ka pravca merenog u dva polo`aja durbina iz podataka jedne serije.</p> <p>Dvostruka kolimaciona gre{ka se ra~una po formuli</p> $2c = 2r_{ij} - 1r_{ij} \pm 180^\circ \quad (1)$ <p>Sredina uglovne vrednosti pravca izmerenog u prvom i drugom polugirusu</p> $\bar{r}_{ij} = \frac{(1r_{ij} + 2r_{ij}) \pm 180^\circ}{2} \quad (2)$ <p>Pravci <math>\bar{r}_{ij}</math> redukovani na po~etni pravac</p> $r_{ij} = \bar{r}_{ij} - \bar{r}_{1j} \quad (3)$ <p>Ra~unawe sredwe vrednosti pravca iz <math>j</math> girusa</p> $\bar{r}_i = \frac{\sum_j r_{ri}}{j} \quad \text{za svaki pravac } i \quad (4)$ <p>Razlike izmeju <math>\bar{r}_i</math> i pojedinih pravaca <math>r_{rij}</math></p> $d_{ij} = \bar{r}_i - r_{rij} \quad (5)$ <p>Vrednost <math>\bar{d}_j</math> za svaki pojedini girus se ra~una po formuli</p> $\bar{d}_j = \frac{\sum_i d_{ij}}{i} \quad \text{za svaki girus } j \quad (6)$ <p>Odstupawa <math>v_j</math> za pojedini girus se ra~una po formuli</p> $v_j = d_{ij} - \bar{d}_j \quad (7)$ <p>Za svaki girus mora biti ispuwen uslov</p> $\sum_1^i v_{ij} = 0 \quad (8)$ <p>Suma kvadrata odstupawa za jednu seriju se ra~una po formuli</p> $v_k^2 = \sum_1^i \sum_1^j v_{ij}^2 \quad (9)$ <p>Empirijska gre{ka pravca, merenog u dva polo`aja durbina, pri stepenu slobode <math>f_k = (i - 1)(j - 1)</math>, iz podataka jedne serije ra~una se po formuli</p>			
STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO
VGG[	GEODETSKI ODSEK	GEODETSKA METROLOGIJA	<a href="#">VE@BA</a> BROJ:2

$$m_k = \sqrt{\frac{v_k^2}{f_k}}$$

(10)

stan.	viz. ta-ka	kl	kd	2c	Sredina	Red. sredina	Sred 5. girusa	d	v	v^2
1	2									
	4									
	6									
1	2									
	4									
	6									
1	2									
	4									
	6									
1	2									
	4									
	6									
1	2									
	4									
	6									

Sh = "

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO

VGG[	GEODETSKI ODSEK	<b>GEODETSKA METROLOGIJA</b>	<u>VE@BA</u> BROJ:3
------	-----------------	----------------------------------	---------------------

VE@BA 3. Na približno ravnom terenu stabilizovati nivelmansku stranu dužine 250 m. Pre početka etaloniranja vrši se vizuelni pregled i rektifikacija uslova koje nivelir mora da zadovolji i o tome se vodi zapisnik:

- glavna osa nivelira za vreme merenja mora biti vertikalna,
- vizurna osa nivelira za vreme merenja mora biti horizontalna (određivane ugla  $i$ ),
- kompenzator mora pravilno funkcionisati i
- horizontalna crtica kontrolne mora biti horizontalna.

Nivelmansku stranu treba metodom geometrijskog nivelmana pet puta nivelirati napred-nazad, tako da je broj merenja na svakoj nivelmanskoj strani  $n=10$ . Dužina vizura za tehnički nivelman je do 40 m, a za precizni nivelman i nivelman visoke tačnosti 20 m. Visinska razlika između krajnjih tačaka nivelmanske strane se dobija izrazom:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^{10} l_i}{10} \quad (1)$$

gde su:

$\bar{l}$  - aritmetička sredina nivelmanske strane dobijene iz 10 određivanih visinskih razlika (5 obostrano određenih visinskih razlika),

$l_i$  - pojedinačna visinska razlika ( $i=1,2,\dots,10$ ).

Pojedinačne visinske razlike  $l_i$  se dobiju izrazom:

$$l_i = \sum_{k=1}^{n_j} (Z_k - P_k) \quad (2)$$

gde su:

$Z_k$  - tačka odsečka na zadvoj letvi,

$P_k$  - tačka odsečka na predvoj letvi,

$n_j$  - broj stranica u niveliranju visinske razlike  $j$

Kontrola određivanja visinskih razlika je sledeća:

$$\sum_{k=1}^{n_j} (Z_k - P_k) = \sum_{k=1}^{n_j} Z_k - \sum_{k=1}^{n_j} P_k \quad (3)$$

Posle sračunatih visinskih razlika, a da bi se sračunalo standardno odstupanje računaju se popravke  $V_i$  izrazom:

$$V_i = \bar{l} - l_i \quad (4)$$

gde je  $V_i$  - popravka za nivelmansku stranu u  $i$ -tom određivanju visinskih razlika.

Kontrola računanja popravaka se vrši sledećim izrazom:

$$\sum_{i=1}^{10} V_i = 0 \quad (5)$$

Iz suma kvadrata popravaka

$$VV = \sum_{i=1}^{10} V_i^2 \quad (6)$$

dobije se standardno odstupanje merene visinske razlike strane dužine 0,25 km, pri broju stepeni slobode  $f = 4(n-1) = 4(10-1) = 36$ , izrazom

$$m_l = \sqrt{\frac{VV}{36}} \quad (7)$$

Računava se vrše u sledećem obrascu

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO
VGG[	GEODETSKI ODSEK	<b>GEODETSKA METROLOGIJA</b>	VE@BA BROJ:3



VE@BA 4. Izvršiti vizuelni pregled nivelmanske letve dužine 4 m i izraditi zapisnik o pregledu. Letvu postaviti na približno horizontalnu podlogu koje je za vreme pregleda stabilna. Etalonskim lewirrom se vrši očitavanje intervala letve i to od nulte tačke letve ( $l'_1$ ) do  $1/4$  dužine letve ( $l''_1$ ), od  $1/4$  ( $l'_2$ ) do  $2/4$  dužine letve ( $l''_2$ ), od  $2/4$  ( $l'_3$ ) do  $3/4$  dužine letve ( $l''_3$ ), i od  $3/4$  ( $l'_4$ ) do  $4/4$  dužine letve ( $l''_4$ ). Lewir treba da je postavljen tako da je osa lewira paralelna sa dužom stranom letve, da se može izvršiti očitavanje podele letve i da podela lewira poklapa interval letve koji se očitava.

Postupak merewa se ponovi još jedanput s tim da se očitavanje intervala letve vrši od kraja podele letve ( $m'_1$ ) do  $3/4$  dužine letve ( $m''_1$ ), od  $3/4$  ( $m'_2$ ) do  $2/4$  dužine letve ( $m''_2$ ), od  $2/4$  ( $m'_3$ ) do  $1/4$  dužine letve ( $m''_3$ ), i od  $1/4$  ( $m'_4$ ) dužine letve do nulte tačke letve ( $m''_5$ ).

Termometrom se pri očitavanju svakog intervala registruje temperatura letve  $t_{li}$  i temperatura lewira  $t_{ei}$  pri čemu je  $i = 1, 2, 3$  i  $4$  (jednak broju intervala koji se očitavaju).

Zatim se sračunaju dužine intervala letave po formuli:

$$\begin{aligned} d_i &= l''_i - l'_i \\ d'_i &= m'_i - m''_i \end{aligned} \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

Dužine intervala se poprave za vrednosti koeficijenta linearne termičke dilatacije  $\alpha$  po formuli:

$$\begin{aligned} d_i^p &= d_i \times (1 + (t_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l) \\ d'_i{}^p &= d'_i \times (1 + (t'_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t'_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l) \end{aligned} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5 \quad (2)$$

pri čemu je

$\alpha_l$ ,  $\alpha_e$  – koeficijent linearne termičke dilatacije za materijal od koga je napravljena letva odnosno lewir, i  $t_{l0}$ ,  $t_{e0}$  – temperatura koja je referentna za letvu, odnosno za lewir.

Ukupna dužina letve se dobija po formuli:

$$\begin{aligned} D &= \sum_{i=1}^5 d_i^p \\ D' &= \sum_{i=1}^5 d'_i{}^p \end{aligned} \quad (3)$$

Razlika dužine letve  $D$  i  $D'$  mora da bude mava od

$$|(D - D')_{(mm)}| < 2,77 \times 1 \times 10^{-5} \times D_{N(mm)} \quad (4)$$

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO
VGG[	GEODETSKI ODSEK	<b>GEODETSKA METROLOGIJA</b>	VE@BA BROJ:4



pri ~emu je  $D_N$  nazivna du`ina letve.

U slu~aju da je nejednakost data formulom (4) va`e)a, onda se sra~una definitivna du`ina letve  $D_{def}$ :

$$D_{def} = \frac{D + D'}{2} \quad (5)$$

Definitivna vrednost du`ine letve se upore|uje sa nazivnom du`inom letve i ako je razlika mawa od dozvoqene gre{ke date izrazom  $\Delta = (0,2 + 0,3 \times D_{(m)})_{(mm)}$  onda je letva metrolo{ki ispravna.

Obrazac za utvr|ivawe metrolo{ke ispravnosti letve je slede}i:

Redni broj	^itawe ( $l'_i$ )	^itawe ( $l''_i$ )	Temperatura letve $t_{li}$	Temperatura lewira $t_{ei}$	Du`ina intervala $d_i$	Popravqena du`ina intervala $d_i^p = d_i \times (1 + (t_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l)$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
					Du`ina D	

Redni broj	^itawe ( $m'_i$ )	^itawe ( $m''_i$ )	Temperatura letve $t'_{li}$	Temperatura lewira $t'_{ei}$	Du`ina intervala $d'_i$	Popravqena du`ina intervala $d_i^p = d'_i \times (1 + (t'_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t'_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l)$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
					Du`ina D'	

$$|(D - D')_{(mm)}| = \underline{\hspace{2cm}} \quad 2,77 \times 1 \times 10^{-5} \times D_{N(mm)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$D_{def} = \frac{D + D'}{2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$(D_{def} - D_N)_{(mm)} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (0,2 + 0,3 \times D_{(m)})_{(mm)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO
VGG[	GEODETSKI ODSEK	<b>GEODETSKA METROLOGIJA</b>	<a href="mailto:VE@BA">VE@BA</a> BROJ:5

VE@BA 5. Izvršiti vizuelni pregled merne trake (pantqike) dužine \_\_\_\_ m i izraditi zapisnik o pregledu. Mernu traku razmotati i postaviti na približno horizontalnu podlogu koja je u vremenu pregleda stabilna. Etalonskim lewirrom se vrši očitavawe metarskog intervala merne trake i to prvo leve ivice crtice maweg metra ( $l'_i$ ) a zatim i leve ivice vejeg metra. To se radi do kraja pantqike. Lewir treba da je postavljen tako da je osa lewira paralelna sa dužom stranom merne trake, da se može izvršiti očitavawe podela merne trake i da podela lewira poklapa interval merne trake koji se očitava.

Postupak merewa se ponovi još jedanput s tim da se očitavawe intervala merne trake vrši u suprotnom smeru od desne ivice zadweg metra pantqike koji se pregleda ( $m'_i$ ) do desne ivice predweg metra pantqike koja se pregleda.

Termometrom se pri očitavawu svakog intervala registruje temperatura pantqike  $t_{li}$  i temperatura lewira  $t_{ei}$  pri čemu je  $i = 1, 2, \dots, n$  (jednak broju intervala koji se očitavaju). Pantqika mora u toku merewa biti zategnuta silom koja je propisana od strane proizvođača.

Zatim se sračunaju dužine intervala letave po formuli:

$$\begin{aligned} d_i &= l''_i - l'_i \\ d'_i &= m'_i - m''_i \end{aligned} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Dužine intervala se poprave za vrednosti koeficijenta linearne termičke dilatacije  $\alpha$  po formuli:

$$\begin{aligned} d_i^p &= d_i \times (1 + (t_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l) \\ d_i^{p'} &= d'_i \times (1 + (t'_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t'_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l) \end{aligned} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

pri čemu je

$\alpha_l$ ,  $\alpha_e$  – koeficijent linearne termičke dilatacije za materijal od koga je napravljena letva odnosno lewir,  $t_{l0}$ ,  $t_{e0}$  – temperatura koja je referentna za letvu, odnosno za lewir.

Ukupna dužina merne trake se dobija po formuli:

$$\begin{aligned} D &= \sum_{i=1}^5 d_i^p \\ D' &= \sum_{i=1}^5 d_i^{p'} \end{aligned} \quad (3)$$

Razlika dužine pantqike  $D$  i  $D'$  mora da bude mawa od

$$|(D - D')_{(mm)}| < 2,77 \times 1 \times 10^{-5} \times D_{N(mm)} \quad (4)$$

pri čemu je  $D_N$  nazivna dužina merne trake.

U slučaju da je nejednakost data formulom (4) važeja, onda se sračuna definitivna dužina pantqike  $D_{def}$ :

$$D_{def} = \frac{D + D'}{2} \quad (5)$$

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO
VGG[	GEODETSKI ODSEK	<b>GEODETSKA METROLOGIJA</b>	<a href="#">VE@BA</a> BROJ:5

Definitivna vrednost dužine pantčike se uporeljuje sa nazivnom dužinom pantčike i ako je razlika mawa od dozvoqene greške date izrazom  $\Delta = (0,2 + 0,3 \times D_{(m)})_{(mm)}$  onda je pantčika metrološki ispravna.

Obrazac za utvrđivawe metrološke ispravnosti pantčike je sledeći:

Redni broj	^itawe ( $l'_1$ )	^itawe ( $l''_1$ )	Temperatura letve $t_{li}$	Temperatura lewira $t_{ei}$	Dužina intervala $d_i$	Popravqena dužina intervala $d_i^p = d_i \times (1 + (t_{ei} - t_{e0}) \times \alpha_e + (t_{li} - t_{l0}) \times \alpha_l)$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
					Dužina D	

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO

VGG[	GEODETSKI ODSEK	GEODETSKA METROLOGIJA	VE@BA BROJ:5
------	-----------------	-----------------------	--------------

Redni broj	^itawe (m'₁)	^itawe (m"₁)	Temperatura letve t <sub>li</sub>	Temperatura lewira t <sub>ei</sub>	Du`ina intervala d <sub>i</sub>	Popravqena du`ina intervala d <sub>i</sub> ' = d <sub>i</sub> × (1 + (t <sub>ei</sub> - t <sub>eo</sub> ) × α <sub>e</sub> + (t <sub>li</sub> - t <sub>lo</sub> ) × α <sub>l</sub> )
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
					Du`ina D'	

$$|(D - D')_{(mm)}| = \underline{\hspace{2cm}} \quad 2,77 \times 1 \times 10^{-5} \times D_{N(mm)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$D_{def} = \frac{D + D'}{2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$(D_{def} - D_N)_{(mm)} = \underline{\hspace{2cm}} \quad (0,2 + 0,3 \times D_{(m)})_{(mm)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

STUDENT	BR.INDEKSA	DATUM OVERE	OVERIO